COLECCIÓN
INVESTIGACIÓN

Guía para navegantes.
Anotaciones ilustradas en torno a lo digital

Andrés Fabián Agredo Ramos

Las incertidumbres de la educación media.
Hegemonía y neoliberalismo.
Un estudio de caso en Cali

David Velasco Molina y Yeny Girón Galeano

Pensar y sentir la naturaleza.
Ética ambiental y humanismo ecológico

Rodrigo Jesús Ocampo Giraldo

Este libro tiene como objetivo principal el desarrollo de un modelo de análisis, especialmente desde la semiótica, de aplicaciones de Realidad Aumentada con propósitos educativos. La búsqueda del modelo de análisis derivó en una serie de realizaciones que coadyuvan en la comprensión de la RA con objetivos formativos en el contexto académico contemporáneo.

ISBN: 978-958-619-056-5

Universidad Autónoma de Occidente

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD
Vigilada MinEducación.

Análisis y diseño de experiencias educativas en Realidad Aumentada

COLECCIÓN
INVESTIGACIÓN

Análisis y diseño de experiencias educativas en Realidad Aumentada

Germán Alberto Gallego Trujillo

Programa Editorial
Universidad Autónoma de Occidente

Germán Alberto Gallego Trujillo

Doctor en Sociedad de la Información y el Conocimiento por la Universitat Oberta de Catalunya; magíster en Comunicación Educativa de la Universidad Tecnológica de Pereira; especialista en Periodismo Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana y comunicador social – periodista de la Universidad Autónoma de Occidente. Cuenta con certificaciones universitarias en Video Digital y Tecnologías Online y Offline (Mecad), Virtual Teacher (UCI), Implementation and Evaluation of Educational Technology (MIT), entre otros.

Es profesor titular, adscrito al grupo de investigación en Comunicación y Cambio Social en la línea Comunicación, Educación y Tecnología, y director del Centro de Innovación TIC de la Universidad Autónoma de Occidente.

Análisis y diseño de experiencias educativas en realidad aumentada

Universidad Autónoma de Occidente

ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL DE ALTA CALIDAD
Vigilada MinEducación.
Res. No. 16740. 2017-2021.

Análisis y diseño de experiencias educativas en realidad aumentada

Germán Alberto Gallego Trujillo

Programa Editorial
Universidad Autónoma de Occidente

Gallego Trujillo, Germán Alberto
Análisis y diseño de experiencias educativas en realidad aumentada / Germán Alberto Gallego Trujillo.-- Primera edición.-- Cali: Programa Editorial Universidad Autónoma de Occidente, 2020. 286 páginas, ilustraciones.

Contiene referencias bibliográficas.

ISBN: 978-958-619-056-5

1. Educación superior. 2 Realidad aumentada. 3. Semiótica. 4. Métodos de enseñanza. 5. Educación mediada por tecnología. 6. Tecnología de la información. I. Universidad Autónoma de Occidente.

378.0011- dc23

Análisis y diseño de experiencias educativas en realidad aumentada
© Germán Alberto Gallego Trujillo

ISBN Epub: 978-958-619-056-5
Primera Edición, 2020

Gestión Editorial
Director (E) de Investigaciones y Desarrollo Tecnológico
Alexander García Dávalos

Jefe Programa Editorial
José Julián Serrano Quimbaya
jjserrano@uao.edu.co

Coordinación editorial
Pamela Montealegre Londoño
pmontealegre@uao.edu.co

Corrección
Eduardo Franco

Diagramación y diseño
Julián Torres

Diseño de cubierta
Adrián Díaz

© **Universidad Autónoma de Occidente**
Km. 2 vía Cali-Jamundí, A.A. 2790, Cali, Valle del Cauca, Colombia.
El contenido de esta publicación no compromete el pensamiento de la Institución, es responsabilidad absoluta de su autor.

Personería jurídica, Res. No. 0618, de la Gobernación del Valle del Cauca, del 20 de febrero de 1970. Universidad Autónoma de Occidente, Res. No. 2766, del Ministerio de Educación Nacional, del 13 de noviembre de 2003. Acreditación Institucional de Alta Calidad, Res. No. 16740, del 24 de agosto de 2017, con vigencia hasta el 2021. Vigilada MinEducación.

Contenido

Presentación 15

Introducción 17

1. Estado actual de la realidad aumentada y sus usos en el contexto educativo contemporáneo 23

De la pizarra a la realidad aumentada: convergencia mediática en entornos educativos 25

Pizarras 25

Proyectores 28

Pantallas 28

La computadora 30

La Internet 32

La convergencia 34

Realidad virtual 36

Realidad aumentada 38

Cómo entender la realidad aumentada y sus características fundamentales 46

Descripción de una taxonomía conceptual, técnica y funcional de la realidad aumentada 52

Aplicaciones en la educación superior 65

Case Western Reserve University 65

The GhostHands UX: teletutoría a través de instrucciones manuales en realidad aumentada de la Open University 67

Videos en 360º en North Carolina State University 68

AR Magic Book 70

CityViewAR - HitLabnz 72

Realidad aumentada aplicada a la formación en competencias clave: Arkey 73

Caja de arena en realidad aumentada 74

2. Fundamentación conceptual y teórica de la realidad aumentada desde la comunicación, la semiótica y las TIC para la educación 77

Comunicación 80

Estructuralismo 89

Plano del contenido: percepción y significación 99

Plano de la expresión 105

Hacia una resemantización de las TIC en el contexto educativo 108

Dispositivos para la gestión/creación simbólica 110

La hipertextualidad/rizomático 114

La multimedialidad: las múltiples interfaces 115

Multilenguaje 119

Las TIC como ambientes de interacción 120

Marco teórico y conceptual del aprendizaje mediado por TIC 127

Estado de las TIC en el contexto educativo 127

El aprendizaje mediado por TIC 132

Teoría constructivista 137

Teoría sociocultural 139

Teoría de la instrucción 140

Instrucción anclada 142

Semiótica greimasiana 143

Las TIC como mediador de la interacción educativa 144

Formación y apropiación cultural de las TIC 153

3. Modelo para el análisis de aplicaciones visuales educativas en realidad aumentada desde la perspectiva de la semiótica visual 157

Dimensión pedagógica 161

Dimensión tecnológica 169

Recursos educativos 170

Abiertos 170

Licenciamiento de recursos educativos 172

Recursos educativos propios 174

Faceta comunicativa. 174

Faceta educativa. 177

Faceta técnica. 184

Espacios: inmersivos, adaptativos, activos y colaborativos 190

Lectura y comprensión de documentos escritos y audiovisuales 192

Construcción y edición colaborativa de conocimiento 194

Actividades interactivas y ludificación 196

Redes sociales 197

Dimensión comunicativa 200

Síntesis del modelo de análisis 212

4. Aplicación del modelo en experiencias de aprendizaje mediadas por realidad aumentada 217

Inmersión a la Universidad Autónoma de Occidente 220

Curso de Introducción a la Ingeniería: una apuesta por aumentar la experiencia de aprendizaje a través de información complementaria 231

Espacios 240

ArKey: realidad aumentada aplicada al entrenamiento de competencias clave 241

Conclusiones 255

Bibliografía 267

Lista de Tablas

Tabla 1. Análisis Case Western Reserve University 66

Tabla 2. Análisis The GhostHands UX 68

Tabla 3. Análisis video educativo en 360º de North Carolina State University 69

Tabla 4. Análisis Magic Book 71

Tabla 5. Análisis CityView AR 72

Tabla 6. Análisis Arkey 74

Tabla 7. Análisis Augmented Reality Sandbox 75

Tabla 8. Objetos de estudio de la comunicación en el contexto global 81

Tabla 9. Dominio cognitivo 164

Tabla 10. Dominio conductual 165

Tabla 11. Dominio afectivo 166

Tabla 12. Metodología para la definición de un formato de un recurso educativo 176

Tabla 13. Mapeo de instrumentos, métodos y prácticas de investigación para televisión 203

Lista de Figuras

Figura 1. Ondas de la evolución social del ser humano hasta las TIC. 25

Figura 2. Innovaciones de las pantallas. 29

Figura 3. Innovación del semiconductor. 31

Figura 4. *Hype Cycle for Education, 2016*. 36

Figura 5. Evolución tecnológica de la RA. 45

Figura 6. Convergencia tecnológica de los ambientes educativos 46

Figura 7. *Continuum* entre realidad y virtualidad. 49

Figura 8. Los cuatro tópicos de la RBI. 54

Figura 9. Compensaciones que pueden ser consideradas en el diseño de una interfaz RBI. 55

Figura 10. *Augmented reality hype cycle*. 55

Figura 11. Niveles de RA desde el punto de vista tecnológico. 56

Figura 12. Clasificación funcional de la RA. 58

Figura 13. Realidad con percepción aumentada. 60

Figura 14. Realidad con visibilidad aumentada. 60

Figura 15. Asociación perceptual por yuxtaposición. 61

Figura 16. Asociación perceptual por integración 62

Figura 17. Realidad virtualizada. 63

Figura 18. Realidad virtualizada. 63

Figura 19. Captura de pantalla de Case Western Reserve University. 66

Figura 20. Captura de pantalla del proyecto "Experiencia de usuario a través de manos fantasma". 68

Figura 21. Captura de pantalla de videos educativos en 360º. 70

Figura 22. El libro mágico. 71

Figura 23. CityView. 73

Figura 24. Captura de pantalla de interfaz en RA de Arkey. 74

Figura 25. Captura de pantalla de caja de arena. 75

Figura 26. Centralidad del significado en la constitución social, cognitiva e individual. 91

Figura 27. La semiosis ilimitada de Peirce. 93

Figura 28. Representación gráfica comunicación digital. 98

Figura 29. El modelo de la conversación textual. 107

Figura 30. Aristas del lenguaje escrito mediado por TIC. 111

Figura 31. Expresión visual mediada por TIC. 113

Figura 32. Aplicativos para la producción de recursos académicos. 118

Figura 33. Representación gráfica del tecnoimaginario. 121

Figura 34. Aplicativos que posibilitan el trabajo colaborativo. 126

Figura 35. Teorías del aprendizaje. 137

Figura 36. Representación de la transformación de las TIC como medios de difusión masiva a espacios de interacción. 146

Figura 37. Modos de acceso a la educación superior explicado desde la flexibilización de tiempo y espacio. 150

Figura 38. Representación de las dimensiones para el análisis de aplicaciones visuales educativas en RA. 160

Figura 39. Taxonomía de Biggs. 167

Figura 40. Procedimiento de la dimensión pedagógica. 169

Figura 41. Organizaciones educativas, científicas, empresariales y sociales que ofrecen recursos educativos abiertos. 171

Figura 42. Tipos de licenciamientos. 173

Figura 43. *Cognitive theory of multimedia learning* (CTML). 177

Figura 44. Programas para el desarrollo de objetos educativos. 188

Figura 45. Aplicativos comerciales y de libre licencia. 188

Figura 46. Programas de visualización y edición de objetos textuales escritos. 192

Figura 47. Programas de visualización y edición audiovisual. 194

Figura 48. Programas de producción colaborativa. 196

Figura 49. Programas de producción de juegos educativos. 197

Figura 50. Redes sociales. 199

Figura 51. Ecosistema de aplicativos disponibles en la Internet para apoyar, potenciar y facilitar experiencias educativas en RA. 200

Figura 52. La dimensión comunicativa en una aplicación educativa desde una perspectiva semiótica 201

Figura 53. Representación clásica del modelo actancial. 206

Figura 54. Estrategias básicas de manipulación 207

Figura 55. Dimensiones del modelo de análisis. 214

Figura 56. Matriz pragmática de análisis de aplicaciones visuales educativas en RA 216

Figura 57. Proyecto de fotografía inmersiva 360º enriquecida y aumentada de la Universidad Autónoma de Occidente 221

Figura 58. Interfaces inicial y vista aérea del proyecto de fotografía inmersiva 360º 222

Figura 59. Interfaz inicial aumentada del proyecto de fotografía inmersiva 360º. 224

Figura 60. Menú vectorial del proyecto de fotografía inmersiva 360º. 225

Figura 61. Zonas activas que aumentan la información de la inmersión 360º. 226

Figura 62. Forma de selección de dispositivo para la inmersión 360º. 227

Figura 63. Aplicativos en RA implementados el curso de Introducción a la Ingeniería. 232

Figura 64. Video introductorio de la experiencia. 233

Figura 65. Marcadores de la experiencia. 235

Figura 66. Orientaciones para activación de recursos en RA. 236

Figura 67. Instrucciones enriquecidas. 238

Figura 68. ArKey: Augmented Reality applied to training on key competences. 241

Figura 69. Tutoriales de orientación de la experiencia en RA. 244

Figura 70. Menú de la experiencia. 245

Figura 71. Actividades de aprendizaje. 247

Figura 72. Marcadores impresos de la experiencia. 248

Figura 73. Visor *flipbook*. 249

Figura 74. Productos audiovisuales de la experiencia. 249

Presentación

La realidad aumentada (RA) se vislumbra como una tecnología de apoyo, facilitación y potenciación de procesos de enseñanza-aprendizaje al permitir enriquecer ambientes y objetos educativos físicos con formas simbólicas de naturaleza digital que son percibidos sensorialmente, *in situ*, a través de mediaciones tecnológicas. Se trata de ambientes electrónicos para el aprendizaje situado, entendido como un proceso de construcción de conocimiento basado en la vivencia y experimentación de saberes, prácticas y valores en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados.

Si bien esta tecnología, derivada en parte de la convergencia de la computación, la Internet y el *display*, ha logrado avances desde el punto de vista técnico, plantea un reto para la comunicación audiovisual educativa: la búsqueda de un sentido cognitivo para su diseño, desarrollo e implementación.

Este libro persigue, a partir de la semiótica visual como eje articulador, configurar un modelo de análisis de los productos de RA con propósitos educativos. Se escogió esta orilla de conocimiento al responder a la premisa conceptual de este trabajo: considerar el proceso formativo mediado por las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) como un relato o discurso que debe experimentarse colectivamente para su significación.

El modelo de análisis construido está integrado por tres dimensiones: a) la dimensión pedagógica en que se advierte una migración del acento en los contenidos educativos y en la transmisión de estos hacia la construcción de conocimiento en las experiencias de aprendizaje, b) la dimensión tecnológica en que la RA deja de ser solo un instrumento para ser espacios de interacción para la significación social de conocimientos, prácticas y valores, y c) la dimensión comunicativa comprendida en este contexto como toda enunciación-interacción-significación en un ambiente de aprendizaje. Si bien el libro expone y explica unas variables para el análisis de productos educativos en RA, estas se constituyen en elementos a considerar en el diseño y desarrollo de este tipo de experiencias.

Introducción

Históricamente, los procesos educativos se han apoyado, facilitado y potenciado gracias al lenguaje y al uso de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC). En sus comienzos, la educación tuvo como propósito la transmisión de conocimiento (cultura) de una generación a otra, a través de lenguajes que se materializaban en mensajes que se transmitían por medio de tecnologías, las cuales permitieron que estos saberes se conservaran en el tiempo. Por ejemplo, la oralidad y el arte rupestre se configuraron como las primeras expresiones educativas; la primera materializada y transmitida a través de las ondas sonoras, y la segunda con piedra y pared.

El lenguaje escrito, por su parte, permitió registrar a través de la tinta y el papel los cimientos del conocimiento contemporáneo, a la vez que, en tanto constructo social, ha posibilitado la expresión y comunicación humana a través de signos y símbolos. Con respecto a las tecnologías usadas en la educación, existe un amplio rango entre las que se encuentran desde las más tradicionales, como el libro, la fotografía, el cuaderno, el tablero, la radio, la televisión, el proyector de acetatos, opacos y diapositivas, hasta tecnologías digitales, como la computadora, la fotografía digital, la imagen vectorial, las redes (Internet), los videojuegos, el escáner, la televisión digital interactiva, las tabletas, los dispositivos móviles y el HMD (por sus siglas en inglés).

En este sentido, la realidad aumentada (RA) constituye una evolución a la vez que un fenómeno en que convergen todas estas tecnologías. La llamada RA consiste en la experimentación sensorial de un espacio físico "real" enriquecido (aumentado) por objetos (símbolos) digitales a través de dispositivos tecnológicos de manera sincrónica. Átomos y bits, de naturaleza dicotómica, integrados en una experiencia cognoscitiva en un contexto concreto.

Desde esta perspectiva, la RA trasciende su dimensión tecnológica y plantea un escenario prometedor en el contexto educativo: la difusión entre las fronteras de las modalidades presencial y virtual, proponiendo una educación omnipresente con altos niveles de interacción a través de mediaciones tecnológicas transparentes.

La incorporación de esta tecnología en el campo educativo, sin duda, supone un reto para las instituciones donde la comunicación educativa (y el *media literacy*) tiene un papel fundamental a la hora de construir formas simbólicas y soluciones de aprendizaje situado que posibiliten la apropiación de conocimientos, prácticas y valores en un contexto determinado. Así, este aprendizaje situado se relaciona con la construcción de experiencias de aprendizaje medidas por las TIC. Según Varela (1996), este tipo de comunicación educativa supondría una "enacción", referida a aquello que se adquiere a través de la acción del organismo en el mundo.

> Se relaciona con el hecho de estar en un mundo que resulta inseparable de nuestro cuerpo, de nuestro lenguaje y nuestra historia social. Se trata de una interpretación permanente que no se puede aprehender adecuadamente como un conjunto de reglas y supuestos porque es una cuestión de acción e historia: se comprende por imitación, convirtiéndose en parte de una comprensión ya existente. (p. 95)

Desde esta dimensión educativa experiencial en que la RA es un apoyo, facilitador y potenciador de este, convergen tres campos de conocimiento: a) pedagogía, b) tecnología y c) comunicación. Dentro de estos ámbitos de conocimiento, este libro toma como referente principal las teorías de la comunicación y como eje vertebrador la semiótica, al ser la RA una tecnología que posibilita la percepción de estímulos predominantemente audiovisuales.

La semiótica ha constituido, además de una corriente teórica, una forma de análisis de los mensajes visuales de una gran influencia a lo largo del siglo XX (son bien conocidos los trabajos de Umberto Eco y Roland Barthes) y que, sin embargo, ha tenido poca resonancia en el análisis de medios digitales. Como afirma Scolari (2004), "las pocas reflexiones semióticas sobre las interfaces y los procesos de interacción se apoyan en la semiótica cognitiva" (p. 29). No obstante, en los últimos años, se ha producido una incipiente revalorización de la disciplina, especialmente ante la masiva producción de imágenes en la actualidad, gracias a los móviles y a las redes sociales.

Así pues, al igual que en el análisis de otras expresiones humanas (señal, grafiti, pintura, caricatura, fotografía, cine, video, hipermedia), se espera que a partir de este campo se pueda establecer un diálogo entre la comunicación digital, la educación y tecnología para el diseño de un corpus conceptual que permita comprender y analizar formas simbólicas en el ámbito más reciente de la RA.

No obstante, subyacen en esta visión vacíos e inquietudes que deben ser resueltos: ¿cómo no caer en un determinismo tecnológico o espejismo educativo con la RA?, ¿cómo entender la RA desde la comunicación educativa?, ¿qué noción de tecnología plantea esta nueva mediación?, ¿cuáles deberían ser las características formales de una experiencia de aprendizaje mediada por la RA?, ¿se resemantiza la noción de *ambiente educativo* cuya concepción arquitectónica no ha cambiado significativamente en los últimos ciento cincuenta años?

Desde el punto de vista formativo, se evidencia que muchas aplicaciones en RA están siendo implementadas desde un enfoque bancario: datos e informaciones digitales en diferentes formatos (texto, audio, imagen, video) construidas por un emisor (profesor), que son transmitidas/emitidas a través de canales electrónicos, que deben ser encontradas, consultadas y "almacenadas" por cada receptor (estudiante) y cuya memorización es ponderada, en algunos casos, a partir de instrumentos de evaluación de conocimientos (en su mayoría de opción múltiple). Sin embargo, esto poco tiene que ver con la educación contemporánea de enfoque socioculturalista, que concibe el conocimiento como una construcción colectiva, un proceso de interacción para la significación social de conocimientos, prácticas y valores. Estos procesos de interacción no se conciben como solo intercambio de información, sino como "actos" y realizaciones educativas en contextos determinados, orientados a alcanzar desempeños (competencias) específicos de los estudiantes y, en consecuencia, es necesario resemantizar los productos educativos de RA desde esta perspectiva.

Además, en el plano comunicativo, la RA demanda, más allá del manejo técnico, una integración de los diferentes lenguajes que en ella participan. No se trata, entonces, de una simple yuxtaposición de textos escritos, visuales, sonoros y audiovisuales, sino de la configuración de una sintaxis en que convergen varias morfologías. Por ejemplo, se instruye a profesores en el uso

de herramientas de apoyo audiovisual de una presentación como PowerPoint y el desconocimiento de la narrativa digital conduce a que el profesor produzca mensajes para ser leídos (libros) en medios que están hechos para ser vistos (videoproyector). Igualmente, a manera de analogía, los medios de comunicación de prensa, radio y televisión han copiado sus contenidos y los han pegado en la Internet, con lo que han desconocido las particularidades sintácticas de los lenguajes en entornos electrónicos.

Si trasladamos estas situaciones al contexto educativo, se hace necesaria la resemantización de la RA como tecnología. La formación, en el ámbito dimensionado, debe girar en torno a los diferentes conocimientos necesarios para la producción de mensajes y no solo en el uso de un instrumento concreto. Lo importante es comprender cómo las herramientas, sin importar cuál, potencian la capacidad expresiva para la producción de formas simbólicas con propósitos educativos. En síntesis, mientras sigue el avance de la RA desde el punto de vista tecnológico, es necesario incursionar en la búsqueda de su sentido cognitivo desde las dimensiones comunicativa y educativa.

En consideración al contexto descrito, se desarrolla este libro que tiene como objetivo principal el desarrollo de un modelo de análisis, especialmente desde la semiótica, de aplicaciones de RA con propósitos educativos.

Esta travesía está organizada en cuatro capítulos: un estado actual de la RA como nuevo paradigma de los ambientes de aprendizaje; una aproximación teórica de la comunicación mediada por TIC desde una perspectiva semiótica para explicar el fenómeno de la RA desde las interacciones y las significaciones sociales, y una apuesta conceptual de las TIC para entender su identidad en la RA; el modelo de análisis derivado de los dos apartados anteriores integrado por tres dimensiones (pedagógica, tecnológica y comunicativa); y tres ejercicios de aplicación del modelo.

La primera parte describe el estado actual de la RA en el contexto educativo, concretamente, un recorrido histórico por su génesis en la convergencia de medios, propiedades, tipos, aspectos técnicos generales y la ilustración de casos contemporáneos, y finaliza definiendo desde dónde se entiende el concepto, el cual trasciende lo tecnológico y se sustenta en el siguiente apartado.

Un aspecto a resaltar en este capítulo es la descripción de una taxonomía de la RA construida por Hugues, Fuchs & Nannipieri (2011) en que hacen una clasificación funcional de estos entornos.

Posteriormente, se desarrolla la sección de comunicación, semiótica y realidad en que se realiza una aproximación conceptual de la comunicación digital, desde la perspectiva semiótica, como campo de estudio de la comunicación de corte estructuralista que persigue explicar la RA como proceso comunicativo desde el plano del contenido y de la expresión. Aquí se configura la base conceptual sobre la cual se edifica el modelo de análisis propuesto en este libro: la comunicación educativa entendida como proceso rizomático de interacción para el aprendizaje y la significación social de conocimientos.

Desde este enfoque, las tecnologías con propósitos educativos son resemantizadas en el mismo capítulo como dispositivos de gestión/creación simbólica en que se caracterizan propiedades (hipertextualidad, multimedialidad y multilenguaje) de las enunciaciones (mensajes en los entornos electrónicos contemporáneos) y espacios de interacción, noción que plantea el desplazamiento de las tecnologías como instrumentos a ambientes para ser experimentados y vividos multisensorialmente. Además, se hace un recorrido general en teorías del aprendizaje con énfasis en la educación mediada por TIC.

Bajo los tres marcos conceptuales anteriores, la comunicación digital desde la perspectiva semiótica, las TIC y la educación mediada, se constituye el modelo para el análisis de aplicaciones visuales educativas en RA integrado por tres dimensiones: a) la pedagógica, b) la tecnológica y c) la comunicativa.

La pedagógica, cimentada desde la semiótica greimasiana, concretamente desde la teoría de la acción (competencia), implica una migración de los contenidos educativos y la transmisión de estos a la construcción de conocimiento en las experiencias de aprendizaje.

La tecnológica en que se exploran, por un lado, recursos educativos abiertos y el desarrollo de recursos propios a partir de la teoría cognitiva aplicada en la producción hipermedia y una taxonomía con perspectiva semiótica que define el formato en función de su modalidad textual y

caracteriza los aplicativos disponibles para el diseño, el desarrollo, la edición y la socialización en entornos electrónicos y, por otro lado, los programas concebidos como espacios que apoyan, facilitan y potencian la educación a través de la problematización de los recursos, el trabajo activo y colaborativo, las mecánicas de juegos y la participación en comunidades globales de aprendizaje (redes).

Finalmente, en la dimensión comunicativa, se moldean cuatro aristas: a) la lectura de las matrices culturales y lógicas discursivas de los participantes de una experiencia en RA para construir experiencias pensadas en sus particularidades, entendiendo que personas diferentes tienen formas de aprender diferentes por estar en contextos de actuación diferentes; b) la construcción de experiencias de aprendizaje a partir de programas narrativos en que estudiantes (sujeto de estado) persiguen un objeto de deseo (desempeño esperado) y que siendo igualmente sujetos operadores ejecutan una serie de acciones (*performances*) para desarrollar las competencias que les permitan alcanzar su objeto de deseo; c) el diseño de las interacciones selectivas, transformativas y constructivas que constituirán la experiencia; y d) la construcción de metáforas visuales, especialmente de carácter audiovisual, para la figurativización del ambiente de RA.

Por último, se aplica el modelo de análisis en tres proyectos de RA, con el que se obtiene como resultado el predominio del enfoque basado en la difusión de información y, en consecuencia, se revela la necesidad de diseñar y producir estos entornos desde una dimensión comunicativa.

La búsqueda del modelo de análisis derivó en una serie de realizaciones que coadyuvan en la comprensión de la RA con objetivos formativos en el contexto académico contemporáneo, como el mapeo de la convergencia mediática en entornos educativos y el diseño de experiencias de aprendizaje basadas en actividades (competencia-*performance*); un modelo de comunicación digital desde la perspectiva semiótica (enunciación, interacción, significación); la transformación conceptual de la tecnología como herramienta de espacio de interacción (humana) para la significación social y de ahí la resemantización de las "aulas" como ambientes inmersivos, adaptativos, activos y colaborativos; el diseño de una taxonomía, basada en las modalidades textuales, para la definición de los recursos electrónicos (vectores, mapa de bits, audio, video); y, finalmente, la socialización de un diálogo de carácter transdisciplinario entre los estímulos sensoriales, la psicología perceptual, la óptica (física), la tecnología, la comunicación, la educación y la semiótica visual.

1. Estado actual de la realidad aumentada y sus usos en el contexto educativo contemporáneo

De la pizarra a la realidad aumentada: convergencia mediática en entornos educativos

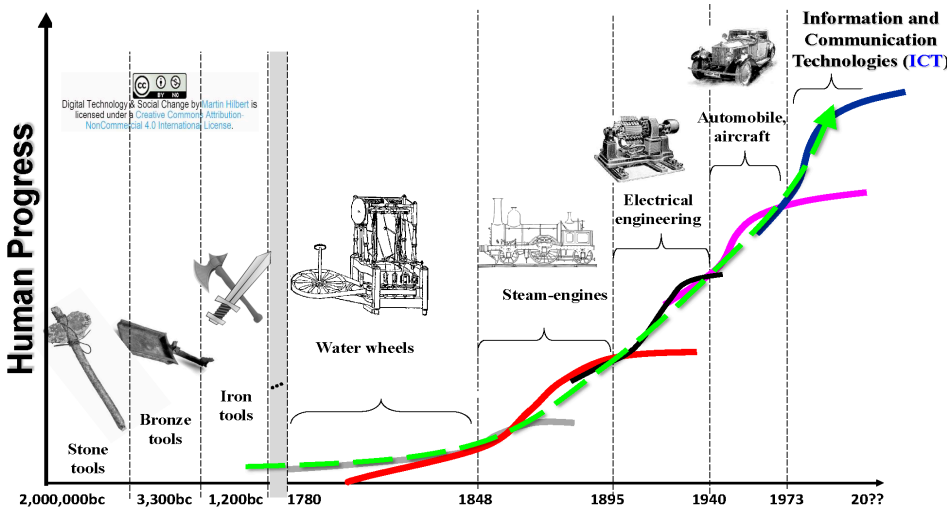


Figura 1. Ondas de la evolución social del ser humano hasta las TIC.
Extraído de "Online Course Digital Technology & Social Change" de M. Hilbert, 2015. Recuperado de https://www.martinhilbert.net/digital-technology-social-change/

Pizarras

Las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) se consideran uno de los hitos del progreso humano. Históricamente, las diferentes tecnologías disponibles han apoyado, facilitado y potenciado los procesos de enseñanza-aprendizaje. A partir de un breve recorrido en los antecedentes de los medios, se establecerá cómo la realidad aumentada (RA) se configura como un nuevo recurso de aprendizaje, derivado de la evolución y convergencia de medios educativos tradicionales y contemporáneos, como el libro, la pizarra, el proyector, las pantallas, la computación y la Internet.

El papel y la tinta han sido las tecnologías más usadas en la didáctica educativa moderna, al permitir materializar y almacenar el lenguaje (pensamiento) a través de signos (escritura), cuyo origen se remonta desde 3000

a. C. en el antiguo Egipto con el uso del papiro. Posteriormente, en 1450, surge la imprenta moderna de la mano de Johannes Gutenberg, la cual ha perdurado, con muchas innovaciones, hasta nuestros días. Dichas innovaciones no pueden ser consideradas como "nuevas tecnologías",[1] sino que son evoluciones de una tecnología existente gracias a la emergencia de otras.

> Cuando en la antigüedad, después de moler el grano y obtener un polvo que al principio no tenía nombre, hasta que se llamó harina, la tecnología alimentaria manifestaba pasos hacia delante. Progresaba para atender una necesidad de la sociedad en la que se originaba. Con el tiempo, los primeros hornos de leña donde la harina se convertía en pan se modernizaron, se hicieron industriales, alimentados por combustibles fósiles. El pan se empezó a crear de cientos de formas diferentes, tanto por su presentación y gusto como por su forma, ingredientes, nombre, estilo, sabor añadido y peso. La tecnología seguía avanzando y se aliaba con el avance, en este momento de la historia en el terreno de lo industrial, desde una primitiva tecnología que como la nueva seguía fabricando el mismo producto: pan. (Pablos, 2001, p. 19)

En los contextos educativos, uno de los primeros recursos tecnológicos de la Edad Moderna y de la Edad Contemporánea se remontan a las pizarras personales (hechas con la piedra que lleva su nombre con medidas de 4 × 6/7 × 10 in encerradas en un marco de madera), cuyo origen no está determinado, pero fue utilizado en las escuelas hindúes en el siglo XI (1001-1100) conforme al escrito *Alberuni's India*, del mismo periodo (1030) de Al-Biruni (considerado como uno de los más grandes eruditos de la era islámica medieval): "They use black tablets for the children in the schools, and write upon them along the long side, not the broad side, writing with a white material from the left to the right"[2] (Sachau, 1910, p. 182).

---

1 Para De Pablos (2001), la idea de tecnología "es tan antigua como la aparición del ser humano sobre la Tierra y, que el surgimiento de la cópula 'Nuevas tecnologías' es muchas veces la obsesión propagandística personal y populista de quienes desconocen el significado simple de uno y otro concepto engarzados y se escudan en él, en busca de una determinada aureola o falso prestigio" (p. 16).

2 Usan tabletas negras para los niños en las escuelas quienes escriben sobre ellas en el lado largo, no en lado ancho, con un material blanco, de izquierda a derecha (las traducciones son mías).

Sin embargo, no fue hasta el siglo XVIII que se popularizó la industria de talleres de pizarras y en los albores del siglo XX esta se convirtió en la principal herramienta en las aulas. El primer uso documentado de tiza y pizarra en los Estados Unidos se remonta a 1801, en un curso de la conferencia en matemáticas orientada por George Baron en el United States Military Academy.

> The first mathematics lesson at West Point — indeed, the first lesson in any subject — was taught by George Baron on 21 September 1801 [...] He used a standing slate to teach algebra to a few cadets, this being the first recorded use of the blackboard in the United States.[3] (Rickey & Shell-Gellasch, 2010, p. 5)

Al profesor de Geografía James Pillans se le atribuye la invención del tablero con tiza coloreada (1814). "James Pillans, headmaster and geography teacher at the Old High School in Edinburgh, Scotland, is credited with inventing the first modern blackboard when he hung a large piece of slate on the classroom wall"[4] (*Resilient Educator*, 2017). Los cuadernos como dispositivo de toma de apuntes aparecen en 1902 cuando el australiano J. A. Birchall juntó varios papeles y los unió a un pedazo de cartulina.

Las pizarras acrílicas (blancas) aparecieron en la década de 1960, pero no se popularizaron hasta 1990 como consecuencia de los efectos del polvo de tiza de cal en la salud. "Considering the health reasons and cost-effectiveness, by 1990s most of the class rooms were replaced with whiteboards instead of blackboards"[5] (Muttappallymyalil et al., 2016, p. 589). Esta pizarra fue inventada por Martin Heit (Terán, 2017, p. 14), fotógrafo coreano, cuando observó que la tinta de un marcador salía fácilmente de un negativo que había marcado accidentalmente.

---

3 La primera lección de matemáticas en West Point, de hecho, la primera lección en cualquier materia, fue impartida por George Baron el 21 de septiembre de 1801 [...] Utilizó una pizarra para enseñar álgebra a unos pocos cadetes, de modo que es este el primer registro de uso de pizarra en los Estados Unidos.

4 A James Pillans, director y profesor de geografía en Old High School en Edimburgo, Escocia, se le atribuye la invención de la primera pizarra moderna cuando colgó un gran trozo de pizarra en la pared del aula.

5 En atención a razones de salud y rentabilidad, en 1990, la mayoría de las aulas se reemplazaron con pizarras blancas en lugar de pizarras negras.

Proyectores

Otro ángulo desde el que se pueden abordar las tecnologías educativas está relacionado con la proyección de conocimiento. No se trata, entonces, de las proyecciones de ideas escritas o bocetadas *in situ* (pizarra), sino de las ideas (audiovisuales) construidas previamente al encuentro con los estudiantes. En 1671, Athanasius Kircher, sacerdote, políglota, médico y científico, publicó *Ars magna lucis et umbrae*, que describía la exhibición de imágenes en una pantalla, en la pared de una habitación oscura, usando un aparato similar a la linterna mágica desarrollada por Christiaan Huygens. El primer tipo de proyector de opacos fue el episcopio, el cual comenzó a ser comercializado en 1900. "The concept of the overhead projector was taken from the concept of what in the 1900's was called the magic lamp or the opaque projector"[6] (Kang, 2015). Posteriormente, en 1906, se desarrolló el epidiascopio con la capacidad de proyectar páginas de libro, documentos, fotografías e imágenes tridimensionales, que fue reemplazado en 1960 por el retroproyector. En la década de 1990, la proyección de imágenes se crea y se reproduce desde el ordenador, de modo que son los aplicativos de presentación (PowerPoint vendida a Microsoft en 1987) una de las herramientas de mayor uso educativo hasta nuestros días.

Pantallas

Otro dispositivo de proyección es, sin duda, la pantalla. Para el Museo de Innovación de Samsung, las innovaciones de las pantallas tienen cuatro periodos: a) la televisión en blanco y negro (1925-1946), b) la televisión en color (1950-1991), c) las pantallas planas (2001-2010) y d) la pantalla inteligente (2013-2017), y vienen las pantallas de superficie 3D y ubicuas con tecnología OLED (por sus siglas en inglés) (2018) que propone un mundo con pantallas embebidas en cualquier tipo de superficie, por ejemplo, Coca-Cola (2017) lanza en Times Squaresu videowall de superficie 3D (figura 2).

6 El concepto de retroproyector se tomó del concepto de lo que en la década de 1900 se llamó la lámpara mágica o el proyector opaco.

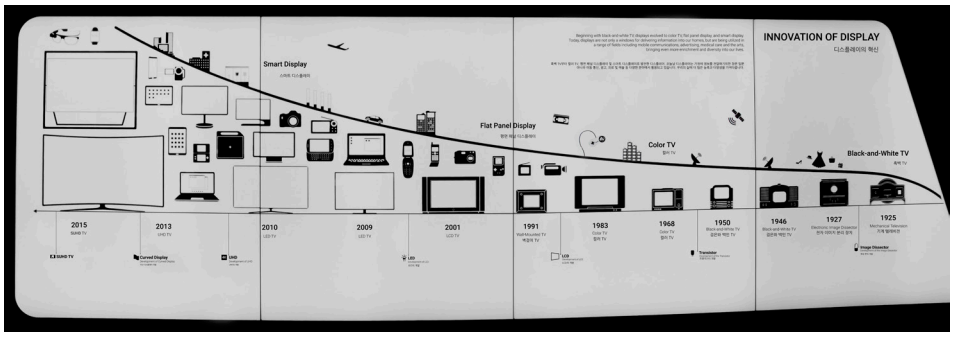


Figura 2. Innovaciones de las pantallas.
Fotografía propia de infografía proyectada en el Samsung Innovation Museum (2017).

Conforme al Museo de Innovación de Samsung, la primera era inicia con el televisor mecánico (1925) basado en un disco giratorio de Nipkow (1884), posteriormente viene el disector de imágenes electrónicas (1927), hasta la televisión en blanco y negro (1946). Con la llegada del transistor (1947) y los tubos de rayos catódicos, se desarrolla la televisión electrónica, manufacturada inicialmente por Telefunken (Alemania) en 1934. En la década de 1970, la televisión en color se popularizó y comercializó en los países industrializados. El tubo de imagen fue reemplazado por tecnología de plasma (gases) y LCD (por sus siglas en inglés) que marcan la generación de las pantallas planas y la conexión de periféricos audiovisuales. Luego, emerge la tecnología LED (por sus siglas en inglés) y OLED que marcan el inicio de las pantallas inteligentes desde la primera década del siglo XXI integradas completamente a la computación y la Internet (Kang, 2015). En dicha década, emergen mejoras en la calidad de imagen con las tecnologías 4K (por sus siglas en inglés) y las pantallas curvas que posibilitan una mayor inmersión con la imagen. Con respecto a las pantallas con imágenes 3D, los primeros cortos con estereoscopia se proyectaron en 1915, pero su revolución industrial en cine es reciente, desde el estreno de *Avatar* en 2009. La poca demanda de este formato en el contexto de los hogares hizo que en 2017 no se comercializaran más televisores con esta tecnología. En el contexto colombiano, la televisión educativa nace en 1954 motivada por altos niveles de analfabetismo y poca cobertura educativa: "a través de este medio empezaron a impartirse cursos de bachillerato y de primaria a distancia en todo el territorio nacional" (Ministerio de Educación Nacional [MinEducación], 2016, p. 27).

La computadora

La computación y la Internet son, al igual que la imprenta, las tecnologías de mayor impacto en el contexto educativo. La computación primitiva tiene su origen en 3000 a. C. con el ábaco (Sánchez, 2005). Luego, en 1642, el francés Blaise Pascal construyó la primera máquina mecánica de suma llamada Pascalina, con poco éxito en su tiempo, pero que sirvió de referente a Gottfied Leibniz, filósofo y matemático alemán (Benitez e Infante, 2003), para el desarrollo de la calculadora universal en 1673, que podía no solo sumar, sino también restar, multiplicar y dividir (Sánchez, 2005). El aporte más significativo de Leibniz fue la invención del lenguaje con el que "hablan las computadoras contemporáneas": el binario. Posteriormente, Charles Babbage, en 1833, concibe la máquina analítica que fue, en esencia, una computadora de aplicación general.

> Fue en 1830, cuando se establecieron los principios de funcionamiento de las modernas computadoras. Su paternidad se debe al matemático inglés Charles Babbage, quien tras lanzar en 1822 la denominada máquina diferencial, con nada menos que 96 ruedas dentadas y 24 ejes, se lanzó en pos de su proyecto más relevante: la máquina analítica (1833). (Sánchez, 2005)

Un elemento fundamental de esta fueron las tarjetas perforadas, inventadas en 1801 por Jacquard e implementadas en la máquina analítica en 1843 por *lady* Ada Augusta Byron (también conocida como Ada Lovelace), que permitían programar instrucciones para la repetición de ciertas operaciones. El procesamiento automático de datos surgió en 1890 de la mano de Herman Hollerith quien ideó una máquina tabuladora para la realización del censo en los Estados Unidos de la época, "quien además fundó una compañía que con el paso del tiempo se conocería como IBM" (Sánchez, 2005).

En 1943, inició la construcción del Mark 1, la primera computadora electromecánica liderada por Howard Aiken con el apoyo de IBM, integrada por aproximadamente 700 000 dispositivos: "tenía 760 000 ruedas y relés y 800 km de cable... peso superior a 5 toneladas" (Benitez e Infante, 2003). Después, en 1946, se construye el Electronic Numerical Integrator and Calculator (ENIAC), primera computadora con la capacidad de ser programada cuyos resultados debían ser analizados a través de luces, medía 25 m de largo por dos y medio de alto con un peso de 30 t. En 1951, se desarrolla la computadora comercial Universal Automatic Computer (UNIVAC), del tamaño de una nevera con capacidad de almacenamiento de 1MB y generación de datos por impresora: "Eckert y Mauchly contribuyeron al desarrollo de las computadoras

de la primera generación, formando una compañía privada y construyendo la UNIVAC I, la cual se utilizó para evaluar el censo de 1950 en los Estados Unidos" (Benitez e Infante, 2003).

Los transistores son quizá el descubrimiento más importante de la electrónica moderna, desarrollado en 1947 por John Bardeen, Walter Houser y William Bradford, que les significó el Premio Nobel de Física en 1956: "La segunda generación se basa en el funcionamiento del transistor, lo que hizo posible una nueva generación de computadoras más pequeñas, más rápidas" (Benitez e Infante, 2003).

El circuito integrado (1958), también conocido como chip, fue el que impulsó el desarrollo de computadoras personales al permitir la integración de muchos transistores dentro de un pequeño espacio.

> Aquí aparecen los microprocesadores que es un gran adelanto de la microelectrónica, son circuitos integrados de alta densidad y con una velocidad impresionante. Las microcomputadoras con base en estos circuitos son extremadamente pequeñas y baratas, por lo que su uso se extiende al mercado industrial. Aquí nacen las computadoras personales que han adquirido proporciones enormes y que han influido en la sociedad en general sobre la llamada "revolución informática". (Sánchez, 2005; figura 3)

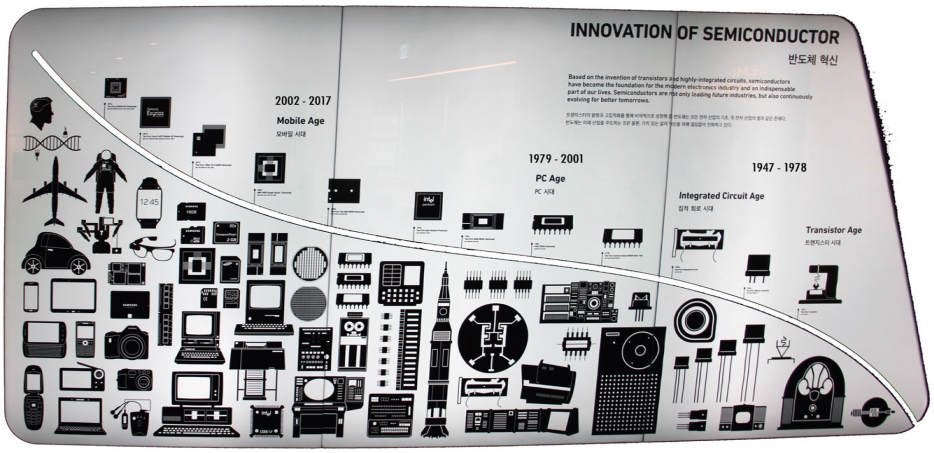


Figura 3. Innovación del semiconductor.

"A partir de la invención del transistor y rápidamente de los circuitos integrados, los semiconductores han gestado el desarrollo de la industria electrónica y el mundo moderno. Los semiconductores no son solo el futuro de la industria sino que también son un mejor mañana". Texto que acompaña la infografía del Museo de Innovación de Samsung (2017). Fotografía y traducción propia de infografía proyectada en el Samsung Innovation Museum (2017).

Los registros de la primera implementación de aplicaciones de la computación en el ámbito educativo se remontan a 1960, con "un proyecto en la Universidad de Illinois, USA, con la meta de designar el primer gran sistema para la instrucción basada en las computadoras, el cual marcó pautas para el posterior desarrollo de las aplicaciones a la educación" (Ruiz, 2008, p. 10).

Posteriormente, con la computación de tercera generación (1964-1971), "se incrementó su introducción en el campo de la educación, aparecen las primeras aplicaciones como tutoriales, repasadores, juegos, evaluadores" (Ruiz, 2008, p. 10).

En 1975, Bill Gates y Paul Allen fundan Microsoft; y en 1976, Steve Jobs y Steve Wozniak, Apple. En 1981, IBM saca a la venta las primeras computadoras personales (PC, por sus siglas en inglés). "En 1981 se vendieron 800 000 computadoras personales, al siguiente subió a 1 400 000. Entre 1984 y 1987 se vendieron alrededor de 60 millones de computadoras personales, por lo que no queda duda que su impacto y penetración han sido enormes" (Sánchez, 2005). Evidentemente, los ambientes educativos no fueron ajenos a esta penetración.

Después, vino la era del *mobile*, con dos sistemas operativos dominantes: Android (2003) y iOS (2007) con sus dos hitos, el iPhone (2007) y la tableta (2010) de Apple, conocidos como los dispositivos móviles que se podían conectar a la Internet.

Hoy día, no tiene discusión que la computación apoya, facilita o potencia prácticas de enseñanza-aprendizaje en el contexto educativo.

La Internet

Por otro lado, la Internet tiene sus orígenes en 1958 a través del Advanced Research Project Agency (ARPA) que tenía como propósito promover la investigación y el desarrollo tecnológico militar de los Estados Unidos motivado en especial por "el lanzamiento al espacio del primer satélite soviético, el Sputnik, en octubre de 1957" (Cañedo, 2004, p. 2). "En el año 1962 [...] surge el proyecto de Internet, producto del interés de los Estados Unidos por crear una red militar capaz de soportar las comunicaciones de esta esfera bajo las condiciones de un ataque nuclear" (p. 2). Es hasta 1969 cuando se realiza con

éxito la primera conexión entre computadoras de diferentes instituciones a lo que se le llamó Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET): "Así, en 1969 se estableció ARPANET, la primera red sin nodos centrales, de la que formaban parte cuatro universidades estadounidenses: Universidad de California Los Ángeles (UCLA), Universidad de California Santa Bárbara (UCSB), Universidad de Utah y Stanford Research Institute (SRI)" (Trigo, 2000, p. 2), a la que se conectaron posteriormente, en 1973, Norwegian Seismic Array (NORSAR) y University College de Londres. Vinton Cerf y Robert Kahn desarrollan y presentan en 1974 el protocolo de redes de comunicación interconectadas TCP/IP (por sus siglas en inglés) cuya primera demostración fue en 1977 y aprobación (por ARPANET) en 1982: "En 1974 [...] Vinton Cerf junto con Bob Kahn publicó el Protocolo para Intercomunicación de Redes por paquetes, en el que se detallaban las características del nuevo protocolo TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol), cuya definición como estándar culminó en 1982" (Rubio, 2003). Cerf también lideró el diseño del primer servicio comercial de correo electrónico (MCI Mail) en 1982. Dos años después aparece la célebre novela *Neuromante*, de William Gibson, en la que se acuña el término *ciberespacio*. En el Centro Europeo de Física de Partículas (CERN, por sus siglas en francés), en 1989, un grupo de físicos liderado por Tim Berners-Lee creó el lenguaje HTML (por sus siglas en inglés) base para el desarrollo de páginas web y gestor del primer cliente web (1990): la World Wide Web (WWW), el servicio con más éxito de la Internet. "En 1989, tuvo lugar [...] en el CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire), un centro europeo de investigación en la rama de la física situado cerca de la frontera franco-suiza [...] un sistema distribuido de documentos que se estructuraría en forma de hipertexto" (Cañedo, 2004, p. 11). En 1988, apareció otro de los servicios célebres, Internet Relay Chat (IRC), para el intercambio de mensajes de manera sincrónica, cuya evolución está en los sistemas de base audiovisual (Skype, Zoom, Adobe Connect, WebEx, Hangouts, Meet y Teams). En 1993, aparece en la escena el primer navegador gráfico, Mosaic, que desplaza a Gopher (1991) basado en texto (Rubio, 2003). El año 1995 es un año destacado, porque aparece en escena el primer navegador comercial Netscape, Microsoft adquiere el código fuente de Mosaic para lanzar su navegador Internet Explorer, aparecen los buscadores Yahoo!, Altavista, la venta del primer libro por Amazon y el primer remate por eBay: "Hubo que esperar a 1995 para que se produjera el gran *boom* de la Internet comercial"

(Rubio, 2003). Es el auge de la Internet y un año después John Perry Barlow publica la declaración de independencia del ciberespacio, periodo en el que también aparece Hotmail.

Durante el siguiente decenio (1997 a 2007) aparecen diferentes tecnologías y productos que caracterizan la historia de la Internet contemporánea: los blogs (Blogger en 1999),[7] Google (1998), Napster (1999), Wikipedia (2001), Facebook (2004), Flickr (2004), Gmail (2004), se acuña el término *web 2.0* (2004) y YouTube (2005), entre otros. En 2006, llega Google Docs que consolidó en el imaginario colectivo la noción del *cloud computing*, concepto ya visionado y acuñado por John McCarthy (también responsable del término *inteligencia artificial*) durante un discurso en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, por sus siglas en inglés) en 1961: "Computing may someday be organized as a public utility just as the telephone system is a public utility"[8] (Garfinkel, 2011).

La Internet ha posibilitado el intercambio, la transformación y la creación, sincrónica y asincrónica, de conocimiento a una escala global.

La convergencia

Hoy día, pizarras (grandes y personales), proyectores, computación e Internet (en especial la nube) convergen en tecnologías, una de ellas las pantallas táctiles (ingreso y salida de datos), las cuales tienen su origen en 1971 con la invención de Samuel Hurst de la interfaz electrónica táctil. "A new touch Screen is based upon the mapping of coordinates from an equipotential Space defined by a simple Set of Screen electrodes to Some other, more useful coordinates, Such as Cartesian"[9] (Hurst, Ritchie, Bouldin & Warmack, 1999, p. 1). No obstante, su aplicación en el contexto educativo es

7 "A partir de 1999 con [...] herramientas públicas y gratuitas de edición y publicación de los weblogs Pitas y Blogger [...] los usuarios del medio dejarían de ser una pequeña familia de iniciados y se convertirían en una gran comunidad" (Orihuela-Colliva, 2006, p. 41).

8 La computación puede algún día ser organizada como un servicio público al igual que el sistema telefónico es un servicio público.

9 La nueva pantalla táctil se basa en el mapeo de coordenadas desde un espacio equipotencial definido por un simple conjunto de electrodos de pantalla a algunas otras coordenadas más útiles, como la cartesiana.

reciente: "The first SMART Board was sold to teachers at a university in 1991"[10] (Betcher & Lee, 2009, p. 5). En 2013, se lanza Microsoft Lync (antes Office Communicator y después Skype empresarial) que combina tecnologías como correo electrónico, mensajería instantánea, voz y video IP y presentaciones compartidas que potenciaban la experiencia de las pantallas interactivas. A este entorno se le suma el fenómeno BYOD (por sus siglas en inglés) que entró en el escenario mundial en 2009 gracias a Intel, compañía que socializó el uso creciente de computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes por parte de sus empleados; pero fue hasta 2011 que otras compañías comenzaron a incorporarlo y, en 2012, la Equal Employment Opportunity Commission (EEOC) de los Estados Unidos lo adoptó como política. En el contexto educativo, los dispositivos móviles se configuran como la innovación de las pizarras personales que posibilitan no solo la toma de apuntes (escritos, orales, visuales y audiovisuales), sino también la socialización, el intercambio, la transformación y cocreación a través de ambientes en nube (Internet) adaptativos, activos y colaborativos. Los dispositivos se convierten potencialmente en la pantalla principal dentro de un ambiente educativo y descentralizan el lugar tradicional de exposición del conocimiento. Hoy día, hay un buen número de compañías que producen pantallas interactivas, como Legamaster, Samsung (MagicIWB 3.0), Smart (kapp iQ, Learning Suite), Sharp (Aquos Board), Google (Jamboard), LG (Monitor multitáctil).

Además de las tecnologías descritas, hoy asistimos a una abrumadora emergencia de tecnologías electrónicas con propósitos educativos. En el *Hype Cycle for Education, 2016* (Lowendahl, 2016), se caracterizan más de 40 campos tecnológicos, de modo que son dos de ellos la realidad virtual (RV) y la RA, las cuales se visionan como hitos de la convergencia tecnológica para la educación: interfaces audiovisuales omnipresentes (figura 4).

10 El primer SMART Board se vendió a profesores, en una universidad, en 1991.

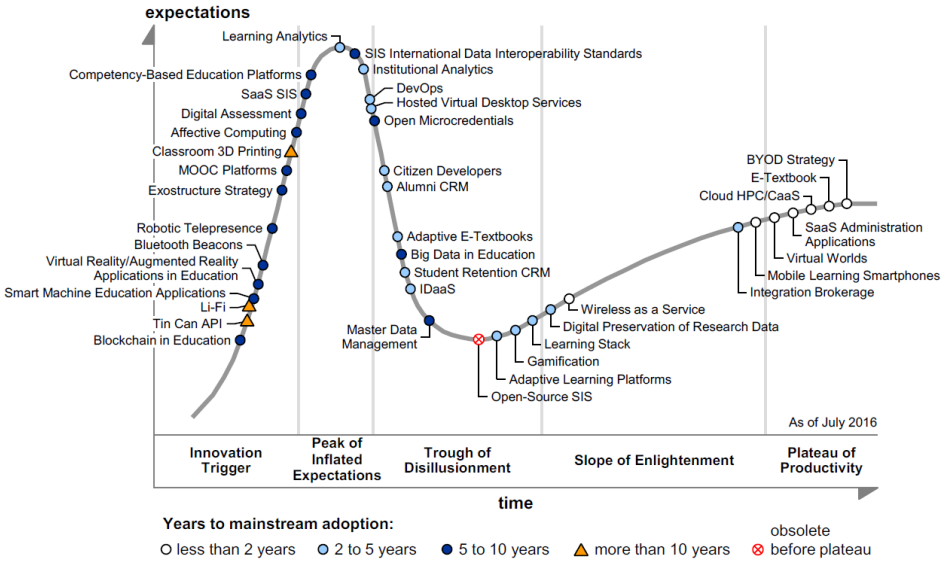


Figura 4. *Hype Cycle for Education, 2016*.
Extraído de "Hype Cycle for Education, 2016", de J.-M. Lowendahl, 2016. Recuperado de https://www.gartner.com/en/documents/3364119

Realidad virtual

La RV, predecesora de la RA, se entiende como la experimentación (percepción-interacción-significación) sincrónica inmersiva de entornos audiovisuales de 360°, integrados por estímulos 100 % digitales tridimensionales: "The conjunction of the virtual with the powerful technologies of the digital computer can then be seen to furnish a rich source for experimentation with and expansion of the scope of human embodiment"[11] (Hansen, 2006, p. 10).

Aunque pueda parecer que la RV es un desarrollo reciente, nacido en los albores de la década de 1990, de acuerdo con Olguín, Rivera y Hernández (2006, p. 11), sus conceptos básicos han estado presentes desde 1950. Así pues, la primera experiencia rotulada como RV fue el Sensorama, desarrollado por Morton Heilig en 1962, que integraba video, audio, vibración, viento y olores.

11 La conjunción de lo virtual con las poderosas tecnologías de la computadora digital puede ser vista como una rica fuente de experimentación y expansión del alcance de la personificación humana.

"The Sensorama displayed a movie of a motorcycle running through Brooklyn, giving a high amount of feedback to make the user feel like he is actually there. However, there was no interaction with the movies" (Boas, 2013, p. 2).[12]

Posteriormente, en 1965, el programador informático Ivan Sutherland publicó el artículo "The ultimate display" que avizoraba la cualidad de la RV, la posibilidad de percibir objetos o elementos "de la matemática" que no son realizables o posibles de percibir en el mundo físico.

> There is no reason why the objects displayed by a computer have to follow the ordinary rules of physical reality with which we are familiar. The kinesthetic display might be used to simulate the motions of a negative mass. The user of one of today's visual displays can easily make solid objects transparent - he can "see through matter!" Concepts which never before had any visual representation can be shown".[13] (Sutherland, 1965, p. 508)

El mismo Sutherland presentó en 1968 el primer dispositivo de realidad virtual: el HMD (por sus siglas en inglés).

El nombre de RV fue popularizado por Jaron Lanier en 1987, quien fue el fundador de la empresa VPL Research, pionera en investigación sobre RV y gráficos 3D (Solano y Cardona, 2015, p. 114), cuyos resultados fueron el desarrollo de gafas de RV y guantes de datos, entre otros, patentes adquiridas posteriormente (1999) por Sun Microsystems. Dos proyectos emblemáticos en los inicios de la RV fueron los desarrollados por la National Aeronautics and Space Administration (NASA): el Visually Coupled Airborne Systems Simulator (VCASS) (1982) y el Virtual Visual Environment Display (VIVED) (1984).

---

12 El Sensorama mostraba una película de una motocicleta que corría por Brooklyn y generaba una gran cantidad de estímulos para que el usuario sintiera como si realmente estuviera allí. Sin embargo, no hubo interacción con las películas.

13 No hay ninguna razón por la que los objetos mostrados por una computadora tengan que seguir las reglas normales de la realidad física con las que estamos familiarizados. La pantalla cenestésica se puede utilizar para simular los movimientos de una masa negativa. El usuario de una pantalla puede hacer que los objetos sólidos se vuelvan transparentes fácilmente, puede "ver a través de la materia". Se pueden mostrar conceptos que nunca antes tuvieron una representación visual.

Desde un punto de vista comercial, en la década de 1990, se produce un auge en el desarrollo de proyectos en RV. Se destacan, por su popularidad, entornos como Second Life, de Linden Lab (2003); Lively, de Google (2008); y Warcraft, de Blizzard (1994). Las aplicaciones que posibilitan estos desarrollos son, entre otros, VRML, X3D, Active Worlds, Cult3D y QuickTime VR.

Realidad aumentada

New Media Consortium, en *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*, plantea que la RA tiene un potencial educativo al permitir incorporar información digital, como imágenes, videos y audios dentro de espacios reales, "promoting a vision of immersive, shared 3D experiences [...] the HoloLens headset, renders holographic 3D image overlay on top of real objects. NASA's Sidekick Project will use the HoloLens to provide virtual support to astronauts on the International Space Station"[14] (Johnson et al., 2016, p. 40).

A partir del recorrido histórico y contextual de la convergencia tecnológica en los ambientes educativos, se puede vislumbrar que la RA se propone como un escenario de un aula sin paredes, totalmente digital, que posibilita que los ambientes educativos emerjan en los lugares donde el conocimiento es pertinente y necesario para su transformación. Dentro de esos lugares educativos se "cargan" o aparecen los recursos (pantalla, presentaciones, materiales) y las actividades de aprendizaje a partir de los desempeños esperados para cada uno de los participantes. Aulas de naturaleza digital que activan experiencias que enriquecen escenarios físicos concretos. En este sentido, las nuevas aulas dentro de un campus son espacios "palimpsesto" que se configuran a partir de las particularidades de las actividades de aprendizaje a realizar.

Ambientes donde las tecnologías son omnipresentes y transparentes para el usuario. Un *hardware* embebido en la arquitectura con un *software* en nube, dispuestos a "estar" cuando se necesiten.

14 Y promover una visión de experiencias 3D inmersivas y compartidas [...] el HoloLens hace una superposición de imágenes holográficas en 3D sobre los objetos reales. El proyecto Sidekick de la NASA utilizará los HoloLens para brindar apoyo virtual a los astronautas en la Estación Espacial Internacional.

Los antecedentes de la RA se remontan, al igual que la RV, a 1962 con el sistema de proyección cinematográfica Sensorama de Morton Heilig, que él llamaba "experiencia teatral", en el que proponía una inmersión multisensorial a través de imágenes estereoscópicas 3D, sonido estéreo, energía eólica y aromas que se activaban en la película. Años después, 1968, el considerado padre de los gráficos por computadora, Ivan Sutherland, presenta su artículo "A head-mounted three dimensional display" en el que desarrolló un sistema que permitía, a través de un casco, ver objetos digitales tridimensionales en tiempo real. "The fundamental idea behind the three-dimensional display is to present the user with a perspective image which changes as he moves. The retinal image of the real objects which we see is, after all, only two-dimensional"[15] (p. 757).

Sin embargo, la primera vez que se usa el término *realidad aumentada* fue en el artículo "Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes", de Thomas P. Caudell y David W. Mizell en 1992, que presentaba un sistema que permitía visualizar diagramas digitales sobre un tablero: "The implementation of a heads-up, see-through, head-mounted display (HUDSET). Combined with head positions sensing and a real world registration system, this technology allows a computer-produced diagram to be superimposed and stabilized on a specific position on a real-world object"[16] (p. 659).

En 1993, Steven Feiner, Blair MacIntyre y Dorée Seligmann desarrollan el Knowledge-based Augmented Reality for Maintenance Assistance (KARMA), un prototipo de gafas con casco que explica el mantenimiento de una impresora láser para un usuario final: "We believe that one of the most powerful uses of virtual worlds will not be to replace the real world, but rather to augment the user's view of the real world with additional information"[17] (p. 1).

---

15 La idea fundamental detrás de la pantalla tridimensional es presentar al usuario una imagen en perspectiva que cambia a medida que se mueve. La imagen retiniana de los objetos reales que vemos es, después de todo, solo bidimensional.

16 La implementación de una pantalla frontal y transparente (HUDSET), combinada con detección de posiciones, permite que un diagrama producido por computadora se superponga y se estabilice en una posición específica en relación con un objeto del mundo real.

17 Creemos que uno de los usos más poderosos de los mundos virtuales no será reemplazar el mundo real sino aumentar la visión del mundo real del usuario con información adicional.

Con el surgimiento del fenómeno del código abierto, derivado en parte del célebre ensayo "The cathedral and the bazaar" sobre la cultura *hacker* y los principios del *software* libre publicado por Erick Raymond (1997), en el que se resalta el gran potencial del trabajo colaborativo entre comunidades globales: "The strongest argument the open-source community has is that decentralized peer review trumps all the conventional methods for trying to ensure that details don't get slipped"[18] (p. 29); nace en 1999 el ARToolKit, una librería de *tracking*, de código abierto para la creación de aplicaciones en RA, desarrollada por Hirokazu del Nara Institute of Science and Technology (NAIST), posteriormente liberado en el HITLAB de la Universidad de Washington. Años después (2015), el ARToolKIT es adquirido por DAQRI, organización especializada en el desarrollo de RA para el ámbito industrial, y socializado en código abierto con mejoras en el soporte móvil y el seguimiento de características naturales. En octubre de 2017, DAQRI lanza la versión beta del ARToolKit6 considerado el más rápido y moderno código abierto de seguimiento y reconocimiento: "ARToolKit 6 is a fast and modern open source tracking and recognition SDK which enables computers to see and understand more in the environment around them"[19] (DAQRI, 2018). Luego de ARToolKit (1999), hay una serie de desarrollos importantes de destacar.

En 2000, un grupo de investigadores de la University of South Australia presentaron ARQuake, que permitía jugar a este popular juego en primera persona en escenarios reales. El *tracking* se conseguía mediante una brújula digital, un GPS (por sus siglas en inglés) y métodos de visión basados en marcas. Este juego requería un sistema portátil de cómputo en una mochila, un casco de visión estereoscópica y un mando. En 2001, aparece Archeoguide, un sistema financiado por la Unión Europea (UE) para crear guías turísticas electrónicas basadas en RA. Este sistema presenta la innovación, a diferencia del ARQuake, que permite su uso con diferentes dispositivos de visualización (portátiles, PDA —por sus siglas en inglés—, etc.). En 2003, el premio al mejor videojuego para móviles se lo lleva Mozzies, de Siemens, que usa la cámara integrada en el teléfono para superponer mosquitos virtuales sobre la imagen

18 El argumento más sólido que tiene la comunidad de código abierto es que la revisión por pares descentralizada supera todos los métodos convencionales que procuran garantizar que los detalles no se pierdan.

19 ARToolKit6 es un SDK de reconocimiento y seguimiento de código abierto rápido y moderno que permite a las computadoras ver y comprender más en el entorno que las rodea.

real que está muestra. Se logra, por tanto, con ello, la superación de los HMD o dispositivos especiales de visualización: la RA puede experimentarse gracias al móvil. Otro pequeño salto cualitativo lo da Wikitude, puesto que es la primera aplicación para móviles cuyo propósito se aleja de lo lúdico. Su uso se orienta más bien al incremento de la información que puede obtenerse del mundo real vinculando entradas de Wikipedia a las coordenadas GPS. Una variante de Wikitude, Layar, se lanza en 2009. Esta emplea también el GPS más la brújula electrónica del teléfono para superponer capas de información procedente de diversas fuentes (Wikipedia, guías turísticas, Twitter, etc.) y se incluye entre las aplicaciones preinstaladas con Android (Cabero y García, 2015, p. 17).

Uno de los proyectos de investigación más importantes de Microsoft fue el desarrollo de la tecnología Kinect para la consola de juego Xbox 360, liderado por Alex Kipman, socializada inicialmente como el proyecto Natal en 2009 (*https://youtu.be/D9_JJaWu3Hs*) en el Electronic Entertainment Expo. El sistema logra, mediante una interfaz natural de usuario, que las personas a través de sus movimientos, gestos, sonidos y objetos interactúen con escenarios digitales (juegos). El control de los juegos son las mismas personas.

El proyecto de Microsoft HoloDesk, liderado por Otmar Hilliges, que posteriormente evolucionaría al HoloLens, fue publicado en 2009 en el ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI), considerado el espacio académico más prestigioso en el campo de la interacción hombre-computadora. Se trata de un sistema interactivo que combina una vista óptica a través de la pantalla y la cámara Kinect para crear la ilusión de que los usuarios están interactuando directamente con gráficos 3D. "A virtual image of a 3D scene is rendered through a half silvered mirror and spatially aligned with the real-world for the viewer"[20] (p. 2421).

En el mismo año, 2009, el MIT Media Lab socializó el proyecto Sixth Sense Technology (*https://youtu.be/nZ-VjUKAsao*) liderado por Pattie Maes y Pranav Misory. Se trata de una interfaz gestual que posibilita la interacción sincrónica, a través de gestos naturales (con sensores), con la información digital proyectada en diferentes superficies físicas desde un dispositivo móvil. Es importante

20 Una imagen virtual de una escena 3D se representa a través de un espejo y se alinea espacialmente con el mundo real para el espectador.

anotar que este proyecto deriva de una iniciativa previa en el Media Lab, el *gesture-based wearable computer system* desarrollado en 1994, 1997 (gestual) y 1998 (de cuello) por Steve Mann.

Posteriormente, aparece Magic Leap (*https://youtu.be/OvAh5ajfBq8*), un proyecto de emprendimiento en los Estados Unidos en 2010, que trabaja en el desarrollo de productos en RA y que ha recibido más de USD 1,4 billones de inversión por parte de varias compañías, entre ellas Google, Warner Bros y Alibaba. La gran novedad de esta organización es la promesa de proyectar imágenes directamente en la retina del usuario utilizando guías de ondas de silicio aplicadas. En junio de 2016, Magic Leap anunció un acuerdo con Disney Lucasfilm (*https://youtu.be/lP5ZZI05A3g*), cuya presidenta, Kathleen Kennedy, expuso el gran potencial de la realidad mixta en el entretenimiento. "The future of mixed reality and immersive entertainment holds incredible promise, and we are honored to work with Magic Leap to shape that future"[21] (Lucasfilm).

Un hito importante es el desarrollo de imágenes y videos en 360º. Facebook, en septiembre de 2015, informa que su plataforma puede soportar fotografías y videos en 360º, que, como se ilustrará más adelante, es considerado como un tipo de RA. Este formato posibilita la inmersión, asincrónica, sobre espacios reales y empíricos que son enriquecidos con objetos digitales, con un enorme potencial en el campo periodístico al permitir conocer de manera más inmersiva hechos de interés público, por ejemplo, la experiencia del proceso de solicitud de asilo en el Reino Unido desarrollado en julio de 2017 por *The Guardian* (*https://youtu.be/AyWLvrWBKHA*). La gran novedad en Facebook es que permite que cualquier usuario publique este tipo de producto. El desarrollo de imágenes 360º en RA tiene un gran auge en la Internet a través de aplicativos en nube como RoundMe (2014) y ThingLink (2010). Otro ejemplo importante fue el lanzamiento en 2015 del Superman Virtual Reality roller coaster at Six Flags (*https://youtu.be/d2u2svMZzdw*) que integra la RV con la experiencia sensorial física sincrónica "real", genera una montaña rusa y se configura como otra tipología de RA.

---

21 El futuro de la realidad mixta y el entretenimiento envolvente ofrece una promesa increíble y nos sentimos honrados de trabajar con Magic Leap para dar forma a ese futuro.

En marzo de 2016, se lanza HoloLens (*https://youtu.be/7Xv8A9vqeBw*) de Microsoft, unas gafas de RA basadas en percepción holográfica, de conexión inalámbrica, las cuales tienen unos sensores integrados que permiten reconocer la ubicación exacta del usuario, gestos y voz. Actualmente, este dispositivo cuenta con un catálogo de objetos 3D que los usuarios pueden transformar en posición y escala, comunicación con Cortana (la asistente virtual de Microsoft), modelación e impresión en 3D a través de HoloStudio, actividades sincrónicas vía Skype que permiten que otras personas puedan visualizar lo que está viendo el usuario a través de las gafas, hacer turismo virtual tridimensional audiovisual a través de HoloTour, juegos como Fragments (resolución de crímenes), Young Conker y RoboRaid (invación de robots) y grabar videos cortos de RA con Actiongram. Igualmente, se han anunciado otras aplicaciones, como el aprendizaje de la anatomía humana coproducida por Case Western Reserve University y Cleveland Clinic (*https://www.youtube.com/watch?v=SKpKlh1-en0&feature=youtu.be&t=48s*), aprender sobre la Vía Láctea con Galaxy Explorer, herramientas de desarrollo como SketchUp Viewer (arquitectura) y Autodesk Maya 3D (diseño).

En junio de 2017, en el Apple Worldwide Developers Conference (WWDC), se lanza el ARKit, una plataforma para el desarrollo de aplicativos en RA para iPhone y iPad, implementado en el sistema operativo IOS12 (2018) que busca un uso masivo de esta tecnología en las experiencias cotidianas de sus usuarios (*https://www.apple.com/co/ios/augmented-reality/*): "Imagine if the line between the virtual and the real simply didn't exist. Your classroom could become the cosmos. The past could be as vivid as the present. And the familiar could look like nothing you've ever seen"[22] (Apple, 2018).

Por otra parte, en julio de 2017, se lanzó Google Glass Enterprise (*https://youtu.be/4EvNxWhskf8*) que se conecta a los dispositivos móviles y tiene funcionalidades como videoconferencia para realizaciones de teleasistencia, lista de tareas, notificaciones, escaneo de códigos QR, fotos y videos, que son alojados en la nube. Aunque esta última no cuenta con algunas novedades técnicas de la RA, sí es un primer paso para su incorporación, en atención a que Google es uno de los principales inversionistas de Magic Leap.

---

22 Imagínese si la línea entre lo virtual y lo real simplemente no existiera. Tu aula podría convertirse en el cosmos. El pasado podría ser vivido como el presente. Y lo familiar podría ser algo nunca antes visto.

Igualmente, se lanzó en julio de 2017 la versión de Pokémon GO colaborativo o multijugador (*https://youtu.be/yQCREgz4tQY*) que permite que varios usuarios interactúen para el logro de un objetivo en RA. Este juego basado en tecnología GPS para la búsqueda de pokémones en el mundo "real" fue socializado oficialmente en julio de 2016 (juego individual), pero su desarrollo inició en 2013 por parte de Nintendo, Pokémon Company y Google (Niantic). Este es un hito importante en la historia de la RA al ser el primer aplicativo en ser usado masivamente por la comunidad global y que ha impactado la cotidianidad social. Por ejemplo, se recuerda la gran concentración de personas en Central Park en julio de 2016 en la búsqueda de un Pokémon Vaporeon.

Actualmente, existen varios dispositivos de diferentes marcas que posibilitan experiencias en RA, como Microsoft HoloLens, Vuzix M3000, Atheer AiR, castAR, Sony SmartEyeglass, Epson Moverio BT-300, Google Glass, Meta 2, Recon Jet, Optinvent, GlassUp, Laster SeeThru y Atheer One.

Con este panorama, es claro que la RA emerge como una de las manifestaciones más emblemáticas de la era de los *wearable*, tecnologías onmipresentes que se incorporan (filosofía cíborg) en el cuerpo para la interacción con el mundo de los estímulos físico-digitales (figuras 5 y 6).



Realidad aumentada emerge como una de las manifestaciones más emblemáticas de la era de los "wearable"



Actualmente hay varios dispositivos que posibilitan experiencias en realidad aumentada como ***Microsoft HoloLens, Vuzix M3000, Atheer Air, Cast ar, Sony SmartEyeglass, Epson Moverio BT-300, Google Glass, Meta 2, Recon Jet, Optinvent, GlassUp, Laster SeeThru y Atheer One.***

(2017)



HoloLens *de Microsoft, gafas de realidad aumentada basadas en holografías, conexión inalámbrica, usuarios pueden realizar modelación e impresión en 3D, actividades sincrónicas vía Skype, entre otras.*

(2016)



Apple, lanza el ***ARKit,*** *plataforma para el desarrollo de aplicativos en realidad aumentada para I-phone y I-pad. En julio se lanzó el* ***Google Glass Enterprise,*** *Igualmente la versión de* ***Pokemon Go*** *colaborativo o multi- jugador*

(2017)



Magic Leap *anunció un acuerdo con* ***Disney Lucasfilm,*** *afirmó el gran potencial de la realidad mixta en el entretenimiento.*

(2016)



Facebook, informa que su plataforma puede soportar ***fotografías y videos en 360°.***

(2015)

Roundme
Virtual Tours Made Simple

thinglink.

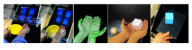
Realidad aumentada tiene un gran auge en Internet a través de aplicativos en nube como ***RoundMe*** *(2014),****ThingLink*** *(2010),* ***Superman virtual reality*** *roller coaster at Six Flags (2015)*

(2010-2015)



Microsoft, desarrollo la tecnología ***Kinect*** *para la consola de juego Xbox 360, liderado por Alex Kipman,*

(2009)



Microsoft ***HoloDesk,*** *por Otmar Hilliges, posteriormente evolucionaría al* ***HoloLens***

(2009)

mit media lab

Media Lab *del Massachusetts Institute of Technology (MIT) socializó el proyecto Sixth Sense Technology.*

(2009)



Magic Leap, *emprendimiento en Estados Unidos, que trabaja en el desarrollo de productos en realidad aumentada.*

(2010)



La Universidad South Australia presentaron ***AR-Quake****, permitía jugar en primera persona con escenarios reales.*

(2000)



Archeoguide, *un sistema financiado por la UE para crear guías turísticas electrónicas basadas en el RA.*

(2001)



Mejor videojuego para móviles se lo lleva ***Mozzies****, de Siemens.*

(2003)

wikitude
See more.

Wikitude, *primera aplicación para móviles.Brinda información que puede obtenerse del mundo real vinculando entradas de Wikipedia (GPS).*

(2008)

Hiro

ARToolKit, *una librería de "tracking", de código abierto para la creación de aplicaciones en realidad aumentada, desarrollada por Hirokazu del Nara*

(1999)

HITLab
Human Interface Technology Laboratory

HITLab *de la Universidad de Washington.*

(1999)



ARToolKIT *es adquirido por* ***DAQRI,*** *desarrollora de realidad aumentada para el ámbito industrial, en código abierto.*

(2015)

ARTOOLKIT 6
A DAQRI OPEN SOURCE PROJECT

Versión beta del ***ARToolKit 6*** *considerado el más rápido y moderno código abierto.*

(2017)



Proyección cinematográfica ***Sensorama*** *de Morton Heilig*

(1962)



Ivan Sutherland sistema que permitía, a través de un casco, ver ***objetos digitales tridimensionales en tiempo real.***

(1968)



Se usa el término de Realidad Aumentada (RA) fue en el artículo ***Augmented Reality***

(1992)

open source initiative

Software libre publicado por Erick Raymond

(1997)

1962 - 2017

Figura 5. Evolución tecnológica de la RA.

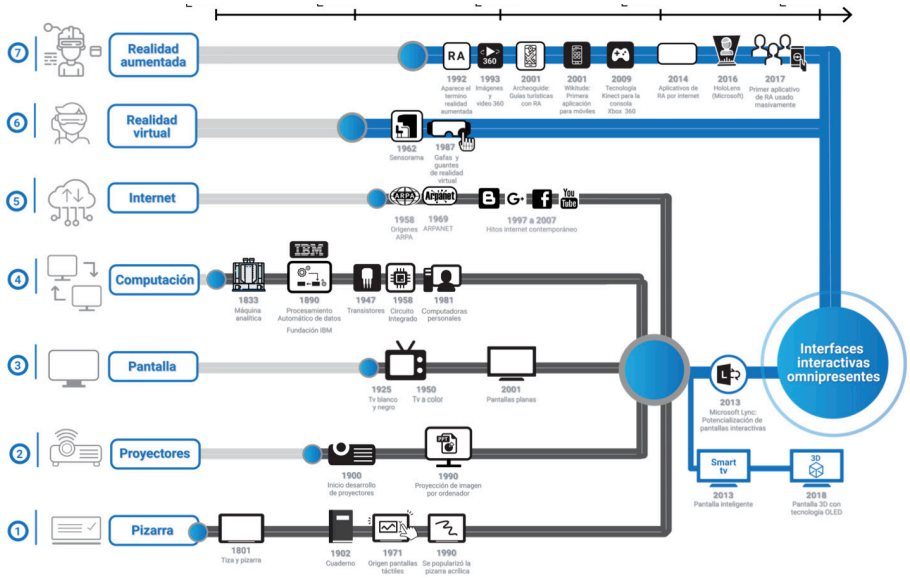


Figura 6. Convergencia tecnológica de los ambientes educativos.

Cómo entender la realidad aumentada y sus características fundamentales

Una de las formas de construir una distinción de la RA es en su comparación con la RV. Azuma (1997), citado por Cabero y García (2015), considera que, "mientras que la inmersión en la RV impide al sujeto ver el mundo real, en la RA el usuario ve el mundo real con objetos virtuales superpuestos" (p. 16).

> Augmented Reality (AR) is a variation of Virtual Environments (VE), or Virtual Reality as it is more commonly called. VE technologies completely immerse a user inside a synthetic environment. While immersed, the user cannot see the real world around him. In contrast, AR allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world. Therefore, AR supplements reality, rather than completely replacing it. (Azuma, 1997, p. 356)[23]

23 La RA es una variación de los entornos virtuales, o RV, como es más comúnmente llamado. Estas tecnologías sumergen completamente al usuario en un entorno sintético. Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real que lo rodea. En contraste, la RA permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real. Por tanto, la RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo.

Un anhelo de la RV ha sido construir escenarios "especulares" a la realidad física. A pesar de los esfuerzos de la RV por figurativizar la vida social y cotidiana a nivel vectorial, no ha llegado aún a homologar todas las propiedades de los estímulos físicos. No obstante, la RV ha construido nuevos objetos y formas de interacción que han sido naturalizadas en el mundo físico, y la Internet es un buen ejemplo de ello: "computer and network technologies more and more actively enter our real physical spaces"[24] (Manovich, 2006, p. 1). "Muchos autores en la actualidad [...] coinciden en la consideración de Internet como una continuación de la vida cotidiana, y enlazada en su dimensión espacial con lo físico" (San Cornelio, 2010, p. 120).

Otra distinción residiría en el plano estético, porque es diferente la creación sobre un entorno vacío, en algunos casos inédito a la experiencia sensorial, que la creación de formas simbólicas digitales vectoriales y de mapa de bits sobre un entorno físico ya existente en la percepción humana.

> Precisamente Manovich propone el concepto de "espacio aumentado" como un nuevo paradigma estético proporcionado por la realidad aumentada y opuesto al paradigma de la realidad virtual. Según Manovich, la realidad aumentada se opondría a la realidad virtual, ya que en un sistema típico de realidad virtual todo el trabajo se realiza en el espacio virtual de modo que el espacio físico se vuelve innecesario y su visión queda completamente bloqueada. (San Cornelio, 2010, p. 120)

El gran potencial de la RA como creación es la posibilidad de figurativizar los imaginarios colectivos (realidad) asociados a espacios físicos concretos. Hacer visible lo invisible del mundo de la vida.

> Rather than conceiving the virtual as a total technical simulacrum and as the opening of a fully immersive, self-con-tained fantasy world, the mixed reality paradigm treats it as simply one more realm among others that can be accessed through embodied per- ception or enaction.[25] (Hansen, 2006, p. 5)

---

24 Las tecnologías informáticas y de red entran cada vez más activamente en nuestros espacios físicos reales.

25 En lugar de concebir lo virtual como un simulacro técnico total y como la apertura de un mundo de fantasía autocontenido y totalmente envolvente, el paradigma de realidad mixta lo trata simplemente como un reino más, entre otros, al que se puede acceder a través de la percepción o enacción.

La RA puede darse a partir del contacto de otros sentidos con los estímulos físicos. Por ejemplo, la experiencia de Superman Virtual Reality Roller Coaster (*https://www.youtube.com/watch?v=d2u2svMZzdw*), cuyo componente real está configurado por la sensación subjetiva de movimiento y velocidad (vértigo) dentro de un vehículo que es enriquecido a través de imágenes y sonidos de naturaleza digital (Oculus).

Otra forma de comprender la RA, simple y muy aceptada contemporáneamente, es aquella realidad empírica que se enriquece sensorialmente a través de objetos digitales, concepto en el que caben diversas posibilidades. Para Beaudouin-Lafon (1994), citado por Cabero y García (2015), "la RA recubre el mundo real con una capa virtual, fusionando ambos mundos" (p. 15). Igualmente, Cawood & Fiala (2008) consideran que "goal [...] is to create the sensation that virtual objects are present in the real world. To achieve the effect, software combines virtual reality (VR) elements with the real world [...] is most effective when virtual elements are added in real time"[26] (p. 1). Esta postura es, asimismo, acogida por varios académicos. Tal y como lo advierte Ariso (2017), la RA consiste en "overlaying virtual imagery onto a physical world scene [...]. Hence [...] allows the user to see the real world, with virtual objects superimposed upon or composited with the real world. Therefore [...] supplements reality, rather than completely replacing it"[27] (p. 3).

> De forma sintética, podemos decir que la RA es la combinación de información digital e información física en tiempo real a través de diferentes dispositivos tecnológicos; es decir, consiste en utilizar un conjunto de dispositivos tecnológicos que añaden información virtual a la información física y, por tanto, implica añadir una parte sintética virtual a lo real, con lo que favorece el enriquecimiento de la información a la que puede acceder el alumno o aportando información adicional a la realidad para facilitar su comprensión. (Cabero y García, 2015, p. 10)

---

26 El objetivo [...] es crear la sensación de que los objetos virtuales están presentes en el mundo real. Para lograr el efecto, el software combina elementos de RV con el mundo real [...] es más efectivo cuando se agregan elementos virtuales en tiempo real.

27 Superposición de imágenes virtuales en una escena física [...]. Por tanto [...] permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos. En consecuencia [...] complementa la realidad, en lugar de reemplazarla.

Un trabajo que respalda este enfoque, de amplia difusión en el contexto de la RA, es el de Milgram & Kishino (1994), quienes proponen una taxonomía para las pantallas visuales de realidad mixta también llamado el *continuum* entre realidad y virtualidad (figura 7).

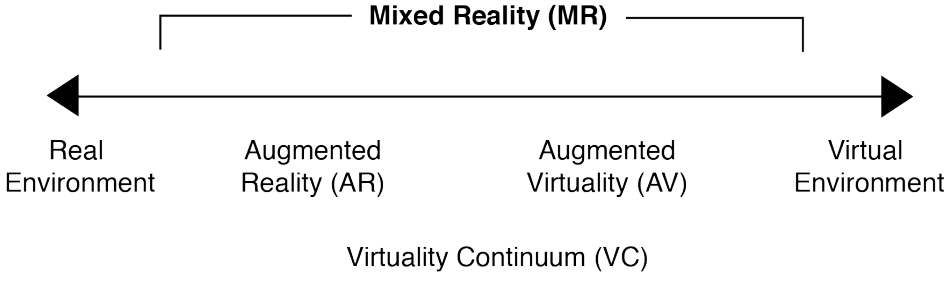


Figura 7. *Continuum* entre realidad y virtualidad.

Extraído de "A taxonomy of mixed reality visual displays", de P. Milgram & F. Kishino, 1994, *IEICE Transactions on Information and Systems, 77*(12), pp. 1321-1329. Recuperado de https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321

> Más que concebir virtualidad y realidad como opuestos, han de ser concebidos como extremos de un *continuum*. En uno, en el entorno virtual, el participante se ve completamente inmerso en un mundo sintético gracias a una pantalla especial, donde las propiedades de lo percibido en cuanto a tiempo, gravedad, solidez, etc., pueden emular o no las propias del mundo físico. En el otro, el entorno real, la experiencia no está mediatizada por ninguna pantalla y todo lo percibido se sujeta lógicamente a las leyes de la física. En un punto entre tales extremos se sitúa la RA, sobre la cual los autores citados se preguntan si está referida a una realidad mezclada que va más allá de las pantallas transparentes; pregunta que las tecnologías de hoy responden afirmativamente, ya que las posibilidades de tabletas, consolas y *smartphones* permiten experiencias de realidad mixta que en el siglo pasado no eran posibles en dispositivos para el gran público. (Cabero y García, 2015, p. 18)

En este libro, se asume el concepto de *RA* como toda experiencia multisensorial sobre ambientes situados en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados, integrados por estímulos de naturaleza física y digital que son percibidos de manera "natural", es decir, con constancia posicional, escalar, profundidad y de movimiento, con las cuales se puede interactuar de manera selectiva, transformativa o constructiva, a través de mediaciones tecnológicas.

En consecuencia, son espacios de la "realidad física" sincrónicos y asincrónicos (capturados previamente) que son enriquecidos a través de objetos electrónico-digitales hipertextuales, sonoros, vectoriales 2D y 3D, mapas de bits, etc., que pueden ser experimentados a través de dispositivos tecnológicos, como lentes, dispositivos móviles, pantallas, guantes, etc. "AR elements are not visible to the naked eye [...] AR relies upon some sort of display. This can be a computer monitor or a television, or it could be something more advanced [...] a see-through eyepiece on a head-mounted display (HMD)"[28] (Cawood & Fiala, 2008, p. 2).

Kent (2011), en este sentido, habla de una realidad mediada:

> Augmented reality (AR) is a term for a live direct or an indirect view of a physical, real-world environment whose elements are augmented by computer-generated sensory input, such as sound or graphics. It is related to a more general concept called mediated reality, in which a view of reality is modified (possibly even diminished rather tan augmented) by a computer. As a result, the technology functions by enhancing one's current perception of reality. By contrast, virtual reality replaces the real world with a simulated one.[29] (p. 1)

El principio del concepto está determinado por la naturaleza de los estímulos que configuran la experiencia: físicos ("reales" [30]) y digitales. En este sentido, en este libro, se entenderá que los medios de comunicación, como la radio, la fotografía y la televisión, han sido interfaces que han posibilitado capturar los estímulos físicos y transformarlos en señales que puedan transportar y

---

28 Los elementos RA no son visibles a simple vista [...] la RA necesita algún tipo de interfaz para su visualización. Puede ser un monitor de computadora o un televisor, o podría ser algo más avanzado [...] un ocular transparente en una pantalla montada en la cabeza (HMD).

29 La RA es un término asociado a la vista directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se aumentan mediante entradas sensoriales generadas por computadora, como el sonido o los gráficos. Se relaciona con un concepto más general llamado realidad mediada en la que una visión de la realidad es modificada (posiblemente disminuida en lugar de aumentada) por una computadora. Como resultado, la tecnología funciona mejorando la percepción actual de la realidad. Por el contrario, la RV reemplaza el mundo real por uno simulado.

30 En el capítulo 2, se hará una aproximación conceptual a la perspectiva de realidad abordada en este libro que tiene sus orígenes en el campo de la comunicación, concretamente desde la semiótica visual. Por ahora, en este capítulo, lo real estará referido a los estímulos físicos y lo virtual a los estímulos digitales.

traerlos a nuestra experiencia sensorial y cognitiva. Máquinas del tiempo y el espacio que almacenan y vehiculizan "momentos" de la realidad y los ponen a nuestro alcance perceptual.

En consecuencia, proyectos de inmersión en 360º son ambientes reales que han sido capturados de manera visual (fotografía) y audiovisual (video) que, igualmente, son enriquecidos por objetos de naturaleza digital.

A partir de lo anterior, un proyecto de alto grado en RA tendría las siguientes propiedades:

- Objetos (símbolos) de naturaleza física y virtual.

- Los objetos digitales pueden ser de cualquier tipo: escrito, vectorial 2D-3D, mapa de bits, audio, audiovisual, manejados de tal manera que los usuarios no los perciban como elementos yuxtapuestos sino integrados. Para ello, es necesario que, desde el punto de vista semiótico, que se explicará posteriormente, guarden una significación articulada y coherente con los objetos de naturaleza física.

- La interacción selectiva, transformativa y constructiva son fundamentales para trascender la mera contemplación de la obra. Hoy día, gran parte de los proyectos en RA están hechos desde una dimensión pasiva (presencia/espectador) y el máximo grado de interacción que ofrecen es la selección (para ampliar, rotar, activar, etc.). Es necesario auscultar posibilidades técnicas de interacción transformativa y constructiva en un nivel colaborativo.

- Relación espacial y semántica coherente entre dichos objetos, lo cual técnicamente se consigue a través de marcadores o sensores (*tracking*) y representaciones "especulares" de los estímulos físicos.

Con respecto a los dispositivos que se usan para tener la experiencia, se debe considerar la descarga y el uso de programas especializados para tal fin, como Aurasma, ThingLink (360º), RoundMe (360º), LearnAR, Google Sky Map, Word Lens, Wikitude World Browser, Goggles, TAT Augmented ID, Layar, ARToolKit (para desarrolladores), Junaio, TwittARound, Lookator,

Yelp Monocle, entre otros; sensores de posición como los ópticos (cámaras), acelerómetros, GPS, giroscopios, RFID (por sus siglas en inglés); reproductores de audio y video; conexión a Internet; y pantallas táctiles, gafas o lentes (HMD) y portátiles-dispositivos.

Por otro lado, uno de los lenguajes más reconocidos para el desarrollo de este tipo de experiencias es AREL (por sus siglas en inglés) muy enfocado en entornos web al combinar código JavaScript y XML (por sus siglas en inglés) con una capa externa de HTML 5 para la construcción de la interfaz gráfica de usuario. Tres *softwares* especializados en el diseño de este tipo de experiencias son Unity3d (*https://unity3d.com/es*), Vuforia (*https://www.vuforia.com/*) y Unreal (*http://www.unreal 4ar.com/*); y para experiencias 360º está Panotour (*http://www.kolor.com/panotour*), Pano2VR (*https://ggnome.com/pano2vr*) y 3DVista (*http://www.3dvista.com/es/*).

Descripción de una taxonomía conceptual, técnica y funcional de la realidad aumentada

En el contexto de la RA, existen diferentes propuestas de clasificación desde el punto de vista conceptual, técnico y funcional.[31] Conceptualmente, se destaca el trabajo de Jacob et al. (2008), quienes propusieron un marco de análisis para entender, comparar y relacionar la interacción entre el hombre-máquina, que denominaron realidad basada en la interacción: "We propose the notion of Reality-Based Interaction (RBI) as a unifying concept that ties together a large subset of these emerging interaction styles"[32] (p. 201).

Para Jacob et al. (2008), en los últimos años hemos evidenciado el desarrollo de nuevas interfaces diferentes de las convencionales ventana, ícono, menú y apuntador (WIMP, por sus siglas en inglés) o estilo de manipulación directa de la interacción. Estas interfaces post-WIMP son lo virtual, la RA y mezclada, la

31 Se podría afirmar que este libro pretende ser una taxonomía de la RA desde la perspectiva de la comunicación educativa.

32 Proponemos la noción de interacción basada en la realidad como un concepto unificador que une a un gran subconjunto de estos estilos de interacción emergentes.

interacción tangible, la ubicuidad y la computación persuasiva, la interacción móvil, la computación afectiva, entre otras, que tienen características comunes que posibilitan entenderlas, conectarlas y analizarlas.

El propósito de la RBI es naturalizar la interacción con los objetos digitales emulando las interacciones cotidianas humanas en el mundo "real" no digital a través de las siguientes variables: principios "ingenuos" de la física, conciencia y habilidades corporales, conciencia y habilidades ambientales, y conciencia y habilidades sociales en las interacciones en los ambientes electrónicos (interfaces) y sus entidades.

La primera se refiere a la experiencia y el conocimiento previo sobre el comportamiento de los objetos en el mundo físico que incluye conceptos como *gravedad, fricción, velocidad, persistencia y tamaño* de los objetos.

Las habilidades corporales se relacionan con la familiaridad y el entendimiento de las personas sobre su propio cuerpo, independiente del ambiente, como el movimiento de los labios, la cabeza y los ojos, para desarrollar acciones como caminar, caer, patear, etc.

Las habilidades ambientales permiten al sujeto situarse espacialmente, por ejemplo, una cosa sería nuestra interacción en la selva que en la ciudad, en la tierra o en el espacio, o tomar una manzana o coger un insecto. Finalmente, las habilidades sociales se refieren a las creencias, los tipos de comunicación (verbal y no verbal), el intercambio y la colaboración con los demás.

La RBI facilita el diseño de las experiencias electrónicas en la medida en que podrían reducir el esfuerzo cognitivo ante una interfaz no familiar: "Basing interaction on pre-existing real world knowledge and skills may reduce the mental effort required to operate a system because users already possess the skills needed"[33] (Jacob et al., 2008, p. 204; figura 8).

33 Basar la interacción en conocimientos y habilidades del mundo real preexistentes puede reducir el esfuerzo mental requerido para operar un sistema, porque los usuarios ya poseen las habilidades necesarias.

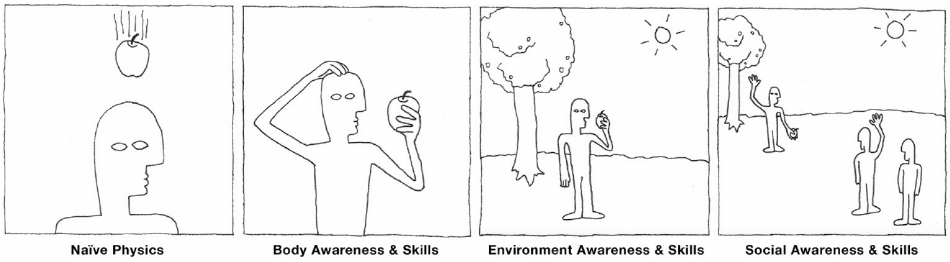


Figura 8. Los cuatro tópicos de la RBI.

Extraído de "Reality-based interaction: A framework for post-WIMP interfaces", de R. J. Jacob, A. Girouard, L. M. Hirshfield, M. S. Horn, O. Shaer, E. T. Solovey & J. Zigelbaum, 2008, en M. Czerwinski, A. Lund & D. Tan (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 203. Honolulu, EE. UU.: SIGCHI. https://doi.org/10.1145/1357054.1357089

Los autores exponen también que las experiencias "reales" deben estar acompañadas de una serie de cualidades o complementos, como *poder expresivo* o *funcionalidad*, referidas a las tareas que los usuarios pueden realizar dentro del dominio de la aplicación: "The expressive power, or functionality, of a system if often seen as its most important contribution, although it is notable that more features do not always result in a better system –feature creep can make an inteface too difficult, complex, or unwieldy to use"[34] (Jacob et al., 2008, p. 205); *eficiencia* que posibilita y facilita el desarrollo de las tareas de una manera rápida: "This tradeoff is clear when examining the differences between systems designed for expert and novice"[35] (p. 205); *versatilidad* en que los usuarios pueden realizar muchas tareas desde diferentes dominios de la aplicación; *ergonomía* que implica evitar daños físicos o fatiga; *accesibilidad* que permite que personas con diferentes habilidades puedan desarrollar las actividades; y *practicidad* en la que el sistema debe ser práctico para desarrollar y producir "practical matters such as cost, technological limitations, space, size, durability, power consumption, and environmental impact are also relevant for designers"[36] (p. 206) (figura 9).

34 El poder expresivo o la funcionalidad de un sistema se considera el aspecto más importante, aunque más tareas no siempre dan mejores resultados: muchas tareas pueden hacer que una interfaz sea demasiado difícil, compleja o difícil de usar.

35 Esta compensación es clara cuando se examinan las diferencias entre los sistemas diseñados para expertos y principiantes.

36 Los aspectos prácticos, como el costo, las limitaciones tecnológicas, el espacio, el tamaño, la durabilidad, el consumo de energía y el impacto ambiental que también son relevantes para los diseñadores.

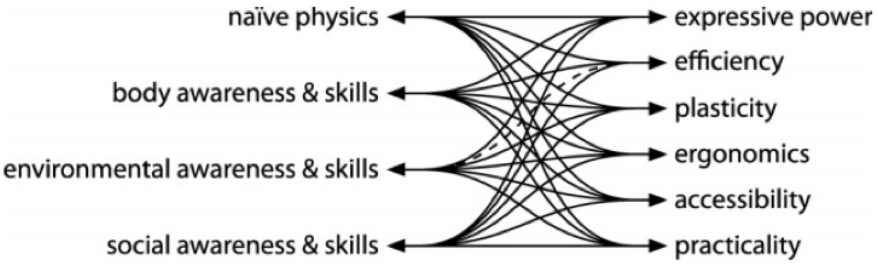


Figura 9. Compensaciones que pueden ser consideradas en el diseño de una interfaz RBI.

Extraído de "Reality-based interaction: A framework for post-WIMP interfaces", de R. J. Jacob, A. Girouard, L. M. Hirshfield, M. S. Horn, O. Shaer, E. T. Solovey & J. Zigelbaum, 2008, en M. Czerwinski, A. Lund & D. Tan (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, p. 205. Honolulu, EE. UU.: SIGCHI. https://doi.org/10.1145/1357054.1357089

Por otro lado, en el ámbito técnico, hay dos referentes a destacar: el ya descrito *virtuality-reality continuum* y el *augmented reality hype cycle* (2009), de Maarten Lens-FitzGerald (figura 10).

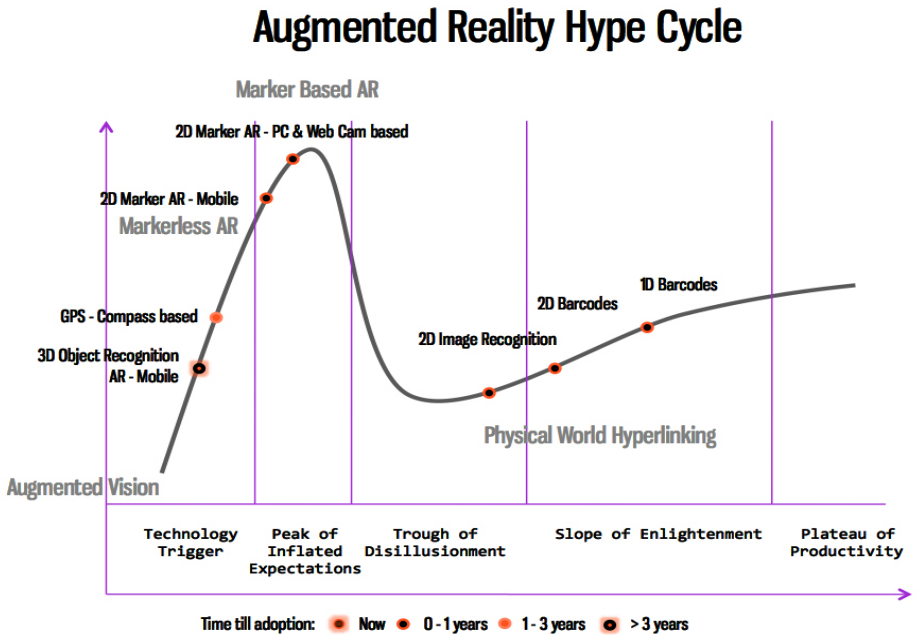


Figura 10. *Augmented reality hype cycle*.

Extraído de "Augmented reality hype cycle", de M. Lens-FitzGerald, 2009. Recuperado de https://www.marketingfacts.nl/berichten/20090428_de_augmented_reality_hype_cycle

Esta propuesta está enfocada en la caracterización de unos niveles a partir de la complejidad de la plataforma tecnológica que posibilita la experiencia de RA.

Un nivel básico (0) basado en la vinculación del mundo físico con el digital por códigos de barras (QR, por sus siglas en inglés) y reconocimiento de imagen 2D (JPG, EPS, SVG, por sus siglas en inglés), el cual permite acceder a páginas web, textos estáticos, información personal (vCard), envío de correo electrónico, envío SMS (por sus siglas en inglés), Facebook, presentación de un PDF (por sus siglas en inglés), reproducir un MP3, muestra de galería de imágenes y abrir diferentes sitios web a partir del lugar y la hora, entre otros.

El próximo nivel (1) consiste en marcadores, generalmente ilustraciones en blanco y negro, que permiten escanear el objeto y reproducir sobre el entorno el recurso digital oculto. Ambos niveles (0 y 1) son los más utilizados hasta la fecha por su facilidad de activación vía escaneo a través de dispositivos móviles y webcam.

El siguiente (2) se refiere a las experiencias de RA sin marcadores físicos, usando geolocalización (GPS) para conocer la posición del dispositivo y la brújula para la dirección, con el fin de realizar el seguimiento (*tracking*) y activación del objeto.

El último nivel (3) permite una inmersión con la experiencia usando visores o HMD o lentes (figura 11).



Figura 11. Niveles de RA desde el punto de vista tecnológico.

Con respecto al funcional, interesa, desde el marco de este proyecto, la taxonomía propuesta por Hugues et al. (2011), quienes abordan la percepción desde el enfoque sensorio-motor, es decir, "el papel fundamental que tiene la acción corporal en el establecimiento de la actividad cognitiva y la experiencia vivida, en este caso, la conciencia perceptiva" (Wilches, 2013, p. 17).

> We can find in literature two main movements which define perception. On the one hand (a passive conception), the sensory system passively receives stimulations and processes this information so as to refer to internal representations. On the other (an active conception), it is the extraction of regularity between actions and stimulations which enable perception. It seems that the current movement is rather to consider perception using the sensory-motor approach (the second case), in opposition to the linear and sequential approach of the perception process, the first case. Furthermore, this is confirmed by Gibson who considers the senses as full perceptory systems ("perception is to extract, thanks to movements, this information by detecting its invariants"). It is important to emphasise that like Auvray and Fuchs who used the theoretical framework proposed by Bergson in "Matrer and Memory", that any perception and any knowledge have only one final aim – whether conscious or not: action.[37] (Hugues et al., 2011, p. 48)[38]

En general, el objetivo de la RA en este horizonte es la realización de operaciones cognitivas a través de un ambiente que asocie activamente la información derivada de los estímulos físicos con la información de los estímulos digitales.

---

37 Desde esta teoría de la acción es que el modelo de análisis propuesto en este libro trasladará el acento de los contenidos a la construcción de conocimiento en las experiencias de aprendizaje.

38 Podemos encontrar en la literatura dos movimientos principales que definen la percepción. Por un lado (una concepción pasiva), el sistema sensorial recibe pasivamente estímulos y procesa esta información para referirse a las representaciones internas. Por otro lado (una concepción activa), es la extracción de regularidad entre acciones y estímulos lo que permite la percepción. Parece que el movimiento actual es más bien considerar la percepción utilizando el enfoque sensorio-motor (el segundo caso), en oposición al enfoque lineal y secuencial del proceso de percepción, el primer caso. Además, esto lo confirma Gibson, quien considera los sentidos como sistemas perceptivos completos ("la percepción es extraer, gracias a los movimientos, esta información mediante la detección de sus invariantes"). Es importante resaltar que, al igual que Auvray y Fuchs, que utilizaron el marco teórico propuesto por Bergson en Matter and memory, que cualquier percepción y cualquier conocimiento tienen un solo objetivo final, consciente o no: acción.

De esta manera, como en la RV, la RA puede proponer la construcción de símbolos figurativos de la realidad de los estímulos físicos para aumentar su percepción y facilitar su compresión o la creación de un ambiente "artificial" inexistente dentro del mundo de los estímulos físicos. Es sobre la base de esta distinción que los autores en referencia proponen esta taxonomía (figura 12).

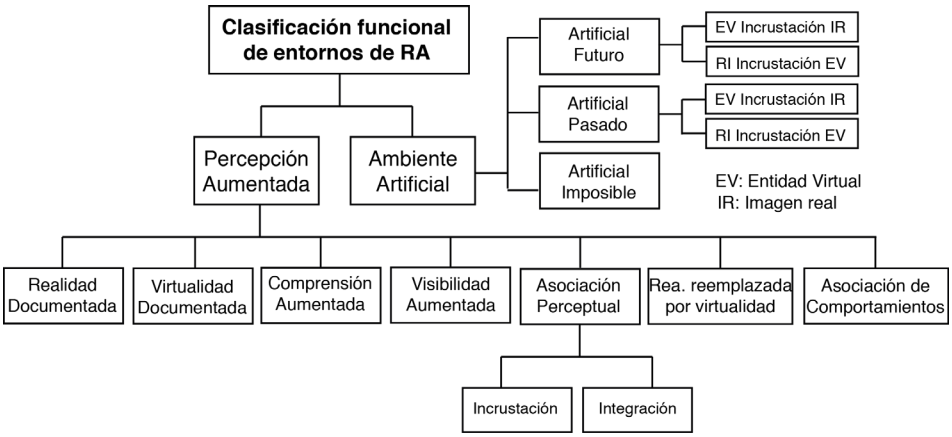


Figura 12. Clasificación funcional de la RA.

Extraído de "New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment", de O. Hugues, P. Fuchs & O. Nannipieri, 2011, en B. Furht (Ed.), *Handbook of augmented reality*, p. 51. Nueva York, EE. UU.: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_2

Esta clasificación está integrada por dos grupos: a) la percepción aumentada de la realidad y b) la creación de un entorno artificial.

La primera está relacionada con la construcción de formas simbólicas que facilitan una mejor comprensión de la realidad y, en consecuencia, posibilitarían una mejor interacción con ella, es decir, una herramienta para la toma de decisiones. Los autores proponen en esta arista cinco subfuncionalidades: realidad y virtualidad documentada, realidad con percepción o comprensión aumentada, asociación perceptual de lo real y virtual, asociación de comportamiento de lo real con lo virtual, sustitución de lo real por lo virtual o realidad virtualizada.

La realidad y la virtualidad documentadas se refieren a la mínima funcionalidad de la RA que tiene como propósito mejorar la comprensión de un ambiente real o virtual mediante la adición de información semántica

pasiva proporcionada en otro soporte de pantalla. En este nivel, la imagen de la realidad y la imagen virtual están en diferentes pantallas de visualización, pero estrechamente relacionadas; por ejemplo, cuando un profesor está describiendo un objeto del entorno físico y genera mayor detalle informativo sobre este a través de una pantalla. En el recorrido en un museo, constantemente se encuentran informaciones que ayudan a comprender el objeto exhibido. Un caso cotidiano ocurre cuando una persona está frente a un electrodoméstico y usa el manual de usuario para conocer su manejo. El propósito del elemento aumentado es ayudar a la persona a comprender y guiar su acción con el objeto real. A esto se refiere la realidad documentada.

De manera inversa, también a los objetos virtuales, como una infografía, se les pueden vincular objetos reales; por ejemplo, la explicación gráfica de la pirámide alimenticia a la cual se le asocian frutas, harinas, etc., para mejorar su comprensión. Igualmente, cuando se exhibe el mapa de un lugar que está enriquecido con fotografías y videos reales para cada uno de los lugares que la integran. A estos se les llama virtualidad documentada.

En la segunda subfuncionalidad, realidad con percepción o comprensión aumentada, la imagen real y la imagen virtual se encuentran en la misma pantalla. Aquí se pueden caracterizar dos niveles de acuerdo con la contribución del objeto aumentado. El primer nivel se refiere al incremento de la percepción de imágenes reales que incorporan en ellas información digital. En el contexto educativo, un profesor a través de videoconferencia en *streaming* puede enriquecer los objetos físicos que presenta a través de notas, imágenes, videos, trazos, etc. Por ejemplo, el aplicativo Mountains AR permite adicionar datos a la visualización de una zona montañosa.

El otro nivel, realidad con visibilidad aumentada, consiste en ampliar la percepción de un objeto real a través de la descripción vectorial de su estructura (formas y contornos). Por ejemplo, la descripción de los componentes de una impresora (proyecto KARMA) (figuras 13 y 14).



Figura 13. Realidad con percepción aumentada.

Extraído de "Augmented Outdoors", s. f. Recuperado de http://www.augmented-outdoors.com/wp-content/uploads/2013/01/Rossbodenstock-Peaks.jpeg

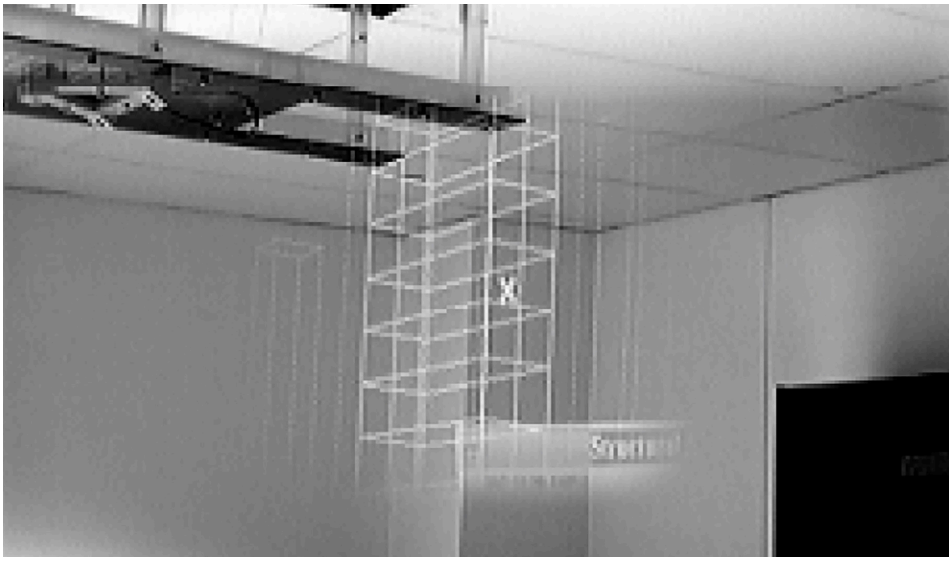


Figura 14. Realidad con visibilidad aumentada.

Extraído de "Augmented reality in architectural construction, inspection and renovation", de A. Webster, S. Feiner, B. MacIntyre, W. Massie & T. Krueger, 1996, en *Proc. ASCE Third Congress on Computing in Civil Engineering*, vol. 1, p. 996. Nueva York, EE. UU.: American Society of Civil Engineers.

La tercera subfuncionalidad es la asociación perceptual de la realidad y la virtualidad, a la cual se le adicionan nuevos objetos virtuales al ambiente real. Se pueden caracterizar dos niveles a partir del grado de integración de los objetos con el ambiente. La primera arista es la incrustación de objetos por yuxtaposición. Es simplemente poner una capa superior de objetos digitales a la capa inferior que contiene el ambiente real. La segunda arista se refiere a la integración en la que los objetos virtuales se "embeben" o hacen parte integral del ambiente de estímulos físicos. Por ejemplo, en diseño de interiores, se crean mobiliarios virtuales que se yuxtaponen dentro de un ambiente real para visualizar su apariencia física final. Por otro lado, el proyecto Magic Leap desarrolla objetos que respetan la posición y disposición del ambiente físico para que se perciban integrados con el espacio (figuras 15 y 16).

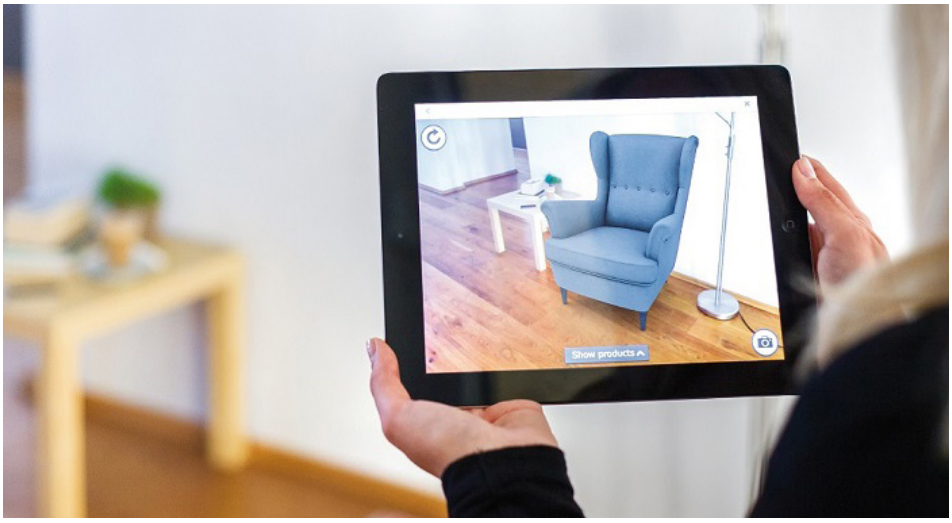


Figura 15. Asociación perceptual por yuxtaposición.
Extraído de Reality Technologies.



Figura 16. Asociación perceptual por integración.
Extraído de Magic Leap.

La asociación de comportamiento de lo real con lo virtual, cuarta subfuncionalidad, se refiere a la interacción "natural" entre los objetos de naturaleza física y digital. Esta dimensión adquiere las particularidades del subnivel anterior, pero, además, adopta las mismas propiedades físicas del ambiente real, como la gravedad, el contacto, la elasticidad, la fluidez, etc. Esta característica, a modo de ilustración, se ve reflejada en la experiencia de la ballena 3D de Magic Leap, que se describe anteriormente, donde emerge del suelo con fuerza y velocidad natural para después caer por acción de la gravedad.

Finalmente, la última subfuncionalidad se refiere a la sustitución de lo real por lo virtual o realidad virtualizada. Es decir, que todo el ambiente físico es modelado digitalmente con el fin de manipularlo (el entorno real) a partir de acciones digitales. Se trata, entonces, de un ambiente híbrido, un producto con dos dimensiones: física y digital en el que cualquier accionar sobre una de ellas afecta a la otra. Algunos casos son la teleoperación, la manipulación robótica y los carros inteligentes (figuras 17 y 18).

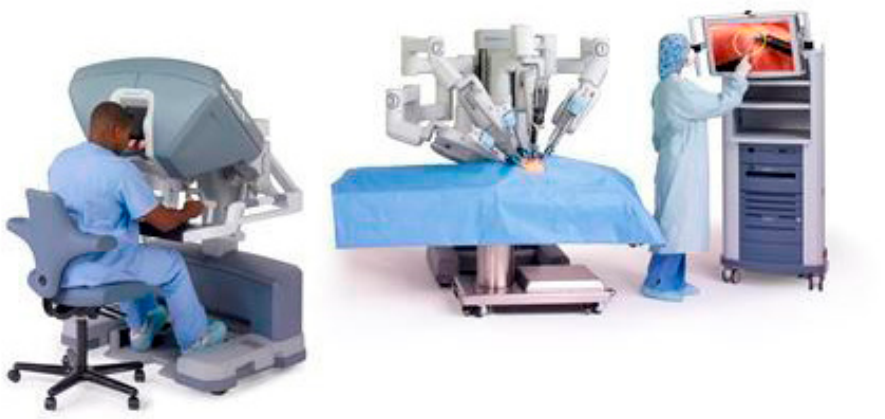


Figura 17. Realidad virtualizada.

Extraído de "Surgical robots and robot surgeons", de MTB europe, 2013. Recuperado de http://www.mtbeurope.info/content/ft1304001.htm.

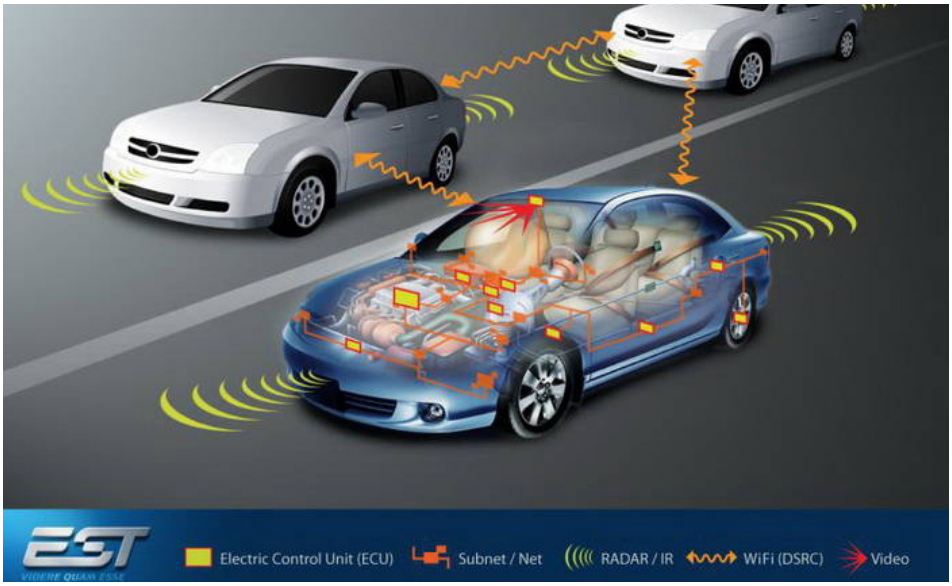


Figura 18. Realidad virtualizada.

Extraído de "Carros cada vez más inteligentes", de *La Patria*, 2015. Recuperado de https://www.lapatria.com/variedades/carros-cada-vez-mas-inteligentes-16954

La segunda funcionalidad es la creación de un ambiente artificial en que la RA permite experimentar objetos, seres o relaciones que existen (existieron/existirán) en la realidad, pero que no pueden ser percibidos (como las ideas) por las personas al ser visualizados. Es la construcción de representaciones (digitales) de imaginarios colectivos asociados a un ambiente a través de formas simbólicas figurativas. Es importante reseñar que, a diferencia de la primera funcionalidad, este no tiene propósitos de acción o comprensión.

La taxonomía establece tres subfuncionalidades: imaginarios de la realidad futura, imaginarios del pasado e imaginarios imposibles dentro del mundo de los estímulos físicos.

El imaginario de la realidad posible en el futuro a través de la asociación de lo real con lo virtual propone la creación de mundos posibles que combinen ambientes reales con imágenes virtuales (nivel 1) o un ambiente virtual con imágenes reales (nivel 2). Cada nivel tiene a su vez dos subfuncionalidades: con oclusión y sin oclusión.

En la segunda subfuncionalidad, el imaginario de la realidad que fue en el pasado asociando lo real con lo virtual, es posible igualmente vincular objetos virtuales de objetos que ya no existen dentro de un ambiente real (nivel 1) o asociar objetos que todavía existen, pero en un ambiente que ya no existe que es recreado digitalmente (nivel 2).

Finalmente, en el imaginario de una realidad imposible, la RA hace gala de su gran potencial de producción simbólica. La posibilidad de crear un ambiente que no existe en el mundo de las sensaciones físicas. "This functionality makes better use of the potential of AR with regard to its posible distance from reality by taking advantage of the imaginary dimension of mixed environments"[39] (Hugues et al., 2011, p. 58).

Es importante resaltar, como señalan Cabero y García (2015), "que el objetivo no es la comprensión de la realidad ni aumentar su percepción, sino la creación de una realidad mixta imposible con un fin artístico, lúdico o estético" (p. 41).

---

39 Esta funcionalidad hace un mejor uso del potencial de RA con respecto a su posible distancia de la realidad al aprovechar la dimensión imaginaria de ambientes mixtos.

¿Qué pasa cuándo la comprensión de la realidad y el incremento de la percepción a través de la RA tienen propósitos educativos? Que esta educación no puede sustentarse en un paradigma bancario y difusionista (informativo), sino comunicativo e interactivo. Y que la comunicación se debe enmarcar en el ámbito de la significación, para evidenciar que, en efecto, se está ante un aumento de la percepción y la comprensión de la realidad. Es en el complejo entramado de la significación en el que la semiótica visual adquiere sentido.

Aplicaciones en la educación superior

La formación profesional tiene como propósito el desarrollo de competencias para la solución de problemas de un contexto determinado. Los contextos se refieren a los innumerables ámbitos de actuación que configuran el mundo social. La pregunta en los procesos educativos que responde a dichos problemas gira en torno a qué conocimientos, prácticas y valores (currículo) son pertinentes para la solución de estos. Los egresados de instituciones de educación superior afirman que los aprendizajes más significativos se dieron en el ámbito laboral, en los mismos ambientes de actuación y, por ello, las instituciones han enfocado sus lineamientos pedagógicos en planes de estudio basados en proyectos que respondan a necesidades reales de la región, la nación y el mundo. Esas necesidades están situadas, localizadas en contextos específicos, muchos de ellos con un grado de complejidad de acceso (por morfología, orden público, seguridad industrial, distancias, etc.). A continuación, se exponen algunos casos de implementación de la RA en la educación superior.

Case Western Reserve University

Uno de los campos que mayor interés han mostrado por la RA es la medicina. Case Western Reserve University en Cleveland (EE. UU.) implementó en 2016 la RA para el aprendizaje de la anatomía usando como tecnología los HoloLens de Microsoft (*http://case.edu/hololens*). La experiencia cuenta con una biblioteca de modelos en holografía 3D que permiten aumentar la percepción detallada de la estructura orgánica, algo complejo a través de la disección tradicional o con ilustraciones médicas 2D (*https://youtu.be/QL6UY9nhrDM*) (tabla 1 y figura 19).

Tabla 1. Análisis Case Western Reserve University

Conceptual	Se trata de objetos ilustrativos que responden a los principios físicos de un recurso educativo como el libro, solo que en tercera dimensión. No obstante, procuran describir de una manera detallada los principios corporales humanos. Igualmente, la interacción con el material no es muy natural.
Técnico	Nivel 3. HMD con HoloLens.
Funcional	Percepción aumentada de la realidad al mostrarnos de manera ilustrativa la constitución interna de un cuerpo humano que solo es posible percibir físicamente interviniéndolo. Con respecto al subnivel, se trata de una asociación perceptual al adicionar un objeto virtual al ambiente físico.
Observación	La gran particularidad de este proyecto es la posibilidad de visualización en tercera dimensión de un objeto que tradicionalmente se visualiza en libros. Habría que determinar si realmente la experiencia en 3D beneficia el esfuerzo cognitivo del estudiante. No obstante, los niveles de interacción con el objeto por parte de otros usuarios que no se encuentran en el lugar configura una potenciación de la mediación.

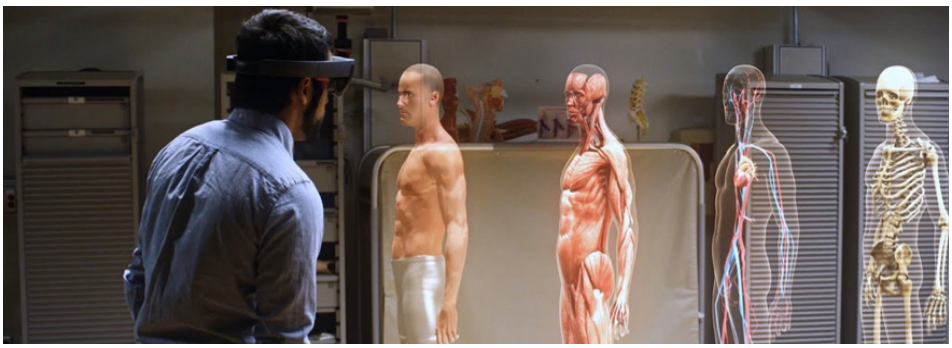


Figura 19. Captura de pantalla de Case Western Reserve University.

Extraído de "Case Western Reserve University - Holography", de Virtually Inspired, 2016. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=QL6UY9nhrDM

The GhostHands UX: teletutoría a través de instrucciones manuales en realidad aumentada de la Open University

El Knowledge Media Institute de la Open University (Reino Unido) creó en 2015 una aplicación de teletutoría utilizando la tecnología de RA. Esta consiste en la captura y grabación en tiempo real de lo observado por los estudiantes a través de visores o HMD y transmitirlo en línea a un tutor remoto para tener orientaciones manuales directas respecto de la manipulación de objetos (*https://vimeo.com/122990128*).

> Augmented Reality is providing a whole new set of possibilities to improve proficiency and safety on the workplace and reduce costs during training, in particular in manufacturing and automotive industries. Among the applications developed to support workers on the shop floor, telementoring plays a leading role as a demonstrator of the capabilities of AR in industry. This paper explores the user experience of telementoring via GhostHands-the use of a virtual model of a men-tor's real hands, appearing in a workers full AR view of a work task. The mentor can see the workers view 'through their eyes' and can place their GhostHands into that view. Both worker and mentor appear to cope with this 'ghost assisted' experience very well, and recognise a sense of joint accomplishment from the cues that the hands embody in completing a task.[40] (Scavo, Wild & Scott, 2015, p. 1; tabla 2 y figura 20)

40 La RA ofrece un nuevo conjunto de posibilidades para mejorar la competencia y la seguridad en el lugar de trabajo y reducir los costos durante la capacitación, en particular en las industrias de manufactura y automotriz. Entre las aplicaciones desarrolladas para apoyar a los trabajadores en el taller, la telementoría desempeña un papel principal como demostrador de las capacidades de RA en la industria. Este documento explora la experiencia del usuario de la telemetría a través de GhostHands: el uso de un modelo virtual de las manos reales de un hombre que aparece en una vista completa de trabajo de los trabajadores de una tarea. El mentor puede ver a los trabajadores "a través de sus ojos" y puede colocar sus GhostHands en esa vista. Tanto el trabajador como el mentor parecen sobrellevar muy bien esta experiencia "asistida por fantasmas" y reconocen una sensación de logro conjunto a partir de las señales que las manos encarnan al completar una tarea.

Tabla 2. Análisis The GhostHands UX

Conceptual	Se trata de un proyecto que cumple con los principios físicos y las habilidades corporales, espaciales y sociales.
Técnico	Nivel 3. HMD.
Funcional	La percepción aumentada de la realidad al mostrarnos las acciones manuales de una persona que no está físicamente en el lugar. Con respecto al subnivel, se trata de una asociación de comportamiento, porque las acciones físicas inciden en las acciones digitales. Hay una interacción natural.
Observación	Esta propuesta es ideal para procedimientos manuales en los que los expertos pueden acompañar y asesorar el desarrollo de proyectos de esta naturaleza. El reto está en posibilitar que las acciones digitales afecten los objetos físicos.

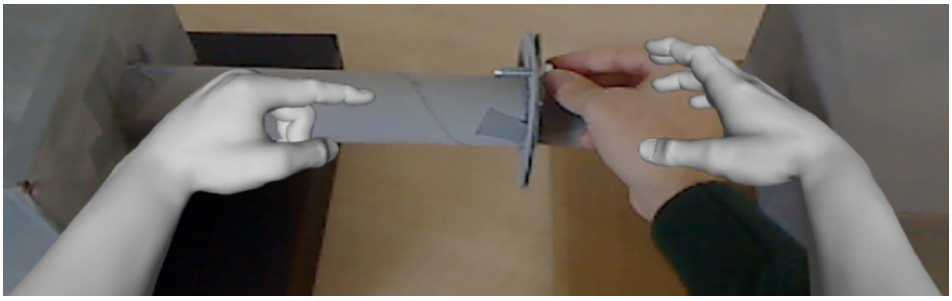


Figura 20. Captura de pantalla del proyecto "Experiencia de usuario a través de manos fantasma".

Extraído de "GhostHands: Testing our Ruben Goldberg machines", s. f. Recuperado de https://vimeo.com/122990128

Videos en 360º en North Carolina State University

El Distance Education and Learning Technology Applications (DELTA) presentó en 2015 su estrategia de uso de videos en 360º con propósitos educativos. Esta tecnología permite conocer ambientes de manera "real", al ser una captura especular de un espacio en un tiempo determinado, sin tener que estar presentes físicamente. Por ejemplo, en el campo de la seguridad

industrial, hay acceso restringido a ciertos ambientes, los cuales pueden grabarse en 360º para que el estudiante los pueda experimentar de manera asincrónica (*https://littlstar.com/videos/4fdc40c0*).[41]

> The emergence of "affordable" interactive 360º spherical video, virtual reality (VR) technologies and production processes has given way to a new approach for capturing real-world situations, expert demonstrations and delivery of instructional content. With this technology, students can observe and listen to recorded situations while retaining the ability to look around in any direction via mouse, touch pad, mobile device, Google Cardboard or other HMDs.[42] (DELTA, 2015; tabla 3 y figura 21)

Tabla 3. Análisis video educativo en 360º de North Carolina State University

Conceptual	La limitante de esta experiencia es que no permite un desplazamiento natural, como el acercamiento al objeto descrito por el profesor. Se queda en un punto fijo. Al ser imágenes "especulares", las habilidades espaciales y sociales se cumplen plenamente.
Técnico	Nivel 2. El movimiento es por brújula.
Funcional	Percepción aumentada de la realidad al permitir visualizar todo el entorno que rodea al profesor sin la limitación espacial de un video convencional. Con respecto al subnivel, se trata de una comprensión aumentada.
Observación	Las experiencias 360º son pertinentes cuando se busca un inmersión total rizomática (no lineal) de un espacio específico. Igualmente, que esta experiencia sea enriquecida por objetos digitales adicionales que complementen la información audiovisual de base. Hay que tener especial cuidado en seleccionar la tecnología en función del propósito que se espera alcanzar.

41 El proyecto e-Fire 360 está disponible en *https://littlstar.com/videos/4fdc40c0*.

42 La aparición de video esférico interactivo 360º, tecnologías de RV y procesos no complejos de producción han dado paso a un nuevo enfoque para capturar situaciones del mundo real, demostraciones de expertos y entrega de contenido educativo. Con estas tecnologías, los estudiantes pueden observar y escuchar situaciones grabadas mientras conservan la capacidad de mirar en cualquier dirección con el mouse, el teclado táctil, el dispositivo móvil, Google Cardboard u otros HMD.



Figura 21. Captura de pantalla de videos educativos en 360º.
Extraído de "Sandhills Ecosystems and Fire", de Efire, s. f. Recuperado de https://littlstar.com/videos/4fdc40c0

AR Magic Book

Uno de los usos de la RA en el contexto educativo es potenciar los materiales impresos con información audiovisual que los complemente. En el contexto mundial, hay varias instituciones que han incursionado en este ámbito, en el que destaca el proyecto AR Magic Book desarrollado por las bibliotecas de Binghamton University en Nueva York (*http://libnews.binghamton.edu/news/armb/about*) (tabla 4 y figura 22).

Tabla 4. Análisis Magic Book

Conceptual	La experiencia cuenta con principios físicos y habilidades corporales, espaciales y sociales propias de la interacción con libros. La continuidad de la narrativa está dada por el cambio de hoja. Igualmente, están presentes los principios y las habilidades de la interacción con un dispositivo *touch* naturalizado en esta época, en especial por los niños. No obstante las zonas *touch* no están claramente determinadas, sino que es exploratorio.
Técnico	Nivel 0. Vinculación de recursos audiovisuales con marcas puestas en dispositivo físico.
Funcional	Percepción aumentada de la realidad porque se aloja información digital dentro del libro físico. Con respecto al subnivel, se trata de una asociación perceptual de la realidad.
Observación	Conforme a la evidencia de los comportamientos de los niños con el material, se puede percibir que se queda, en gran medida, en el efecto mediático más que en la lectura enriquecida. Cómo formar a las nuevas generaciones para una compresión textual hipermedial. Los libros con "marcas" para la RA que enriquecen información expositiva y descriptiva (foto/ilustración) con datos narrativo-descriptivos (video) proponen un escenario más pertinente para su uso en el contexto educativo.



Figura 22. El libro mágico.
Adaptado de "Magic Book on view at Roberson Museum", de J. D. Ixon, 2016. Recuperado de https://libnews.binghamton.edu/news/2016/09/20/magic-book-on-view-at-roberson-museum/

CityViewAR – HitLabnz

El Human Interface Technology Lab de Nueva Zelanda lleva más de diez años de investigación en RA, concretamente en tres líneas: a) visualización, b) seguimiento (*tracking*) y c) interacción. Actualmente, vienen trabajando en el uso de interfaces de RA para el mejoramiento de las interacciones sincrónicas (telecomunicaciones), en especial, la interacción social en ambientes aumentados, uno de los retos más importantes contemporáneos para esta tecnología.

Este grupo desarrolló en 2012 la aplicación CityView AR que posibilita la reconstrucción de acontecimientos históricos asociados a un ambiente real (*https://www.youtube.com/watch?v=fdgrXxJx4SE*) (tabla 5 y figura 23).

Tabla 5. Análisis CityView AR

Conceptual	La visualización a través de dispositivos móviles no facilita la interacción natural con los objetos aumentados. Por ser un espacio histórico, cuenta con una adecuada habilidad social.
Técnico	Nivel 1. Marcadores.
Funcional	Funcional Ambiente artificial, con subnivel "artificial pasado" porque permite recrear un edificio que fue demolido.
Observación	La RA tiene un potencial en escenarios históricos y museos porque estos permiten recrear acontecimientos, lugares y personas que ya no existen *in situ*. Igualmente sirve para figurativizar procesos, metodologías, teorías y conceptos científicos.



Figura 23. CityView.

Extraído de "Augmented reality in the classroom", de M. Billinghurst & A. Duenser, 2012, *Computer*, 45(7), p. 44. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234793015_Augmented_Reality_in_the_Classroom

Realidad aumentada aplicada a la formación en competencias clave: Arkey

En 2016, salió al mercado el aplicativo Arkey, una herramienta educativa que tiene como propósito el mejoramiento de las competencias básicas en matemáticas, ciencia y tecnología para personas no cualificadas en el sector de la construcción. Realizado desde 2013 en el Proyecto Europeo de Transferencia

de Innovación del Programa Leonardo da Vinci orientado al aprendizaje permanente. Está integrado por 17 actividades sobre cálculo, orientación y materiales. Está disponible en App y Play Store (tabla 6 y figura 24).

Tabla 6. Análisis Arkey

Conceptual	Se trata de interfaces 100 % digitales que integran una serie de ejercicios que son activados con marcadores de RA. Es decir, que el rol de los objetos físicos es llamar escenarios electrónicos. Se trata de una RV integrada por representaciones de una casa convencional contruida en gráfico vectorial. El movimiento del objeto a través del marcador no es muy natural.
Técnico	Nivel 1. Marcadores.
Funcional	Ambiente artificial, con subnivel de "imaginario de la realidad posible" al crear escenarios 100 % virtuales que se enriquecen con actividades y acciones también digitales. El objeto de activación permite el desplazamiento del objeto.
Observación	Este es un clásico ejemplo de la vinculación del mundo físico con el mundo virtual. El marcador tiene una doble función: mostrar o publicar el escenario de RV y gestionar su movimiento. Se destacan las acciones o actividades que emergen de la experiencia.

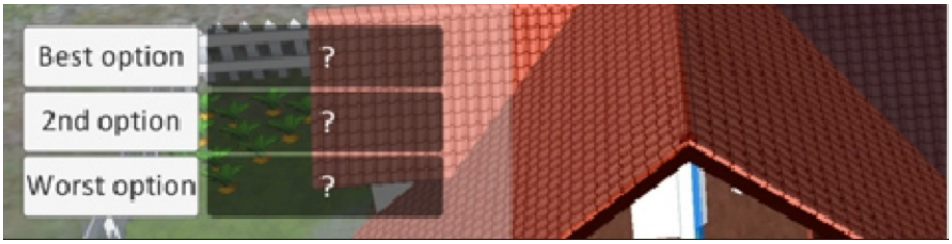


Figura 24. Captura de pantalla de interfaz en RA de Arkey.
Extraído de Arkey.

Caja de arena en realidad aumentada

La Universidad de California desarrolló en 2015 el proyecto Augmented Reality Sandbox (*https://arsandbox.ucdavis.edu/*), que combina aplicaciones de visualización 3D con una caja de arena para enseñar conceptos de ciencias de la tierra. Esta aplicativo permite a los usuarios crear modelos

de topografía formados por arena real, que se aumentan sincrónicamente mediante un mapa de color de elevación, líneas de contorno topográfico y agua simulada. El sistema enseña, a través de conceptos geográficos, geológicos e hidrológicos, la lectura de mapas topográficos, el significado de líneas de contorno, cuencas hidrográficas, áreas de captación, diques, etc. (*https://www.youtube.com/watch?v=CE1B7tdGCw0*) (tabla 7 y figura 25).

Tabla 7. Análisis Augmented Reality Sandbox

Conceptual	De todos los proyecto descritos es el que mejor representa el concepto de *RBI*, porque los objetos digitales aparecen en la manipulación natural del objeto físico. Habría que precisar que las habilidades espaciales son manejadas en escala (por aquello de construir una montaña con las manos).
Técnico	Nivel 2. Sin marcadores físicos.
Funcional	Percepción aumentada, sustitución de lo real con lo virtual. Las manipulaciones al entorno físico afectan el entorno digital. Considerado el nivel más alto de interacción porque es una experiencia híbrida con elementos físicos y digitales.
Observación	Este tipo de proyectos configura la visión de la RA en el contexto educativo al proponer la combinación y mezcla entre objetos de diferente naturaleza para enriquecer, apoyar y potenciar procesos de enseñanza-aprendizaje.

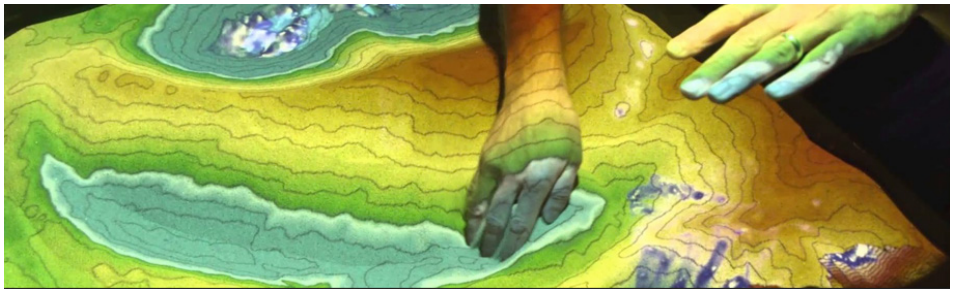


Figura 25. Captura de pantalla de caja de arena.

Extraído de "UCLA's Augmented Reality Sandbox", 2015. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=CE1B7tdGCw0

Estos casos descritos no solo evidencian que estamos ante una innovación educativa mediada por TIC, sino que presentan un nuevo paradigma de la comunicación o mediación educativa. Como se puede avizorar, la RA en este proyecto trasciende su plano técnico. La realidad se entiende como una serie de estímulos de composición mixta —de naturaleza física o digital— que son percibidos y dotados de sentido (significación) socialmente. En consecuencia, desde el punto de vista educativo, las experiencias (interacciones) de aprendizaje, mediadas y no mediadas (como un todo), son un conjunto de estímulos o formas simbólicas (conocimientos, prácticas y valores) que buscan incorporarse a las estructuras mentales para que deriven, necesariamente, en nuevas formas de actuación.

Se trata, entonces, de la configuración de un nuevo escenario educativo que debe ser explicado y sustentado desde una perspectiva transdisciplinar: un marco conceptual y teórico de la realidad, la comunicación visual digital y las TIC.

2. Fundamentación conceptual y teórica de la realidad aumentada desde la comunicación, la semiótica y las TIC para la educación

En el capítulo anterior, se ha analizado la realidad aumentada (RA) desde varias aristas: los antecedentes de las tecnologías educativas que convergen en ella, el estado actual de esta tecnología desde su carácter técnico, sus concepciones, algunas taxonomías para su comprensión, análisis y desarrollo y, finalmente, su aplicación en el contexto de la educación superior.

Este recorrido permitió reconocer su potencial para enriquecer la experiencia humana dentro del mundo sensible o perceptible. La RA en tanto tecnología se configura como una extensión del ser humano (cíborg) que desdibuja la dicotomía entre lo virtual y lo real al permitir que los objetos digitales se incorporen perceptualmente a un ambiente físico en que confluyen estímulos de naturaleza física (átomos) y digital (bits). Como lo avizoraba Negroponte (1995):

> Habrá puntos específicos del espacio y del tiempo en donde los bits se convertirán en átomos y viceversa. Ya sea por medio de la transmisión de un cristal líquido o de la resonancia de un generador de voz, la interfaz necesitará el tamaño, forma, color, tono de voz y toda la restante parafernalia sensorial. (p. 64)

No obstante, este escenario trae consigo una serie de cuestionamientos: ¿qué se entiende por realidad?, ¿son los objetos digitales reales?, ¿qué noción de comunicación explica de una mejor manera el fenómeno?, ¿qué concepción de tecnología subyace en la RA? Por ejemplo, la realidad virtual (RV) se entiende como aquello que es posible o en potencia, pero no de hecho, y en consecuencia no es; no obstante, cuando se habla de educación virtual, se refiere a procesos formativos mediados por tecnologías que derivan (por lo menos es el propósito) en aprendizajes expresados en formas de actuación del educando en un contexto concreto, es decir, hechos. ¿Entonces dejó de ser virtual? Está claro, en este sentido, que el concepto de *virtual* ya ha mutado de su significado original para referirse a todo tipo de educación mediada tecnológicamente. Así pues, estas preguntas nos ponen ya no en el plano del *hardware* o el *software* de la RA, sino en las realizaciones derivadas de ella, es decir, en las formas digitales (simbólicas) que promueven, de cuya dimensión se ocupa el campo de la comunicación.

Este capítulo aborda teórica y conceptualmente la RA, ya no desde el plano técnico, sino desde el plano comunicativo que contiene la doble vertiente "expresión y contenido". Comienza con una revisión panorámica de las orillas

de conocimiento del campo de la comunicación para identificar y caracterizar aquella que responda y explique de una mejor manera las particularidades de los "productos o realizaciones de la RA", pasa por una conciliación de las concepciones antagónicas de "realidad" para establecer y precisar una que sustente el modelo de análisis que se construirá en este libro y posteriormente la estructuración conceptual de la RA como expresión.

Además, derivado de estas apuestas teóricas y conceptuales, se resemantiza la noción de *tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)* en el ámbito educativo ya no como instrumentos sino como dispositivos de gestión/creación simbólica y, más importante aún, como ambientes de interacción para ser vividos y experimentados multisensorialmente. También se revisan las concepciones contemporáneas de *aprendizaje mediado por TIC* que respondan coherentemente al escenario de una *comunicación* educativa fundamentada en procesos de interacción y significación social, concepción que implica una ruptura entre la dicotomía de la educación presencial y virtual, es decir, una única modalidad enriquecida a través de estímulos de naturaleza digital.

Comunicación

La comunicación como campo de conocimiento ha sido estudiado, desde principios del siglo XX, desde diversas orillas, problemas y metodologías de investigación.

> La comunicación aparece como un lugar de múltiples cruces e intercambios, en el que confluyen elementos de la más variada naturaleza. En medio de esta multiplicidad, las perspectivas teóricas y las formas de hacer, propias de la comunicación, se configuran como una condición que enriquece las posibilidades de acción y de pensamiento de la comunicación. (Asociación Colombiana de Facultades y Programas Universitarios de Comunicación [Afacom], 2004, p. 16)

En razón de esta multiplicidad, es necesario establecer inicialmente desde qué orilla de conocimiento se entenderá y desarrollará el concepto de comunicación en este libro. Para ello, es pertinente caracterizar brevemente y categorizar en un contexto global las teorías, las investigaciones y los autores más relevantes dentro del campo de la comunicación (tabla 8).

Tabla 8. Objetos de estudio de la comunicación en el contexto global

Objetos	Descripción	Algunos autores
Teoría, información y funcionalismo	• Transmisión de información • Proceso que estandariza los fenómenos sociales	Parsons (1976), Merton (1949), Mead (1968), Pávlov (1929), Skinner (1968), Hovland (1966), Lazarsfeld (1944), Lasswell (1927), Schramm (1971).
Teoría crítica	• La comunicación como instrumento del poder • Búsqueda de la conciencia histórica	Adorno (1947), Horkheimer (1972), Marcuse (1964), Foucault (1975), Schmidt (1976), Habermas (1987), Honneth (1993).
Estructuralismo	• Significación y construcción colectiva de sentido • Hermenéutico • La realidad como construcción social • Los textos • Lenguaje visual	Greimas y Courtes (1979), Eco (1968), Barthes (1965), Groupe μ (1992), Peirce (1903), Baudrillard (1969), Saussure (1916), Lévi-Strauss (1949), Verón (1968), Metz (1982), Prieto (1978), Fontanille (2004), Floch (1993), Scolari (2004).
Perspectiva sociocultural	• Mecanismos de producción y distribución de significados • Contextos sociales históricamente específicos y socialmente estructurados	Williams (1958), Bourdieu (1997), Certeau (1999), Geertz (1988), Martín-Barbero (1991), García Canclini (1995), Piscitelli (2009), Orozco (2001).
Psicología de la percepción y ciencias cognitivas	• Procesos de percepción • Significación cultural • Elementos del lenguaje visual	Wertheimer (1938), Köhler (1947), Koffka (1935), Lewin (1951), Dondis (1985).
La sociedad de la información y del conocimiento	• Globalización • Inteligencia colectiva • Ecología de los medios • Teorías de la participación • Arqueología de los medios	McLuhan (2015), Castells (1996), Negroponte (1995), Piscitelli (2009), Lévy (2004), De Pablos (2001), Jenkins (2006), Manovich (2001), Zielinski (2012).

Hace unas décadas tomó fuerza en el ámbito académico la idea de comprender la comunicación desde una perspectiva funcionalista y mecanicista en la que un emisor transmitía un mensaje codificado a través de un canal susceptible a ruidos a un receptor que debía decodificarlo. Esta perspectiva, derivada de la teoría matemática de la información (Shannon, Weaver, Bethencourt, Montes y Pérez-Amat, 1981), permeó las prácticas laborales asociadas a procesos comunicativos en los que un profesional elaboraba un mensaje para ser transmitido masivamente a través de medios a una comunidad. La comunicación para Shannon et al. (1981), citados por Afacom (2004), es un

> esquema lineal en el que los polos definen un origen y señalan un final, la comunicación se basa en la cadena de los siguientes elementos constitutivos: la fuente de comunicación que produce un mensaje, el codificador o emisor que transforma el mensaje en signos (señales) a fin de hacerlo transmisible, el canal, que es el medio utilizado para transportar los signos, el descodificador o receptor, que reconstruye el mensaje a partir de los signos, y el destino final, que es la persona o la cosa a la que se le transmite el mensaje. (p. 17)

Este enfoque funcionalista (Parsons, 1927; Merton, 1949; Mead, 1968; Pávlov, 1929; Skinner, 1968; Hovland, 1966; Lazarsfeld, 1944; Lasswell, 1927; Schramm, 1971) considera la comunicación como un fenómeno medible. Todavía coexiste en campos como el periodismo (pirámide invertida) y la publicidad (efectos de los medios), y en ciertas vertientes de la comunicación organizacional (eficiencia y eficacia) contemporáneas.

No obstante, esta concepción presenta varios cuestionamientos:

- Los roles de emisor y receptor se caracterizan como instancias vacías, fuentes (máquinas) que codifican y difunden, en el primer caso, y reciben y decodifican, en el segundo, mensajes desprovistos, desde una perspectiva semiótica, de una serie de competencias (modales) que establecen un hacer performacional.

- Se produce un énfasis en el canal de difusión más que en las interacciones intersubjetivas.

- Establece la comunicación como una acción intencional, es decir, no considera que algo o alguien puede comunicar sin tener la intención de hacerlo.

- Se presenta la comunicación como un fenómeno lineal, con un inicio y un fin.

En este sentido, como se evidenciará, otras perspectivas más actuales proponen que las interacciones son rizomáticas y complejas.

> Entre el usuario y el diseñador se produce una comunicación diferida que, al igual que cualquier otra forma de relación intersubjetiva, no puede ser reducida a una transferencia lineal de información —como sostenían las viejas teorías inspiradas en la metáfora del "paquete postal" criticadas por el semiólogo italiano Rossi Landi ya a principios de los años sesenta— desde un emisor activo a un receptor pasivo que se limita a responder automáticamente. Comunicar significa confrontarse, establecer contratos —en nuestro caso un contrato de interacción— y eventualmente violarlos para poder proponerlos de nuevo bajo nuevas condiciones. (Scolari, 2004, p. 160)

En consecuencia, este tipo de aproximación no se ajusta a los objetivos planteados en este libro, porque es bancaria, enfocada en la información y no en las significaciones derivadas de la negociación simbólica colectiva que subyacen en la interacción.

Por otro lado, la denominada teoría crítica (Adorno, 1947; Horkheimer, 1972; Marcuse, 1964; y desde otro enfoque Foucault, 1975; Schmidt, 1976; Habermas, 1987; Honneth, 1993) estudia la comunicación como instrumento/poder de alienación social. Desde esta arista, se destaca la llamada Escuela de Frankfurt, representada desde Max Horkheimer, cuyo pensamiento se refleja especialmente en su obra *Teoría tradicional y teoría crítica*, hasta Jürgen Habermas (segunda generación de la escuela), cuyo pensamiento crítico y renovado se representó en su obra *Teoría de la acción comunicativa*. Cabe aclarar que, aunque Foucault no pertenece a esta escuela, se destaca su crítica a las instituciones sociales, especialmente desde el "poder". Este enfoque analiza "la producción industrial de los bienes culturales como movimiento

global de producción de la cultura como mercancía [...] La industria cultural fija de manera ejemplar la quiebra de la cultura, su caída en la mercancía" (Mattelart, 1997, p. 54).

Según Aguado (2004), la Escuela de Frankfurt incorpora elementos relevantes de tradición marxista, como la preocupación por la alienación, el recurso a la dialéctica, la intencionalidad abiertamente crítica, la profunda conexión entre filosofía, sociología y acción y un cierto hegelianismo. Pero, además, renueva e incorpora importantes novedades a la filosofía y sociología marxistas:

- Abandona el concepto de clase y se centra en el sujeto individual: es en su conciencia donde se concreta la naturaleza autoritaria de los sistemas de ideas (o ideologías).

- Elabora el concepto de cultura de masas (pseudocultura) y la idea de industria cultural, que fundamenta la importancia de las superestructuras (ideologías y sistemas de ideas) como configuradores del mundo de la vida cotidiana.

- Aborda el autoritarismo como ideología no en el sentido político, sino casi filosófico y gnoseológico, es decir, como una manera de comprender la vida y la naturaleza de las sociedades.

- De sus estudios sobre estética se deriva un interés por la naturaleza de la obra de arte como forma de conocimiento. (p. 181)

La perspectiva de la teoría crítica no es pertinente en este libro en la medida en que no se busca analizar la tecnología como instrumento de alienación social, sino como escenario social de construcción de imaginarios colectivos.

Por lo que se refiere a la corriente de los estudios culturales, el reconocimiento de las matrices culturales y la reivindicación de la cultura popular hacen parte de los estudios de la comunicación desde la perspectiva sociocultural.

> La comunicación desde la perspectiva cultural, como campo de reflexión y de investigación, se nutre de los estudios culturales ingleses, los estudios culturales norteamericanos y por supuesto la tradición investigativa en

> comunicación de América Latina. De autores de la sociología de la cultura como: Williams, Bourdieu, De Certeau, Geertz, Jameson, Lull y de autores latinoamericanos como Martín-Barbero, García Canclini, Ortiz, Ianni, Piscitelli, Brunner, González, Orozco, Fuenzalida, Ford y Reguillo, entre otros. (Afacom, 2004, p. 22)

Esta perspectiva nace y es promovida en la llamada Escuela de Birmingham (Stuart Hall, Richard Hoggart y Raymond Williams), cuya sede fue el Centre for Contemporary Cultural Studies (CCCS).

> El objetivo de los *cultural studies* es definir el estudio de la cultura propia de la sociedad contemporánea como un terreno de análisis conceptualmente importante, pertinente y teóricamente fundado. En el concepto de *cultura* caben tanto los significados y los valores que surgen y se difunden entre las clases y grupos sociales, como las prácticas efectivamente realizadas a través de las que se expresan valores y significados y en las que están contenidos. Respecto a dichas definiciones y formas de vida —entendidas como elaboraciones colectivas— los *mass media* desarrollan una función importante al actuar como elementos activos de estas elaboraciones. (Wolf, 1987, p. 121)

En el contexto latinoamericano, la comunicación para el desarrollo se inscribe dentro de este enfoque. Esta perspectiva presupone que "los procesos de interacción, transmisión, mediación y significación deben estudiarse, desde los problemas y operaciones del intercambio social, esto es, desde las matrices de identidad y los conflictos que articula la cultura" (Afacom, 2004, p. 23).

> Armando Mattelart sugiere una triple polaridad dinámica que puede servir de referente provisional de interpretación en lo que respecta a la versión contemporánea de esta corriente: primero, una sociología de los medios de comunicación, articulando la dimensión económica con la recepción de los medios; segundo, una voluntad de producir una metateoría cultural, y una reorientación de problemáticas antiguas hacia objetos más inéditos: consumo, turismo, video, folclor, entre otros; tercero, lo relativo a un cambio del estatuto del terreno cultural en el capitalismo contemporáneo. (Afacom, 2004, p. 23)

> Fue así como la comunicación se nos tornó cuestión de mediaciones más que de medios, cuestión de cultura y, por tanto, no solo de conocimientos sino de re-conocimiento. (Martín-Barbero, 1991, p. 10)

De los estudios culturales, interesa el concepto de *mediación*, de la cultura como nicho de construcción de imaginarios colectivos, de la realidad, del conocimiento.

Otro ángulo desde el que entender la comunicación en la actualidad sería el marco de la denominada sociedad de la información y el conocimiento, que estudia el fenómeno de la globalización que impacta todos los ámbitos de la vida social. La comunicación está, de este modo, referida a los nuevos modos de habitar el mundo, la democratización de la información y la organización en red. Autores destacados en esta perspectiva son McLuhan (2015), Castells (1996, 1997, 1998), Negroponte (1995), Piscitelli (2002, 2009), Lévy (2004), De Pablos (2001), Jenkins (2008), Manovich (2001, 2013) y Zielinski (2012). En esta arista, la investigación se centra en los "modos como las tecnologías han dejado de ser analizadas solo como instrumentos y herramientas, y han empezado a ser comprendidas como mediación social y cultural en la construcción de imaginarios, identidades colectivas, como escenario de reconocimiento, luchas y resistencias" (Afacom, 2004, p. 27).

> No hay una cultura única, global, impuesta por oligopolios de la información. Hay una producción global de imágenes, sonidos e información, que a la vez recibe *inputs* de todo el mundo, y todas las culturas, y se recombina empresarialmente en el seno de cada cultura, cada sociedad y para cada audiencia específica. No estamos en un sistema de medios de comunicación de masas, tradicionalmente caracterizados por la emisión de unos pocos mensajes para una audiencia masiva e indiferenciada. Sino que evolucionamos hacia una multiplicidad de mensajes y de fuentes emisoras, que se adaptan a la pluralidad de las audiencias/mercados, y a sus cambiantes gustos, a partir de una red empresarial cada vez más concentrada en su capital y cada vez más inter-relacionada en su estructura, compitiendo y aliándose al mismo tiempo y según los casos. (Castells, 1998, p. 5)

El contexto de las distintas teorías y temas abordados en la sociedad de la información y el conocimiento es, sin duda, muy relevante para este libro, ya que define otros modos de ser y estar en el mundo, uno que se construye y transforma rizomática y dinámicamente a partir de la inteligencia colectiva.

Otra corriente importante está asociada con la psicología de la percepción y las ciencias cognitivas, concretamente en la psicología de la Gestalt, que propone la forma visual como estructura (Wertheimer, 1938; Köhler, 1947; Koffka, 1935; Lewin, 1951; Dondis; 1985). Según Zunzunegui (2007):

> Su tesis central se resume en la idea de que la percepción visual no es un proceso de asociación de elementos sueltos sino un proceso integral estructuralmente organizado a través del cual las cosas se organizan como unidades o formas por motivos profundos, en concreto por la existencia de un isomorfismo entre el campo cerebral y la organización de los estímulos. (p. 38)

Precisamente, Gestalt es un término alemán asociado a la forma, el aspecto o la figura, cuyo movimiento nació en Europa (1912) como reacción al atomismo del estructuralismo. "La perspectiva gestaltista [...] puede, en efecto, hacer creer que el sentido se establece únicamente en los enunciados aprehendidos globalmente, mientras que la perspectiva semiótica, al avanzar la noción de *signo*, postula la posibilidad de aislar este último y de articularlo" (Groupe μ, 2010, p. 78).

La psicología de la Gestalt está enfocada en el problema de la organización perceptual desde el principio de que el todo es más que la suma de las partes; en otras palabras, las propiedades de un objeto no resultan de sus componentes, sino de las relaciones espacio-temporales del objeto. "Y esto porque el mundo ya se presenta organizado, de entrada, en virtud de leyes innatas que contribuyen a estructurar el campo visual" (Zunzunegui, 2007, p. 38).

Los principios de la psicología de la Gestalt son la pregnancia, semejanza, proximidad, simetría, continuidad, dirección común, simplicidad, relación figura-fondo, igualdad o equivalencia, cierre y experiencia.

> El hecho de que la idea de *forma* se asocie inmediatamente con la de *contorno* nos sitúa ante el hecho de que la estructuración del campo visual en unidades independientes se basa en una jerarquización básica: *figura versus fondo*, que permite distinguir el objeto que sobresale del que queda detrás y que explica que tendamos a percibir como "figura" las zonas silueteadas o más pequeñas, simétricas y verticales u horizontales. (Zunzunegui, 2007, p. 39)

Una obra contemporánea destacada, de la corriente de la psicología de la Gestalt, en la configuración de una gramática de la imagen, es la de Donis A. Dondis en su libro *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual*. En ella establece que, en la producción de mensajes visuales, el significado no está solo en los objetos presentes, sino en el mecanismo perceptivo que es universal al ser humano. "Creamos un diseño a partir de muchos colores, contornos, texturas, tonos y proporciones relativas. Interrelacionamos activamente esos elementos; y pretendemos un significado" (1985, p. 34).

> En mi opinión, los psicólogos Gestalt han realizado algunos de los trabajos más interesantes en este campo, trabajos cuyo mayor interés reside en los principios de la organización perceptiva, del proceso de constitución de todo a partir de partes. El punto de vista subyacente de la psicología Gestalt, tal como la define Von Ehrehfels, afirma que "si tenemos doce observadores y cada uno de ellos escucha uno de los doce tonos de una melodía, la suma de sus experiencias no correspondería a lo que se percibiría si alguien escuchase la melodía entera". Rudolf Arnheim ha hecho brillantes trabajos aplicando buena parte de la teoría Gestalt, desarrollada por Wertheimer, Köhler y Koffka, a la interpretación de las artes visuales. No se limita a estudiar el funcionamiento de la percepción sino que investiga también la calidad de las unidades visuales individuales y las estrategias de su unión en un todo final y completo. (Dondis, 1985, p. 27)

Bajo estos principios Dondis (1985) configuró los elementos básicos de la comunicación visual, muy aplicados en el contexto de la fotografía y el diseño contemporáneo, como una apuesta en la construcción de una morfología de la imagen: punto, línea, contorno, dirección, tono, color, textura, escala, dimensión y movimiento. "La teoría de la Gestalt posee la enorme virtud —más allá de ciertas formulaciones rígidas— de ofrecer elementos de organización básica del entorno visual" (Zunzunegui, 2007, p. 39).

Los principios básicos de la percepción y la estructuración de un lenguaje visual son relevantes para los objetivos de este libor, ya que configuran fundamentos de organización perceptiva sobre estímulos visuales de naturaleza física y digital que integran las experiencias en RA.

Estructuralismo

Finalmente, si bien de las anteriores perspectivas teóricas se han destacado algunos elementos que influyen en la visión de la comunicación para abordar el estudio de la RA (la postura perceptual-cognitiva, socioculturalista y la sociedad de la información y el conocimiento), este libro se inscribe de un modo preminente en la postura estructuralista. Para el estructuralismo, el mundo y sus habitantes son un gran palimpsesto que puede ser interpretado: "La comunicación se convierte en la acción dadora de sentido, en producción simbólica. Intercambio simbólico, desciframientos y ocultamientos [...] Toda actividad humana está instalada en un trasfondo de orden comunicativo. El hombre es el ser simbólico" (Afacom, 2004, p. 20).

Esta orilla de conocimiento (Saussure, 1916/2005; Levi-Strauss, 1949; Pierce, 1903/2005; Barthes, 1965; Greimas, 1979; Eco, 1968; Baudrillard, 1969; Verón, 1988; Metz, 1982; Prieto, 1978) pone su acento en los lenguajes y sus infinitas posibilidades de realización, gracias a la combinación dinámica de signos. La comunicación se configura como proceso de interacción, de intercambio simbólico y de negociación de significados. "Formas corporales, gestos y silencios, auge de la semiótica. Rescate de los mitos y ritos, de los sentidos negados por la tradición cartesiana" (Afacom, 2004, p. 21).

Las estructuras son edificadas a partir de construcciones sociales de sentido. Surgen en este escenario las preguntas por la significación, los signos, las formas simbólicas, los textos, las enunciaciones. "Investigación de los modelos generales de la organización que existe tanto en los fenómenos naturales como sociales, Teoría de la Gestalt, Antropología Cognitiva, etc." (Martín, García y Piñuel, 1982, p. 157).

> La noción epistemológica de estructura también se ha utilizado en la más reciente investigación semiótica, pero en este caso para poner de manifiesto que, propiamente hablando, no hay estructuras, al menos en el sentido de ser realidades objetivas. Así, para U. Eco, la semiótica tiene su razón de ser en la posibilidad de determinar estructuras (códigos) a nivel de los fenómenos de comunicación. Ahora bien, la estructura del modelo semiótico es la "estructura ausente", la cual solo actúa como hipótesis operativa y en absoluto representa la estructura "objetiva" o real de los procesos culturales. (Uña, 2000, p. 46)

Se puede afirmar que los orígenes del estructuralismo inician con el giro lingüístico, entendido como una transformación de la metodología de la filosofía enfocada en el lenguaje como agente estructurador de la realidad. Esta idea fue inicialmente trabajada por Wittgenstein en su obra *Tractatus logicophilosophicus* (1922), aunque Kant ya había propuesto una inflexión en la filosofía en su *Crítica de la razón pura* (1781/1999). Tal como apunta Martín et al. (1982), Kant señaló que existen categorías universales (entre ellas, las de espacio y tiempo) que el conocimiento aplica a cualquier dato que proceda de la realidad. Estas categorías sirven como "modelos" para elaborar las representaciones del mundo. En esta misma líneas, los psicólogos de la Gestalt identificaron posteriormente la existencia de categorías perceptivas universales ("formas") que se utilizan para organizar los estímulos que llegan a los sentidos (p. 177).

Antes se pensaba que el pensamiento era un reflejo especular de los objetos, es decir, que el pensamiento era la forma de presentación de la realidad, sin embargo, de acuerdo con Aguado (2004), "a partir de Kant [...] son los objetos los que se adecuan al pensamiento. El lenguaje (como articulación de los conceptos) pasa así de ser un mero espejo de la Naturaleza a ser la red que nos permite atrapar las ideas, la malla a través de la cual vemos el mundo" (p. 91).

Para Lotman, el ser humano no solo existe como ente biológico en la biosfera, sino también como ente social de significación en la semiosfera. Es importante aclarar que la semiosfera no se entiende como la sumatoria de significaciones sociales, sino de un sistema de significación que determina las distintas significaciones individuales.

> La semiosfera es el espacio semiótico fuera del cual es imposible la existencia misma de la semiosis. Así como pegando distintos bistecs no obtendremos un ternero, pero cortando un ternero podemos obtener bistecs, sumando los actos semióticos particulares, no obtendremos un universo semiótico. Por el contrario, solo la existencia de tal universo —de la semiosfera— hace realidad el acto sígnico particular. (Lotman, 1996, p. 12)

La semiótica es considerada la ciencia de los signos y de la significación, la cual desempeñó un papel protagónico en el giro lingüístico.

> En el ámbito de lo humano, la acción (la transformación y manipulación de objetos), la cognición (la selección e integración operativa de información) y la comunicación (la coordinación de conductas) confluyen en el significado. En otros términos: hacemos, pensamos y decimos desde el significado. (Aguado, 2004, p. 89; figura 26).

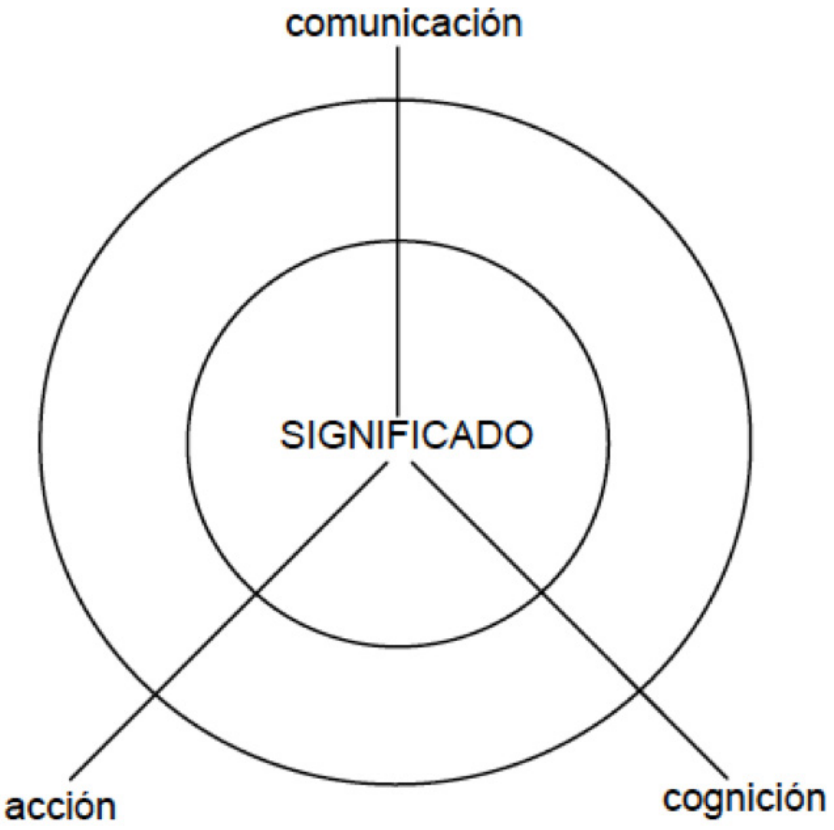


Figura 26. Centralidad del significado en la constitución social, cognitiva e individual.

Extraído de *Introducción a las teorías de la comunicación y la información*, de J. M. Aguado, 2004, p. 89, Murcia, España: Universidad de Murcia.

Se pueden caracterizar dos orillas o tradiciones de conocimiento en los orígenes de la semiótica o ciencia general del sentido: la lingüística estructural de Ferdinand de Saussure y de la Escuela de Praga en la que un marco de

referencia es su obra póstuma *Curso de lingüística general* (1916) y la Escuela de Charles Sanders Peirce, fundador del pragmatismo, cuyos escritos (1931-1958) están integrados en ocho volúmenes con el nombre *Collected papers of Charles Sanders Peirce*.

Para De Saussure (1916, p. 22), el lenguaje es un sistema de signos (significante-significado) que expresa ideas y, en consecuencia, comparable con la escritura, el alfabeto de los sordomudos, los ritos simbólicos, las formas de cortesía, las señales militares, pero más complejo. Una ciencia que estudia los signos en la dinámica social, lo que llamaría semiología.

> La langue est un système de signes exprimant des idées, et par là, comparable à l'écriture, à l'alphabet des sourds-muets, aux rites symboliques, aux formes de politesse, aux signaux militaires, etc., etc. Elle est seulement le plus important de ces systèmes. On peut donc concevoir une science qui étudie la vie des signes au sein de la vie sociale ; elle formerait une partie de la psychologie sociale, et par conséquent de la psychologie générale ; nous la nommerons sémiologie -du grec sëmeîon, signe. (p. 22)

De Saussure (1916) considera que la lengua es el origen estructural del significado. "El sentido así, según el enfoque saussureano, no dependería del uso del lenguaje, ni de su papel en los contextos sociales o culturales, sino de las relaciones entre los elementos que componen la lengua" (Aguado, 2004, p. 95). En consecuencia, esta perspectiva logicista concibe la existencia de un lenguaje universal (lingüística estructural) constituido por una serie de fórmulas y reglas que derivan en significados. El lenguaje formal con sus reglas (morfología, sintaxis, fonología) es el que posibilita el proceso de significación y construcción de sentido social. Este enfoque estructural influenció a autores posteriores importantes en el campo como Claude Lévi-Strauss (antropología) y Jacques Lacan (psicoanálisis).

Por otro lado, Peirce, en su pragmatismo, se distancia de la idea de un lenguaje formal y propone que es en los usos cotidianos del lenguaje en contextos sociales específicos en los que se produce la significación. Los signos, de una manera simple, están constituidos por tres partes interrelacionadas: signo, objeto e interpretante, en las que signo es todo aquello que está en lugar de otra cosa para alguien en ciertos aspectos o capacidades. Es decir, que un signo siempre significa algo para alguien. El objeto es aquello en cuyo lugar

está el signo. "Un signo puede representar una cosa en opinión de alguien solo porque esa relación (representar) se da gracias a la mediación de un interpretante" (Eco, 1997, p. 32). El interpretante funciona como el concepto o el sentido general del signo, que permite relacionar el objeto y el signo. El interpretante, que es la innovación de Peirce, es la comprensión entre la relación signo-objeto, mientras que el significado de un signo se manifiesta en la interpretación que genera en los usuarios de los signos. La fecundidad de la propuesta de Peirce "es que el interpretante es siempre otro signo (o en otras palabras, que el sentido puede constituir el signo de otra relación significante, que apunte a otro sentido, y así sucesivamente), de modo que la relación entre los tres aspectos (semiosis) puede repetirse hasta el infinito (semiosis ilimitada)" (Aguado, 2004, p. 97) (figura 27).

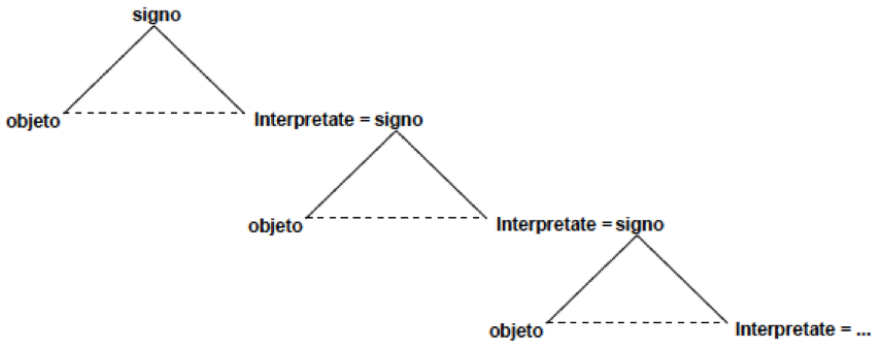


Figura 27. La semiosis ilimitada de Peirce.

Extraído de *Introducción a las teorías de la comunicación y la información*, de J. M. Aguado, 2004, p. 97, Murcia, España: Universidad de Murcia.

> Un signo o representamen es un Primero que está en una relación triádica genuina tal con un Segundo, llamado su Objeto, que es capaz de hacer que un Tercero, llamado su Interpretante, asuma la misma relación triádica con su Objeto que aquella en la que está él mismo respecto al mismo Objeto. La relación triádica es genuina, esto es, sus tres miembros están vinculados por ella de una forma que no consiste en ningún complejo de relaciones diádicas. Esa es la razón por la que el Interpretante, o Tercero, no puede estar en una mera relación diádica con el Objeto, sino que debe estar con él en la misma relación que aquella en la que está el Representamen mismo. La relación triádica en la que está el Tercero tampoco puede ser meramente similar a aquella en la que está el Primero, pues esto convertiría la relación del Tercero con el Primero en una mera Segundidad degenerada. El Tercero debe en efecto estar en una relación tal, y de este modo debe ser capaz de determinar un Tercero propio;

> pero, además de eso, debe tener una segunda relación triádica en la que el Representamen, o más bien la relación de este con su Objeto, será su propio Objeto (del Tercero), y debe ser capaz de determinar a un Tercero respecto a esa relación. Todo esto debe ser igualmente verdadero respecto a los Terceros de los Terceros, y así indefinidamente; y esto, y más, está implicado en la idea común de Signo; y tal y como se usa aquí el término Representamen, no está implicado nada más. Un Signo es un Representamen con un Interpretante mental. (Peirce, 1903, p. 2274)

La clasificación tripartita de signo hecha por Peirce (1903) son el ícono que es un signo que remite al objeto que significa por su semejanza, el índice por su conexión física o causal y símbolo que remite al objeto que significa por un acuerdo social o norma que determina su interpretación.

La distinción entre semiótica (Peirce) y semiología (De Saussure) es superada en el *Tratado de semiótica general* de Eco (1977). Este pensador considera que el signo es algo que está en lugar de algo y este algo tiene una significación construida socialmente.

> Proponemos que se defina como signo todo lo que, a partir de una convención aceptada previamente, pueda entenderse como alguna cosa que está en lugar de otra. En otros términos, aceptamos la definición de Morris (1938), por lo que "algo es un signo solo porque un intérprete lo interpreta como signo de algo [...] por tanto, la semiótica no tiene nada que ver con el estudio de un tipo de objeto particular, sino con los objetos comunes en la medida en que (y solo en la medida en que) participan en la semiosis" [...] La única modificación que hay que introducir en la definición de Morris es la de que la interpretación por parte de un intérprete, que parece caracterizar al signo en cuanto tal, debe entenderse como una interpretación posible por parte de un intérprete posible. (Eco, 1977, p. 34)

El sistema de significación social de algo lo entiende Eco como código, definido como "el conjunto convencional de reglas que permite generar signos como realizaciones concretas" (Eco, 1977, p. 101).

> Un código es un sistema de significación que reúne entidades presentes y entidades ausentes. Siempre que una cosa materialmente presente a la percepción del destinatario representa otra cosa a partir de reglas subyacentes, hay significación. Ahora bien, debe quedar claro que el acto perceptivo del destinatario y su comportamiento interpretativo no son condiciones necesarias

> para la relación de significación: basta con que el código establezca una correspondencia entre lo que representa y lo representado, correspondencia válida para cualquier destinatario posible, aun cuando de hecho no exista ni pueda existir destinatario alguno. (Eco, 1977, p. 25)

Eco (1977, p. 12) hace una crítica a la clasificación tricotómica de signo planteada por Peirce, la cual considera reduccionista y afirma que el signo es un asunto más complejo, pero que el uso del término es conveniente para su entendimiento.

> En cualquier caso, aun cuando la teoría de los códigos y la de la producción de signos consiga eliminar el concepto ingenuo de signo, este resulta tan cómodo dentro de los límites del lenguaje ordinario en las discusiones coloquiales, que sería una lástima no usarlo, cuando lo sea. Un científico atómico sabe que lo que nosotros llamamos las cosas es el resultado de interrelaciones microfísicas mucho más complejas, pero sigue hablando de cosas, cuando sería incómodo no hacerlo. (Eco, 1977, p. 19)

No obstante, Eco (1977) también destacaría aportes de Peirce y De Saussure al entendimiento de la semiótica contemporánea. "La definición de Peirce ofrece algo más. No requiere, como condición necesaria para la definición del signo, que este se emita intencionalmente ni que se produzca artificialmente" (p. 33). Por su parte, considera que la definición de signo de De Saussure como entidad de dos caras (significante y significado) "ha anticipado y determinado todas las definiciones posteriores de la función semiótica. Y, en la medida en que la relación entre significante y significado se establece sobre la base de un sistema de reglas (*la langue*), la semiología saussureana puede parecer una semiología rigurosa de la significación (p. 32).

Un aporte muy importante de Eco (1977) a este libro es el planteamiento de la existencia de dos dominios de la semiótica: a) una teoría de los códigos que está más centrada en la significación (contenido) y b) una teoría de la producción de signos asociada a la expresión (estímulos). "Digamos ya que,

en principio, una semiótica de la significación es la desarrollada por la teoría de los códigos, mientras que una semiótica de la comunicación incumbe a la teoría de la producción de los signos" (p. 18).

> Una teoría de los códigos propone un número limitado de categorías que pueden aplicarse a cualquier función de signo, tanto si se refiere esta al universo verbal como si se refiere al universo de los artificios no verbales; tanto si la función semiótica se predica de una unidad mínima llamada convencionalmente signo, como si se predica de unidades más macroscópicas como los textos o las nebulosas textuales. Un proyecto de semiótica general comprende una teoría de los códigos y una teoría de la producción de signos; la segunda teoría considera un grupo muy amplio de fenómenos, como el uso natural de los diferentes lenguajes, la evolución y la transformación de los códigos, la comunicación estética, los diversos tipos de interacción comunicativa, el uso de los signos para mencionar cosas y estados del mundo, etc. (Eco, 1977, p. 17)

Esta perspectiva ha sido adoptada en el estudio de la semiótica visual. El Groupe *μ* (quienes realizan desde 1967 estudios interdisciplinarios en retórica, poética, semiótica y comunicación lingüística y visual) considera que, en efecto, en la semiótica hay dos planos: el de la expresión y el de contenido, "segmentados siguiendo reglas que varían con cada semiótica particular, y que estos planos se correspondan. En una semiótica visual, la expresión será un conjunto de estímulos visuales, y el contenido será, simplemente, el universo semántico" (Groupe *μ*, 2010, p. 41). Dicho grupo plantea un distanciamiento de la concepción clásica del signo, formulada de manera sencilla como *aliquid stat pro aliquo* (algo que representa algo). Afirman que esta definición está superada en una teoría más elaborada, expuesta por Louis Hjelmslev, uno de los fundadores del Círculo Lingüístico de Copenhague (inspirado en la Escuela de Praga), quien planteó que la relación semiótica "es simplemente una función entre dos funtivos, el uno relacionado con el plano de la expresión, y el otro con el del contenido. El código no es otra cosa que el conjunto de esas funciones" (Groupe *μ*, 2010, p. 40).

Para Zunzunegui (2007), pensar la imagen contemporáneamente implica reconocer y aceptar una serie de postulados derivados del estado actual de la comunicación visual, aportados en especial por la semiótica. Primero, que no existe una distinción entre la percepción y la significación, en la medida en que toda percepción ya tiene una carga (códigos) incorporada;

la segunda es que la figurativización "está regulada por convenciones, por articulaciones esquemáticas de lo que ya conocemos" (p. 16); tercero, concebir el sentido como un recorrido generativo (Greimas, 1990) e incorporar la concepción del proceso de la enunciación visual que establece que "el sujeto de la enunciación no existe —en términos discursivos— sino en el interior del discurso enunciado. Lo que permite establecer una distinción operativa entre enunciadores y sujetos empíricos, rica en consecuencias semióticas" (p. 17).

Desde este enfoque todo lo que comunica tiene sentido, el sentido es un proceso semiótico, por tanto, toda comunicación es un proceso semiótico. De este modo, la concepción contemporánea de la comunicación, desde una perspectiva semiótica, se puede entender como procesos rizomáticos de interacción y significación social de sujetos, cada uno de los cuales es tanto destinador como destinatario (las dos caras de una sola moneda), dotados de una competencia modal (querer, deber, poder, saber, hacer) y semántica (polisémica) para su hacer persuasivo performacional (hacer-creer/hacer-hacer) a través de formas simbólicas percibidas/significadas en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados. Dicho de otro modo,

> la comunicación es un enfrentamiento polémico-contractual entre un hacer manipulatorio y un hacer interpretativo. Manipulador y manipulado llevan adelante un duelo a puro golpe de imágenes y simulacros, lo que termina por transformar la comunicación en un juego de sustituciones de roles donde el enunciador asume un instante más tarde el rol de enunciatario, al tiempo que la instancia de la enunciación sincretiza las dos competencias. (Greimas, 1990, p. 9)

Igualmente desde una perspectiva semiótica, Casetti (1994) y Verón (1985), citados por Scolari (2004), definen la comunicación como

> una acción que un sujeto ejercita sobre otro, un intercambio simbólico que remite a las ideas de conflicto, estipulación y conquista. Todo texto —escrito o audiovisual, impreso o en soporte digital— construye un simulacro del destinatario y lo instala en su interior. El éxito del discurso depende de la exactitud de esta construcción imaginaria o, en otras palabras, de la correspondencia entre esa imagen del destinatario y el destinatario empírico de la comunicación. A través de esta figura o señuelo virtual, el destinatario real es invitado a participar en un intercambio; la propuesta podrá ser aceptada o rechazada. La comunicación se establece solo después de la institución de un contrato que regulará el intercambio. (p. 156)

Esta aproximación conceptual se puede caracterizar en dos dimensiones: a) procesos interconectados de percepción y significación social de la "realidad" (plano del contenido) y b) la construcción-negociación de formas simbólicas expresadas en estímulos (plano de la expresión). Hay que precisar que el contenido y la expresión no son dos dimensiones separadas, sino que se establecen sus particularidades aceptando que coexisten mutuamente, que son parte de un solo sistema (figura 28).

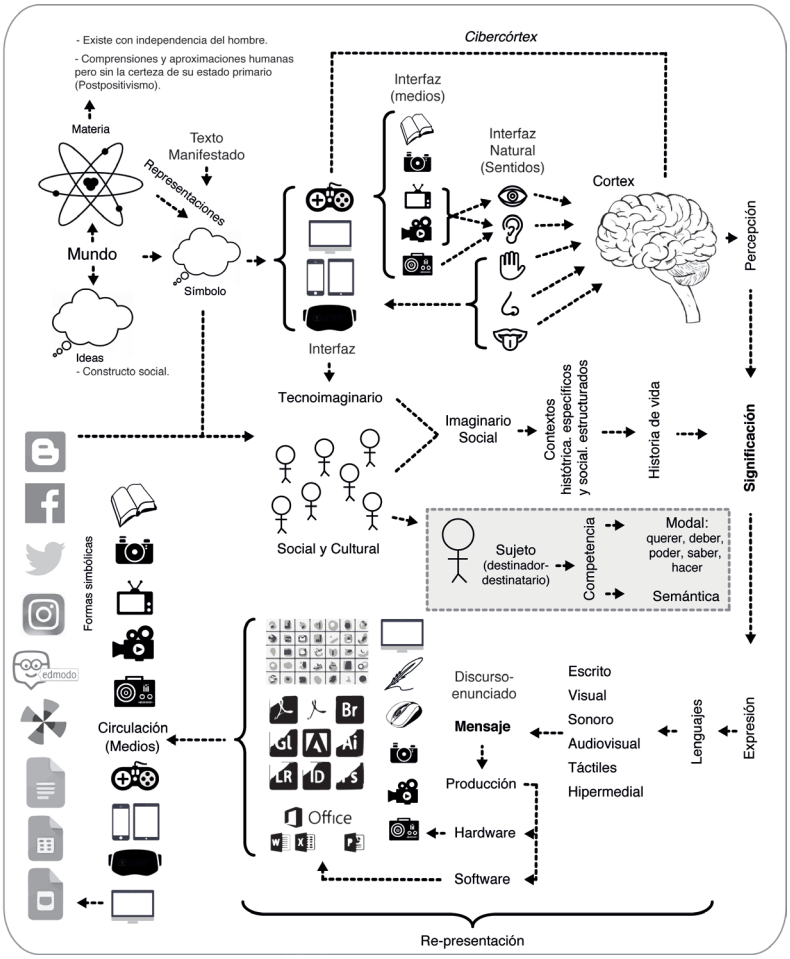


Figura 28. Representación gráfica comunicación digital.

Plano del contenido: percepción y significación

En este apartado, se desarrollarán los elementos que participan en los procesos de percepción y significación como parte del esquema comunicativo. El concepto de realidad es entendido desde las ciencias básicas como aquello connatural de naturaleza física que existe independiente del ser humano y que conocemos filtrada y limitadamente a través de la percepción. En este ámbito, los objetos físicos tienen formas de energía-manifestación (estímulos) químicas, mecánicas o electromagnéticas que llegan a los sentidos (gusto, vista, olfato, oído y tacto) como mecanismos fisiológicos de la percepción, que son transformadas en impulsos nerviosos y enviadas al córtex cerebral (lugar de la percepción, la imaginación y el pensamiento) donde son procesadas.

En la percepción visual, por ejemplo, el ojo como órgano tiene la capacidad fisiológica de detectar la luz o parte de la radiación electromagnética formada por partículas elementales denominadas fotones (realidad física) y convertirlas en impulsos electroquímicos que viajan a través de neuronas al cerebro. Esta radiación, con diferentes comportamientos, características y manifestaciones, penetra en el ojo a través de la pupila (diafragma) cuya apertura está regulada por el iris, atraviesa el cristalino donde se enfoca el objeto observado que se proyecta en la retina (tejido sensible a la luz) y desencadena una serie de fenómenos químicos y eléctricos que finalmente se traducen en impulsos nerviosos enviados hacia el cerebro por el nervio óptico para formar la imagen. Esos fenómenos son gestados por células llamadas conos y bastones. Los conos son los encargados de la visión cromática (colores) y hay de tres tipos: a) los que son sensibles a las ondas electromagnéticas amplias de 610 a 700 nanómetros (rojos), b) los cortos (azul) y los medios (verde) —a partir de

estos tres colores (rojo, verde y azul) configuramos todos los demás colores[43] (arcoíris) del espectro visual— y los bastones responsables de la visión con baja presencia de iluminación.

> La interacción entre la agrupación de las superficies físicas y su comportamiento en la absorción o reemisión de la energía luminosa y la captación, por parte del ojo humano, de la luz que proviene de los objetos que se encuentran en el campo visual. A esa interacción la denominamos proceso de la visión. (Zunzunegui, 2007, p. 27)

Igualmente, en el caso del oído, un ser humano puede percibir sonido (la perturbación que una vibración de un objeto hace sobre un medio/aire), a partir de la amplitud de onda producida (volumen), que se mide en decibeles.

Sin embargo, hay "estímulos" de esta realidad física que no son percibidos por el ser humano, como las ondas electromagnéticas cortas: rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X, ultravioleta; y de ondas amplias, como infrarrojo, microondas y ondas magnéticas. Por otra parte, esos estímulos son traducidos y transformados y, en consecuencia, no es posible "conocerlos" en su estado aséptico y natural. Además, a través de tecnologías y metodologías, se ha llegado a un entendimiento cada día más riguroso de esta naturaleza sin pretender afirmar que ya se conoce en su estado primario. Por ejemplo, en un momento histórico (Demócrito), se pensó que el átomo (indivisible) era la mínima unidad de la materia, posteriormente los protones y neutrones (James Chadwick) hasta los cuarks (Murray Gell-Mann).

En síntesis, la realidad física no puede ser percibida de manera primaria. Estamos ante acercamientos y comprensiones cada vez más rigurosas de la realidad física pero igualmente humanas. Además, las operaciones mentales

---

43 Al ver un arcoíris, se pueden diferenciar los colores magenta, azul, cian, verde, amarillo, naranja y rojo, pero, en realidad, se trata de la combinación de los tres colores primarios y sus secundarios: azul y verde: cian; azul y rojo: magenta; verde y rojo: amarillo, y amarillo y rojo: naranja.

derivadas de los estímulos no son neutras, sino que están dotadas de significaciones, es decir, que no existe una separación procedimental entre la percepción y la significación.

> Por tanto, tras señalar que la imagen retínica es el punto de partida para complejas operaciones neurofisiológicas que tienen lugar en los glóbulos occipitales del cerebro y más en concreto en su córtex estriado, estaremos en condiciones de señalar que la percepción se produce cuando procesos estrictamente fisiológicos se convierten en construcciones mentales —que no pueden confundirse con meros registros directos de la realidad— originadas a través de un proceso de recogida de sensaciones exteroceptivas. (Zunzunegui, 2007, p. 29)

Quiere decir que los estímulos (energía) no solo son transformados en impulsos electroquímicos, sino que tienen una carga simbólica embebida en el procesamiento mental (neocórtex): "La percepción [...] es el *output* final de un procesamiento de información, en el que se transforman una serie de impresiones recogidas por los sentidos, a través de un conjunto de operaciones de carácter formal que tienen que ver con las representaciones simbólicas" (Zunzunegui, 2007, p. 37). Como afirma Eco (1997):

> En la percepción se dan procesos semióticos de base. Se percibe porque construimos tipos cognitivos, ciertamente entretejidos de cultura y convención, pero que, sin embargo, dependen en gran parte de determinaciones del campo estimulante. Para comprender un signo en tanto tal debemos, ante todo, activar procesos perceptivos, o sea, debemos percibir las sustancias como formas de la expresión. (p. 336)

Así pues, se puede afirmar que no existe una realidad percibida como tal exterior al sujeto que la experimenta significativamente, tal y como nos recuerda Zunzunegui (2007): "Si las cosas parecen lo que parecen no es sino a causa de las operaciones cognitivas que se efectúan sobre la información contenida en el estímulo" (p. 41).

> Desde el momento en que la percepción se concibe como un proceso activo en el que se implica la globalidad de la persona, no puede dejarse de lado la relación existente entre las estructuras cognoscitivas planteadas por el sujeto y el marco en que estas se ejercen. Porque en todo acto perceptivo se involucra el sujeto perceptor en tanto animal histórico y cultural. Presente y pasado, futuro como proyecto, deseos e intenciones inconscientes, todo viene a configurar el plan perceptivo. (Zunzunegui, 2007, p. 41)

Las formas simbólicas "son acciones, objetos y expresiones significativas de varios tipos en relación a contextos y procesos históricamente específicos y socialmente estructurados dentro de los cuales, y por medio de los cuales, esas formas simbólicas son producidas, transmitidas y recibidas" (Thompson, 1995, p. 181).

Para Kant (1787), "el símbolo no es una expresión directa de algo sino más bien una relación de segundo grado que expresa siempre una realidad más allá de sí mismo" (Carretero, 2001, p. 131). El símbolo puede representar aquellos objetos de naturaleza ideológica que se resisten a la representación, como el amor.

Para Durand (1964), el símbolo tiene el poder de evocar lo irrepresentable, de remitir siempre a un ámbito de invisibilidad que trasciende la realidad sensible. Para Ledrut (1984), es el instrumento que abre al mito, el cual recupera su verdadera importancia social en su localización en el ámbito del sentido.

> Los sistemas simbólicos son lenguajes en los que los dos planos —el plano de la expresión y el plano del contenido— están en conformidad total; a cada elemento de la expresión corresponde uno y solo uno de los elementos del contenido, hasta el punto de que ni siquiera es rentable distinguir los dos planos, dado que tienen la misma forma. (Scolari, 2004, p. 208)

En síntesis, la realidad del hombre es un constructo social-cultural que define nuestra percepción y las formas de interacción en el mundo. Dicho constructo es edificado a partir del símbolo, no solo entendido como representación de la "realidad", sino también como las significaciones derivadas de los estímulos de una realidad física. En consecuencia, lo que se perciba como real es, en definitiva, un conjunto de particulares significaciones construidas culturalmente. Asimismo, el símbolo evoca una realidad que trasciende la realidad sensible.

> Umberto Eco (1975) ha indicado dos umbrales o fronteras dentro de las cuales se extiende el territorio de pertinencia semiótica. Si hasta ahora hemos analizado los procesos de interacción y las interfaces moviéndonos en los umbrales inferiores de la semiótica (donde la percepción comienza a deslizarse hacia las complejidades de la interpretación), ha llegado el momento de desplazarnos hacia la otra frontera, hacia el confín superior, en la cual la semiótica se amplía hasta diluirse en una teoría de la cultura. (Scolari, 2004, p. 225)

De acuerdo con Geertz (2003), el ser humano es cultural,

> no existe una naturaleza humana independiente de la cultura. Los hombres sin cultura no serían los hábiles salvajes de *Lord of the Flies* de Golding, entregados a la cruel sabiduría de sus instintos animales, ni serían aquellos nobles salvajes de la naturaleza imaginados por la Ilustración y ni siquiera, como lo implica la teoría antropológica clásica, monos intrínsecamente talentosos que de alguna manera no lograron encontrarse a sí mismos. Serían monstruosidades poco operantes con muy pocos instintos útiles, menos sentimientos reconocibles y ningún intelecto. Como nuestro sistema nervioso central —y muy especialmente la corteza cerebral, su coronamiento de calamidad y gloria— se desarrolló en gran parte en interacción con la cultura, es incapaz de dirigir nuestra conducta u organizar nuestra experiencia sin la guía suministrada por sistemas de símbolos significativos. (p. 55)

Hay que tener presente que la realidad es entonces un constructo social y no individual:

> Los seres humanos no terminan en su propia piel; son expresión de la cultura. Considerar el mundo como un flujo indiferente de información que es procesada por individuos, cada uno actuando a su manera, supone perder de vista cómo se forman los individuos y cómo funcionan. (Bruner, 1991, p. 28)

> Lo que se considere como real, y que como tal aparezca como algo evidente y connatural para una determinada sociedad, depende de un imaginario social que a través de la institucionalización de un magma de particulares significaciones dota de un sentido a las cosas. (Carretero, 2001, p. 176)

> Toda sociedad es una construcción, una constitución, creación de un mundo, de su propio mundo. Su propia identidad no es otra cosa que ese "sistema de interpretación", ese mundo que ella crea. (Castoriadis, 1986, p. 69)

Al ser el mundo, de los estímulos y las ideas, un conjunto de formas simbólicas, es susceptible a ser leído e interpretado como texto o enunciado:

> La única realidad que debe ser tomada en cuenta por el lingüista es el texto manifestado. El relato, el discurso, es el simulacro de situaciones sociales y es, por tanto, el lugar privilegiado en donde el lingüista puede estudiarlas. Naturalmente, los modelos de la teoría semiótica que resultan del análisis del

> discurso son susceptibles de ser extrapolados y aplicados a la vida social misma; pueden contribuir así a la elaboración de una semiótica de la comunicación real. (Latella, 1981, p. 462)

Desde esta perspectiva, la vida es un texto susceptible de ser construido e interpretado semióticamente:

> Y si ese reconocimiento se efectúa, recordará Greimas, se debe al hecho de que la significación que hace posible pertenece a una lectura humana del mundo y no al mundo mismo. Precisamente es esa reja de lectura la que convierte al mundo en significante permitiendo identificar las "figuras" con los "objetos", funcionando como código de reconocimiento capaz de hacer el mundo inteligible y, por tanto, manipulable. (Zunzunegui, 2007, p. 75)

Los medios de comunicación han sido máquinas del tiempo y del espacio que remiten sincrónica y asincrónicamente a realidades situadas en contextos sociales e históricos diversos a la experiencia sensorial directa sobre los estímulos físicos. Los medios son vehículos de carga simbólica portadora de significación. La fotografía y el audiovisual, por ejemplo, posibilitan la ubicuidad de estímulos físicos al propagarlos a través de diferentes entornos mediáticos, como la prensa, el cine, la televisión, la Internet. Son los medios interfaces "no naturales" que nos ponen en contacto con el mundo. Los estímulos no llegan a través de la experiencia física directa sobre un fenómeno, sino que el fenómeno es capturado o representado (en el caso de la escritura y la imagen vectorial) para ser socializado y puesto en contacto con los sentidos.

Es en este último rasgo, el de la representación, en el que reside la discusión sobre la dicotomía entre la imagen como reflejo especular de la realidad sensorial y la imagen como representación simbólica de dicha realidad (el lugar del signo) y, en consecuencia, irreal e inexistente en la experiencia sensorial física. Se trataría de semejanzas. La fotografía, considerada como el notario de la historia, permitió capturar visualmente acontecimientos de una manera especular, es decir, capturando a través de luz el instante percibido sensorialmente.

Sin embargo, desde la perspectiva que se está trabajando, en la medida en que esta representación tiene un sentido o una significación para la persona que lo experimenta, es tan real como la realidad de los estímulos físicos. Además, la fotografía química podía manipularse desde el laboratorio en

respuesta más a la significación del autor que realmente al acontecimiento. La diferencia, en consecuencia, radicaría en la naturaleza del objeto percibido: cuarks o bits. O como se verá más adelante, una percepción basada en objetos de naturaleza híbrida (RA).

La RV, por ejemplo, se trata de la construcción de escenarios electrónicos que son experimentados sensorialmente, no solo visual y auditivamente, sino también táctilmente a través de interfaces tecnológicas como el *oculus* y *wearables* especiales de generación de estímulos táctiles. Además, emergen innovaciones como la nanotecnología y los chips que posibilitan que los estímulos sean generados y enviados directamente al cerebro a través de interfaces tecnológicas "embebidas" en el ser humano (cibercórtex).

En síntesis, la realidad es un constructo social constituido de formas simbólicas que se expresan, actualmente, en estímulos de naturaleza física y digital. Cuarks y bits embebidos en la percepción-significación humana. La RA es desde este enfoque una apuesta por la construcción de experiencias que integran lo físico con lo digital.

Plano de la expresión

Desde la semiótica, el plano de la expresión integra todo el proceso de creación de mensajes o formas simbólicas, desde un sujeto empírico y virtual (destinador-destinatario) cognoscente, que, a través de un número finito de códigos (lenguaje), tiene el potencial (competencias) para realizar (*performance*) infinitas realizaciones simbólicas sonoras, escritas, visuales, audiovisuales y táctiles que materializa y transforma mediante dispositivos "fisiológicos" y tecnológicos, como el papel, la tinta, las ondas (cuerdas vocales), la cámara fotográfica y de video, y los programas de edición digital, que, a su vez, son circulados, socializados y manifestados en entornos sociales situados o mediados.

La enunciación es el acto comunicativo que se expresa en el paso de la potencialidad de los procesamientos mentales (ideas) del córtex a la existencia empírica. "El actuar corresponde [...] a la performancia y presupone una competencia modal, considerada como la potencialidad del hacer. Por

esto definiremos el acto como el paso de la competencia a la performancia, interpretando sintácticamente dicho 'paso' como la modalidad del hacer" (Greimas y Courté, 1979, p. 5).

La competencia modal, conforme a Latella (1981), puede definirse como

> la condición necesaria para la realización del acto (*performance*), como "lo que hace ser"; es, pues, susceptible de ser descrita como una organización jerárquica de modalidades: querer, poder, saber-hacer. Dichas modalidades permiten definir lo que se entiende por existencia modal del sujeto y su relación con el objeto: en un primer momento, el sujeto se encuentra en una existencia virtual (relación de conjunción con el objeto de deseo, caracterizada por la modalidad del querer); luego, pasa a una relación actual (estado de disjunción con el objeto, actualizado por las modalidades del saber y del poder); finalmente, llega a una existencia realizada cuando ejerce la *performance* (modalidad realizante del hacer, que le permite entrar en conjunción con el objeto del deseo). (p. 456)

En consecuencia, en todo acto comunicativo, los sujetos comunicantes están dotados de dos competencias: modal (querer, deber, poder, saber, hacer) y semántica, esta última referida a la significación y el sentido de los mensajes a partir del contexto y el contexto. "El esquema de la comunicación es reemplazado por una apuesta 'cara a cara' de sujetos modalizados y competentes, preocupados en persuadir e interpretar al interlocutor; es decir, en manipularse los unos a los otros" (Latella, 1981, p. 457).

Los sujetos, desde el punto de vista semiótico (no empírico), tienen una doble función en el acto comunicativo: ser el que enuncia (enunciador-destinador) y al que se le da el enunciado (enunciatario-destinatario), porque son sujetos del lenguaje. Es decir, que un sujeto empírico, al estar en contacto con una forma simbólica, realiza un acto de producción de sentido al procesar en su córtex el acto de enunciación reconstruyendo en el enunciado-discurso a ese alguien "que le hace ver, escuchar y sentir" enunciador, y al "que ve, escucha y siente" enunciatario.

> Se llamará enunciador al destinador implícito de la enunciación (o de la comunicación), distinguiéndose así de narrador —equiparable al yo, por ejemplo— que es un actante [...] instalado explícitamente en el discurso. Paralelamente, el enunciatario corresponderá al destinatario implícito de la enunciación, a diferencia del narratario [...]. Así entendido, el enunciatario

> no es solamente el destinatario de la comunicación, sino también el sujeto productor del discurso, al ser la "lectura" un acto de lenguaje (un acto de significar) muy similar al de la producción, propiamente dicha, del discurso. (Greimas y Courtés, 1979, p. 148)

Para Bettetini (1984), citado por Scolari (2004), los mensajes son proyectos de relación comunicativa en los que un sujeto empírico no solo entra en contacto con el estímulo texto, sino que se prepara con un "proyecto de interacción con las articulaciones semióticas que el discurso textual le propone" (p. 98). "Para realizar este intercambio simbólico el texto produce dos instancias virtuales: un sujeto enunciador 'productor y producto del texto' y un sujeto enunciatario 'producido por el enunciador y el texto'" (p. 110) (figura 29).

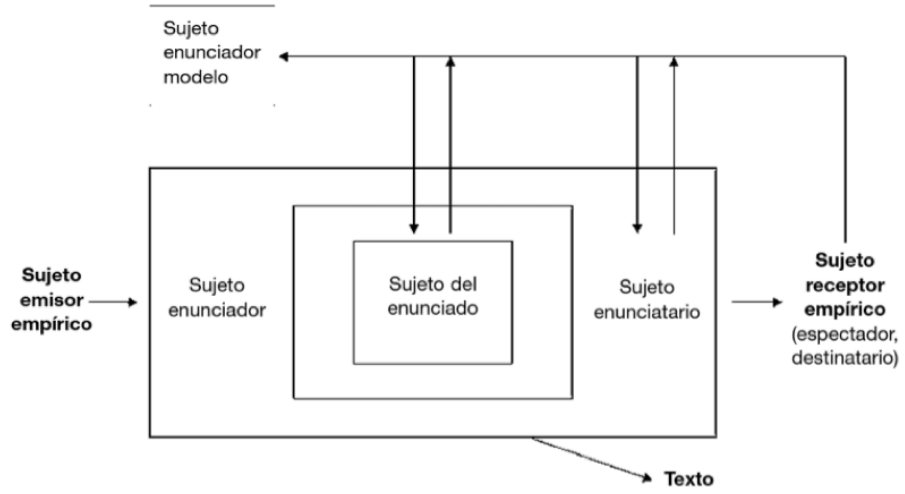


Figura 29. El modelo de la conversación textual.
(Bettetini, 1984) Extraído de *Hacer clic: hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*, de C. Scolari, 2004, p. 55, Barcelona, España: Gedisa.

La comunicación desde esta perspectiva implica, en términos funcionales, hablar de múltiples comunicaciones que se configuran a partir de las formas discursivas de múltiples matrices culturales, las cuales determinan el sentido y la significación de estas. Se está, entonces, ante un escenario, ya no de construcción de información, sino de diseño de experiencias construidas y dotadas de sentido por las mismas comunidades que las vivencian, lo cual transforma los enfoques comunicativos contemporáneos desde el plano profesional, porque

los indicadores de "gestión" serían establecidos ya no en función del índice de audiencia (*rating*), sino por los impactos derivados del "mensaje" que se expresan en transformación de prácticas (*performance*) sociales.

En el contexto de este libro, implica que la RA como tecnología debe ser construida y dotada de sentido por enunciadores-enunciatarios competentes modal y semánticamente que interactúan con ella, y no limitarse, como es su estado contemporáneo, a la generación y difusión de información electrónica que debe ser recepcionada por sujetos-espectadores. Los productos en RA están hechos, en la mayoría de los casos, para ser experimentados individualmente, de una manera pasiva, sin posibilidades de transformación de los objetos digitales. El reto desde el punto de vista de la producción es posibilitar interacciones sincrónicas/asincrónicas y la transformación, creación y *co*creación de los objetos digitales (formas simbólicas) que constituyen el ambiente bajo unos códigos construidos y acordados socialmente.

En los procesos de negociación de significados, la RA es la expresión o puesta en escena de textos (escritos, gráficos, sonoros, audiovisuales) de naturaleza digital que circulan en un ambiente social para ser intercambiados, confrontados, transformados y enriquecidos colaborativamente. Posteriormente, se explicará la materialización y transformación (edición) de formas simbólicas y sus espacios de circulación.

Hacia una resemantización de las TIC en el contexto educativo

Las prácticas educativas han contado históricamente con herramientas o tecnologías que las han facilitado y potenciado. El papel y la tinta, por ejemplo, como tecnologías de información, han posibilitado que los conocimientos sean almacenados y socializados (libros), y así conserven el acervo cultural de la humanidad.

Hoy día, gracias a la computación y las redes, la educación ha superado las limitaciones de tiempo y espacio del aula física tradicional, y ha ampliado las posibilidades de distribución, aplicación, apropiación y producción de

conocimiento. Tecnologías digitales como la Internet, los dispositivos móviles, los videojuegos, la RV y la RA, la teleinmersión y la Internet de las cosas permiten ampliar entornos de aprendizaje.

Dentro de este ámbito, las TIC con propósitos educativos se pueden comprender desde dos aristas: a) como dispositivos para la gestión/creación simbólica y b) como espacios/medios de interacción para la significación social de saberes, prácticas y valores.

Estas concepciones se fundamentan en la comunicación digital educativa, entendida como un campo de conocimiento transdisciplinar desde el cual se pueden comprender los procesos de interacción y significación social de conocimientos, prácticas y valores en ambientes electrónicos, como la Internet, los videojuegos, la televisión digital y los dispositivos móviles, participar en ellos y coadyuvar en los procesos de aprendizaje a través de la creación, divulgación, usos y apropiación de formas simbólicas (actividades y recursos) con propósitos educativos.

Desde esta perspectiva, la comunicación, la educación y la tecnología son conceptos transversales al fenómeno del aprendizaje mediado por las TIC. Anteriormente, predominaba la "especialización incomunicada y de las disciplinas de compartimientos" (Guarisma, 2009, p. 1), en la que coexistía un divorcio entre la filosofía y la ciencia. Hoy día, gracias a las teorías de la transdisciplinariedad y del pensamiento complejo, se entiende que "las respuestas hay que buscarlas en la dialógica comunicacional de los saberes" (p. 1):

> La discusión también se viene haciendo en el contexto europeo, por ejemplo, en Francia, la comunicación se entiende como un proyecto interdisciplinar en formación que tiene por vocación articular fenómenos muy distintos, reuniendo métodos y herramientas provenientes de diversas disciplinas. No se trata con ello de desarrollar una nueva disciplina, pues en concepto de Edgar Morin una disciplina tiene como función circunscribir un campo de competencias y existen para estructurar y separar. Por el contrario campo de la comunicación busca abrir las fronteras para articular fenómenos procedentes del encuentro entre diferentes disciplinas y de resolver la tensión fundamental existente entre unas disciplinas constituidas y un proyecto interdisciplinar en formación que pretende reorganizar las maneras de pensar y analizar. (Afacom, 2004, p. 12)

Así pues, se hace necesario un diálogo interdisciplinar, tal y como plantea Scolari (2004):

> Una sociosemiótica de las interacciones digitales está obligada a abrir el juego a otras teorías y a otros campos del conocimiento científico, algunos de ellos muy cercanos a la semiótica. En nuestro caso, el acercamiento a las teorías cognitivas —que desde hace más de veinte años estudian la relación persona-ordenador— y la aplicación de algunas categorías provenientes de la teoría de la evolución nos permitirán extender la perspectiva de análisis sin renunciar por ello a la pertinencia semiótica. (p. 28)

Además, este libro propone un diálogo entre comunicación, tecnología y educación desde el marco de la semiótica.

Dispositivos para la gestión/creación simbólica

En el contexto de las TIC, se pueden entender los dispositivos de gestión/creación simbólica como un proceso mediante el cual los datos se convierten en información que se transfiere, intercambia, aplica y significa en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados, para transformarse en conocimiento.

Esta ruta crítica implica partir de la sistematización y socialización de experiencias y recursos existentes a nivel regional, nacional y mundial (publicación en varios formatos: textos, gráficos, sonidos, videos, infografías, multimedias, web) en un ambiente educativo. De igual forma, implica la re-significación de estos materiales a partir de su aplicación en un contexto concreto que conlleve unos impactos, una transformación o un mejoramiento de una comunidad.

Este último aspecto es fundamental en la medida en que es la misma sociedad la que determina si un dato es significativo o no en su entorno de actuación. Por ejemplo, en el ámbito académico, la aspiración de un autor es que sus ideas sean conocidas, discutidas y aplicadas por la comunidad del campo específico, puesto que en la medida en que sus ideas sean referenciadas (citación) en la generación de nuevos datos o que se configuren en fuente

de inspiración de transformaciones de prácticas, procedimientos, etc., se podrían rotular como conocimientos. Es decir, que es la misma sociedad la que determina si una "forma simbólica" puede llegar a ser conocimiento. Hay construcciones simbólicas o mensajes que circulan en ambientes, pero no llegan a negociarse, discutirse, diluirse y apropiarse en el contexto social.

En esta concepción, el acento está sobre el conocimiento que encuentra en la tecnología diversas formas de materializarse, editarse, socializarse y transformarse. Sin embargo, cada tecnología tiene un sentido cognitivo que debe ser considerado. Por ejemplo, en el lenguaje escrito, hay una gramática (morfología, sintaxis y semántica) que debe comprenderse (competencia modal del saber) a la hora de producir un conocimiento. Además, este se materializa (hoy día) a través de un editor de texto (Office, OpenOffice, Google Docs, HTML, PDF, EPUB/comercial, de libre licencia o en nube), que debe manejarse óptimamente bajo unas convenciones o acuerdos colectivos (APA, IEEE, MLA —por sus siglas en inglés—, Vancouver, Icontec) y se publica en medios impresos o digitales (especializados o abiertos) en consideración al tipo de público al que va dirigido.

Por eso, la tecnología no puede limitarse solo al uso de un instrumento. De qué sirve un experto en el manejo de Word si no sabe cómo escribir (figura 30).

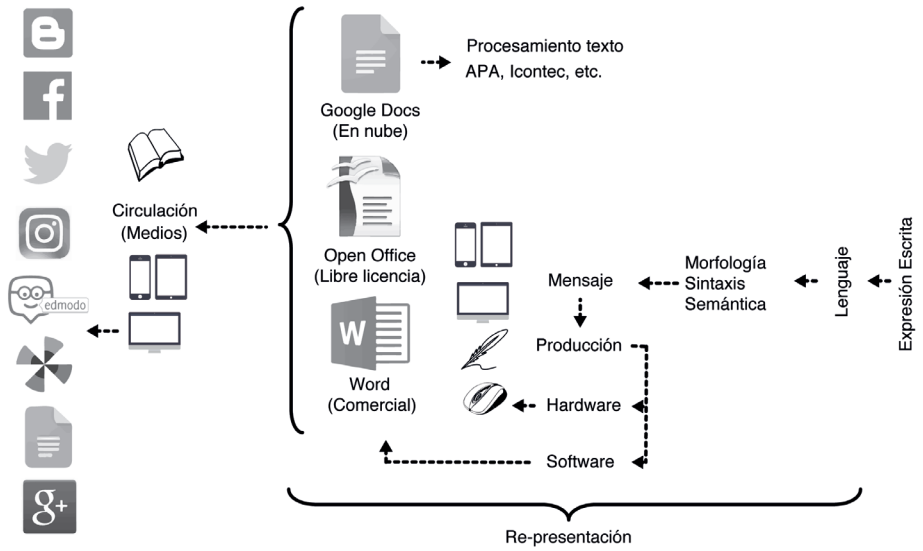


Figura 30. Aristas del lenguaje escrito mediado por TIC.

Al igual que el texto, la imagen (estática o en movimiento) como tecnología tiene todo un sentido cognitivo. Esta tiene unas características que la hacen pertinente como forma de expresión. Si en el discurso se alude a descripciones de personas, cosas, escenarios, acontecimientos, entre otros, la forma textual más cercana y familiar para la experiencia humana es la imagen. Por ejemplo, es evidente que es mejor ver una anotación en un partido de fútbol que leerlo.

La imagen tiene una gramática y diversas formas de producción (fotográfica y vectorial electrónicamente), edición y publicación. Campos como la óptica (color y luz), la psicología perceptual, la electrónica (resolución, formatos, profundidad, color expresado en bits, modelo, hexadecimal), la programación orientada a objetos y la semiótica visual convergen en la configuración del conjunto de saberes necesarios para una óptima producción de conocimiento mediado o representado por imágenes. Por ejemplo, a la hora de tomar una fotografía, bien se podría poner el ojo en el visor y activar el obturador que permite que la reflexión de luz se capture en un sensor electrónico que da como resultado un grafía de la luz que estaba presente en ese instante. No obstante, hay una serie de conocimientos (saber) que podrían mejorar el poder y hacer performacional. En la medida en la que comprendamos la luz y su comportamiento en las superficies (física), el tipo de óptica a utilizarse (desde gran angular a teleobjetivo), la manipulación del diafragma a partir de la profundidad de campo que se busca, la velocidad de obturación a partir de las condiciones de luz o del objeto a fotografiar, la sensibilidad que se necesita por las condiciones de luz presentes, el balance de color (por solo hablar de los aspectos técnicos de la cámara), podremos acercarnos de una mejor manera a la intencionalidad o representación simbólica, además de los conocimientos formales descritos (psicología perceptual, semiótica y retórica visual). Igual es el caso del conocimiento mediado audiovisual e hipermedialmente (Internet) (figura 31).

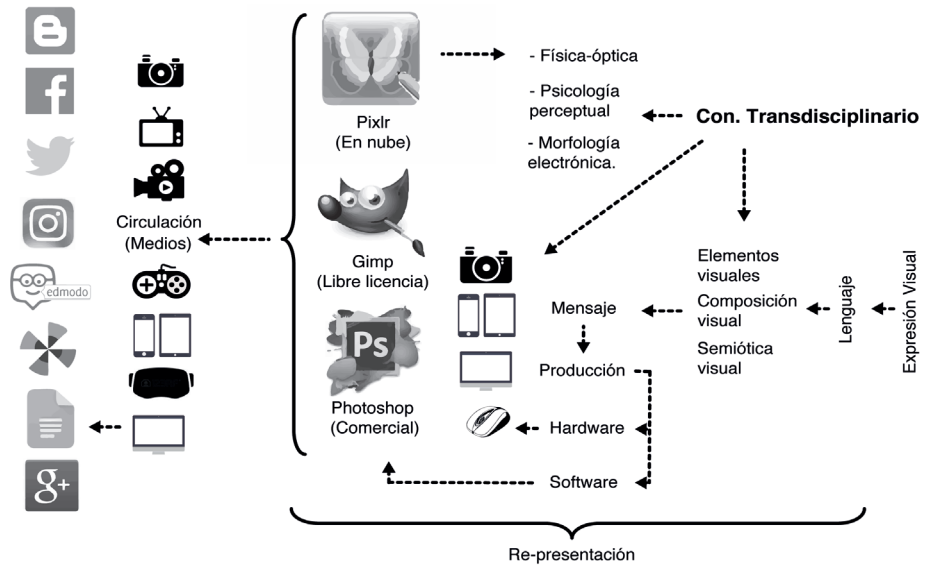


Figura 31. Expresión visual mediada por TIC.

En la expresión visual mediada por TIC, se debe considerar el uso adecuado del lenguaje, que, hoy día, tiene dos perspectivas: la imagen como recorrido generativo (hacer presente la forma en la sustancia) y la imagen como enunciación visual (basada en el sujeto); la producción del mensaje a través de dispositivos de captura (obturación, diafragma, formato); los programas electrónicos de edición; y los diferentes canales de divulgación.

Por ello, la comprensión del diseño y de la producción de recursos educativos en la actualidad demanda una mirada holística que articule la pedagogía, la cultura, la expresión y la técnica. En los aspectos culturales, se deben estudiar las matrices culturales y sus formas discursivas para comprender las particularidades del estudiante (prácticas, hábitos, costumbres, creencias y realidades) al que va dirigido este objeto de conocimiento. En lo expresivo, los lenguajes escritos, sonoros y visuales para la construcción de formas simbólicas multimediales con propósitos educativos que circulan a través de la Internet, los dispositivos móviles y los videojuegos, entre otros. Y en la técnica, la estructuración de un sentido cognitivo en la producción de contenidos a través de dispositivos (*hardware*) y programas (*software*). En este último aspecto, lo importante en el ámbito educativo es comprender cómo las herramientas, sin importar cuál, potencian la capacidad didáctica para la producción de recursos.

La Internet como espacio electrónico ha promovido, a grandes rasgos, cuatro mutaciones en la producción de recursos educativos: la hipertextualidad, que cambia la lógica de la construcción lineal de información a una lógica rizomática, en la que, a través de nodos o lexías, el usuario define itinerarios posibles de navegación sobre los contenidos; la multimedialidad, que enriquece los medios de producción y los canales de divulgación de contenidos; el multilenguaje, que permite integrar, desde las particularidades del medio, lenguajes escritos, sonoros, visuales y táctiles; y la interactividad (que se desarrollará más adelante), que posibilita que el usuario pase de ser espectador del conocimiento a ser coautor de estos.

La hipertextualidad/rizomático

El texto escrito, base del registro del conocimiento humano, se ha fundamentado en Occidente en la expresión lineal del pensamiento a través del lenguaje escrito y verbal. Históricamente, los textos se han caracterizado por tener un inicio y final. Hoy, la característica emblemática del hipertexto es su posibilidad de saltar a diferentes entornos y recursos, no necesariamente escritos, que dejan al lector la posibilidad de construir un sentido muy particular (único) a los mensajes.

Este fenómeno manifiesta una transformación de la expresión del pensamiento de manera lineal a una expresión rizomática y compleja. Las nuevas generaciones tienen la competencia cognitiva para en una sola pantalla leer, escuchar, dialogar y ver videos de manera rizomática, sin un orden determinado. Lamarca (2007) relaciona esta situación con el hecho de que las personas dejaron de ser lectores a ser coautores, de ser espectadores a ser generadores de conocimiento. En otras palabras, son las personas las que definen el sentido y la estructura o las rutas narrativas de un texto a partir de la cohesión de un sinnúmero de mensajes hipermediales.

Salaverría (1999) plantea que, "en definitiva, el hipertexto pone por primera vez en manos del lector [...] la posibilidad de ampliar hasta donde desee la contextualización documental de cada información y, al mismo tiempo, le libera de leer pasajes documentales indeseados que ralentizan y oscurecen la lectura" (p. 12).

Desde esta perspectiva, los mensajes en la Internet deben ser construidos como unidades de sentido, nodos o lexías. Para Salaverría (1999), estos no pueden tener una forma cerrada o lineal, sino que deben ser construidos como células informativas, es decir, como "un conjunto de elementos interconectados mediante el hipertexto" (p. 15).

Esta característica plantea como reto la definición de unos criterios taxonómicos ligados a la estructura del mensaje de una actividad de aprendizaje. Las células informativas, los nodos o las lexías estarían estructurados por exordios, que en retórica tienen como propósito establecer el tema, la tesis y el objetivo; por proposiciones, es decir, enunciaciones; y por divisiones, que serían los diferentes vínculos a recursos o itinerarios posibles (*inventio*).

La multimedialidad: las múltiples interfaces

Desde el punto de vista instrumental, un medio es una plataforma que posibilita la transmisión, la difusión y el intercambio de datos (signos) entre dos o más terminales.

> La interfaz, como podemos observar, ya no se considera una especie de membrana que separa dos espacios o porciones de materia, sino un dispositivo que garantiza la comunicación, entendida esta como intercambio de datos entre dos sistemas informáticos diferentes (por ejemplo, un ordenador y un aparato periférico como la impresora) o entre un sistema informático y una red de comunicación. (Scolari, 2004, p. 40)

El ser humano ha contado con una serie de plataformas biológicas llamadas sentidos (vista, olfato, tacto, gusto y oído) que le han permitido percibir la información (estímulos) física, química y sociocultural del mundo. Esas interfaces tienen una limitación natural, la cual es que solo pueden recibir información, directamente, de contextos geográficos e históricos concretos.

Como se ha ilustrado en el apartado anterior, las TIC, entendidas como medios, han posibilitado la ampliación de la percepción y la representación de la naturaleza, los objetos y las ideas, y así se han configurado como una interfaz del hombre con el mundo. "Vivimos en una sociedad de monitores interactivos, de superficies que operan como ventanas abiertas hacia mundos que nos invitan a entrar en ellos" (Scolari, 2004, p. 68). La imprenta, la radio,

la fotografía, la televisión y el cine son medios masivos tradicionales de divulgación de información que han tenido transformaciones significativas en el tiempo gracias, en gran parte, a la democratización del conocimiento y los avances científicos y tecnológicos.

Lévy (1992), citado por Scolari (2004), define la interfaz como "una red cognitiva de interacciones. En este sentido, por ejemplo, las series mente-ordenador-mano o pluma-alfabeto-papel constituyen micro-módulos que forman parte de una red dinámica y compleja" (p. 43). Por ejemplo, haciendo un recorrido panorámico y superficial por la historia de las interfaces visuales, la primera conocida fue la rupestre, posteriormente vino el grafiti, la pintura y la fotografía. Con el descubrimiento de las ondas electromagnéticas, emergieron las telecomunicaciones; con el electrón y el tubo de rayos catódicos, la televisión; mientras que los transistores, los circuitos integrados y los chips llevaron a la imagen a un nivel multimedial, en el que la información gráfica se disemina por diferentes medios como la Internet, la televisión digital, los videojuegos, las superficies (*mapping* y cine expandido), la holografía, las computadoras, los dispositivos móviles y los *wearables*.

A su vez, dentro del medio masivo de comunicación e información de la Internet, comienzan a emerger, gracias a la programación orientada a objetos y a su creciente uso social, diferentes medios y canales. La Internet es en el sentido estricto de la palabra una interfaz con el mundo de estímulos de naturaleza digital.

> Nuestros teléfonos móviles no son simplemente aparatos de telecomunicaciones; también nos permiten jugar, bajar información de Internet, y hacer y enviar fotografías o mensajes de texto. Cada vez más nos permiten ver tráilers de nuevas películas, bajarnos entregas de novelas o asistir a conciertos desde ubicaciones remotas. Todo esto está sucediendo ya en el norte de Europa y en Asia. Cualquiera de estas funciones puede también realizarse usando otros aparatos mediáticos. Podemos escuchar a los Dixie Chícks con un reproductor de DVD, la radio del coche, un *walkman,* un iPod, una emisora de radio en Internet o un canal de música por cable. (Jenkins, 2006, p. 26)

Con el auge de la mal llamada web 2.0[44], comienza a emerger un sinnúmero de herramientas electrónicas con diferentes propósitos. Por ejemplo, para iPhone, según Apple, a mayo de 2012, existían más de 500 000 aplicaciones educativas, de entretenimiento, juegos, utilidades, redes sociales, deportes, negocios, entre otros. En el caso de herramientas educativas, la fuente Eduapps (*http://www.eduapps.es*) indicaba (a marzo de 2016) una existencia de más de 80 000 aplicativos (figura 32).

44 En 2004, Tim O'Reilly usó el término web 2.0 para referirse a las diferentes aplicaciones existentes en la World Wide Web (WWW) que tienen como propósito el intercambio de información entre usuarios de todo el mundo. Sin embargo, dicho término alude a una inexistente nueva versión de una WWW, porque desde sus inicios la web ha sido una red de arquitectura abierta, construida y dotada de sentido por sus propios usuarios. En síntesis, no existe una nueva versión de la web, sino una transformación en el uso que las personas han hecho de esta.



Figura 32. Aplicativos para la producción de recursos académicos.

Multilenguaje

El diseño y desarrollo de productos hipermediales implica el reconocimiento de transformaciones de la sintaxis convencional, entendida como la parte de la gramática que estudia las reglas que gobiernan la combinación y la relación de las palabras.

El cambio está en que los mensajes en la Internet ya no son construidos desde una unidad morfológica (escritura), sino desde una hibridación de morfologías, lo cual les da a los mensajes una cualidad multilenguaje que problematiza su sintaxis. Es decir, la forma en que combinamos y enlazamos en un solo mensaje las palabras, los sonidos, los objetos y las imágenes (vectoriales o de mapa de bits) estáticas o en movimiento.

Si bien la producción hipermedial no nace con la computación (ya los libros integraban imágenes y texto escrito), hoy día, las formas simbólicas táctiles imponen otras maneras de integrar estímulos de diferente naturaleza morfológica.

Desde el punto de vista retórico, implica transformaciones en la elaboración del discurso. Por ejemplo, en sus fases (*inventio, dispositio, elocutio y actio*), formuladas por Marco Tulio Cicerón en *De inventione* (*De la invención retórica*), que fue el manual de oratoria más importante hasta el siglo XII.

La *inventio* tiene como función establecer los contenidos (argumentos) del mensaje. "La *inventio* es la fase de concepción del discurso, de las ideas generales que lo conforman, los argumentos principales y los recursos persuasivos a utilizar" (Carmona, 2015, p. 234). En el contexto hipermedial, debe, a partir de sus particularidades, definir qué tipo de lenguaje es el más pertinente para su desarrollo. Por ejemplo, es más adecuado mostrar a través de una imagen un paisaje que describirlo en texto, escuchar una entrevista que leerla.

El *dispositio* tiene que ver con la manera en que se organizan los elementos. La organización hipertextual de la información condiciona la jerarquización y selección de las rutas de navegación que integran la obra.

> A través de la *dispositio* se organiza lo hallado en la *inventio*, lo que permite fijar el orden más apropiado del discurso en pro de la efectividad de la persuasión. En esta fase se distribuye el contenido del discurso en diversos apartados, tales como [el] exordio, la narración, la división, la demostración, la refutación y la conclusión. (Carmona, 2015, p. 235)

Cómo organizar expresiones o estímulos cuando son rizomáticos. Las expresiones de la *inventio* deben tener un sentido completo, de tal manera que no dependan de otras rutas para su comprensión. El exordio, entendida como asunto del discurso, constituye la "bomba semática" que lleva a las personas a "ingresar" al argumento.

"La elocución es la etapa subsecuente, en la cual se perfeccionan las frases y se eligen las palabras adecuadas para generar convicción en los oyentes. En esta etapa la clave es el estilo, y el objeto es impactar a la audiencia, con las palabras y construcción apropiada de las frases" (Carmona, 2015, p. 236). En términos hipermediales, esta es la figurativización de los diferentes argumentos que configuran el discurso.

Finalmente, la *actio* se refiere a la puesta en escena del discurso. En hipermedia, al tratarse de rutas rizomáticas, deben ser activadas o puestas en marcha por cada uno de los participantes de la experiencia argumentativa.

El propósito educativo en este ámbito deberá estar encaminado a la apropiación de las diferentes modalidades de expresión humana que posibilitan la comunicación educativa, las cuales alcanzan hoy nuevas dimensiones y extensiones con el advenimiento de escenarios dinámicos mediados por TIC.

Las TIC como ambientes de interacción

Las TIC han dejado de ser solo herramientas o instrumentos, ahora son también lugares, espacios de interacción simbólica sincrónica y asincrónica (ubicuas) en los que se construye, fluye, intercambia y se transforma a través de

formas simbólicas el sentido social del conocimiento: ambientes electrónicos de aprendizaje. Para Balandier (1985), citado por Carretero (2001), actualmente las TIC son tecnoimaginarios, entendidos como

> la conversión de la técnica en una nueva forma de mitología, revistiendo a los aparatos técnico-instrumentales de una fecundidad para explotar un nuevo género de ensoñación y una realidad ahora mediatizada, construida y percibida a través de ellos. Queda configurada, de este modo, una nueva experiencia de lo real, que acaba solidificándose como aquella manera a través de la cual los individuos establecen su interacción con el mundo. (p. 184; figura 33)

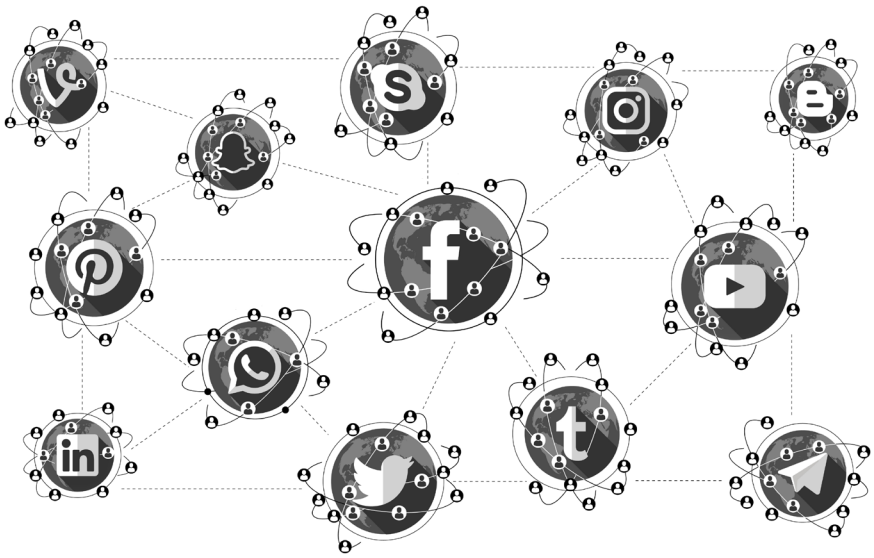


Figura 33. Representación gráfica del tecnoimaginario.
El conocimiento es construido colaborativamente en ambientes digitales que son percibidos y dotados de sentido por una comunidad que interactúa en ellos a través de interfaces electrónicas.

Hoy comienzan a emerger tecnologías como la RV, la RA y la teleinmersión, que han enfocado la investigación en comprender la Internet como espacio para ser habitado, experimentado y vivido sensorialmente (ver, escuchar, tocar, probar y oler). Alonso (2008, p. 70) habla más concretamente de la creación de ambientes inmersivos en los que el usuario forma parte del flujo audiovisual, dispositivos que descartan la mera contemplación y dan preferencia a la recepción de la obra artística como experiencia viva. En este sentido, los dispositivos de RA, que conjugan espacios reales con construcciones

visuales virtuales, parecen proponer un camino más adecuado al propiciar la convivencia de lo real con lo virtual. Esta afirmación sugiere que la Internet deja de ser instrumento para convertirse en espacio donde las personas interactúan, construyen y significan la realidad. Según Winograd (1997):

> We are creating new worlds. Computer systems and software are becoming media for the creation of virtualities: the worlds in which users of the software perceive, act, and respond to experiences... Software is not just a device with which the user interacts; it is also the generator of a space in which the user lives. Interaction design is related to software engineering in the same way architecture is related to civil engineering.[45] (p. 149)

Este llamado a la resemantización de las tecnologías también fue dimensionado por Scolari (2004):

> El próximo paso consiste en extender esta lectura de las interfaces a la dimensión social de la interacción. Se trata, en otras palabras, de pasar del "plano molecular de las interfaces" (Lévy, 1992) a las concatenaciones sociales que en ella se expresan, abandonando la dimensión micro de la interacción —representada por el usuario sentado frente a la pantalla interactiva— para entrar en el plano sociotécnico de las interfaces. Si acentuamos los componentes socioculturales de la interacción, las interfaces aparecen como la versión molecular de las mediaciones de Barbero, o sea, pequeños lugares de intercambio, de reinterpretación, de lucha y traducción intercultural, espacios donde la lógica tecno-productiva se negocia y modela a partir de los usos a que son sometidos los dispositivos de interacción. (p. 234)

Jenkins & Deuze (2008) también formulan que los medios como espacios están configurando una convergencia cultural. Las posibilidades de producción expresiva por parte de una inteligencia colectiva (Lévy, 2004):

> We might see YouTube, Second Life, Wikipedia, Flickr, and MySpace, to cite just a few examples, as meeting spaces between a range of grassroots creative communities, each pursuing their own goals, but each helping to shape the total media environment [...] this "democratization" of media use signals a broadening of opportunities for individuals and grassroots communities to tell

---

45 Estamos creando nuevos mundos. Los sistemas de los ordenadores y el software se están transformando en medios para la creación de virtualidades: mundos donde los usuarios del software perciben, actúan y responden a las experiencias [...] el software no es solo un dispositivo con el cual interactúa el usuario, sino que es también el generador del espacio donde el usuario vive. El diseño del software es como la arquitectura.

> stories and access stories others are telling, to present arguments and listen to arguments made else- where, to share information and learn more about the world from a multitude of other perspectives.[46] (Jenkins & Deuze, 2008, p. 6)

Otro fenómeno que evidencia las tecnologías como espacios de interacción es la narrativa transmedia, entendida como una serie de historias que se desarrollan más allá de los medios en el sentido instrumental, historias que se llevan a cabo en múltiples entornos a partir de las particularidades culturales de la sociedad que los crea y habita. Jenkins, quien fue uno de los primeros en hablar de narrativas transmedia, propone que esta

> conforma una nueva estética que ha surgido en respuesta a la convergencia de los medios, que plantea nuevas exigencias a los consumidores y depende de la participación activa de las comunidades de conocimientos. De este modo, la narración transmediática es el arte de crear mundos y necesita de los consumidores, que asumen el papel de cazadores y recolectores, persiguiendo fragmentos de la historia a través de los canales mediáticos, intercambiando impresiones con los demás mediante grupos de discusión virtual, y colaborando para garantizar que todo aquel que invierta tiempo y esfuerzo logre una experiencia de entretenimiento más rica. (2006, p. 31)

La narrativa transmedia no solo son historias que se desarrollan rizomáticamente en entornos mediáticos diversos, sino también narrativas culturales, de sujetos empíricos y virtuales (destinador-destinatario) que dejan y transforman su huella simbólica dinámicamente. Un *crowdsourcing* narrativo en que los coautores no están determinados por los medios sino por los usos culturales de estos. Además, el uso que se realiza de los medios no es idéntico en todos los casos, ya que cada nuevo texto hace una contribución específica y valiosa a la totalidad. En la forma ideal de la narración transmediática, cada media hace lo que se le da mejor, de suerte que una historia puede presentarse en una película y difundirse a través de la televisión, las novelas y los cómics; su mundo puede explorarse en videojuegos o experimentarse en un parque de atracciones (Jenkins, 2006, p. 101).

---

46 Podríamos ver YouTube, Second Life, Wikipedia, Flickr y MySpace, para citar solo algunos ejemplos, como espacios de encuentro entre una variedad de comunidades creativas de base, cada una persiguiendo sus propios objetivos, pero cada uno de ellos ayudando a dar forma al entorno de los medios [...] esta "democratización" del uso de los medios de comunicación señala una ampliación de oportunidades para que las personas y las comunidades de base cuenten historias y tengan acceso a ellas, presenten argumentos y escuchen argumentos elaborados en otros lugares, compartir información y aprender más sobre el mundo desde una multitud de perspectivas.

Las formas de interacción con estos ambientes tendrían, de acuerdo con Moreno (2002), tres grados: a) la participación selectiva, b) la participación transformativa y c) la participación constructiva. "El término *cultura participativa* contrasta con nociones más antiguas del espectador mediático pasivo. Más que hablar de productores y consumidores mediáticos como si desempeñasen roles separados, podríamos verlos hoy como participantes que interaccionan conforme a un nuevo conjunto de reglas" (Jenkins, 2006, p. 12).

La participación selectiva es la posibilidad de búsqueda, filtro, clasificación y selección de recursos educativos a partir del sinnúmero de contenidos (texto, audio, videos, imágenes, infografías, multimedias) existente en la Internet. El reto en este escenario no pasa solo por la competencia de navegación del estudiante, sino también por el sentido crítico, el criterio y la valoración de las fuentes (oficiales, académicas e investigativas) de la información.

En la participación transformativa, no solo se pueden seleccionar los recursos sino también modificar su sentido. Un clásico ejemplo de este nivel son los blogs y los *wiki*. En los primeros, un autor construye ideas que publica de manera cronológica y permite que los usuarios transformen el sentido a través de la opción de retroalimentación; en los segundos, un grupo de personas puede transformar y enriquecer un material de manera colaborativa. El tipo de licenciamiento (derechos de autor) base que permite esta actividad (*co*autoría) es el *Share-alike* (compartir igualmente) de *Creative Commons*. "The current global digital culture should be understood as what Lev Manovich calls a culture of remix and remixability, where user-generated content exists both within and outside commercial contexts"[47] (Jenkins & Deuze, 2008, p. 7).

Finalmente, la participación constructiva permite crear nuevas propuestas de conocimiento y socializarlas en la Internet, con lo que se favorece la democratización del conocimiento. Hay un sinnúmero de comunidades y canales de información de fácil acceso y manejo que crecen y se bifurcan gracias a la inteligencia colectiva.

---

47 La cultura digital global actual debe entenderse como lo que Lev Manovich llama una cultura de remezcla y remezclabilidad, donde el contenido generado por el usuario existe tanto dentro como fuera de contextos comerciales.

Un concepto importante en este último es la llamada *co*creación, entendida como la producción simbólica colaborativa. No solo la comunidad construye el sentido sino la forma expresiva del objeto.

> The "co" in "co-creation" is understood as an emphatic point to the relational dimension of creation rather than a completely new concept. Hence, "co" mainly refers to the collective, although sometimes it is understood in a wider form, connecting with the notions of commons, collaboration, or consumers. For some authors, co-creation is present in collaborative platforms or Web 2.0 sharing communities [...]. For others, co-creation is exemplified in some formal agreements between expert users and industries—for instance, communities of modders in the video game industry [...]. It is also considered the result of different actions on a media product (like fan subbing) made up of different consumers [...]. More generally, the term co-creation is used to describe the phenomenon of consumers who are increasingly participating in the process of making and circulating media content and experiences.[48] (San Cornelio & Gómez, 2014, p. 5)

Las tecnologías son entonces fuentes de producción expresiva colaborativa y entornos de negociación social de significados. Ambientes palimpsesto donde circulan, transforman y mutan formas simbólicas. Teletransportadores de imaginarios colectivos, de realidades. Se trata, pues, de signos construidos a partir de códigos textuales naturalizados de diferente naturaleza y dotados de significación por su propia comunidad.

En consideración a los aspectos comentados en este apartado, no se pueden dejar de lado las dimensiones sociales de las tecnologías y las plataformas que se activan en los procesos comunicativos. De la misma manera, las concepciones actuales de la educación ponen de manifiesto esta dimensión

---

48 La "co" en "cocreación" se entiende como un punto enfático en la dimensión relacional de la creación en lugar de un concepto completamente nuevo. Por tanto, "co" se refiere principalmente al colectivo, aunque a veces se entiende en una forma más amplia, conectando con nociones como comunes, colaboración o consumidores. Para algunos autores, la creación conjunta está presente en plataformas colaborativas o comunidades de intercambio de la web 2.0 [...]. Para otros, la cocreación se ejemplifica en algunos acuerdos formales entre usuarios expertos e industrias, por ejemplo, comunidades de modders en la industria de los videojuegos [...]. También se considera como el resultado de diferentes acciones en un producto de medios (como la sustitución de fans) compuesta por diferentes consumidores [...]. De manera más general, el término cocreación se usa para describir el fenómeno de los consumidores que participan cada vez más en el proceso de creación y circulación de contenido y experiencias de los medios.

social, que con las tecnologías no desaparece, siguiendo el antiguo imaginario de la RV como un entorno individualista, aislado, sino que, como se expondrá en los siguientes apartados, esta dimensión social se intensifica (figura 34).



Figura 34. Aplicativos que posibilitan el trabajo colaborativo.

Marco teórico y conceptual del aprendizaje mediado por TIC

En este punto, la educación y la comunicación convergen desde dos ámbitos: a) los procesos de interacción y b) la significación social de conocimientos, habilidades (prácticas) y valores (axiológico). Unos objetos educativos como formas simbólicas de diferente naturaleza textual determinada por los usos culturales de las TIC en contextos académicos concretos. Y unos ambientes de aprendizaje en que se desarrolla el plan de interacciones (actividades y *performances*) intencionadas para fomentar y promover los aprendizajes.

Esta concepción trae consigo implicaciones en la educación contemporánea. Por ejemplo, los educadores pasan de ser constructores de conocimiento a ser mediadores en esa construcción, porque la significación social de los saberes, las prácticas y los valores solo es posible desde la construcción colectiva de una comunidad. El profesor realizará actividades de aprendizaje que promoverán la selección de recursos conforme a las múltiples inteligencias del ser humano, para que sean transformadas (blog, estudios de casos, aplicación) o cocreadas (libros, capítulos, productos, etc.).

Se comprende, entonces, que la tarea del docente debe estar enfocada en el diseño de experiencias de aprendizaje potenciadas a través de las TIC y de itinerarios posibles de formación integradores de acciones que problematizan (indagación, reto y cuestionamiento) el conocimiento, posibilitan el uso de recursos educativos de una manera pertinente y flexible, así como promueven la interacción (sincrónica y asincrónica) y la construcción colectiva de conocimientos de personas diferentes que aprenden de manera diferente por estar en contextos de actuación diferentes.

Estado de las TIC en el contexto educativo

Existe un acuerdo global en el contexto educativo en comprender las TIC no como un fin, sino como un mediador que puede apoyar, facilitar y potenciar los procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos sociales concretos. Hoy asistimos a realidades sociales como la inmediatez, la interacción sincrónica y asincrónica, la gestión de información masiva, la colaboración,

la automatización, la personalización, la experimentación, la ubicuidad, entre otras, que están impactando, entre otros ámbitos sociales, la educación, y que están demandando otras prácticas, en parte vehiculizadas a través de mediaciones tecnológicas.

Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, s. f.) considera que "las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) pueden complementar, enriquecer y transformar la educación para su mejoramiento". Dentro de las declaraciones de Quindao de 2015 y 2017, se destacan discusiones como el acceso y la inclusión en la educación, los recursos educativos abiertos, las posibilidades de aprendizaje a lo largo de la vida, las innovaciones y el aseguramiento de la calidad del aprendizaje en línea, la formación docente, el uso efectivo de las TIC, la promoción del desarrollo de soluciones TIC para la educación sostenida en el plano local, el diseño de ambientes de aprendizaje del futuro, la evaluación del impacto de las TIC, entre otros.

Por su parte, en el contexto latinoamericano, "la incorporación de las tecnologías ocupa actualmente un lugar muy significativo entre las prioridades educativas y, de modo creciente, asume diferentes aspectos y formatos en la agenda de políticas educativas" (Unesco, 2014, p. 9). En este ámbito, se plantean cuatro líneas de discusión: a) subjetividades de la tecnocultura digital; b) infraestructura, equipamiento y conectividad; c) integración de las TIC en las instituciones educativas; y d) la formación docente:

> Si bien América Latina es reconocida como la región actualmente más proactiva en procesos de integración de TIC en educación, también continúa siendo la más desigual, por tanto, todos los esfuerzos deben estar orientados a mejorar la situación de las poblaciones más vulnerables y a incrementar la capacidad de los Estados para generar políticas educativas que, a partir de la integración de TIC, permitan la construcción de una escuela que promueva prácticas pedagógicas potentes, que traspasen los muros y activen los aprendizajes y la producción de conocimiento. Solo de este modo será posible concebir, a partir de la integración de TIC, la construcción de proyectos más democráticos que garanticen las mismas posibilidades y condiciones para toda la población, haciendo realidad los mandatos de justicia y equidad. (Unesco, 2014, p. 10)

En el contexto colombiano, se pueden destacar dos frentes oficiales de trabajo colectivo sobre las mediaciones tecnológicas en los procesos de formación. Así, la Oficina de Innovación Educativa con Uso de Nuevas Tecnologías del Ministerio de Educación Nacional (MinEducación) ha definido cuatro estrategias:

- El fomento a la investigación en educación y TIC.
- La gestión de contenidos educativos.
- El fomento al uso de las TIC (con cuatro líneas: desarrollo profesional docente, desarrollo regional, educación virtual y proyectos de uso educativo de las TIC).
- Portal educativo Colombia Aprende.

Además, el MinEducación gestó los Centros de Innovación Educativa Regional (CIER) que trabajaron, entre otros asuntos, en la apropiación social de las TIC por parte de las comunidades educativas del país.

Desde 2016, el MinEducación y el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) están trabajando en la formulación de unos lineamientos de calidad de la educación superior a distancia, virtual y combinada.

Por otro lado, está el Plan Vive Digital del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC), que busca impulsar el desarrollo social a través del uso pertinente y significativo de las TIC, el cual está constituido por cuatro componentes:

- Infraestructura, cuyos proyectos son la asignación del espectro para Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT, por sus siglas en inglés), Proyecto Nacional de Fibra Óptica, Hogares Digitales e Infraestructura para Zonas Rurales.
- Usuarios, con los proyectos Puntos Vive Digital, En TIC Confío, TIC y Comunidades Étnicas y TIC para Personas con Discapacidad.

- Aplicaciones con las iniciativas Apps.co, Mipymes, Hogar Digital, Talento Digital y Red Nacional de Vive Digital.

- Servicios con Subsidios para Internet en estratos 1 y 2, Computadores para Educar, Impacto de TIC en medio ambiente, Masificación de terminales y Gobierno en línea.

Además, para destacar, entre otras organizaciones investigativas (Future Classroom Lab, Holistic Approach to Technology Enhanced Learning [HoTEL], European Distance and E-Learning Network [EDEN], Instituto Iberoamericano de TIC y Educación [Ibertic], Online Learning Consortium [OLC], New Media Consortium, Educause y Laboratori de Mitjans Interactius [LMI]), está el Center for Innovative Research in Cyberlearning (CIRCL), integrado por reconocidas universidades en los Estados Unidos como Columbia University, University of Wisconsin-Madison, University of Illinois, Northwestern University, University of California-Berkeley, entre otras, que considera que las TIC pueden ser usadas en el mejoramiento del aprendizaje a través de vías que nunca antes fueron posibles (Roschelle, Martin, Ahn & Schank, 2017, pp. 5-6), en una apuesta por la investigación, como la han llamado, del futuro del aprendizaje con tecnología. Desde su punto de vista, las fronteras emergentes en las ciencias del aprendizaje invitan al desarrollo de nuevas teorías y prácticas educativas, fronteras como el énfasis en lo emotivo y afectivo, el desarrollo de la identidad, el discurso y la gestualidad, y *embodied cognition*; de experiencias de aprendizaje multisensoriales mediadas por la Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), RA, *big data*, reconocimiento del habla (*machine learning*), interfaces táctiles y otras formas de fabricación digital; y de nuevas configuraciones educativas, como las comunidades globales de aprendizaje, el diseño de espacios educativos, los ambientes basados en mecánicas de juego colaborativo y los mundos virtuales.

Lo anterior se evidencia en prácticas emergentes (algunas fundamentadas en ejercicios rigurosos de investigación y otras derivadas de modas y negocios asociados a la educación), como diseños de aprendizaje personalizados (PLD, por sus siglas en inglés), entornos personales de aprendizaje (PLE, por sus siglas en inglés), clase invertida (*flipped classroom*), recursos educativos abiertos, *crowdsourcing*, aprendizaje situado, *blended learning*, *e-learning*, micro- o

nano-*learning*, *mobile learning*, laboratorios/simuladores digitales, redes sociales académicas, entornos colaborativos, *cloud computing*, *gamification*, ambientes adaptativos, ambientes audiovisuales de aprendizaje, *coworking*, *design thinking*, entre otros, que han visto como aliados en su consecución tecnologías como Blockchain, Tin Can API, inteligencia artificial (IA) (*smart machine*), RV y RA, IoT, telepresencia robótica, LMS (por sus siglas en inglés), impresión 3D, *big data*, computación afectiva, sistemas biométricos, OLED (por sus siglas en inglés), *software* como servicio (SaaS, por siglas en inglés), *learning analytics*, sistemas de relacionamiento con estudiantes (LRM, por siglas en inglés), *e-books*, estrategias BYOD, entre otros.

Estos escenarios formulan grandes interrogantes, retos y desafíos para la educación contemporánea. El paso de estructuras formativas lineales a rizomáticas, de la difusión masiva de conocimiento (homogeneidad de los contenidos) a la selección y personalización a partir de necesidades propias (múltiples inteligencias) y del contexto; el cambio del rol de receptor del estudiante a la *co*creación; la curaduría académica a partir de la democratización de la información y el conocimiento; el tránsito de la formación docente a la apropiación cultural de las TIC (que no solo se limitan al uso técnico de estas sino a las formas simbólicas —decodificar/codificar— que subyacen a ellas); la migración del acento de los contenidos educativos a la construcción de conocimiento en experiencias de aprendizaje hacia una evaluación de la mediación de las TIC (como actor secundario) del proceso de aprendizaje y no como la esencia de este. En este último aspecto, es importante señalar que hay un afán en evaluar la innovación educativa mediada por TIC en la tecnología y no en las experiencias educativas, que son, en últimas, las que determinan y legitiman las mediaciones que son necesarias para su consecución. Este es, sin duda, otro de los retos de la educación actual con TIC.

A partir de lo anterior y desde donde se está entendiendo el concepto de RA (estímulos de naturaleza física y digital) en la contemporaneidad, el mundo asiste a una crisis de la dicotomía de la educación presencial y virtual. En este sentido, es preferible hablar de mediaciones tecnológicas en el trabajo del estudiante (crédito académico) en el contexto de un curso, concretamente en los encuentros entre los participantes y su estudio independiente. Los niveles de interacción que hoy las TIC favorecen y posibilitan amplían la noción tradicional de la educación a distancia, surgida ante la limitación

geográfica para la interacción presencial física, en un ambiente de aprendizaje (aula tradicional). En las últimas décadas, han aparecido a nivel internacional diferentes universidades a distancia, cuya actividad se desarrolla exclusivamente *online* a partir de una mediación tecnológica, y así han superado la enseñanza a distancia tradicional en el aspecto de interacción social. Un referente, sin duda, es la Universitat Oberta de Catalunya (que se funda en 1995). Además de las universidades *online*, han emergido nuevas modalidades híbridas (*blended learning*) que combinan la presencialidad con la enseñanza a distancia, a través de distintas plataformas tecnológicas.

En este contexto, el MinEducación (2017) expone que es "más apropiado proponer el uso de fronteras fluidas entre las modalidades presenciales, virtuales, combinadas y a distancia que poner límites rígidos entre ellas" (p. 10). Así pues, podemos entender que la RA puede contribuir al paradigma educativo actual, en tanto es una tecnología que teletransporta sincrónicamente los estímulos digitales y físicos (este último convertido en digital), los sitúa en ambientes concretos y rompe con las limitaciones espaciales de la educación.

El aprendizaje mediado por TIC

Los escenarios educativos planteados hacen necesario el reconocimiento de teorías del aprendizaje bajo un enfoque "semiótico". En este apartado, se realizará un mapeo panorámico que ayude a reconocer bajo qué paradigmas teóricos y educativos han emergido las transformaciones educativas mediadas por TIC.

> La concepción moderna de la educación pone su acento en procesos de divulgación de conocimiento, en los que el profesor, a través prácticas magistrales (*lecture*), que son apoyadas o enriquecidas (aumentadas), por lo general, a través de recursos textuales o audiovisuales, expone una serie de informaciones que deben ser "memorizadas" y reproducidas por parte de los alumnos. Este enfoque respondió a las necesidades de la sociedad industrial a comienzos del siglo XX:

La concepción imperante sobre el proceso de aprendizaje surgió a partir del modelo industrial de la educación, a comienzos del siglo XX, y sirvió a los propósitos de proveer a grandes cantidades de individuos con las habilidades

necesarias para puestos laborales que requerían poca calificación en el área de la industria y la agricultura. Las clases de 20 o 30 alumnos constituyeron una innovación surgida a partir de la idea de que debía existir una educación estandarizada para todos. (Resta, 2004, p. 20)

La educación basada en conocimientos declarativos (información) se atribuye a la escuela moderna o tradicional en la que la enseñanza es el marco referencial, la cual se ha concentrado en la transmisión de información o de conocimiento de un maestro a un "alumno". Si trasladamos este paradigma a una experiencia en RA, se trataría de recursos (escritos, audiovisuales) y el aprendizaje solo se alcanzaría si el "alumno" logra memorizar los conocimientos transmitidos. En este enfoque, el centro es el maestro y, en palabras de Freire (1970), la concepción educativa se denomina "bancaria".

Esta escuela considera que aprender es un proceso lineal: "A menudo, el profesor o el texto de clase permiten un único camino lineal a través de un área temática muy limitada que sigue una secuencia de unidades instruccionales estandarizadas" (Resta, 2004, p. 23), complejo, individual (solitario) y de transferencia y recepción de información.

Una parte considerable de los esfuerzos educativos aún continúa "orientada hacia la información", en la que los alumnos deben reproducir conocimiento en lugar de producir su propio conocimiento. También continúa siendo un modelo de enseñanza centrado en el docente. Muchos aún ven al profesor como un transmisor de información y al alumno como un receptor pasivo que acumula la información transmitida y la repite (Resta, 2004, p. 22).

Igualmente, se fundamenta en el déficit o en la carencia que tiene el estudiante: "El sistema se esfuerza por identificar deficiencias y debilidades en el alumno. Sobre la base de estas carencias, los alumnos son catalogados y corregidos, o bien reprobados" (p. 21), que es difícil, requiere un esfuerzo cognitivo alto y que los recursos educativos deben ser fraccionados: "El sistema educativo está casi siempre más ocupado en analizar y categorizar trozos de información que en unirlos" (p. 23).

En contraste, la educación contemporánea global considera que el aprendizaje es un proceso natural, social, activo, rizomático, contextualizado y que responde a las necesidades y particularidades de los estudiantes. Es natural porque el cerebro está en constante percepción-significación del entorno. "Learning is a necessary and universal aspect of the process of developing culturally organized, specifically human, psychological functions"[49] (Vygotsky, 1978, p. 90). Aunque se podría considerar que estamos fisiológicamente dispuestos para el aprendizaje, hay que estimar que las personas son únicas y tienen diferentes maneras de apropiar el conocimiento:

> El cerebro tiende naturalmente a aprender, aunque no todos aprenden de la misma manera. Existen distintos estilos de aprendizaje, distintas percepciones y personalidades, que deben tomarse en cuenta al momento de diseñar las experiencias de aprendizaje para los alumnos individuales. El aprendizaje se llevará a cabo si se proporciona un entorno rico e interesante y docentes que estimulen y apoyen a los alumnos. (Resta, 2004, p. 23)

Además, el aprendizaje es un proceso social, porque a través de la interacción con los demás se puede transferir, negociar, transformar y crear el conocimiento: "Como advirtió Vygotsky (1978) hace mucho tiempo, los alumnos aprenden mejor en colaboración con sus pares, profesores, padres y otros, cuando se encuentran involucrados de forma activa en tareas significativas e interesantes" (Resta, 2004, p. 24). Igualmente, es activo donde ya no se privilegia solo conocer de manera pasiva los conocimientos asociados a un campo, sino su aplicación, análisis y evaluación crítica de estos.

> Para permitir que los alumnos alcancen niveles óptimos de competencia, deben ser motivados a involucrarse de forma activa en el proceso de aprendizaje, en actividades que incluyan resolver problemas reales, producir trabajos escritos originales, realizar proyectos de investigación científica (en lugar de simplemente estudiar acerca de la ciencia), dialogar con otros acerca de temas importantes, realizar actividades artísticas y musicales y construir objetos. (Resta, 2004, p. 24)

---

49 El aprendizaje es un aspecto necesario y universal del proceso de desarrollo de funciones psicológicas organizadas culturalmente, específicamente humanas.

El pensamiento humano es rizomático y, en consecuencia, considerar el aprendizaje como un proceso lineal es desconocer la naturaleza y las características de la mente humana. Los enfoques cognitivos asumen el aprendizaje como una reorganización de las estructuras de conocimiento que se evidencian en nuevas formas de actuación. Dichas estructuras son problematizadas, confrontadas, negociadas y reafirmadas dinámicamente con estímulos que derivan en nuevos conocimientos:

> Pero, en realidad, la mente es un maravilloso procesador paralelo, que puede prestar atención y procesar muchos tipos de información simultáneamente. La teoría e investigación cognitiva ve el aprendizaje como una reorganización de las estructuras de conocimiento. Las estructuras de conocimiento se guardan en la memoria semántica como esquemas o mapas cognitivos. Los alumnos "aprenden" al ampliar, combinar y reacomodar un grupo de mapas cognitivos, que muchas veces se superponen o están interconectados por medio de una compleja red de asociaciones. Existen muchas formas distintas de obtener, procesar información y asimilarla dentro de las estructuras de conocimiento ya existentes. (Resta, 2004, p. 24)

Otra característica de la educación contemporánea es que es integrada y contextualizada: "La teoría holográfica del cerebro de Pribram ha demostrado que la información que se presenta de un modo global es más fácil de asimilarse que la que se presenta como una secuencia de unidades de información" (Resta, 2004, p. 25). Por ejemplo, a nivel macro, la construcción de planes de estudio fragmentados dificulta que el estudiante pueda comprender una propuesta formativa como un todo y en algunos casos percibe asignaturas como escenarios aislados o ajenos a su proyecto formativo. Igualmente, los conocimientos deben resultar en formas de actuación en contextos sociales concretos.

Las personas heterogéneas con necesidades de educación, formas de aprender y contextos de actuación diferentes requieren propuestas adaptativas a las habilidades, la cultura y el imaginario del estudiante. Hoy día, ya no se busca estandarizar procesos de formación, sino aprovechar la diversidad cultural para enriquecer las experiencias de aprendizaje:

> Sobre la base del trabajo de Howard Gardner y otros autores, las escuelas están comenzando a tomar en cuenta las habilidades y los intereses específicos que los alumnos traen al entorno educativo, y están diseñando actividades que construyen a partir de esas habilidades, en lugar de concentrarse únicamente

> en “corregir sus debilidades”. Además, las escuelas tienden cada vez más a concebir la diversidad en los salones de clase como un recurso y no como un problema. (Resta, 2004, p. 25)

Finalmente, la evaluación deja de ser aquella centrada en la ponderación del nivel de memorización de información. Ahora predominan las realizaciones derivadas del proceso formativo, la resolución de problemas, la *co*creación, etc.

Con el fin de identificar qué perspectivas teóricas han influido y determinado el enfoque en este libro, se enunciarán brevemente distintas escuelas de pensamiento que tienen al aprendizaje como objeto de estudio y reconocen que su estado actual va desde la psicología: conductismo (Skinner, 1968), constructivismo (Piaget, 1960, 1969) y socioculturalismo (Vygotsky, 1978), así como aristas que nacen de ellas, como las múltiples inteligencias (Gardner), los niveles de aprendizaje (Bloom, 1956), el aprendizaje significativo (Ausubel), la instrucción (Bruner, 1991, 1996, 1997), hasta la perspectiva lingüística (Bruner, 1991, 1996, 1997; Vygoysky, 1978; Hymes, 1996; Chomsky, 1983; Greimas, 1990), cibernética (Glasersfeld; Millwood), educación (Fleming; Illich, Holt, Freire, 1970; Montessori), antropología social (Lave; Wender), entre otras (figura 35).

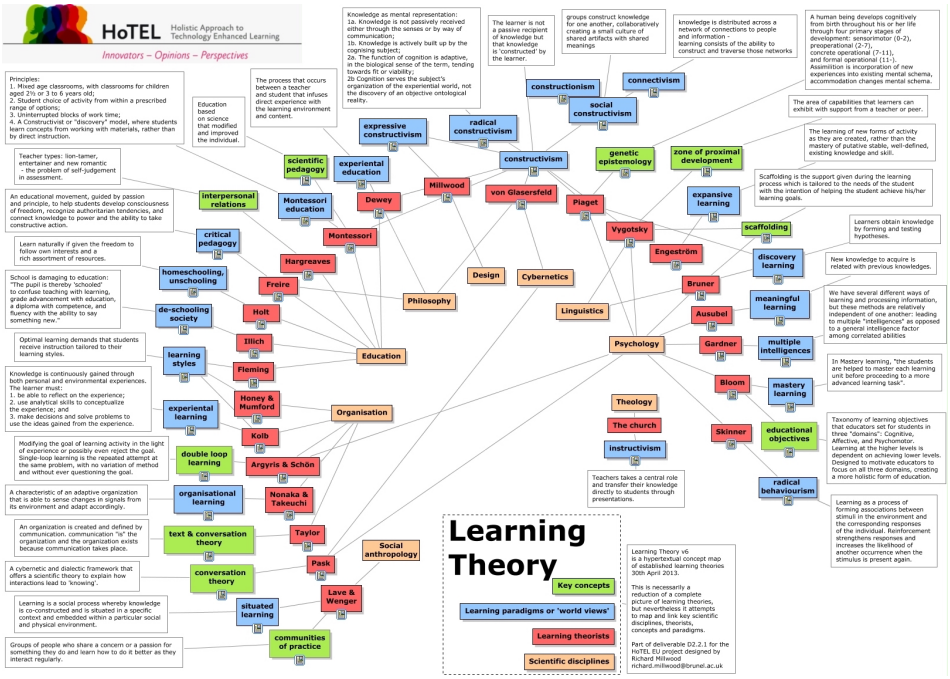


Figura 35. Teorías del aprendizaje.

Extraído de "Learning theory", de R. Milwood, 2013. Recuperado de http://blog.richardmillwood.net/wp-content/uploads/2013/11/Learning-Theory.pdf

A continuación, se hará una descripción de algunas teorías que sustentan los procesos de aprendizaje como interacción social en la que las tecnologías son entornos (plano del contenido) y dispositivos de construcción simbólica (plano de la expresión) que apoyan, facilitan o potencian estos procesos. Estas son la teoría constructivista y la sociocultural, y algunas prácticas fundamentadas en ellas, como la teoría de la instrucción, la instrucción anclada y el aprendizaje de perspectiva semiótica.

Teoría constructivista

Hay una relación entre el estructuralismo semiótico y la teoría constructivista. En esta última, se entiende que las personas aprenden por su interacción con el entorno. De ahí que el énfasis educativo está en las experiencias de aprendizaje y no en el conocimiento declarativo (contenidos, no en el sentido semiótico),

que, en esta perspectiva, no se omite sino que se incorpora a partir de su pertinencia en el desarrollo de las actividades de aprendizaje. En didáctica, se entiende como enseñanza orientada a la acción (*performances*).

Al igual que la semiótica, considera que los signos que están articulados a un sistema de códigos deben tener un proceso social de transferencia, negociación, transformación, creación y cocreación para su significación (conocimientos aprendidos). En este sentido, el aprendizaje se entiende como un proceso de interacción-percepción-significación-apropiación, que, a partir de "bombas semánticas" o nuevos estímulos, desequilibra, asimila y acomoda nueva "información" a las estructuras mentales. Para Piaget (1960), la inteligencia tiene dos variables: la organización y la adaptación. La primera está constituida por estructuras de conocimiento (código) que condicionan acciones en contextos concretos y la segunda es la adaptación (asimilación y acomodación) en la que se significan o incorporan nuevos elementos a las estructuras mentales: "Intelligence constitutes the state of equilibrium towards which tend all the successive adaptations of a sensori-motor and cognitive nature, as well as all assimilatory and acommodatory interactions between the organism and the environment"[50] (p. 11).

Desde esta perspectiva, el aprendizaje se da en el ejercicio del conocimiento en contextos específicos de actuación:

> Los conocimientos derivan de la acción, no como simples respuestas asociativas, sino en un sentido mucho más profundo: la asimilación de lo real a las coordinaciones necesarias y generales de la acción. Conocer un objeto es, por tanto, operar sobre él y transformarlo para captar los mecanismos de esta transformación en relación con las acciones transformadoras. Conocer es asimilar lo real a estructuras de transformaciones, siendo estas estructuras elaboradas por la inteligencia en tanto que prolongación directa de la acción. (Piaget, 1969, p. 38)

50 La inteligencia constituye el estado de equilibrio hacia el cual tienden todas las adaptaciones sucesivas de naturaleza sensorio-motora y cognitiva, así como todas las interacciones de asimilación y acomodación entre el organismo y el ambiente.

Teoría sociocultural

La teoría sociocultural del desarrollo cognitivo tiene sus bases en el trabajo de Vygotsky, quien entiende el aprendizaje como un proceso de interacción social y cultural. Aquí la fecundidad del signo como expresión del conocimiento (código) es fundamental:

> The very essence of human memory consists in the fact that human beings actively remember with the help of signs. It may be said that the basic characteristic of human behavior in general is that humans personally influence their relations with the environment and through that environment personally change their behavior, subjugating it to their control. It has been remarked that the very essence of civilization consists of purposely building monuments so as not to forget.[51] (Vygotsky, 1978, p. 51)

Al igual que Piaget, Vigotsky plantea que el aprendizaje se evidencia en dos niveles: primero, a través de la interacción con otros y, segundo, cómo se integran esas "significaciones" (conocimiento) a la estructura mental. Las diferencias entre ambos están en que Vigotsky pone más acento en el rol de la cultura, es decir, que el desarrollo cognitivo varía conforme a la cultura y no son etapas universales y secuenciales como planteaba Piaget, y en que el desarrollo cognitivo deriva de las interacciones sociales intencionadas (guiadas) de la zona de desarrollo próximo y no de las exploraciones independientes (conocimiento autogestionado) de Piaget; en términos semióticos, la semiosfera en la cual crecen las personas influye en lo que piensan y pensarán.

La zona de desarrollo próximo plantea que, a partir de la interacción (acompañamiento) con un sujeto "el otro más experto" (familiar, amigo, compañero, profesor) que tiene más experiencia y conocimiento sobre un asunto concreto, es posible pasar de aquello que puede hacer por sí solo a un nivel de desarrollo potencial (desempeño esperado) con dicho acompañamiento: "An essential feature of learning is that it creates the zone

---

51 La esencia misma de la memoria humana consiste en el hecho de que los seres humanos recuerdan activamente con la ayuda de los signos. Se puede decir que la característica básica del comportamiento humano, en general, es que las personas influyen personalmente en sus relaciones con el entorno y, a través de él, modifican su comportamiento y lo someten a su control. Se ha señalado que la esencia misma de la civilización consiste en construir monumentos para no olvidar.

of proximal development; that is, learning awakens a variety of internal developmental processes that are able to operate only when the child is interacting with people in his environment and in cooperation with his peers"[52] (Vygotsky, 1978, p. 90).

> When it was first shown that the capability of children with equal levels of mental development to learn under a teacher's guidance varied to a high degree, it became apparent that those children were not mentally the same age and that the subsequent course of their learning would obviously be different. This difference between twelve and eight, or between nine and eight, is what we call the zone of proximal development. It is the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers.[53] (Vygotsky, 1978, p. 86)

Teoría de la instrucción

Bruner (1996), al igual que Piaget, comprende el aprendizaje como un proceso activo en el que una persona construye nuevas ideas a partir de las experiencias y de los conocimientos previos: "Culture, then, though itself man-made, both forms and makes possible the working of a distinctively human mind. On this view, learning and thinking are always situated in a cultural setting and always dependent upon the utilization of cultural resources"[54] (p. 4).

---

52 Una característica esencial del aprendizaje es que crea la zona de desarrollo próximo; es decir, el aprendizaje despierta una variedad de procesos de desarrollo interno que pueden operar solo cuando el niño está interactuando con personas en su entorno y en cooperación con sus compañeros.

53 Cuando se demostró por primera vez que la capacidad de aprendizaje de niños con niveles iguales de desarrollo mental variaban sustancialmente bajo la guía de un maestro, se infirió que esos niños no tenían la misma edad mental y que, en consecuencia, el desarrollo de su aprendizaje debía ser diferente. Esta diferencia entre doce y ocho, o entre nueve y ocho, es lo que llamamos la zona de desarrollo próximo. Es la distancia entre el nivel de desarrollo real, determinado por la resolución de problemas de manera independiente, y el nivel de desarrollo potencial, establecido a través de la resolución de problemas bajo la guía de un adulto o en colaboración con compañeros más capaces.

54 La cultura, entonces, aunque hecha por el hombre, forma y hace posible el funcionamiento de la mente humana. Desde este punto de vista, el aprendizaje y el pensamiento siempre están situados en un entorno cultural y siempre dependen de la utilización de los recursos culturales.

El desarrollo de la instrucción, que en términos semióticos sería "la experiencia", persigue tres principios: a) la experiencia debe estar asociada con situaciones y ambientes familiares para el estudiante para que esté "dispuesto" a aprender; b) la "experiencia" debe estar estructurada de manera organizada, fácil y coherente, lo que llama Bruner (1996) organización espiral; y c) la experiencia debe posibilitar llegar más allá de lo planificado, es decir, llegando más allá de los conocimientos propuestos. El concepto de *experiencia* es fundamental, aunque no denominado de esta manera por Bruner, sí visionado en la simbiosis entre práctica y explicación conceptual:

> Studies of expertise demonstrate that just learning how to perform skillfully does not get one to the same level of flexible skill as when one learns by a combination of practice and conceptual explanation—much as a really skillful pianist needs more than clever hands, but needs as well to know something about the theory of harmony, about solfège, about melodic structure.[55] (Bruner, 1996, p. 54)

Uno de los problemas contemporáneos es que el profesor en el ejercicio de construcción de la instrucción (experiencia) tiene prejuicios frente a las significaciones (conocimientos) de sus estudiantes. De ahí la importancia de reconocer sus matrices culturales antes del inicio de la experiencia:

> Dicho llanamente, la tesis que emerge es que las prácticas educativas en las aulas están basadas en una serie de creencias populares sobre las mentes de los aprendices, algunas de las cuales pueden haber funcionado conscientemente a favor o inconscientemente en contra del bienestar del niño. Hay que explicitarlas y reexaminarlas. Las distintas aproximaciones al aprendizaje y las distintas formas de instrucción —de la imitación a la colaboración, pasando por la instrucción y el descubrimiento— reflejan diferentes creencias y presupuestos sobre el aprendiz —del actor al pensador colaborativo, pasando por el conocedor y el experimentador privado—. (Bruner, 1997, p. 68)

55 Los estudios demuestran que el aprendizaje de habilidades no alcanza el mismo nivel de desarrollo que cuando se aprende mediante la combinación de práctica y explicación conceptual; así como un pianista hábil necesita más que manos inteligentes, necesita también saber sobre la teoría de la armonía, el solfeo y la estructura melódica.

Instrucción anclada

Asociado con el concepto de *instrucción* (experiencia), está el término *ancla* entendido como un contexto, problema o situación del mundo de la vida (del estudiante) que busca vincular la experiencia de aprendizaje: "When students begin with authentic problems, they are more motivated to find solutions. In addition, this method helps students to identify issues and opportunities and to see the need for learning about new concepts and procedures relevant to solving problems"[56] (Bransford & Stein, 1993, p. 200).

Esta técnica implica un alto reconocimiento de las matrices culturales de los estudiantes y sus necesidades de formación en el campo. Igualmente, sería importante reconocer las identidades profesionales que buscan alcanzar, tal y como afirman Bransford & Stein (1993), "anchoring instruction in realistic problem-solving tasks works best when these tasks are tailored to the needs, interests, and skills of students. Ideally, instructors interested in problem-based learning should find or develop their own anchors or find ways to help students design problems for themselves"[57] (p. 209).

> The effectiveness of problem-based instruction depends greatly on how the learning environment is structured and how the problem is approached. We have seen many attempts to use problem-based learning fail because insufficient consideration was given to key components of the instructional context. For instance, problem-based instruction can fail because the problems themselves are not interesting to students or because they are presented in a way that does not challenge or motivate students. We believe that almost any problem can be made into a challenging and motivating experience. Doing so requires many of the communication skills [...], especially those concerned with understanding the intended audience.[58] (p. 208)

---

56 Cuando los estudiantes comienzan con problemas auténticos, están más motivados para encontrar soluciones. Además, este método ayuda a identificar problemas y oportunidades, y a ver la necesidad de aprender nuevos conceptos y procedimientos relevantes para resolver dichos problemas.

57 Anclar la instrucción en tareas realistas de resolución de problemas funciona mejor cuando estas se adaptan a las necesidades, los intereses y las habilidades de los estudiantes. Idealmente, encontrar maneras de ayudarlos a diseñar problemas por sí mismos.

58 La efectividad de la instrucción basada en problemas depende en gran medida de cómo está estructurado el ambiente de aprendizaje y de cómo se aborda el problema. Hemos visto muchos intentos fallidos de usar el aprendizaje basado en problemas porque no se prestó suficiente atención a los componentes clave del contexto de instrucción. Por ejemplo, la instrucción basada en problemas puede fallar porque los problemas en sí mismos no son

Semiótica greimasiana

La comunicación educativa entendida como procesos de interacción para la significación social de conocimientos, prácticas y valores ha sido estudiada desde hace mucho tiempo. El proceso de enseñanza (*insignare*) consiste en un trabajo de arquitectura, de diseño de experiencias de aprendizaje, que deben ser vivenciadas o mejor protagonizadas (modelo actancial) multisensorialmente por sujetos con competencia modal y semántica:

> El comportamiento del acto didáctico como acto de comunicación ha sido puesto de manifiesto ya desde la antigüedad clásica en los *Diálogos* de Platón o en la *Retórica* de Quintiliano. En la actualidad se han preocupado de la cuestión autores como Titone (1986), Rodríguez Diéguez (1985), Rodríguez Hiera (1988), Greimas (1988), Fabri (1988), Coll y Onrubia (1995), Nussbaum y Tusón (1996), Cazden (1991), López Eire (1995), Mendoza Filióla, López Valero y Martos Núñez (1996), etc. De la lectura de estos autores se desprende una conclusión común a todos ellos: enseñar, necesariamente, es comunicar y, en consecuencia, si la comunicación resulta inadecuada o fallida, el proceso didáctico resulta igualmente inadecuado o fallido. (Sánchez, 2003, p. 472)

Como se ha evidenciado desde el constructivismo y el socioculturalismo, se considera que la cultura es la semiosfera en que circula el conocimiento, la interacción de significados movilizados por el lenguaje. Las experiencias de aprendizaje se configuran, desde el punto de vista semiótico, como programa narrativo en el que los objetos de deseo son desempeños esperados que se materializan (*performance*) a través de una serie de competencias modales: hacer querer (la motivación), hacer deber (la semiosfera/cultura), hacer saber (los conocimientos pertinentes para la solución del problema), hacer poder (las habilidades que se van desarrollando con la práctica) y el hacer hacer (la *performance*): "que la actividad didáctica no es otra cosa que un género de

interesantes para los estudiantes o porque se presentan de una manera que no desafían ni motivan. Creemos que casi cualquier problema puede convertirse en una experiencia desafiante y motivadora. Hacerlo requiere muchas de las habilidades de comunicación [...], especialmente aquellas relacionadas con la comprensión de la audiencia deseada.

discurso que ha de procurar la búsqueda y la realización de aquellos efectos perlocutivos mediante los cuales se hace posible la referida construcción del sujeto" (Sánchez, 2003, p. 470):

> Se considera el discurso como mediador semiótico esencial que interviene decisivamente tanto en la construcción de la identidad del sujeto como en la construcción del acto educativo. Para ello, el discurso del aula es analizado como un Programa Narrativo en el que intervienen diferentes roles actanciales. Pues bien, la posibilidad de que se den diversos roles actanciales da origen a la correspondiente diversidad de diferentes modelos de docencia y de aprendizaje. (Sánchez, 2003, p. 469)

En el capítulo 3, se desarrollará, especialmente en la dimensión comunicativa, la perspectiva semiótica en la construcción de experiencias de aprendizaje.

Las TIC como mediador de la interacción educativa

La innovación educativa mediada por TIC se puede definir como una transformación constructiva de procesos de enseñanza-aprendizaje a través del apoyo, la facilitación y la potenciación de la mediación de TIC en contextos académicos y sociales concretos. Asociado a este principio, la educación contemporánea mediada por TIC se entiende como una estrategia en la que las interacciones, sincrónicas o asincrónicas, entre los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje, situados *in situ* y en diferentes contextos geográficos, están mediados por TIC.

Existen necesidades sociales en la educación que las TIC pueden cubrir, como flexibilizar procesos de formación, ampliar la cobertura educativa, facilitar la inclusión en respuesta a la diversidad de necesidades sociales de acceso a la educación superior y posibilitar la configuración de comunidades globales de aprendizaje, entre otras.

En la educación virtual o *e-learning* (*online*) o mediada por TIC, se pueden caracterizar cinco líneas de acción:

- Educación a distancia virtual que opera bajo las mismas lógicas de la educación "presencial" y sus altos niveles de interacción (sincrónica y asincrónica), en la que la flexibilización se da en los espacios situados geográficamente pero no en el tiempo.

- Autogestionada que no es calendarizada, cuya particularidad es el predominio de actividades de aprendizaje asincrónicas construidas bajo una metodología para el autoaprendizaje que se realizan con alta flexibilidad y autonomía en el tiempo de desarrollo.

- Abierta, constituida, entre otros, por cursos masivos abiertos en línea (MOOC, por sus siglas en inglés).

- Combinados (*blended*), entendidas como propuestas formativas híbridas y mixtas que integran componentes presenciales físicos y presenciales virtuales, o como ampliación, enriquecimiento y flexibilización de los entornos de aprendizaje físicos.

- Micro-*learning*, experiencias educativas de estructura modular y corta duración, como *webinars*, talleres, seminarios, etc., enfocados en el desarrollo de habilidades concretas.

En la educación tradicional, el aula de clase se ha legitimado socialmente como el lugar formal de encuentro de profesores y estudiantes para el desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, en la educación contemporánea, se comprende que puede haber múltiples espacios para el aprendizaje, como el laboratorio, la biblioteca, las salas de sistemas, los salones de conferencias, la ciudad, las organizaciones, los escenarios deportivos y de bienestar. Entendiendo la educación como una acción colectiva en la que se interactúa con otros (profesores, estudiantes, autores —libros, imágenes, videos, multimedia, etc.—), para significar conocimientos, prácticas y valores, se puede establecer que una de sus limitaciones históricas ha sido la interacción entre personas que se encuentran en contextos geográficos y temporales distintos.

Las tecnologías históricamente han sido un mediador y facilitador de esta interacción (inicialmente en una vía, de uno a muchos). Por ejemplo, el pensamiento de Aristóteles, a pesar del tiempo, está presente en muchos contextos académicos gracias a que este ha sido materializado y diseminado a través de libros. La radio y la televisión han sido, igualmente, tecnologías que han permitido el acceso al conocimiento. Por ello, las primeras experiencias de educación a distancia se fundamentaron en el envío, por correspondencia, de textos que incorporaban las actividades de enseñanza para el aprendizaje (MinEducación, 2017). Infortunadamente, estas tecnologías de información masiva privilegiaban la divulgación de conocimiento, pero no facilitaban la interacción colectiva (de muchos a muchos) sobre ellos.

Hoy día, gracias a los avances tecnológicos, no solo se puede acceder a un conocimiento ubicuo (presente en todas partes al mismo tiempo), *cross* (en múltiples formatos y medios) y transmediático (más allá de los medios, asociado con los usos sociales de las TIC), sino que también estos posibilitan el encuentro presencial (mediado-no físico) de estudiantes y profesores en espacios sincrónicos y asincrónicos que se transforman (efecto palimpsesto) a partir de las particularidades de las actividades de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, es posible realizar una presentación de manera colaborativa a través de Google Slides, cuya consigna ha sido realizada por el profesor a través de un mensaje audiovisual incorporado a un foro para exponer colectivamente las dudas y aclaraciones (figura 36).

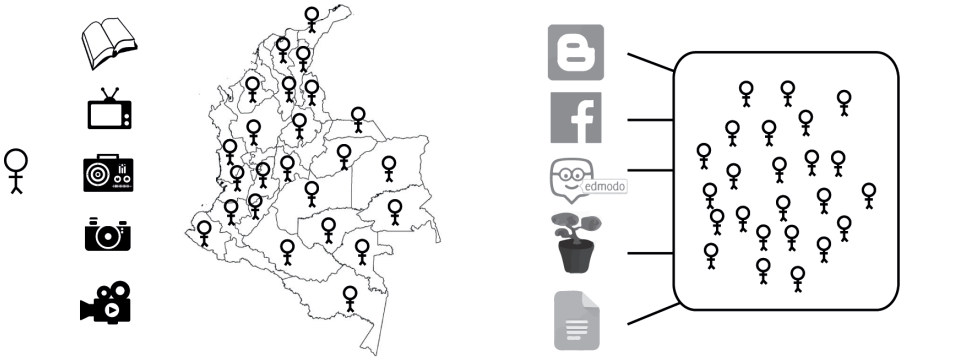


Figura 36. Representación de la transformación de las TIC como medios de difusión masiva a espacios de interacción.

Con estas consideraciones, no habría diferencia entre la educación "presencial" y "virtual" desde una perspectiva pedagógica, en la medida en que las interacciones colectivas presenciales también son posibles a través de mediaciones electrónicas. No en vano, hay experiencias educativas en el contexto internacional que apuestan por propuestas de formación flexibles y mixtas (*b-learning*) en las que hay momentos de interacción en espacios físicos concretos y en ambientes electrónicos. La única diferencia en la actualidad entre la modalidad "virtual" y la "presencial" es que la última se lleva a cabo de manera sincrónica con la presencia corporal de los participantes en espacios físicos geográficamente situados.

A manera de ilustración, las mediaciones tecnológicas permitirían la creación de itinerarios posibles de formación a partir de las particularidades de cada uno de los estudiantes (aprendizaje adaptativo), la gestión/creación simbólica, la flexibilización de la interacción entre miembros de una comunidad académica y el acompañamiento al estudio independiente. Por ejemplo, una actividad básica y recurrente es la lectura o visualización de materiales cuyo contenido debe ser conocido y comprendido por los estudiantes. Infortunadamente, es complejo determinar el grado de lectura y comprensión sobre estos materiales. Con actividades asincrónicas, un profesor podría exponer un texto o video, e incorporar una serie de preguntas que se activan mientras va desarrollando la lectura o visionado. Las respuestas son reportadas al profesor para ser analizadas (minería de datos) y orientar de una manera más pertinente (a partir de las debilidades y fortalezas identificadas) las explicaciones en el encuentro sincrónico. Otra opción ligada a la lectura es el uso de archivos EPUB, propios de los *e-books*, los cuales permitirían que una persona que se desplaza pueda escuchar (en vez de leer) y construir el contenido de un texto.

Otra actividad clásica es la explicación que hace un profesor de una actividad. Al haber sido un mensaje oral, es muy probable que ciertos detalles no hayan sido comprendidos por el estudiante y, en consecuencia, el profesor recibirá muchas visitas para aclarar las inquietudes. A través de mediaciones tecnológicas, el profesor puede grabar una explicación en video de la actividad, la cual puede ser repetida cuantas veces el estudiante considere necesario. El docente, asimismo, puede crear enlaces en este medio para fortalecer el ejercicio, alojarlo en un foro para hacer públicas inquietudes y respuestas por

parte de la comunidad participante. También puede generar un QR Code del video para publicarlo en el salón u oficina a fin de que los estudiantes puedan acceder a él al escanearlo a través de un dispositivo móvil.

Otro caso reside en el plano de las asesorías. Una forma de flexibilizarlas (cuando se vive en zonas distantes de la universidad) es realizando reuniones sincrónicas a través de plataformas que permiten no solo el intercambio de mensajes visuales (cámara) y sonoros (micrófono), sino también documentales (en diferentes formatos) en nube que puedan ser retroalimentados directamente por el profesor.

Un ejemplo más contemporáneo y pertinente al objeto de estudio se presenta en las visitas guiadas industriales. Las empresas de producción han perfeccionado una serie de procedimientos en el desarrollo de sus productos, muchos de ellos automatizados, que lo hacen un referente para profesionales en formación. No obstante, son espacios que no han sido pensados para la recepción continua y masiva de visitas, e incluso son, en algunos casos, peligrosas para el ser humano. En este escenario, se hace una producción única a nivel fotográfico y audiovisual en 360º que posibilite al estudiante vivenciarlo sin tener que estar físicamente en él. Incluso, en cada estación, podría recibir estímulos digitales adicionales (videos, textos, etc.) que enriquezcan la experiencia.

Igualmente, en las visitas guiadas a museos, los objetos históricos pueden ser enriquecidos a través de estímulos audiovisuales que le permitan al educando recrear los acontecimientos o particularidades de lo observado dejándole la posibilidad de profundizar su conocimiento hasta donde él mismo lo determine. Además, se podría permitir que un profesor/estudiante esté presente "holográficamente" en varios salones simultáneos localizados en espacios geográficos diferentes.

A partir de las teorías educativas expuestas y las TIC como mediador de la interacción educativa, se evidencian cuatro principios: a) el acento sobre los procesos de aprendizaje, b) la personalización, c) la inteligencia colectiva y d) la democratización del conocimiento.

Con respecto al aprendizaje, se reconoce que el rol del profesor está enfocado en el diseño de experiencias (actividades) de aprendizaje, la promoción de diferentes formas de interacción para la significación social de saberes, la problematización de los conocimientos y su aplicación en contextos de actuación concretos.

Por su parte, la personalización busca reconocer que las personas tienen modos de aprender diferentes (inteligencias múltiples). Los itinerarios de formación y los recursos deben ser lo suficientemente flexibles para que respondan a las necesidades de formación de sujetos heterogéneos que se encuentran en contextos histórico-sociales específicos.

El concepto de *inteligencia colectiva* se refiere a que las personas con diferentes niveles de comprensión del mundo pueden aportar significativamente a la solución de problemas. Este *crowdsourcing* educativo promueve y posibilita el encuentro y la participación de personas en torno a campos específicos del saber, para el intercambio, la transformación y la construcción colectiva de conocimiento.

En cuanto a democratización del conocimiento, una de las metas es el acceso abierto a la información, la cual crece continuamente, lo que implica procesos de curaduría académica más estructurados. Existe un movimiento mundial llamado Open Educational Resources (OER) que promueve el acceso libre y abierto a recursos educativos.

Matriz para comprender las modalidades educativas desde las variables de flexibilidad de Tiempo y Espacio

Entendiendo que las afirmaciones anteriores frente a las modalidades y sus atributos pueden resultar controvertidas, a continuación se presenta una matriz que busca explicarlas a través del grado de flexibilidad de las variables Tiempo y Espacio en las interacciones educativas.

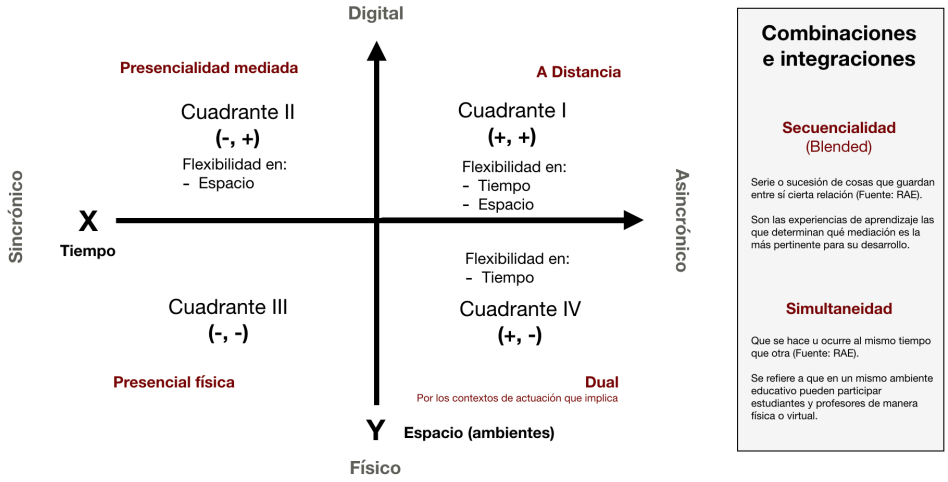


Figura 37. Modos de acceso a la educación superior explicado desde la flexibilización de tiempo y espacio.

Fuente: Elaboración propia.

Tanto tiempo (eje X) y espacio (eje Y) se pueden representar en un plano cartesiano siendo el lado negativo (-) el escenario no flexible y siendo el lado positivo (+) el si flexible.

En el eje del tiempo, la forma de representar un escenario no flexible es el sincronismo, donde profesores y estudiantes se encuentran en un momento específico para la interacción y diálogo en simultáneo. Mientras que el escenario sí flexible se caracteriza por el asincronismo, donde profesor y estudiantes se encuentran pero no en coincidencia de tiempo, dejando dispuestas sus expresiones, sus huellas como acto de diálogo e intercambio simbólico esperando a ser contemplados, enriquecidos, transformados, replicados posteriormente.

En el eje del Espacio, la no flexibilidad se representa en aquellos ambientes educativos que son de naturaleza física, geográficamente específicos y situados, como por ejemplo, salones, auditorios, laboratorios o escenarios sociales en los que se localizan los objetos de estudio o de trabajo. Por otra parte están los ambientes sí flexibles que son de naturaleza digital, disponibles en la nube (Internet), puertas de ingreso ubicuas que posibilitan

que cualquier persona, independiente de su localización corporal física pueda estar presente cognitivamente en los intercambios simbólicos que ocurren en dichos lugares.

A partir de estos principios es posible caracterizar unos "cuadrantes" o modos de acceso a la educación y sus posibilidades de combinación o integración.

A) Cuadrante 1. Flexibilidad Temporal (+) y espacial (+). Se trata de propuestas formativas que ponen su acento en las formas de interacción asincrónicas entre estudiantes y profesores a través de unos ambientes digitales a los que se pueden acceder en cualquier momento y lugar (24/7). Una expresión de este cuadrante es la educación a distancia virtual.

B) Cuadrante 2. No flexible en el tiempo (-) pero con flexibilidad en el espacio (+). Son propuestas educativas con acento en los encuentros sincrónicos en comunidad. Intercambios, transformaciones, creaciones individuales y colectivas que se hacen en simultáneo con los demás a través de espacios de naturaleza digital que permiten dichos encuentros a pesar de la distancia. Una expresión es la modalidad de presencialidad virtual cognitiva (Gallego, 2020) cuya explicación está disponible en: *https://doi.org/10.33960/AC_39.2020* y que fue seleccionada como experiencia innovadora de formación virtual en Iberoamérica en el ámbito de la Educación Superior por la Fundación Carolina.

C) Cuadrante 3. Inflexible en tiempo (-) y espacio (-). Proyectos formativos que se deben realizar en contextos geográficos y temporales específicos. Este escenario pone su acento en las actividades fundamentadas en interacciones kinestésicas, manipulaciones, intercambios, creaciones y experiencias sensoriales simultáneas en comunidad basadas, especialmente, en el tacto, en el gusto, en el olfato. Su mayor expresión es la educación presencial tradicional.

D) Cuadrante 4. Flexible en el tiempo (+) pero no el espacio (-). Experiencias educativas que requieren para su desarrollo espacios físicos concretos pero a los cuales se puede acceder en el tiempo de manera flexible. Son actividades condicionadas a desarrollarse en entornos sociales como organizaciones, laboratorios, la ciudad pero que pueden realizarse de

manera flexible en el tiempo. En este escenario se encuentran propuestas de educación dual que requieren para su desarrollo ambientes empresariales, al igual que proyectos que son flexibles en el desarrollo de clases pero tienen dispuestos escenarios físicos para la experimentación y creación a los que acceden los estudiantes a través de reservas.

Estos cuadrantes se pueden combinar desde dos principios: por secuencialidad y simultaneidad:

E) Secuencialidad. A partir de las singularidades de las actividades de aprendizaje se pueden definir las formas de interacción (sincrónica y/o asincrónica) y los ambientes (físicos y/o digitales) que se deben desplegar para su desarrollo. Se trata de una navegación por itinerarios secuenciales articulados no linealmente que se llevan a cabo en momentos y ambientes diversos para el encuentro, el acompañamiento y el estudio independiente que son determinados en función de las experiencias de aprendizaje. Estas propuestas son llamadas en el contexto global como blended.

F) Simultaneidad. Se refiere, entre otros, al desarrollo de experiencias de aprendizaje centradas en el encuentro que se pueden hacer de manera física o digital. Estudiantes y profesores, localizados en contextos geográficos diversos, se encuentran en un ambiente al cual acceden de manera física o digital para transferir, intercambiar, transformar y co-crear conocimientos, habilidades y valores.

De esta manera, son las experiencias de aprendizaje las que determinan los ambientes (físicos/digitales), los recursos (contenidos) y los momentos (sincrónicos/asincrónicos) más pertinentes para su desarrollo estableciendo aquellas que son para:

a) Encuentros (físicos o digitales) sincrónicos en comunidad. Recursos y ambientes para, entre otros: (i) la socialización, intercambio, negociación, análisis y aplicación de conocimientos dispuestos en diferentes formatos (escritos, sonoros, audiovisuales e hipermediales); (ii) la problematización de saberes, donde se dinamiza y promueve la participación de la comunidad en las experiencias educativas, a

través de indagaciones, cuestionamientos y retos; (iii) la creación y transformación, individual y colectiva, de ideas, conceptos, fórmulas, ilustraciones, infografías, objetos, etc.

b) Acompañamientos (físicos o digitales) sincrónicos y asincrónicos. Materiales y escenarios para la interacción del profesor de manera focalizada con un grupo o estudiante que se manifiestan en asesorías, seguimientos y retroalimentaciones sobre ideas construidas, transformadas y enriquecidas de manera descentralizada y ubicua (en nube).

c) Estudio independiente (físicos o digitales) sincrónicos y asincrónicos. Contenidos y espacios para el desarrollo de actividades que se realizan sin la participación directa del profesor de manera individual o grupal como: (i) la lectura, visionado, exploración, análisis de recursos hipermediales (escritos, sonoros, visuales y multimediales) como documentos en formato electrónico (.pdf, .epub), videos, secuencias gráficas, líneas de tiempo, infografías, experiencias 360°, realidad aumentada, etc; (ii) la problematización de lecturas y visionados que permiten caracterizar múltiples niveles de comprensión de los mismos y posibilitan al profesor orientar, de una manera más pertinente a las necesidades de los estudiantes, la discusión o desarrollo de una actividad; (iii) el desarrollo de actividades individuales o colaborativas que implican realizaciones concretas como tareas, talleres, mapas conceptuales, análisis de casos, síntesis, evaluaciones críticas, proyectos, entre otros.

Formación y apropiación cultural de las TIC

La educación mediada por TIC también implica una deconstrucción de los perfiles del profesor. Para lograrlo no basta con tener espacios de capacitación sino estrategias de transformación cultural.

Entendiendo que la apropiación cultural de las TIC es un proceso de conversión de conocimientos en prácticas que deben ser hábitos para llegar a ser costumbres, posteriormente creencias para ser realidad, se plantea, para el desarrollo de competencias TIC en docentes, una ruta que inicia con una caracterización (mapeo) de las prácticas educativas de los profesores

(matrices culturales), las didácticas particulares de los diferentes campos de conocimiento y los horizontes de uso de TIC con propósitos educativos acordados y definidos socialmente (organización, institución, ciudad, país), para determinar cómo las tecnologías pueden apoyarlas, facilitarlas y potenciarlas. Por ejemplo, con respecto a las matrices culturales, cuando se quiere llegar a una comunidad rural en Colombia, mal se haría en incorporar tecnologías sin antes indagar, conocer y comprender los usos culturales de la tecnología en la región. Las interacciones de las personas ya incorporan unas mediaciones que han naturalizado con el tiempo. Por ello, para algunos es más natural el uso de la oralidad (radio), la escritura (cuaderno, tablero) y la narración-descripción (video), entre otras.

Posterior al acuerdo entre prácticas educativas, didácticas específicas del campo y la visión social, se construye una propuesta formativa "rizomática" en la que a partir de un diagnóstico de desempeños se edifiquen, de manera personalizada, itinerarios de formación para el desarrollo de competencias TIC centrados en realizaciones que permitan evidenciar los desempeños alcanzados. Dicha formación no debe solo ser evaluada desde el cumplimiento de las experiencias (actividades) propuestas, sino desde las realizaciones derivadas de estos procesos, las cuales deben implementarse en el contexto inmediato de actuación del docente y ponderarse, desde el punto de vista del impacto, a partir de dos aristas: a) la experiencia desarrollada (impacto en el aprendizaje) y b) las tecnologías que las apoyan (las mediaciones).

Las realizaciones deben tener continuidad en el tiempo y ser susceptibles de ser mejoradas continuamente. Una vez alcancen su madurez, se espera que el profesor pueda, una vez ha conocido todas las posibilidades de mediación en el contexto organizacional, innovar en sus prácticas educativas.

De acuerdo con Partnership for 21st Century Learning (P21, 2009), las competencias TIC a desarrollar para el siglo XXI pasan por tres alfabetizaciones: a) informativa, b) mediática y c) TIC. La alfabetización informativa se refiere al acceso y la evaluación de la información de manera eficiente (tiempo), efectiva (fuentes) y crítica, y al uso y el manejo de la información referida a su implementación precisa y creativa para la solución

de problemas, la administración del flujo de información derivada de una amplia variedad de fuentes y la compresión fundamental de los problemas éticos/legales que rodean el acceso y uso.

Con respecto a la alfabetización mediática, se persigue el desarrollo de competencias de análisis de medios: comprender cómo y por qué los mensajes son construidos y con qué propósitos; examinar cómo las personas interpretan los mensajes de manera diferente, cómo los valores y puntos de vista están excluidos e incluidos, y cómo los medios pueden influir en las creencias y los comportamientos; aplicar una comprensión fundamental de los problemas éticos/legales que rodean su acceso y uso, y competencias en la creación de productos mediáticos; comprender y utilizar los lenguajes y las herramientas, sus características y convenciones para la creación de mensajes; e implementar de manera efectiva las expresiones e interpretaciones más apropiadas en entornos diversos y multiculturales.

La alfabetización de las TIC se enfoca en su aplicación de manera efectiva: como dispositivo para investigar, organizar, evaluar y comunicar información; como ambiente social de comunicación y redes sociales para acceder, administrar, integrar, interactuar, evaluar y crear información para funcionar con éxito en una sociedad del conocimiento; y como comprensión fundamental de los problemas éticos/legales que los rodean.

La RA, ya no solo vista como tecnología, sino como expresión y contenido (símbolos y significación), plantea una educación mediada por TIC en la que los estímulos de naturaleza digital (informaciones, recursos, medios) aparecen para facilitar, apoyar y potenciar el desarrollo de experiencias de aprendizaje. Estímulos (palimpsesto) que pueden ser vividos multisensorialmente.

En este apartado, la RA como comunicación, tecnología y educación propone una vivencia real entre estímulos físicos y digitales. Dichos estímulos son formas simbólicas construidas y dotadas de sentido por una comunidad, por sujetos destinadores-destinatarios con competencia modal y semántica. La RA como parte integral del mundo que es percibido sensorialmente y significado socialmente. Estos planteamientos necesariamente llevan a

resemantizar las TIC, ya no como instrumentos, sino como espacios sociales y, en consecuencia, ambientes de aprendizaje de intercambio simbólico (concepto de mediación).

En el plano educativo, implica pensar en procesos de interacción y significación social de conocimientos, prácticas y valores. Esta dimensión sugiere la construcción, ya no solo de contenidos, que es lo que ha predominado en la implementación de RA, sino de experiencias de aprendizaje mediadas digitalmente. ¿Cómo construir experiencias de aprendizaje en RA desde el punto de vista pedagógico, tecnológico y comunicativo? ¿Qué tipo de pedagogía subyace en las experiencias desde la perspectiva semiótica? ¿Cómo caracterizar procedimientos comunicativos en una experiencia de aprendizaje en RA?

3. Modelo para el análisis de aplicaciones visuales educativas en realidad aumentada desde la perspectiva de la semiótica visual

En este punto, se entiende en este libro que la realidad aumentada (RA) con propósitos educativos se refiere a prácticas formativas desarrolladas sincrónicamente en un ambiente y contexto físico determinado, que se facilitan, apoyan, potencian o enriquecen a través de estímulos de naturaleza digital. Estos estímulos van desde la clasificación funcional propuesta por Hugues, Fuchs & Nannipieri (2011) de la adición de formas simbólicas pasivas que se perciben en interfaces yuxtapuestas en el ambiente, como radio, televisión, libros, computadoras, videoproyector, dispositivos móviles, *wearables*, entre otras, hasta la hibridación e integración de estímulos físicos y digitales en una experiencia de aprendizaje que se afectan mutuamente, es decir, una manipulación del ambiente físico-digital a través de acciones digitales-físicas.

En este sentido, el modelo de análisis que se propone no solo debe responder a realizaciones o productos educativos soportados por tecnologías como *tracking*, sensores, geolocalización, IoT (por sus siglas en inglés) y HMD (por sus siglas en inglés), sino también a cualquier mediación tecnológica que "aumente" la experiencia educativa.

La configuración de las categorías que integran el modelo de análisis deriva de las orillas de conocimiento propuestas en este libro. Una dimensión pedagógica que entiende la educación como un proceso intencionado de acción (*performance*)-interacción para la significación social de conocimientos, de prácticas y de valores; una dimensión tecnológica que trasciende su connotación instrumental hacia dispositivos de gestión/creación simbólica y ambientes que son vividos y experimentados sensorialmente; y una dimensión comunicativa entendida como proceso de intercambio simbólico entre sujetos sociales dotados de competencia modal y semántica.

La primera dimensión se centra en la noción de *competencias de perspectiva lingüística*, concretamente desde la semiótica greimasiana en la que se evidencia una migración en el acento de los contenidos educativos, propios de la educación difusionista o funcionalismo comunicativo expuesto en el apartado anterior, a la construcción de conocimiento en experiencias multisensoriales de aprendizaje, en la que las *performances* (teoría de la

acción) o los desempeños esperados fundamentan las rutas de acción, es decir, las actividades de aprendizaje a desarrollar con sus respectivos estímulos (recursos y ambientes) de naturaleza digital.

La dimensión tecnológica está conformada por tres aristas: a) la clasificación conceptual, técnica y funcional de la experiencia en RA; b) los recursos (estímulos) educativos digitales que pueden ser abiertos o propios, en este último caso, se proponen tres facetas: comunicativa, educativa y técnica para su desarrollo; y c) los ambientes de interacción.

Finalmente, la comunicativa contempla dos momentos: uno inicial que es fundamental en la medida en que se reconoce el plano del "contenido" o de la significación de la experiencia. Se trata de una aproximación a las matrices culturales de quienes van a participar en la actividad de aprendizaje para lograr lo que Jacop et al. (2008) establecen en el concepto de realidad basada en la interacción (*reality-based interaction* [RBI]): la naturalización de la interacción con los objetos que conforman la experiencia desde lo social-ambiental. Además, lo comunicativo pasa por el plano de la expresión, las interacciones, la metáfora visual y la narrativa, en el que los objetivos formativos se presentan como objetos de deseo, desde el punto de vista semiótico (figura 38).

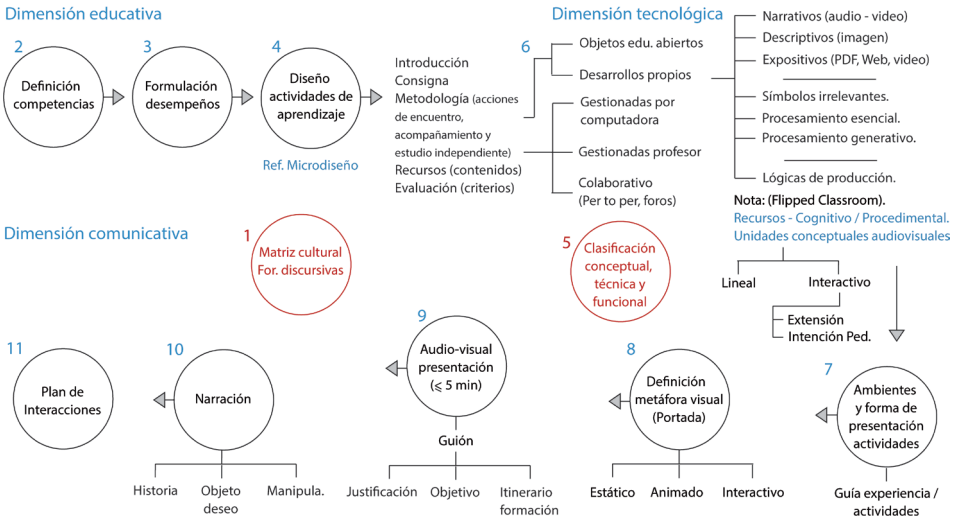


Figura 38. Representación de las dimensiones para el análisis de aplicaciones visuales educativas en RA.

Dimensión pedagógica

A partir de la orilla de conocimiento seleccionada, el análisis pedagógico de las realizaciones en RA se hará desde la perspectiva del aprendizaje basado en competencias:

> Las competencias son procesos complejos que las personas ponen en acción-actuación-creación, para resolver problemas y realizar actividades de la vida cotidiana sin excluir el contexto, aportando a la construcción y transformación de la realidad, para lo cual integran el saber ser, el saber convivir, el saber conocer y el saber hacer, teniendo en cuenta los requerimientos específicos del entorno, las necesidades personales y los procesos de incertidumbre, con autonomía intelectual, conciencia crítica, creatividad y espíritu de reto, asumiendo las consecuencia de los actos y buscando el bienestar humano. (Universidad Autónoma de Occidente [UAO], 2011, p. 31)

Desde la perspectiva lingüística, la competencia se ha caracterizado principalmente desde tres ámbitos: la primera, como una actuación en potencia que está determinada por el manejo de los códigos propios de una disciplina o campo de conocimiento que "pueden formularse con precisión dentro de una teoría explícita de reglas y representaciones" (Chomsky, 1983, p. 100). En la segunda, más que el dominio de los códigos, lo significativo residiría en los diversos contextos sociosituacionales en los que se usan: la "interferencia sociolingüística es de gran importancia para la relación entre la teoría y la práctica" (Hymes, 1996, p. 32). La tercera, como una estructura modal que integra "el querer y poder y saber-hacer del sujeto que presupone su hacer performancial" y el deber (Greimas y Courtés, 1979, p. 62).

Para Greimas y Courtés (1979), la noción de *competencia* de Chomsky "es un saber; es decir, un conocimiento implícito que el sujeto tiene de su lengua [...] no obstante, se observa que ese saber no concierne al saber-hacer sino al deber-ser, es decir, al contenido" (p. 69). Por otro lado, la noción de *competencia* planteada por Hymes (1996) propone un enfoque que se ocupa de investigar las reglas de uso de conocimientos, prácticas y valores en su medio ambiente, es decir, en los diversos contextos sociosituacionales en los que se usan dichos saberes. Igualmente, la noción planteada por Greimas y Courtés, estructurada desde una competencia semántica y una competencia modal compuesta por un querer-hacer/deber-hacer y saber-hacer/poder-hacer, revela que en toda realización

(actos) hay unos conocimientos (saber), unas habilidades (saber hacer y poder hacer) y unos valores (querer hacer y deber hacer) que se integran. En esta visión, el estudiante es el actor principal del proceso educativo y se reconoce que tiene unas características culturales y afectivas únicas, con necesidades de formación particulares derivadas de su entorno y capacidades diversas para entender, comprender y resolver problemas.

Desde esta perspectiva, en el aprendizaje, la enseñanza y la mediación pedagógica, se advierte una migración del acento en los contenidos educativos y en la transmisión de estos hacia la construcción de conocimiento en experiencias de aprendizaje. En este escenario, el docente es "un gestor y diseñador estratégico de los procesos que se activan individual y colectivamente en los ambientes de aprendizaje, con el propósito de generar las condiciones para la construcción de conocimientos, el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias" (UAO, 2011, p. 36).

Así pues, "el diseño de experiencias de aprendizaje hace de la mediación pedagógica el eje de la transformación de los procesos de aprendizaje y enseñanza" (UAO, 2011, p. 38). En esa mediación, las TIC desempeñan un papel protagónico, porque posibilitan "el diseño y desarrollo de ambientes de aprendizaje diversos en los que la virtualidad y la interactividad posibiliten y potencien la interacción sincrónica y asincrónica de estudiantes y profesores" (p. 39).

En consecuencia, las experiencias educativas deben estar orientadas a estimular el interés y la motivación, presentar los propósitos y las metas a lograr, exponer de manera didáctica y atractiva los contenidos, diseñar y proponer al estudiante rutas de aprendizaje, estimular la actividad organizada e intencionada del estudiante, y promover la aplicación del conocimiento y de los aprendizajes construidos a situaciones reales.

Procedimiento de análisis de la dimensión pedagógica

Para analizar la dimensión pedagógica en cualquier experiencia educativa, se deben identificar inicialmente las competencias en consideración a los tres dominios del aprendizaje: a) cognitivo (saberes), b) habilidades (saber hacer con sentido) y c) axiológico (conjunto de valores humanos y disciplinares).

En consecuencia, en una propuesta formativa en RA, se deben caracterizar los resultados de aprendizaje (las realizaciones) que permitirán evidenciar las competencias. Una competencia respecto de su redacción debe integrar los siguientes elementos: la acción que será realizada por el estudiante expresada a través de verbos que determinan el nivel que se quiere alcanzar (p. ej., conocer), el objeto de la acción (p. ej., las diferentes perspectivas de la teoría de la comunicación digital) y el propósito de la acción de aprendizaje (p. ej., para identificar desde dónde estoy comprendiendo los usos que hago de la tecnología).

La competencia en acción son desempeños que tienen diferentes niveles. Desde el punto de vista del conocimiento (cognitivo), una de las taxonomías más reconocidas es la de Bloom (1956), la cual establece seis categorías progresivas: a) conocimiento, b) comprensión, c) aplicación, d) análisis, e) síntesis y f) evaluación. Prieto y Van de Pol (2006, pp. 178-182) quisieron trascender el aprendizaje basado solo en el dominio cognitivo (saber) y describieron unos niveles para el dominio conductual (habilidades/saber hacer y poder hacer) y afectivo (axiológico/querer hacer y deber hacer) (tablas 8, 9 y 10).

Tabla 9. Dominio cognitivo

Etapa	Los estudiantes pueden	Verbos clave
1. Memoria o retención	Reconocer o evocar hechos.	Nombrar, definir, listar, declarar, numerar, decir, recitar, citar.
2. Comprensión	Usar información en contextos diferentes.	Explicar, relatar, distinguir, formular con palabras propias, resolver.
3. Aplicación	Aplicar o modificar la información de acuerdo con la situación.	Aplicar, interpretar, traducir, resumir, relacionar, conectar.
4. Análisis	Separar información y explicitar sus relaciones.	Desarmar, indicar la causa, describir los efectos, contrastar, analizar, distinguir entre causa y efecto, predecir consecuencias.
5. Síntesis	Combinar, ensamblar información para crear nuevas entidades.	Diseñar, compilar, construir, componer, integrar, juntar.
6. Evaluación	Juzgar y seleccionar información basándose en criterios y tomando decisiones consecuentes con estos.	Evaluar, defender, juzgar, concluir, valorar.

Nota. Adaptado de *E-learning comunicación y educación: el diálogo continúa en el ciberespacio,* de D. Prieto Castillo y P. van de Pol, 2006, San José, Costa Rica: Radio Nederland Training Centre.

Tabla 10. Dominio conductual

Etapa	Los estudiantes pueden	Verbos clave
1. Imitación	Observar e intentar repetir la actividad.	Repetir, copiar, imitar, rehacer, modelar.
2. Manipulación	Actuar de acuerdo con instrucciones (más que observaciones).	Hacer, llevar a cabo, realizar, diseñar, construir.
3. Precisión	Reproducir las habilidades de manera independiente y con exactitud.	Medir, ajustar, equilibrar, trazar.
4. Articulación	Combinar adecuada y secuencialmente diversas habilidades.	Operar, producir, integrar, componer, combinar.
5. Naturalización	Trabajar de manera independiente y "automáticamente".	Actuar, exhibir, crear.

Nota. Adaptado de *E-learning comunicación y educación: el diálogo continúa en el ciberespacio,* de D. Prieto Castillo y P. van de Pol, 2006, San José, Costa Rica: Radio Nederland Training Centre.

Tabla 11. Dominio afectivo

Etapa	Los estudiantes pueden	Verbos clave
1. Recibir	Escuchar y aceptar ayuda y guía.	Estar dispuesto a, escuchar, atender, seguir, darse cuenta de.
2. Responder	Responder e involucrarse activamente.	Darse cuenta de, estar dispuesto a, aplicar, poner en práctica.
3. Valorar	Responder activamente y expresar su aprecio.	Valorar, apreciar, ver la necesidad de, ver la importancia de.
4. Comprometerse	Mostrar aprecio y asumir responsabilidades.	Convencerse de, motivarse por, preparado para, comprometido con.
5. Internalizar	Asumen responsabilidades y actúan independientemente.	Defender, discutir la importancia de, justificar.

Nota. Adaptado de *E-learning comunicación y educación: el diálogo continúa en el ciberespacio,* de D. Prieto Castillo y P. van de Pol, 2006, San José, Costa Rica: Radio Nederland Training Centre.

También existe otra taxonomía llamada Structure of Observed Learning Outcome (SOLO) que va, respecto de los niveles, desde la identificación y realización de un procedimiento sencillo (uniestructural), hasta el nivel abstracto ampliado en el que la persona tiene competencias que le permiten teorizar, generalizar, evaluar críticamente y transformar creativamente su entorno inmediato:

> La taxonomía SOLO apunta al presupuesto de que el estudiante aprende mejor a partir de lo que hace [...] designamos como el eje acción-actuación-creación. Por ello los niveles Pre-estructural, Uni-estructural, Multi-estructural, Relacional y Abstracto ampliado, van acompañados cada uno por los verbos que expresan las acciones en las que se compromete cada nivel cognitivo en cada fase del aprendizaje. Pero no es la simple sucesión de "pasos para", sino todas aquellas operaciones mentales que tanto desde la lógica lineal, como de la dialéctica misma y la indomable heurística, nos posibilitan identificar nombrar y memorizar; combinar y describir; comparar, explicar y aplicar; teorizar y crear. (UAO, 2012, p. 18; figura 39)

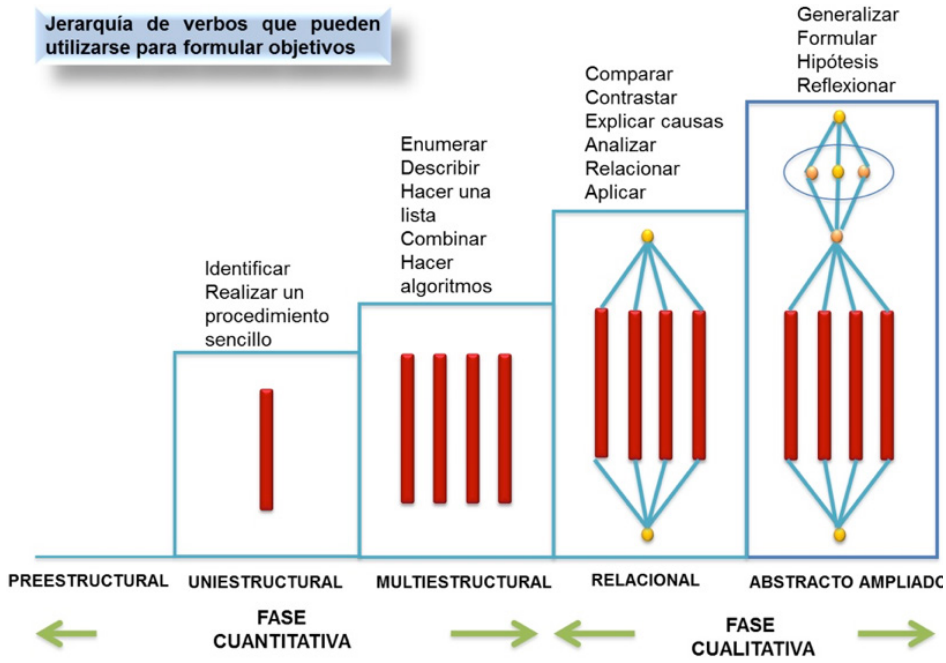


Figura 39. Taxonomía de Biggs.

Extraído de *El cubo del aprendizaje. Una caja de herramientas para el oficio: guía práctica para el diseño microcurricular en la UAO*, de Universidad Autónoma de Occidente, 2012, p. 15. Cali, Colombia: Autor. Recuperado de https://sitios.uao.edu.co/docentes/cubo-del-aprendizaje/

En este ámbito, los resultados del aprendizaje muestran fases similares de creciente complejidad estructural. Las fase cuantitativa "a medida que aumenta la cantidad de detalles principales en la respuesta de los estudiantes" y la fase cualitativa "a medida que los detalles se integran a un modelo estructural. Las fases cuantitativas del aprendizaje se producen primero; después, el aprendizaje cambia cualitativamente" (UAO, 2012, p. 15):

> Fase 1, Preestructural. Si bien Biggs plantea que no hay allí nivel de comprensión alguno, consideramos que más bien se trata de niveles bajos de ella, en los que son frecuentes los errores, las confusiones en los puntos de vista, entre otros.
>
> Fase 2, Uniestructural. Nivel simple: Hay una denominación terminológica de lo observado. Nivel complejo: Se concentra en una parte o característica de la cuestión o tarea.

> Fase 3, Multiestructural. Nivel simple: Hay una colección poco organizada de elementos que, sin embargo, puede ser suficiente para determinados fines. Nivel complejo: Se evidencia como una "narración de saberes": una estrategia utilizada en la redacción de trabajos en la que el estudiante "ahoga" al lector calificador con masas de detalles, utilizando a menudo y de forma inadecuada un género narrativo, pero con el efecto deseado. Pueden aparecer algunos contenidos abstractos y, a su modo, resultar interesante, aunque su estructura es muy simplificada y puede ser equivocada.
>
> Fase 4, Relacional. Nivel simple: Un concepto se integra a una colección de datos. Es declarativo. Nivel complejo: Entender cómo aplica el concepto a un conjunto conocido de datos o a un problema. Es funcional y requiere el nivel anterior para aplicarlo.
>
> Fase 5, Abstracto Ampliado. Nivel simple: Relacionar con un principio existente, se utiliza un concepto que integra un conjunto de datos, de manera que puedan evidenciarse problemas. Nivel complejo: Cuestionar y trascender los principios existentes. (UAO, 2012, p. 16)

Una vez identificado el resultado de aprendizaje con su respectivo nivel, la pregunta central es qué actividades de aprendizaje se van a desarrollar para alcanzar dicho resultado. Estas actividades constituyen itinerarios posibles de formación para que el educando, que inicia con un desempeño A, recorra rutas, definidas en el microdiseño curricular, y de esta manera logre un desempeño B (algunas veces las rutas llevan a otros desempeños, C).

En las actividades de aprendizaje mediadas electrónicamente, habría que identificar los siguientes elementos: un *contexto* que posibilita situar al estudiante en la justificación y pertinencia de la actividad en la experiencia; la *consigna* entendida como el propósito y la orientación general sobre la(s) acción(es) que se debe(n) realizar (el objeto de deseo, en términos semióticos); la *metodología* comprendida como el camino o conjunto de acciones a desarrollar para alcanzar el objetivo; los *recursos* educativos (abiertos o propios) que son necesarios para el desarrollo de la actividad; y la *evaluación* constituida por varios elementos, con bases de medida válidas y confiables (criterios), para ponderar el desempeño del estudiante, y así poder recomendar nuevas rutas de mejoramiento del nivel de competencia alcanzado.

Con relación al último elemento descrito, se pueden establecer tres propósitos: a) evaluación del aprendizaje (cuestionarios), b) evaluación para el aprendizaje (tareas, orientaciones) y c) evaluación como aprendizaje (proyectos). Estas pueden ser gestionadas por computadora (cuestionarios en línea) en tres niveles: a) la respuesta automática de los resultados, b) la retroalimentación general y específica (por cada ítem), y c) la recomendación y activación de rutas de aprendizaje que contribuyan al mejoramiento. También pueden ser gestionadas por el profesor (tareas, proyectos) y por la comunidad estudiantil (taller, documentos, *wiki*, blog, foro, etc.).

En síntesis, la fase pedagógica contempla el siguiente procedimiento de análisis (figura 40):

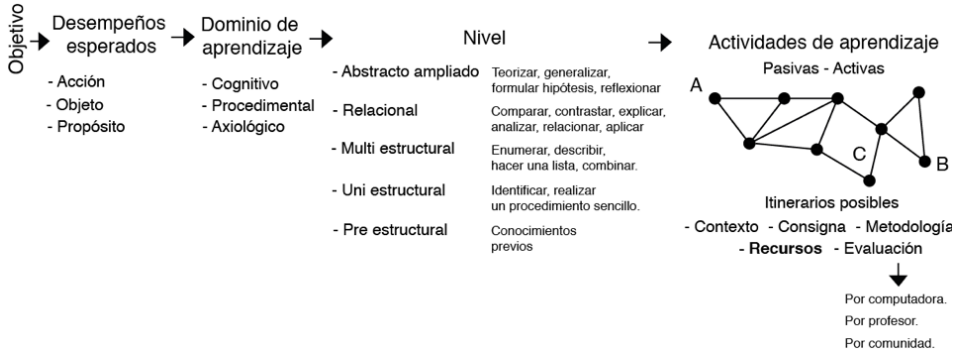


Figura 40. Procedimiento de la dimensión pedagógica.

Dimensión tecnológica

Una vez se han caracterizado claramente la(s) actividad(es) de aprendizaje, se comienzan a determinar qué tecnologías apoyan, facilitan y enriquecen su desarrollo. Las necesidades académicas son las que establecen el uso y la pertinencia de las tecnologías de la RA.

Esta fase está constituida por tres momentos de análisis: primero, la identificación del tipo de RA que se está implementando a partir de la clasificación conceptual (Jacob et al., 2008), tecnológica (Lens-FitzGerald, 2009) y funcional (Hugues et al., 2011); la identificación de la selección,

la transformación, el diseño, el desarrollo y el uso adecuado de recursos educativos digitales que son parte de la experiencia; y los espacios que se ponen en escena para el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

Recursos educativos

Abiertos

En la Internet, existe un sinnúmero de recursos educativos abiertos. Por ejemplo, a nivel regional, el Centro de Innovación Educativa Regional (CIER) Regional Sur cuenta a la fecha con 213 contenidos en lenguaje, ciencias y matemáticas. A nivel nacional, la Oficina de Innovación Educativa con Uso de Nuevas Tecnologías del Ministerio de Educación Nacional (MinEducación), a través del portal Colombia Aprende, establece cuatro tipos de recursos educativos digitales: a) Courseware (CW), b) Unidad de Aprendizaje (UDA), c) Objeto de Aprendizaje (ODA) y d) Recurso Digital (DR). A nivel internacional, se reconocen diferentes proyectos de recursos educativos digitales abiertos (REDA) (figura 41).



Figura 41. Organizaciones educativas, científicas, empresariales y sociales que ofrecen recursos educativos abiertos.

Una vez definida la actividad de aprendizaje, se buscan recursos abiertos (con licenciamiento de uso) textuales, audiovisuales o interactivos que sean pertinentes para el desarrollo de la actividad. Lo importante en este aspecto es la curaduría académica frente a los recursos disponibles.

Licenciamiento de recursos educativos. El problema más común en el uso de recursos educativos es su licenciamiento. Una de las prácticas académicas contemporáneas es la referenciación de material de varios tipos (textos, imágenes, videos, sonidos, etc.) disponible en la Internet. Como acuerdo colectivo (ley), se permite, siempre y cuando se realice la citación respectiva, el uso de apartados (citas directas e indirectas) de estos materiales. Sin embargo, no es posible, a no ser que lo permita el autor, reproducir una obra completa.

Las imágenes, los videos y los sonidos son obras completas y, en consecuencia, no podrían, por ejemplo, importarse a una presentación sin el permiso respectivo. ¿Cómo tomar una parte de una imagen sin cambiar su sentido? Hoy día, existe una estrategia de licenciamiento abierto inspirada en el fenómeno de *software* libre (licencia GNU GPL, por sus siglas en inglés) que permite compartir el conocimiento sin necesidad de procesos legales de autorización: Creative Commons (CC).

Esta organización fue fundada en 2001 como una solución para los problemas de intercambio y construcción colectiva de conocimiento de la comunidad artística y académica. Esta iniciativa se ha expandido y a 2015 se registraban en la Internet más de un billón de licencias aplicadas en más de 50 jurisdicciones en el mundo, incluso Colombia (figura 42).

Reconocimiento
CC BY



Reconocimiento-SinObraDerivada
CC BY ND



Reconocimiento-NoComercial
CC BY NC



Reconocimiento-CompartirIgual
CC BY SA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
CC BY NC SA



Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada
CC BY NC ND



Figura 42. Tipos de licenciamientos.
Extraído de Creative Commons .

Actualmente, hay seis licencias de uso:

- Reconocimiento. Permite a otros, incluso con propósitos comerciales, la distribución, la mezcla, la transformación y el desarrollo a partir de la obra, siempre y cuando se reconozca y se cite la autoría original.

- Reconocimiento sin obra derivada. Autoriza la distribución (comercial y no comercial), siempre y cuando la obra no se modifique y se cite al autor.

- Reconocimiento no comercial compartir igual. Posibilita transformar y construir a partir de una obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría original y que las nuevas creaciones tengan este mismo licenciamiento.

- Reconocimiento compartir igual. Permite mezclar, modificar y desarrollar sobre la obra con propósitos comerciales, siempre que se atribuya el crédito al autor y se licencien las nuevas obras en estos términos.

- Reconocimiento no comercial. Autoriza transformar y producir a partir de una obra, sin propósitos comerciales y citando la autoría.

- Reconocimiento no comercial sin obra derivada. Muy usada en el contexto académico, que permite la descarga de la obra y compartirla a otras personas, siempre y cuando se reconozca su autoría, no se transforme y no se use con propósitos comerciales.

Recursos educativos propios

Como se ha señalado en el capítulo anterior, la producción de estímulos (mensajes) de naturaleza digital contempla una serie de conocimientos transdisciplinares. Para el caso del modelo de análisis propuesto, se han contemplado las siguientes facetas: comunicativa asociada a la selección de un formato (texto, imagen, audio) a partir de las particularidades e intencionalidades del estímulo, educativa referida a la producción simbólica a partir de cómo el ser humano procesa los estímulos y aprende, y técnica relacionada con la captura (de estímulos físicos), materialización (estímulos digitales), edición y socialización.

Faceta comunicativa. El desarrollo de textos, imágenes (vectoriales 2D-3D y mapa de bits), audios, videos, animaciones y multimedia que integran un proyecto de RA está condicionado por el tipo de "símbolo" que se quiere construir. Es decir, no está determinado por la novedad o moda de un formato específico (video interactivo, infografía, juego electrónico), sino que la intencionalidad educativa y las características de la información que se pretende desarrollar corresponde a las particularidades propias del formato usado. Se pueden identificar tres tipos de recursos: a) expositivos, b) descriptivos y c) narrativos.

Cuando una información tiene unas características expositivas, es decir, cuando se quiere difundir conocimientos de manera precisa, clara y ordenada, el formato más pertinente es el texto escrito, porque permite al lector leer de manera detenida conceptos e ideas que requieren un alto nivel de detalle y concentración para su comprensión. Cuando la información es descriptiva, la cual consiste en la representación de procesos, ideas, objetos, seres, sentimientos, paisajes, entre otros, el formato más indicado es la imagen en la medida en que su poder simbólico permite visionar aquello que se quiere representar. La narración, cuyo medio emblemático es la oralidad (audio), consiste en contar historias, casos, hechos y experiencias. Estas variables son combinables: exposición-descripción, narración-descripción, exposición-narración y exposición-descripción-narración.

La aplicación de estos criterios pretende evitar usos inapropiados de recursos dentro de experiencias de RA. Por ejemplo, hay productos en los que se pueden visionar videos en los que sale un académico exponiendo una serie de conceptos complejos en un solo plano. La densidad y duración de los contenidos hace que el usuario no comprenda debidamente el sentido de los mensajes. Igualmente, ocurre que en muchos textos escritos se describen lugares que sería mejor ver.

A continuación, se presenta la tabla 12 para orientar la definición del formato a partir de los criterios taxonómicos descritos.

Tabla 12. Metodología para la definición de un formato de un recurso educativo

Recursos	Descripción	Formato
Expositivos	Conceptos e ideas complejas	Texto escrito
Descriptivos	Representaciones	Imagen
Narrativos	Relatos	Audio
Descriptivos-expositivos	Representaciones que pueden enriquecerse con información formal o conceptos que se comprenden con imágenes	Infografía (interactiva), ilustración, hipertexto, video lineal o interactivo, animación (2D-3D) lineal o interactivo
Narrativos-descriptivos	Presentación de historias, casos, hechos en contextos (lugares) específicos. Representación de historias	Video, animación (2D-3D) lineal o interactivo
Expositivos-narrativos	Exposición de conceptos a través de historias y relatos	Audio, presentación de conceptos (PowerPoint, Slides, Prezi) con discurso oral
Expositivos-descriptivos-narrativos	Integración de conceptos, representaciones y relatos	Hipermedia, multimedia, video animado lineal o interactivo, videojuegos

La definición de la linealidad o interactividad de un audiovisual en un ambiente de RA debe estar determinada por la extensión o la intención pedagógica. Con respecto a la extensión, un video no puede tener una duración lineal de más de cinco minutos. Se promueve entonces la partición de un video de larga duración en unidades semánticas articuladas a partir de vínculos cuya ruta es seleccionada por el usuario. En la intención pedagógica, es necesaria la problematización de materiales audiovisuales. En ese sentido, se debe incorporar al video una serie de cuestionamientos cuyas respuestas permiten al docente hacer una orientación más cercana al desempeño de los estudiantes.

Con la definición del tipo de formato a utilizar, viene el proceso de construcción de las formas simbólicas que integran el recurso. Cómo utilizar textos, audio, imágenes y video en una sola interfaz es parte de la reflexión de la siguiente faceta.

Faceta educativa. Un asunto problémico dentro de la producción de recursos educativos multimedia es determinar criterios que garanticen el impacto de estos en los procesos de aprendizaje.

En el contexto global contemporáneo, muchas investigaciones se han enfocado en explorar de una manera empírica cómo se puede aprender a partir de experiencias multimediales. Uno de los más reconocidos es el formulado por Mayer (2014) quien expone una teoría cognitiva para el aprendizaje multimedia (figura 43).

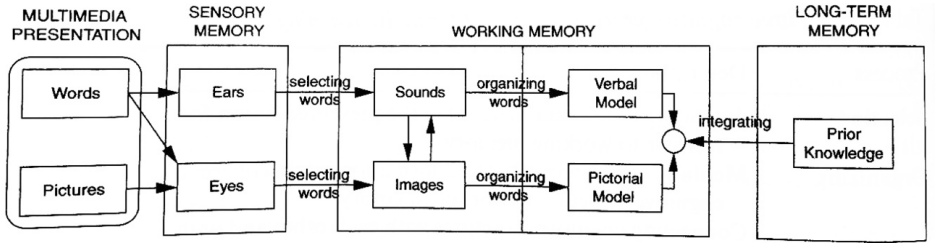


Figura 43. *Cognitive theory of multimedia learning* (CTML).
Extraído de *Multimedia learning*, de R. Mayer, 2009, 2.ª ed. Santa Barbara, EE. UU.: University of California. https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678

Esta teoría propone el desarrollo de formas simbólicas digitales (recursos y ambientes educativos) en consideración a la manera en que los seres humanos procesan la información: "Design of multimedia environments should be compatible with how people learn. In short, principles of multimedia design should be sensitive to what we know about how people process information"[59] (Mayer, 2009, p. 60).

59 El diseño de entornos multimedia debe ser compatible con la forma en la que las personas aprenden. En resumen, los principios del diseño multimedia deben ser sensibles a lo que sabemos sobre cómo las personas procesan la información.

El aprendizaje se entiende como un proceso mediante el cual un sujeto experimenta, interactúa y significa (socialmente) formas de conocimiento, prácticas y valores en contextos específicos que incorpora a sus estructuras mentales y que se expresan en transformaciones o nuevas formas de actuación (*performances*).

> Learning is a change in knowledge attributable to experience. This definition has three parts: (a) learning is a change in the learner; (b) what is changed is the learner's knowledge; and (c) the cause of the change is the learner's experience in a learning environment.[60] (Mayer, 2009, p. 59)

La primera caja (figura 28) de la teoría es la presentación multimedia que se refiere a las palabras e imágenes que constituyen los estímulos. Es importante señalar que para Mayer (2014) las palabras son formas simbólicas derivadas del lenguaje escrito y oral, mientras que las imágenes derivan de las realizaciones del lenguaje visual (signo).

> I define multimedia as presenting both words (such as spoken text or printed text) and pictures (such as illustrations, potos, animation, or video). By words, I mean that the material is presented in verbal form, such as printed text or spoken text. By pictures, I mean that the material is presented in pictorial form, such as static graphics, including illustration, graphs, diagrams, maps, or potos, or dynamic graphics, including animation or video.[61] (Mayer, 2014, p. 2)

Las otras cajas representan las unidades de memoria: sensorial, de trabajo y de largo plazo. La primera es la interfaz de contacto con el estímulo a través del sistema sensorial (oídos y ojos). La memoria de trabajo se utiliza para mantener y manipular, temporalmente, el conocimiento en la conciencia activa y es el lugar de mayor procesamiento cognitivo. Finalmente, la memoria de largo plazo corresponde a la unidad de almacenamiento del conocimiento ya adquirido.

---

60 El aprendizaje es un cambio en el conocimiento atribuible a la experiencia. Esta definición tiene tres partes: a) el aprendizaje es un cambio en el estudiante, b) lo que se cambia es el conocimiento del estudiante y c) la causa del cambio es la experiencia del alumno en un entorno de aprendizaje.

61 Defino multimedia como presentación de palabras (como texto hablado o impreso) e imágenes (como ilustraciones, fotos, animaciones o videos). Por palabras, quiero decir que el material se presenta en forma verbal, como texto impreso o texto hablado. Por imágenes, quiero decir que el material se presenta en forma pictórica, como gráficos estáticos, que incluyen ilustraciones, figuras, diagramas, mapas o fotos, o gráficos dinámicos, que comprenden animación o video.

Desde esta perspectiva, se formulan los siguientes principios en el desarrollo de estímulos digitales con propósitos educativos, concretamente en la combinación de palabras (escritas y orales) e imágenes para maximizar el aprendizaje:

1. Reducir el procesamiento de símbolos irrelevantes. A partir de la consigna planteada en una actividad de aprendizaje, se pueden determinar con cierta precisión qué tipo de recursos son necesarios desarrollar y con qué características. Cuando el recurso comienza adicionar información no relevante para la actividad, hace que el estudiante dedique esfuerzos de procesamiento cognitivo en asuntos no pertinentes para el propósito de formación: "Situation in wich the cognitive processing of extraneous material in the lesson is so demanding that there is little or no remaining cognitive capacity to engage in essential or generative processing"[62] (Mayer, 2009, p. 85). Los recursos irrelevantes son símbolos de una actividad de aprendizaje que no son necesarios para el logro de los desempeños esperados. Los principios para reducir el procesamiento de información irrelevante son:

    a) Coherencia. Se refiere a que las personas aprenden mejor cuando el material irrelevante es excluido, por lo que se deben mantener los recursos tan simples como se pueda con información esencial y precisa: "The implication for multimedia design are clear: Do not add extraneous words and pictures to a multimedia presentation. Do not add unneeded sounds and music to a multimedia presentation. Keep the presentation short and to the point"[63] (Mayer, 2009, p. 106). La coherencia se presenta cuando los recursos utilizados están estrechamente relacionados con la actividad que se está desarrollando.

    b) Señalización. Las personas aprenden mejor cuando se agregan señales que resaltan la organización del material esencial: "Signaling the verbal material involves adding cues such as an outline or

62 La situación en la que el procesamiento cognitivo de material extraño en la lección es tan exigente que queda poca o ninguna capacidad cognitiva restante para participar en el procesamiento esencial o generativo.

63 Las implicaciones para el diseño multimedia son claras: no agregue palabras e imágenes extrañas a una presentación multimedia. No agregue sonidos y música innecesarios a una presentación multimedia. Mantener la presentación corta y al punto.

outline sentence at the start of the lesson, heading that are keyed to the outline, vocal emphasis on key words, and pointer words such as first... second... third[64] (Mayer, 2009, p. 109). La utilización, por ejemplo, de flechas, textos resaltados, círculos o *zoom* contribuye a enfocarse en lo fundamental para reducir el procesamiento cognitivo.

c) Redundancia. Este principio se refiere al hecho de que las personas aprenden mejor de los gráficos y de las narraciones que de gráficos, narraciones y textos en la misma interfaz. Por ejemplo, cuando una imagen es explicada a través de una narración o de un texto escrito, pero no con ambas simultáneamente. Se crea procesamiento irrelevante cuando el canal visual se sobrecarga (cognitivamente) al tener que escanear simultáneamente las imágenes y el texto en pantalla y porque hay un esfuerzo mental en tratar de comparar las secuencias entrantes de texto impreso y hablado. No obstante, personas diferentes aprenden de manera diferente y, por ello, es preferible presentar información a través de distintos lenguajes. Por ejemplo:

> If a student prefers to learn from spoken words, the student can pay attention to the narration; and if a student prefers to learn from printed words, the student can pay attention to the on-screen text. By using multiple presentation formats, instructors can accommodate each student's preferred learning style.65 (Mayer, 2009, p. 120)

d) En la producción mutimedia basada en una "animación narrativa concisa", no se deben adicionar en la interfaz textos que dupliquen palabras que ya están en la narración. Los resultados de investigación en este campo desarrollados por Mayer sugieren que es contraproducente presentar textos escritos y sonoros juntos cuando la información también se presenta visualmente y cuando el material se propone a un ritmo rápido sin posibilidad de que la

64 Señalizar el material verbal implica agregar pistas, como un esquema al comienzo de la lección, titular que esté relacionado con el esquema, énfasis en las palabras clave, e introducir enumeraciones, como primero, segundo, tercero...

65 Si un estudiante prefiere aprender de las palabras habladas, puede prestar atención a la narración; y si un estudiante prefiere aprender de las palabras impresas, puede prestar atención al texto en pantalla. Al usar múltiples formatos de presentación, los materiales pueden adaptarse al estilo de aprendizaje preferido de cada estudiante.

persona controle el recurso. Una práctica cotidiana que ilustra la sobrecarga cognitiva ocurre cuando un profesor tiene una diapositiva con texto que termina leyendo. Los estudiantes se enfocan en la lectura del texto o en escuchar al profesor.

e) Contigüidad espacial. Se aprende mejor cuando imágenes y textos que se corresponden están cercanos entre sí. Por ejemplo, en una infografía, es mejor tener el texto en el gráfico que por fuera de él. Cuando palabras e imágenes están cerca en una interfaz, las personas no tienen que utilizar muchos recursos cognitivos en la búsqueda visual.

f) Contigüidad temporal. Las personas aprenden más cuando los gráficos y la narración que se corresponden son presentados simultáneamente más que sucesivamente: "When corresponding portions of narration and animation are presented at the same time, the learner is more likely to be able to hold mental representations of both in working memory at the same time, and thus, the learner is more likely to be able to build mental connections"[66] (Mayer, 2009, p. 153).

2. Gestiona el procesamiento esencial. Así se eliminen los elementos irrelevantes de un recurso, es posible que persistan los problemas de comprensión, especialmente con materiales complejos. Hay tres principios para gestionar el procesamiento esencial: segmentación referida a la presentación de información por partes más que una unidad continua, preentrenamiento que permite preceder una actividad con un entrenamiento de los nombres y las características de los componentes principales, y modalidad que presenta actividades usando imágenes y audio más que imágenes y texto. "Essential processing is cognitive processing aimed at mentally representing the essential material in working memory"[67] (Mayer, 2009, p. 172). Los principios para el procesamiento en lo esencial son:

---

66 Cuando las partes de la narración y la animación se presentan al mismo tiempo, es más probable el desarrollo de conexiones mentales.

67 El procesamiento esencial es el procesamiento cognitivo destinado a representar mentalmente el material esencial en la memoria de trabajo.

a) Segmentación. Las personas aprenden más cuando una animación narrada es presentada en segmentos de aprendizaje que como una unidad continua. "In viewing a fast-paced narrated animation that explains the steps in a process, some learners may not fully comprehend one step in the process before the next one is presented, and thus, they may not have time to see the causal relation between one step and the next"[68] (Mayer, 2009, p. 175). La segmentación es una técnica para ayudar a las personas a gestionar información esencial. En la segmentación, se toma todo un procedimiento y se parte en sus unidades primarias para explicar secuencialmente una por una antes de volver al todo.

b) Preentrenamiento. Cuando el recurso educativo es complejo para un estudiante y además se presenta rápidamente (video), es posible que no se tenga suficiente capacidad cognitiva para participar en el proceso de representación mental del material. En estos escenarios, se recomienda un preentrenamiento que consiste en un ejercicio en el que se conocen los nombres y las características de los conceptos principales que en el recurso se expondrán. "One way to manage essential processing is to equip the learner with knowledge that will make it easier to process the lesson"[69] (Mayer, 2009, p. 190). Se trata de una introducción al recurso educativo con el fin de reconocer, precisar y enmarcar una serie de informaciones complejas con el fin de simplificarlas cuando se presenten en conjunto y de esa manera reducir el esfuerzo de procesamiento cognitivo.

c) Modalidad. Las personas aprenden más desde gráficos y narración que desde gráficos y texto en pantalla. Se debe a que presentar dos objetos en pantalla divide la atención. En la animación con versión de texto en pantalla, tanto las imágenes como las palabras ingresan al sistema cognitivo a través de los ojos y causan una sobrecarga en el sistema visual. "In the animation with on screen text versión, both

---

68 Al ver una animación narrada que explica los pasos de un proceso, es posible que algunos estudiantes pierdan algún dato y, por tanto, que no perciban la relación causal entre un paso y otro.

69 Una forma de administrar el procesamiento esencial es equipar al estudiante con conocimientos que faciliten el procesamiento de la lección.

the pictures and the words enter the cognitive system through the eyes, causing an overload in the visual system. In the animation with narration version, the words are off-loaded onto the verbal channel, thereby allowing the learner to more fully process the pictures in the visual cannel"[70] (Mayer, 2009, p. 200). En consecuencia, cuando se produce un recurso educativo basado en animación y palabras, es preferible presentar esta última en audio que en escritura en pantalla. Este aspecto es especialmente recomendable cuando la persona no tiene control de la reproducción de la secuencia audiovisual.

3. Fomentar el procesamiento generativo. La experimentación de un ambiente o recurso digital educativo pasa en gran parte por la motivación. En muchas ocasiones, las personas cuentan con suficiente capacidad de procesamiento cognitivo, pero deciden no usarlo por no tener interés en el material. Las personas pueden no estar comprometidas en el procesamiento generativo, porque no están motivadas (no objeto de deseo) a experimentar la actividad, por ejemplo, cuando una narración no es amistosa. Para Mayer (2009), el procesamiento generativo es un esfuerzo cognitivo dirigido a dar sentido al material organizando la información entrante en estructuras coherentes para integrarlas con los conocimientos previos. Las técnicas para fomentar el procesamiento generativo son, entre otras, la presentación de palabras e imágenes más que palabras solas en un multimedia, recurso oral en estilo conversacional más que formal, recurso oral con voz humana y natural más que voz de máquina, y la imagen del interlocutor durante la actividad de aprendizaje. Los principios para el procesamiento generativo son:

   a) Multimedia. Las personas aprenden más de imágenes y palabras que de palabras solas: "When words and pictures are both presented, learners have an opportunity to construct verbal and visual mental models and to build connections between them. When words alone are presented, learners have an opportunity to build a verbal mental

70 En la animación con versión de narración, las palabras se descargan en el canal verbal, lo que permite al alumno procesar más completamente las imágenes en el canal visual.

model but are less likely to build a visual mental model"[71] (Mayer, 2009, p. 223). Cuando los estudiantes se vinculan en este acto mental de integración de formas simbólicas verbales y pictóricas, se involucran en la esencia del procesamiento generativo. Los símbolos multimediales tienen como propósito fomentar dicho procesamiento, porque ayudan al estudiante a realizar las correspondientes presentaciones verbales y pictorales en la "memoria de trabajo" al mismo tiempo.

b) Personalización, voz e identidad. Las personas aprenden más cuando las palabras están en un estilo conversacional más que en un estilo formal. Cuando los estudiantes sienten que el autor está hablando con ellos (en primera persona), es probable que vean al profesor como un par, un compañero y, por tanto, tratarán de dotar de sentido a lo dicho. Según Mayer (2009), un libro, una presentación multimedia, un juego interactivo, entre otros, pueden ser vistos como eventos sociales. Hay conversaciones entre el profesor y el estudiante basadas en las palabras escritas, la voz en una narración y el tono en una retroalimentación. Como se ha conceptualizado, los recursos educativos son experimentados por sujetos —destinador-destinatario— en un intercambio simbólico y de sentidos constante. El multimedia como una conversación, un evento social, que puede afectar la disposición de una persona frente a un recurso.

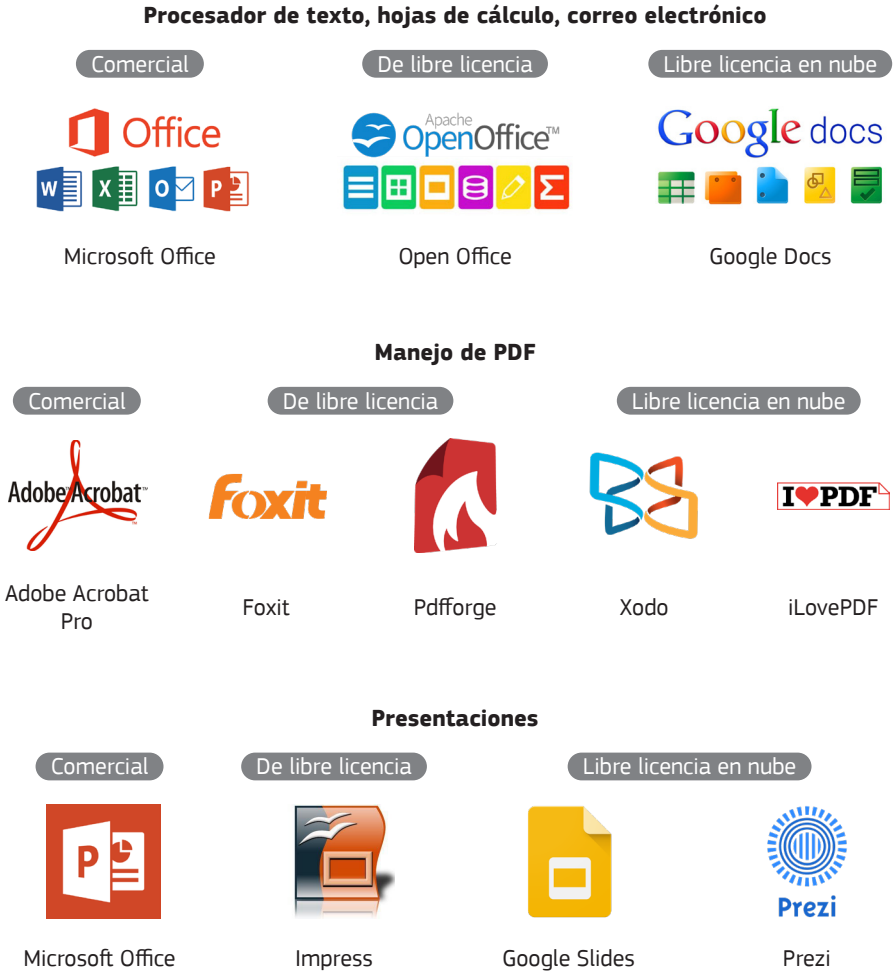
Faceta técnica. Desde el punto de vista tecnológico, hay que considerar tres variables en el diseño y desarrollo de recursos educativos digitales para ambientes de RA: el proceso de captura, de edición y de publicación (formato).

La captura se refiere a los diferentes dispositivos físicos que producen y almacenan digitalmente un tipo de mensaje. El hipertexto tiene tres formas de producción: a) por teclado en un procesador de texto, b) por escaneo de textos escritos físicos a través de OCR (por sus siglas en inglés) y c) por transcripción usando programas de dictado (Read&Write de Google). La imagen (estática-

71 Cuando se presentan palabras e imágenes, los estudiantes pueden construir modelos mentales verbales y visuales, y establecer conexiones entre ellos. Cuando se presentan solo palabras, se construye un modelo mental verbal, por lo que se tienen menos probabilidades de construir uno visual.

movimiento/vectorial-mapa de bit/2D-3D), igualmente, cuenta con varias fuentes de producción digital, como la cámara fotográfica, capturadoras de pantalla, programas vectoriales y de mapa de bits. Para el audio, se usa el micrófono y los programas de producción sonora; y para el video, la cámara.

El proceso de edición cuenta con un panorama de posibilidades amplio. A continuación, se ilustrarán los programas más usados para la construcción de objetos educativos a partir de las siguientes variables: tipo de mensaje, programas de edición comercial, de libre licencia y en nube de libre licencia (figura 44).



Producción y edición de imagen vectorial (ilustraciones)

Comercial | De libre licencia | Libre licencia en nube



Adobe Illustrator



Inkscape



Google Drawings



YouiDraw

Mapas conceptuales

De libre licencia | Libre licencia en nube



Cmap Tools



MindMeister



Lucidchart



Mindomo



MindMup

Producción y edición de mapa de bits (fotografías y gráficos)

Comercial | De libre licencia | Libre licencia en nube



Adobe Photoshop



GIMP



Pixlr



Polarr

Producción y edición de audio

Comercial | De libre licencia | Libre licencia en nube



Protools



Audacity



TwistedWave

Producción y edición de video

Comercial | Lic. Sistema Operativo | Libre licencia en nube


Camtasia


Windows Movie Maker


iMovie


YouTube


Wevideo


Wideo


Movenote

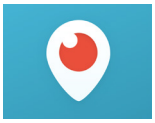
Publicación de video en tiempo real *(streaming)*

Comercial | Libre licencia en nube


Enetres


Livestream


YouNow


Periscope

Animación

Comercial | De libre licencia | Libre licencia en nube


Toon Boom


Synfig Studio


PowToon

Desarrollo web

Comercial | De libre licencia | Libre licencia en nube


Dreamweaver


Sublime Text


Brackets


Blogger


WordPress



Figura 44. Programas para el desarrollo de objetos educativos.

Si bien se han descrito las características técnicas de la RA asumiendo que esta debería integrar las realizaciones derivadas de los aplicativos descritos, es pertinente caracterizar los aplicativos comerciales y de libre licencia existentes en la Internet de la RA (figura 45).



Figura 45. Aplicativos comerciales y de libre licencia.

Los productos educativos (mensajes) desarrollados por los programas descritos están codificados a través de un estándar llamado formato de archivo. Se reconocen formatos textuales como los de Microsoft Word (.doc, .docx), Rich Text Format (.rtf), Plain text (.txt), Web Page (.html, .htm), EPUB (.epub), Portable Document Format (.pdf); formatos de gráficos vectoriales como Encapsulated Postscript Vector Graphics (.eps), Adobe Illustrator (.ai), Scalable Vector Graphics (.svg), Corel Draw (.cdr); formatos de gráficos de mapa de bits como Joint Photographic Experts Group (.jpg), Graphic Interchange Format (.gif), Portable Network Graphics (.png); formatos de audio como MPEG-1 Audio Layer-3 (.mp3), Waveform Audio File (.wav), Audio Interchange File Format (.aiff), Free Lossless Audio Codec (.flac), Windows Media Audio (.wma), Advanced Audio Coding (.aac); formato de video

como Moving Picture Experts Group (.mp4), Audio Video Interleaved (.avi), Flash Video (.flv), Apple QuickTime Movie (.mov); formatos de sistemas de compresión como .zip y .rar; y los de RA como Geometry Definition File Format (.obj), Android PacKage (.apk) y el reciente Zero Compression, unencrypted zip archive of the USD (Universal Scene Description) format (.usdz) que se encuentra en el nuevo sistema operativo iOS 12 lanzado en junio de 2018. La selección de un formato está determinada por la calidad del producto en función del tipo de canal en el que será publicado.

Las imágenes de mapa de bits para la Internet, por ejemplo, se publican a partir del detalle cromático. Un mapa de bits es una imagen constituida por cuadrados de color llamados pixeles. Al ser un producto visualizado a través de la pantalla (luz), debe configurarse a partir del modelo de colores aditivos (luz) RGB (rojo, verde y azul). Cada canal contiene información del matiz, la saturación y el brillo, la cual se representa a través de bits. Una imagen constituida por 1000 cuadrados de color con profundidad de color de un bit (0 o 1) tendrá solo dos colores (con una saturación y brillo específico) posibles, mientras que una de 8 bits tendrá 256^{72} colores posibles. Una imagen que contenga los tres canales de color RGB con una profundidad de 8 bits en cada una de ellas tendrá 24 bits, es decir, 16 777 216 de colores posibles, lo cual es llamado también color real. Igualmente, los sistemas incorporan un cuarto canal para manejar la transparencia, es decir, que en este escenario habría 32 bits (8 bits por canal) de información. Los archivos .gif y .png 8 pueden manejar de 1 a 8 bits indexados, es decir, hasta 256 colores posibles recogidos de cada uno de los cuatro canales de información (rojo, verde, azul y transparencia), muy recomendados para logotipos e imágenes (escala de grises) que no requieran mucha profundidad de color. Los formatos .jpg y .png 24 manejan solo 24 bits de información (color real), por eso, es empleada en imágenes fotográficas. Finalmente, el .png 32 maneja todos los canales, incluso la transparencia, usada en imágenes de calidad fotográfica que tienen transparencias.

La misma situación ocurre en cada tipo de producto (audio, video, animación, etc.). Es diferente manejar un documento .doc a uno .txt. Mientras el primero puede enriquecerse a través de estilos tipográficos e incorporación de imágenes, el segundo es solo texto sin formato. Por ello, es un error, desde

72 La unidad de medida de un bit es 2 (0 y 1). Dos bits serían 4 (2^2), tres serían 8 (2^3) colores posibles, y así sucesivamente. Un total de 8 bits serían 2^8 para 256 colores posibles.

el punto de vista técnico, cuando las personas aluden al envío de documentos en Word, porque lo que realmente se envía es un archivo con un formato (.doc) que puede ser procesado a través de una aplicación (Microsoft Word).

Como se ha indicado en otro apartado, la variable más importante en la producción y edición de objetos educativos está en la dimensión expresiva.

Este último aspecto es una de las barreras en el uso apropiado de tecnologías en el contexto educativo. Las personas han sido formadas desde la etapa escolar, principalmente para la producción de mensajes escritos, pero no en otro tipo de lenguaje.

Espacios: inmersivos, adaptativos, activos y colaborativos

Como espacios de interacción para la significación social de conocimientos, prácticas y valores, las tecnologías de RA deben propiciar y potenciar cuatro escenarios educativos: a) los inmersivos, b) los adaptativos, c) los activos y d) los colaborativos.

Los escenarios adaptativos son aquellos que se configuran a partir de las particularidades de la actividad de aprendizaje, las necesidades de formación y las múltiples inteligencias de cada estudiante. En este contexto, el fenómeno adaptativo se entiende como espacios y recursos que se reescriben (palimpsesto) en un ambiente de RA a partir de las experiencias de aprendizaje a desarrollar. Lo ideal en este escenario es construir un repositorio de actividades de aprendizaje de varios niveles de complejidad con diferentes recursos (textos, imágenes, audios, videos, multimedia, etc.) de apoyo que se activan a partir de los desempeños de cada uno de los estudiantes. De esta manera, es posible personalizar los procesos de formación.

Los escenarios activos trascienden las prácticas pasivas de lectura y visionado, y se transforman en prácticas de realización significativa. Por ejemplo, la pirámide del aprendizaje de Cody Blair (*https://studyprof.com/blog/*) establece diferentes niveles de aprendizaje que dependen de la actividad: las pasivas como escuchar, leer y visionar; y las activas como la demostración, la argumentación, la realización de prácticas y enseñar a otros.

Igualmente, Prieto y Van de Pol (2006, p. 190) establecen la siguiente escala: se aprende el 5 % de una clase expositiva, el 10 % de una lectura, el 20 % de un audiovisual, el 30 % de una demostración, el 50 % de una discusión, el 75 % practicando y haciendo, y el 90 % enseñando, porcentajes que son polémicos dentro de la comunidad académica de la psicología del aprendizaje, y quienes relacionan el origen de tales pirámides al cono de la experiencia (Dale, 1969, p. 39). Dale establece unos niveles sin asignación porcentual y precisa que no deben comprenderse de manera literal: símbolos verbales, símbolos visuales, audio e imágenes, animación, exhibiciones, trabajos de campo, demostraciones, participación dramática, experiencias proyectuales y experiencias directas o útiles. Por otra parte, el Centro de Aprendizaje Cooperativo de la Universidad de Minnesota (2008) establece que la fecundidad del aprendizaje activo reside en los estudiantes y sus necesidades de aprendizaje y, en consecuencia, el desafío está en desarrollar actividades que estimulen, promuevan, comprometan y vinculen, como las discusiones en grupo, la resolución de problemas, los estudios de casos, los juegos de roles, las bitácoras, el aprendizaje grupal estructurado, entre otras.

Los ambientes colaborativos responden al principio de inteligencia colectiva de Lévy (2004), que, en síntesis, constituyen una apuesta filosófica por la construcción social de conocimiento. Estos se ven reflejados en la llamada "teoría" del aprendizaje en entornos electrónicos de George Siemens y Stephen Downes, la cual toma elementos de las teorías cognitivas y constructivista para explicar el aprendizaje en red (rizomático, nodal, tangencial) de la era digital.

Hoy día, existe un sinnúmero de herramientas colaborativas a integrar en los ambientes de RA que posibiliten el desarrollo de múltiples actividades (adaptativas) de manera grupal, activa, sincrónica y asincrónica. El reto académico, más que en el dominio y uso instrumental de herramientas activas y colaborativas, está en la definición de metodologías, desde un enfoque pedagógico, que orienten y posibiliten la construcción de conocimiento.

En este libro, las herramientas dispuestas globalmente se han organizado por el tipo de actividad de aprendizaje que pueden facilitar o potenciar. Se entiende que las actividades son las que definen los espacios y recursos necesarios para su desarrollo. A continuación se exponen algunos usos.

Lectura y comprensión de documentos escritos y audiovisuales

Una de las prácticas tradicionales en los procesos de enseñanza es la referencia de documentos (escritos, sonoros, visuales y multimediales) que deben ser leídos, escuchados y visionados para conocer un tema, teoría, asunto, hecho, problema, etc. En el contexto electrónico, los profesores han usado proyectos de RA como repositorios (p. ej., QR codes) de contenidos y han alojado videos, presentaciones, páginas web y documentos en .pdf para ser descargados por los estudiantes.

Dos problemas recurrentes que se evidencian en el proceso de lectura o visionado por parte de los estudiantes son los procedimientos usados para abstraer ideas principales, identificar los tipos de argumentos, hacer mapas conceptuales, ilaciones y transiciones, diferenciar los hechos de la opinión, identificar los tonos y propósitos, hacer inferencias, etc., y la limitación en determinar y establecer el grado de comprensión sobre los documentos.

Con respecto al primer escenario, hay programas que facilitan una lectura (siempre y cuando se cuente con las competencias descritas) de documentos electrónicos (especialmente los EPUB) al permitir la modificación del brillo de la pantalla (día o noche), el tamaño del texto, resaltar apartados, buscar términos, incorporar comentarios y compartir frases y apartados a través de redes sociales o correo electrónico. Incluso permiten leer de manera automática los textos y construirlos oralmente a través de sistemas TTS (por sus siglas en inglés) o STT (por sus siglas en inglés) (figura 46).



Books (Apple) FBReader Calibre Lectores EPUB Xodo para formatos .pdf, .jpg o .png

Figura 46. Programas de visualización y edición de objetos textuales escritos.

Con respecto a la comprensión, existe una serie de estrategias tecnológicas que posibilitan la problematización de documentos de predominio textual y audiovisual:

1. Aquellas que permiten diseñar rutas (lineales y no lineales) de contenidos (PDF, páginas web, videos, etc.) articuladas a partir de "nodos". Por ejemplo, según la opción seleccionada, el sistema puede llevar a los estudiantes a una interfaz nueva o cualquier otra ruta definida por el profesor.

2. Con respecto a los contenidos audiovisuales, se pueden problematizar a través de tres categorías:

    a) Incorporando preguntas, comentarios, referencias a la línea de tiempo (EDPuzzle H5P) de videos existentes y abiertos (YouTube, Khan Academy, LearnZillion, National Geographic, TED y Vimeo, entre otros).

    b) Desarrollando productos audiovisuales (Camtasia Presenter) que integren apoyos gráficos (vectoriales y mapa de vista) y sonoros, el discurso (oral o visual del presentador) e interacciones expresadas en actividades para trascender la mera contemplación (espectador), por ejemplo, una presentación en PowerPoint que integre la voz o imagen del expositor en la que algunas diapositivas integran el desarrollo de actividades de aprendizaje.

    c) Introduciendo las interfaces audiovisuales sincrónicas que facilitan, a través de todas las formas de interacción presencial (no física), la problematización de un discurso y operan sobre un sinnúmero de ambientes: Adobe Connect, Webex, Hangouts, Zoom, Skype, entre otros (figura 47).



Figura 47. Programas de visualización y edición audiovisual.

Uno de los elementos pedagógicos más significativos de la problematización facilitada por las TIC es que permiten al profesor conocer niveles de comprensión de los estudiantes sobre los recursos textuales y audiovisuales. De esa manera, es posible planificar las actividades en función de estos desempeños.

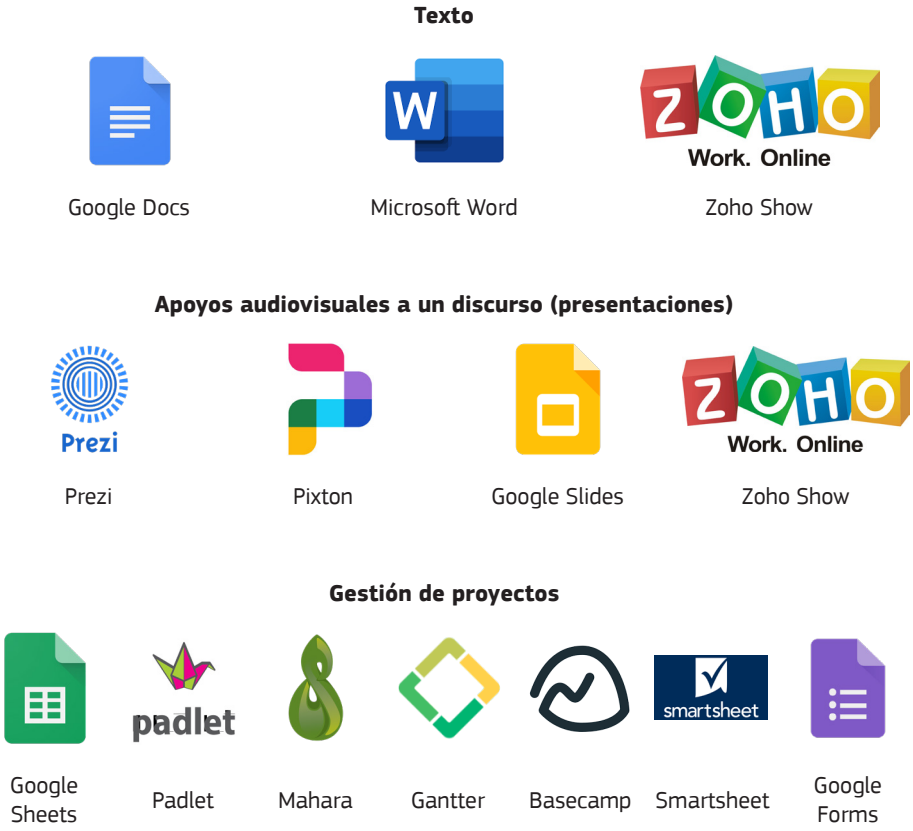
Los foros, de carácter más colaborativo, son espacios para promover la comprensión de conceptos y de casos. Son muy usados en el ámbito académico y permiten reunir a los participantes para la discusión asuntos o problemas concretos. Es clave en este tipo de espacios definir una metodología de discusión para organizarla. Una de ellas es la llamada TIGRE que consiste en la construcción de un Título diciente que refleje el sentido de la intervención, que exista Ilación argumentativa con otro aporte (es decir, que complemente, contradiga, ejemplifique y clarifique ideas expuestas), que Genere mayor discusión a través de preguntas que lleven la reflexión a un nivel más profundo y que lo expuesto esté bien Redactado y que Enriquezca la discusión buscando y exponiendo otras aristas que no han sido consideradas.

Construcción y edición colaborativa de conocimiento

Hoy día, fenómenos como el constructivismo, el socioculturalismo, el conectivismo, la inteligencia colectiva y la sociedad de la información y del conocimiento fundamentan la bases de lo que se entiende como la construcción colectiva de conocimientos. Existen diferentes espacios que posibilitan la aplicación, el análisis, la síntesis y la evaluación de conocimientos, prácticas y valores de manera colaborativa.

Los llamados *wikis* son ambientes en la Internet construidos, transformados y dotados de sentido por una comunidad. En términos técnicos, estos permiten publicar de manera inmediata, acceder y editar (según la intención) abiertamente, sistematizar los registros y su procedencia, acceder a versiones anteriores del documento, insertar recursos y publicar en diversos formatos. Estos documentos se guardan automáticamente y, en general, tienen tres permisos de colaboración: a) visualización, b) inserción de comentarios y c) edición (cocreación).

A continuación, se presentan diferentes espacios disponibles en la Internet que facilitan la construcción colectiva de documentos, presentaciones, gestión de proyectos, apuntes (tableros), mapas mentales y la representación gráfica de información (figura 48).



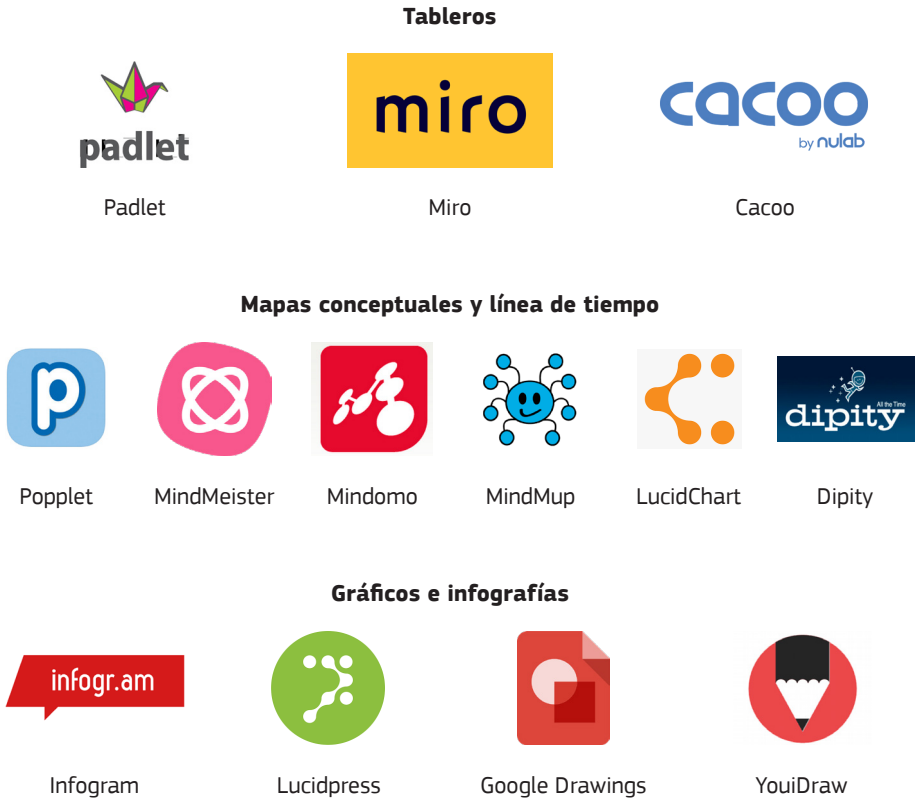


Figura 48. Programas de producción colaborativa.

Actividades interactivas y ludificación

Las actividades interactivas se entienden como aquellas acciones asociadas a formas de selección, transformación y creación de recursos de las personas a través de interfaces digitales. El ludificación se refiere a la utilización de mecánicas de juego, como la inmersión (multimedia), la motivación, el compromiso, la concentración, el esfuerzo y el reto en el diseño de actividades de aprendizaje.

Una acción permanente del profesor es la indagación de los saberes previos de los estudiantes frente a un tópico de la clase. Usualmente pocos socializan su respuesta, lo que impide reconocer, clasificar y analizar la totalidad de respuestas posibles sobre el asunto y, en consecuencia, se hace compleja una orientación pertinente a las necesidades de los estudiantes.

Los espacios que se describen a continuación tienen las siguientes características: son actividades de cuestionamiento permanente que se presentan algunas veces como juegos (carreras, rompecabezas, sopa de letras, mapas interactivos, enigmas, etc.), permiten compartir de manera sincrónica una interfaz gráfica en cualquier dispositivo de escritorio o móvil conectado a la Internet durante una clase (el profesor otorga un enlace y código para ingresar a la actividad) y posibilitan ver en tiempo real las respuestas a las indagaciones y generar automáticamente reportes sobre estos (figura 49).



Figura 49. Programas de producción de juegos educativos.

Redes sociales

Una red es un conjunto de personas (nodos) que habitan contextos geográficos y culturales diferentes (tangentes) que se agremian a partir de intereses, problemas y situaciones comunes para intercambiar, compartir, transformar y construir conocimientos. Cada uno de los ambientes sociales en la Internet tienen unas particularidades a considerar para su uso significativo en contextos académicos.

Un blog (Blogger, Wordpress) es una bitácora que publica de manera cronológica ideas, conceptos, procesos y opiniones, y permite abiertamente que otras personas las transformen (retroalimentación). Es importante diferenciar una página web de un blog. En la primera, se pueden publicar datos e información (estática o dinámica), pero en la segunda estas publicaciones tienen un sentido en el tiempo y posibilitan la participación de otros en su construcción. Por ejemplo, en el contexto educativo, cuando un profesor quiere evidenciar el avance de un estudiante frente al desarrollo de un proyecto durante el semestre y retroalimentarlo, el blog se convierte en un facilitador.

Facebook, Google + y Tumblr son plataformas sociales con alto reconocimiento en el mundo (especialmente la primera). Sin embargo, hay que ser muy cautelosos con respecto a su uso académico; no por su potencial educativo, sino por el sentido que le ha otorgado la sociedad. Estas redes se caracterizan por permitir a todos los integrantes de la red publicar, cronológicamente, textos cortos que van acompañados de imágenes, videos y enlaces. Socialmente, Facebook permite la narración cronológica de hechos, sentimientos y situaciones, y su uso ha sido esencialmente íntimo. Un empleo posible es la construcción colectiva de referencias bibliográficas, la caracterización e ilustración de casos (videos, audios, textos) y la narración de un evento, entre otros. Estas actividades se pueden facilitar al conformar una comunidad del curso que restrinja el acceso a la información personal (un manejo adecuado de la plataforma lo posibilita; permisos de usuario) en la que los participantes puedan socializar sus hallazgos. Edmodo es una plataforma con características técnicas similares, la diferencia está en que es un entorno cerrado y privado con fines comunicativos para contextos educativos.

Otra red de características similares es Twitter, la cual permite publicar hasta 140 caracteres de texto que son socializados a todos sus seguidores. Personas reconocidas en el ámbito político y académico lo usan para socializar de manera masiva desde opiniones hasta situaciones coyunturales. Por ejemplo, cuando un profesor realiza un trabajo de campo o quiere que se haga un seguimiento a un hecho o situación en desarrollo, puede usar este ambiente para la publicación de ideas (en caliente) que posteriormente puedan usarse como insumo para su respectivo análisis.

La mensajería sincrónica (WhatsApp y Remind) es muy potente para socializar asuntos de manera coyuntural a los participantes de una comunidad. Sin embargo, es necesario crear unas netiquetas[73] para su uso adecuado. Una netiqueta es, por ejemplo, establecer unos horarios de respuesta a las inquietudes por parte del profesor. El problema de WhatsApp es que permite acceder al número telefónico personal, lo que no ocurre con Remind, que mantiene a salvo esta información.

73 Las netiquetas son conjuntos de acuerdos o normas que formalizan las formas de interacción de las personas en entornos electrónicos.

Otra red muy reconocida es Pinterest, la cual permite crear y compartir tableros temáticos que son colecciones de imágenes. En el ámbito académico, se usa para la publicación de infografías conceptuales. Otras que trabajan sobre información fotográfica son Flickr e Instagram, pertinentes cuando hay trabajos relacionados con la descripción de eventos y lugares. Finalmente, están las redes sociales de base audiovisual. Las más conocidas son Vimeo y YouTube. Existen múltiples usos sobre estos ambientes, desde tener un repositorio de recursos audiovisuales de un curso, hasta la realización, edición y publicación de conocimientos descriptivo-narrativos interactivos de corta duración por parte de estudiantes y profesores (figuras 50 y 51).

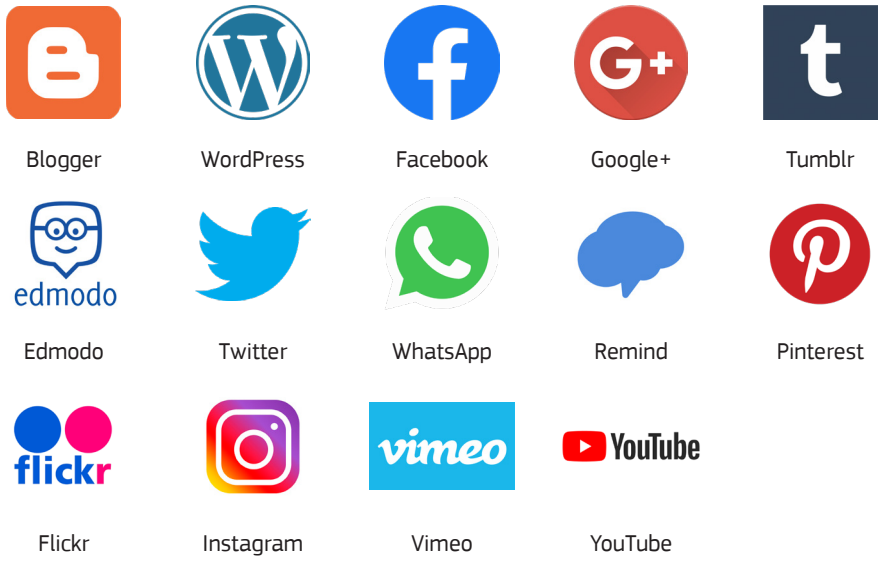


Figura 50. Redes sociales.

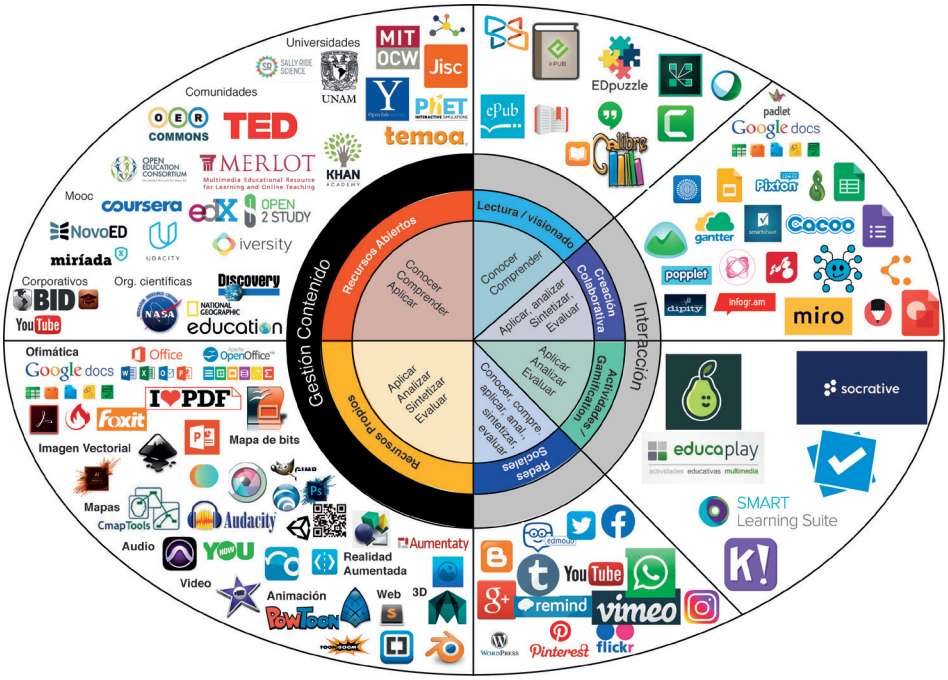


Figura 51. Ecosistema de aplicativos disponibles en la Internet para apoyar, potenciar y facilitar experiencias educativas en RA.

Dimensión comunicativa

Como se ha mencionado, la comunicación se comprende como procesos rizomáticos de interacción y significación social de sujetos empíricos, cada uno destinador-destinatario dotados de una competencia modal y semántica para su hacer persuasivo performacional a través de formas simbólicas percibidas/significadas en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados (figura 52).



Figura 52. La dimensión comunicativa en una aplicación educativa desde una perspectiva semiótica.

Desde este escenario, la dimensión comunicativa de una aplicación educativa digital en RA debe considerar los planos del contenido y la expresión. El plano del contenido se traduce en los sujetos empíricos que participarán en la experiencia de aprendizaje, sus matrices culturales y sus formas discursivas para establecer el conjunto de significaciones sociales (paradigma) a usar en el plano de la expresión, en la construcción de estímulos o en las formas simbólicas (sintagma), es decir, enunciados de diferentes características morfológicas (formatos) que implican una serie de competencias y habilidades (lógicas de producción) para su desarrollo y que tienen como propósito una manipulación o hacer persuasivo para los sujetos que interactúan con ellas, cuyo impacto y resultado se refleja a partir de las realizaciones (*performance*) de cada uno de ellos. Aprendizajes que se incorporan a las estructuras mentales de los sujetos que implican consecuentemente transformaciones en sus formas de actuación.

Matrices culturales

Desde el plano del contenido, en toda propuesta de comunicación educativa es fundamental reconocer la matriz cultural (prácticas, hábitos, costumbres, creencias, realidad) y las formas discursivas de quienes integran una comunidad de aprendizaje para configurar enunciados que respondan a las necesidades de formación de cada uno de ellos. Como lo expresa Martín-Barbero (1991): "De ahí que el eje del debate se desplace de los medios a las mediaciones, esto es, a las articulaciones entre prácticas de comunicación y movimientos sociales, a las diferentes temporalidades y la pluralidad de matrices culturales" (p. 203).

> Lo que activa esa memoria no es del orden de los contenidos ni siquiera de los códigos, es del orden de las matrices culturales. De ahí los límites de una semiótica anclada en la sincronía a la hora de abordar la dimensión del tiempo y sus destiempos, las profundas anacronías de que está hecha la modernidad cultural. Pero también de una antropología que al pensar los nexos disuelve los conflictos y congela el movimiento que da vida a las matrices. Porque decir matriz no es evocar lo arcaico, sino hacer explícito lo que carga el hoy, lo residual [...]: el sustrato de constitución de los sujetos sociales más allá de los contornos objetivos que delimitan el racionalismo instrumental y de los frentes de lucha consagrados por el marxismo. (p. 250)

Por ejemplo, en el caso de la educación a distancia mediada por TIC, las experiencias de aprendizaje son reconstruidas y dotadas de sentido por la misma comunidad. "He ahí según Morin la verdadera mediación, la función de medio, que cumple día a día la cultura de masa: la comunicación de lo real con lo imaginario" (Martín-Barbero, 1991, p. 66).

> Del mismo modo en que las teorías de la comunicación estuvieron obligadas a dejar de lado el modelo lineal del tubo catódico —que veía los medios como instrumentos en manos de los emisores todopoderosos que transmitían sus mensajes a una masa pasiva de destinatarios— en favor de un nuevo paradigma mucho más amplio fundado en el concepto de "mediación" [...], también en el campo de las interfaces se vuelve necesario en ocasiones desplazar el eje de la linealidad instrumental hacia una dimensión de análisis que integre la dinámica diseño/uso y las relaciones entre tecnología-cultura-sociedad. (Scolari, 2004, p. 234)

Existen variadas técnicas de investigación para hacer lectura de matrices culturales. Casetti y Di Chio (1997) proponen un mapeo de instrumentos, métodos y prácticas de investigación pertinentes en este contexto (tabla 13), entre las que se destaca, por la perspectiva abordada, la (número 10) referida al análisis de los textos que se enfoca en las estructuras discursivas y estrategias comunicativas (enunciación). "Así pues, recuperando todos los elementos que entran en juego, hemos identificado once grandes regiones; once áreas donde convergen objetos, instrumentos, disciplinas y metodologías de investigación" (p. 34).

Tabla 13. Mapeo de instrumentos, métodos y prácticas de investigación para televisión

ÁREA	OBJETO	INSTRUMENTOS	OPERACIÓN	DISCIPLINAS	MODALIDADES
1. Medición de audiencia	Cantidad y composición del público	- Audímetro - Diarios de consumo - Indicadores y escáner	Registrar	- Sociología - Estadística	- Investigaciones mediante audímetro
2. Estudio de las actitudes	Percepciones reacciones, valoraciones relativas a lo que se ve en la televisión	- Cuestionario - Escalas de actitudes	Preguntar	- Sociología - Estadística - Psicología	- Encuestas, sondeos, - Investigaciones psicosociales
3. Medición de la apreciación	Apreciación de un programa	- Cuestionario - Escalas de valoraciones	Preguntar	- Sociología - Estadística	- Mediciones cuantitativas del índice de aceptación
4. Estudio de las motivaciones	Necesidades, vivencias, razones profundas del consumo	- Entrevista clínica - Test proyectivos	Preguntar - Relacionar	- Psicología - Psicoanálisis	- Investigación de motivaciones - Investigaciones creativas
5. Registro de las reacciones inmediatas	Reacciones espontáneas ante lo que se ve en televisión	- Indicador de reacción inmediata	Registrar	- Psicología - Estadística	- Test de reacción inmediata (CCPI, MPM...)
6. Análisis multivariado	Percepción y valoración de los espectadores	- Técnicas estadísticas multivariadas	Relacionar	- Marketing - Estadística - Psicometría	- *Mapping* perceptivo - Segmentación del mercado
7. Investigaciones sobre estilos de vida	Variables socioculturales, de valores psicológicas	- Cuestionario - Técnicas estadísticas multivariadas	- Preguntar - Relacionar	- Sociología - Psicología - Estadística - Marketing	- Psicografías
8. Etnografías del consumo	Modalidades, formas, tipos de consumo	- Observación participante conversación - Entrevista en profundidad	Observar	- Micro-sociología - Etnografía - Psicología	- Etnografía del consumo - Historias vitales
9. Análisis de contenido	Contenidos transmitidos por la televisión	- Fichas identificación - Paquetes informáticos	Realizar un inventario	- Sociología - Estadística - Lingüística informática	- Análisis del contenido
10. Análisis de los textos televisivos	Aspectos lingüísticos, estrategias textuales de los programas	- Fichas identificación - Parrillas de lectura - Categorías de análisis	Componer y descomponer	- Lingüística - Semiótica - Narratología - Iconografía	- Análisis textuales (del lenguaje, estructuras discursivas, estrategias comunicativas)
11. Estudios culturales	Relación entre televisión y sociedad: formas culturales, funciones ideológicas	- Categorías de análisis - Paradigmas interpretativos	Relacionar	- Semiótica - Pragmática - Sociología de la cultura	- Análisis de las funciones sociales de los medios -Análisis de la ideología - Análisis de los procesos de construcción de identidad

Nota. Extraído de *Análisis de la televisión: instrumentos, métodos y prácticas de investigación*, F. Casetti y F. Di Chio, 1997, p. 42. Barcelona, España: Paidós.

Comprender, entonces, la amalgama de significaciones por parte de una comunidad sobre un asunto/espacio posibilitaría la construcción de todo un sistema paradigmático que constituiría el insumo fundamental para lo sintagmático: el plano de la expresión.

En la expresión, convergen dimensiones complementarias, como la historia-relato, las interacciones y la figurativización (metáfora) expresadas a partir de estímulos (enunciaciones):

> Desde un punto de vista semiótico (Bettetini et al., 1999), podemos reconocer la existencia de tres espacios dentro de un hipertexto: un espacio lógico —relacionado con la estructura de la red hipertextual y los enlaces que unen a los textos que la componen—, un espacio visible —vinculado a los aspectos figurativos y plásticos que asume la presentación de los contenidos— y un espacio actuado —que hace referencia a la propuesta pragmática de interacción dentro el hipertexto—. (Scolari, 2004, p. 205)

Narración

Configurar la narración (historia), el objeto de deseo, los actantes y las manipulaciones son la fase inicial, desde el punto de vista expresivo, en el diseño de un proyecto de RA:

> Según Algirdas Greimas, existen "formas narrativas casi universales", una especie de "competencia narrativa" de carácter virtual previa a la producción y a la lectura de los discursos. Para el semiótico lituano "todo discurso es narrativo" (Greimas, 1985, p. 16). También la semiótica interpretativa ha reconocido repetidamente la universalidad de las formas narrativas. Según Umberto Eco, es posible encontrar una estructura narrativa en cualquier texto, incluso en los textos aparentemente no narrativos. ¿Cómo podemos caracterizar la narrativa? Los requisitos fundamentales son todavía los propuestos por Aristóteles: un agente, un estado inicial, una serie de mutaciones y un resultado final. (Scolari, 2004, p. 228)

Las enunciaciones (estímulos) que configuran la narración son de naturaleza mixta (física y digital) cuya manifestación empírica es el texto, no solo el escrito sino también visual, sonoro, audiovisual e hipermedial. Para García (2011), la enunciación es "la transformación de todas las posibilidades ofrecidas por las estructuras semionarrativas, en un discurso específico" (p. 25).

> Es conveniente aquí establecer una distinción conceptual que propone la semiótica entre la noción de Texto y Discurso. Entendemos por Texto al correlato físico, concreto y perceptible de un discurso. Siendo texto cualquier producto cultural que "cargue" o "lleve" un sentido organizado, y siendo el sentido organizado (a partir del texto) su Discurso. (García, 2011, p. 124)

La construcción de enunciaciones se hace en función del objeto de deseo que en el contexto educativo es el aprendizaje (competencia/desempeño esperado). El ambiente como sujeto operador busca a través de enunciaciones simbólicas (consignas) que los participantes crean que este espacio los llevará a estar en conjunción con su objeto de deseo a través del desarrollo de una serie de acciones (*performance*) organizadas en actividades.

En otras palabras, el programa narrativo presente en toda propuesta educativa basada en competencias desde una perspectiva lingüística está compuesto por un objeto de deseo expresado a través de un desempeño esperado o resultado de aprendizaje. Se puede entrar en conjunción con dicho objeto por parte del sujeto de estado (estudiante) en la medida en que un sujeto operador (el profesor y el mismo estudiante) desarrolle una serie de acciones (*performances*) o actividades que lo lleven a dicho estado. Inicialmente, debe el sujeto operador ejecutar una enunciación con el propósito de hacer-creer al sujeto de estado a partir de manipulaciones de valoración positiva:

> En efecto, un sujeto (S1 = el alumno) que, en la situación inicial, está en disyunción con un objeto de valor cognitivo (Ov = los contenidos curriculares) ha de conseguir, al final del proceso, un estado de conjunción con dicho objeto de valor. Si aplicamos la propuesta greimasiana, se obtendría la siguiente fórmula para la transformación educativa que comentamos: S3 => [(S1 v Ov) —>(S1 ^ Ov)] (donde S3 equivale al sujeto operador que pone en marcha y es responsable de la acción transformadora educativa, V = disyunción, ^ = conjunción, [...] = situación o estado, [...] = transformación). (Sánchez, 2003, p. 474)

En un entorno electrónico de aprendizaje, el modelo actancial, entendido como estructura simplificada de los roles de los participantes en un "relato" educativo, está integrado por tres ejes y seis actantes: un eje del deseo en el que un sujeto (estudiante) busca un objeto (desempeño o resultado de aprendizaje), un eje del poder en el que el sujeto recibe un poder por parte de un ayudante (profesor) y un oponente (el mismo estudiante, los recursos educativos mal desarrollados o el mismo profesor) que tiene el poder de alejarlo del objeto, y un eje de la comunicación entendidos como objetos cognoscitivos en circulación, integrados por un destinador (recursos educativos) y un destinatario (estudiante). Para García (2011), "estos roles actanciales, como tales, pueden aparecer repetidos y mezclados en un mismo personaje de una historia" (p. 51; figura 53).

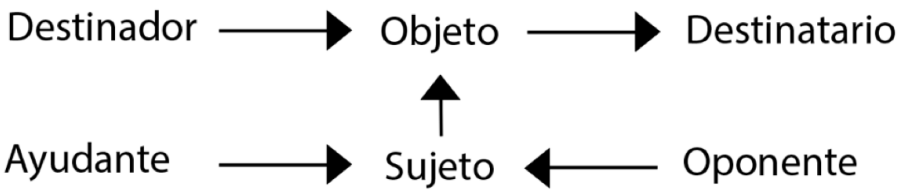


Figura 53. Representación clásica del modelo actancial.

Aplicando el esquema narrativo canónico a un producto educativo digital, habrían dos dimensiones a analizar: a) la cognoscitiva y b) la pragmática. La comunicación inicia en la dimensión cognoscitiva a través de una manipulación (hacer-hacer) con un hacer-creer usando estrategias básicas basadas en la adulación, tentación, provocación o intimidación que lleva al sujeto a una dimensión pragmática (hacer) a través de acciones integradas por una competencia (actitudes y aptitudes) del sujeto operador (ser del hacer), del ayudante y del oponente que llevan al sujeto de estado a la *performance* (hacer-ser) para estar en conjunción o disjunción con el objeto de deseo (el desempeño) para finalmente volver a la dimensión cognoscitiva de la sanción (ser-ser) expresada en una evaluación-valoración (premio-castigo) que determina el nivel de logro alcanzado. "El Esquema Narrativo Canónico puede funcionar como la 'molécula' básica de la construcción de relatos e historias" (García, 2011, p. 37; figura 54).

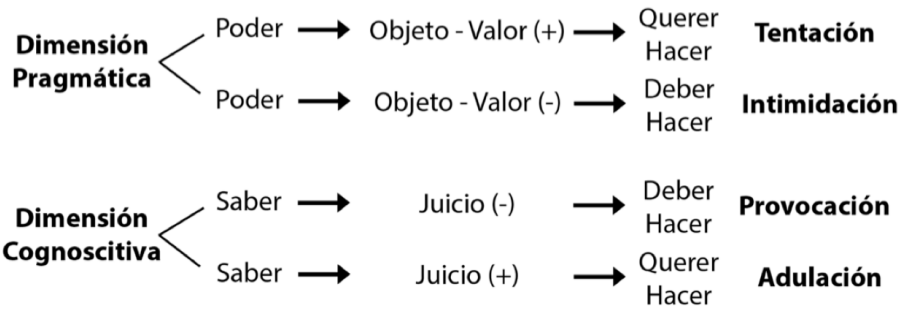


Figura 54. Estrategias básicas de manipulación.
Extraído de *Manual de semiótica: semiótica narrativa con aplicaciones de análisis en comunicaciones*, de J. D. García Contto, 2011, p. 102. Lima, Perú: Universidad de Lima.

Interactividad / interacción

Posterior a la configuración de la estructura narrativa, se definen las interacciones posibles de la experiencia. Estas en el contexto educativo son múltiples y, desde el plano pedagógico, se pueden caracterizar por el acompañamiento al desarrollo de actividades; el reto, la dinamización, la motivación y la promoción de la participación activa del estudiante en las experiencias; la problematización y el cuestionamiento de los recursos y los conocimientos; el favorecimiento de la metacognición; la curaduría académica; la activación de recursos y espacios; y la evaluación del aprendizaje. En lo comunicativo, se deben planificar las interacciones sincrónicas para el desarrollo de encuentros colectivos, asesorías y desarrollo de actividades colaborativas, y las interacciones asincrónicas con mensajes de tipo retórico orientados a la vinculación del estudiante (bienvenida a las experiencias RA, módulo y actividad, introducir "bombas semánticas" que lleven a cuestionar e investigar, problematizar los saberes, motivar la participación, movilizar la comunidad, seducir para el aprendizaje); administrativos con anuncios relacionados con la estructura de la experiencia en RA, calendario académico, evaluación, novedades en una actividad, programaciones, eventos, etc.; y

evaluativos entendidos no solo como la asignación de una calificación, sino como la explicación de los resultados obtenidos y la propuesta de acciones para el mejoramiento del desempeño:

> Tampoco podemos dejar de mencionar que los dispositivos interactivos son el resultado de un trabajo de diseño fundado en competencias semióticas: como el autor de una novela, el *interaction designer* debe anticipar los movimientos del usuario, mantener alta su empatía y saber transmitir las informaciones necesarias para garantizar la continuidad de la interacción. El usuario, por su parte, no puede dejar de activar competencias perceptivas e interpretativas durante la interacción con la máquina digital. Es evidente que, tanto en la fase de diseño como durante la interacción con las máquinas digitales, nos encontramos con procesos y competencias de pertinencia semiótica. (Scolari, 2004, p. 36)

Las interacciones son intercambios simbólicos de carácter selectivo, transformativo y constructivo que se expresan en las introducciones, los anuncios, las netiquetas, las presentaciones, la navegación, la arquitectura, los tutoriales, las actividades, los intercambios (sincrónicos y asincrónicos), las zonas activas, etc. Todo lo anterior viene a configurar el proyecto interactivo de la experiencia de aprendizaje.

Por ejemplo, la interacción sincrónica y asincrónica entre los participantes es la apuesta por trascender los modelos de difusión bancaria de contenidos de la escuela moderna a modelos comunicativos en los que los participantes se conocen, valoran y significan. De ahí que se promuevan prácticas de asesoría y retroalimentación, las cuales deben contar con unos acuerdos colectivos (netiquetas):

> La elección de una gramática de interacción debería guiar el diseño de un producto hipermedia, en tanto que la creación de una línea gráfica o la organización de los contenidos pertenece a una segunda fase de la producción hipermedia. Si no se sabe qué relación se quiere establecer con el usuario, si antes no se aclara qué tipo de contrato se quiere proponer al navegante, entonces resulta inútil discutir sobre las imágenes o animaciones que aparecerán en la *home-page*. En los entornos digitales, la dimensión interpretativa —la propuesta interacción— no es un componente más del cóctel multimedia, sino un ingrediente esencial. (Scolari, 2004, p. 157)

El diseñador de la experiencia —destinador empírico— cuando configura la historia establece una serie de nodos o puntos de inflexión que son activados, experimentados y dotados de sentido por parte del destinatario empírico:

> El sujeto enunciador deja en el texto huellas e indicios de su acción ordenadora "que se revela gradualmente en la sucesión de sus partes, en la dinámica del consumo" (Bettetini, 1984, p. 111). Pero el mismo sujeto también construye "huellas e indicios del comportamiento de un interlocutor simbólico, que adquiere gradualmente forma durante el progresivo encuentro de la interacción comunicativa de "lectura" con esas "señales" (p. 111). El texto, en otras palabras, anticipa las reacciones del destinatario y las representa simbólicamente en su interior. El sujeto enunciador también diseña el "tiempo" de esa interacción, entendida como una secuencia de *inputs* y respuestas. (Scolari, 2004, p. 56)

El primer nodo debe estar orientado, en términos persuasivos, hacia un hacer-querer, que persigue la ejecución de un programa narrativo a través de manipulaciones positivas, preferiblemente, que lleven al destinatario (virtual y empírico) a iniciar la experiencia de aprendizaje. Una de las técnicas audiovisuales que implementa este principio es el *storytelling* que tiene como propósito convertir conceptos, prácticas y valores en historias audiovisuales narradas a partir de imágenes, sonidos y frases que describen situaciones cotidianas (culturalmente situadas) en las que resultan pertinentes. Más que definir unos conceptos, se representan escenarios sociales en los que la aplicación de teorías es necesaria para la solución de un problema concreto:

> Como una buena novela, los entornos interactivos poseen una enorme capacidad para "atrapar" al usuario. Se perfila de esta manera un interesante campo de estudio para la semiótica: los procesos de interacción pueden contribuir a la creación de estados afectivos y, como cualquier texto, pueden encender las pasiones del lector: basta pensar en las horas que pasamos frente a la pantalla resolviendo enigmas, liquidando enemigos, chateando o buscando una información. Al incorporar la problemática de las pasiones —uno de los grandes temas de la semiótica europea de los años noventa (Greimas y Fontanille, 1991)—, una semiótica de las interacciones digitales podría convertirse en otro punto de encuentro entre la semiótica interpretativa, la cual, como hemos visto, posee un fuerte carácter cognitivo, y la semiótica generativa, empeñada sobre todo en la investigación de los aspectos enunciativos, patéticos y agonísticos de la producción de sentido. (Scolari, 2004, p. 229)

La totalidad de los nodos de interacción (actividades) son contratos que deberán ser aceptados o rechazados por parte del destinatario. Se trata de manipulaciones, en el sentido semiótico, que buscan que el sujeto de estado (empírico) busque un objeto de deseo configurado en la experiencia:

> Aceptar un contrato de interacción significa para el usuario empírico entrar en un mundo con su propia gramática, un universo donde estará obligado a manipular ciertos dispositivos y a realizar ciertas operaciones (y no podrá ejecutar otras). En el caso específico de Internet, si el usuario no acepta el contrato se producirá una fuga del navegante hacia otra web. En la red digital resulta más evidente la situación —característica de los medios masivos— que Verón define como de "competencia discursiva": en Internet basta un clic del ratón para acceder a otra propuesta de contrato. Desde esta perspectiva, podemos decir que la red digital está formada por centenares de millones de páginas que esperan ansiosas a su visitante. (Scolari, 2004, p. 157)

Figurativización

Una vez diseñadas las interacciones de la historia, las formas simbólicas (metáforas) entran en un proceso de figurativización en el que la actorialización (construcción de personajes), temporalización (organización del tiempo) y la espacialización (selección de determinado lugar) adquieren formas concretas (color, escala, dimensión, movimiento, etc.) para posibilitar a los sujetos una inmersión cultural con la propuesta. Como afirma Scolari (2004), "la mejor interfaz no es tanto aquella que se asemeja a un martillo, o sea, un instrumento que 'desaparece durante el uso', sino un espacio donde el usuario puede realizar las actividades deseadas como si estuviera en un entorno que le resulta familiar" (p. 70). Es prudente recordar que la figurativización no solo se trata de una función especular entre la forma simbólica y un objeto de la realidad sensible, porque, como se ha dicho, el símbolo, con su carga semántica, siempre remite a una realidad que va más allá de la sensible. Para Eco (1984), citado por Scolari (2004), "la metáfora es un instrumento de conocimiento aditivo y no meramente sustitutivo que siempre dice algo más" (p. 45). "Las metáforas son potentes agentes modeladores de la percepción, el pensamiento y las acciones cotidianas presentes en todos los sistemas semióticos que, cuando logran articular y dar coherencia a una orientación discursiva, se constituyen en eficaces dispositivos retóricos de persuasión" (Scolari, 2004, p. 45).

La materialización de la metáfora tiene dos etapas: a) la definición del formato que mejor figurativiza la forma simbólica expresada como enunciado-estímulo (escritura, imagen, video, sonido, etc.) y b) las lógicas de producción que integra el manejo de las "gramáticas" de los "lenguajes", las formas de materialización (diseño, desarrollo, edición) y los entornos de socialización (canales, medios, espacios).

Es importante destacar el uso, cada vez más recurrente en los últimos años, de las metáforas audiovisuales que pretenden persuadir y transportar al estudiante a la inmersión y vivencia de los conocimientos.

El mensaje audiovisual tiene el atributo de representar la "realidad" (física y digital) perceptual. Para Zunzunegui (2007, p. 21), hoy día, la generación del acervo cultural tiene un tratamiento predominantemente audiovisual: "más del 94 por 100 de las informaciones que el hombre contemporáneo, habitante de las grandes urbes, recibe se analiza a través de los sentidos de la vista y el oído". A partir de este panorama, una forma de simular un escenario natural de las interacciones educativas de los estudiantes y profesores es a través de mediaciones audiovisuales. Estas pueden ser sincrónicas o asincrónicas, vectoriales (animaciones) o de mapa de bits (fotográficas) en 2D y 3D.

Las experiencias de RA tienen un alto predominio audiovisual, por ello, es necesario a partir de videos hacer una introducción o inducción al ambiente y las actividades de aprendizaje a desarrollar, los cuales no deben tener una duración mayor de cinco minutos. Se trata, entonces, de unidades atómicas de sentido que tienen la posibilidad, a través de vínculos, de conectar lineal o rizomáticamente otras unidades audiovisuales u otros recursos. Igualmente, como se ha mencionado, esta estrategia se promueve para romper la linealidad y la acción pasiva frente al visionado de un documento audiovisual, y para la incorporación de preguntas, reflexiones, retroalimentaciones y reseñas, entre otras, dentro del escenario, que problematicen y complementen los conocimientos que ahí se desarrollan.

Síntesis del modelo de análisis

El modelo propuesto hace un recorrido sobre las tres dimensiones de análisis de un producto de RA: pedagógica, tecnológica y comunicativa. Inicia con uno de los componentes del comunicativo: el reconocimiento de la comunidad (matriz cultural) y sus formas de significación, creencias, costumbres, hábitos, prácticas y expresiones para reconocer y caracterizar cómo las experiencias de aprendizaje construidas han sido pensadas desde sus imaginarios colectivos, sus realidades. Es claro, por lo expuesto, que la realidad como constructo social debe incorporar, preferiblemente, estímulos de naturaleza digital que ya estén naturalizados culturalmente para que sean más transparentes las interacciones e interactividades de las personas dentro de la experiencia. Las apuestas en las dimensiones pedagógicas, comunicativas y tecnológicas tendrán necesariamente las matrices culturales como eje transversal y continuo de su configuración.

Con respecto a la dimensión pedagógica, por la orilla de conocimiento seleccionada, se ha optado por hacer análisis de propuestas formativas fundamentadas en la teoría greimasiana de la acción, es decir, la noción de *competencias* de perspectiva lingüística (comunicativa) que responde a escenarios educativos basados en experiencias de aprendizaje, lugar donde cursos y actividades de RA fundados en contenidos saldrían mal ponderados. Los elementos que configuran esta dimensión van de lo macro a lo micro, desde la(s) competencia(s) de la experiencia que se expresa(n) o manifiesta(n) a través de una serie de resultados de aprendizaje o desempeños esperados con sus respectivos niveles de acción (de la comprensión a la evaluación crítica según Bloom [1956]), hasta las actividades de aprendizaje a desarrollar para alcanzarlos con sus respectivas realizaciones (*performances*) que son las que permiten evidenciar la(s) competencia(s) adquiridas. Un aspecto a resaltar dentro de esta dimensión es que es la experiencia la que determina las mediaciones tecnológicas necesarias para su consecución, es decir, qué estímulos digitales son necesarios para aumentar la realidad formativa.

La dimensión tecnológica considera varias aristas en su análisis: la clasificación conceptual que permite establecer el grado de naturalización de los estímulos digitales incorporados muy ligado a los imaginarios colectivos

de la comunidad a la que impacta el recurso, la clasificación técnica que posibilita caracterizar el grado de complejidad de la plataforma tecnológica que soporta la experiencia (desde el QR a la inmersión a través de visores HMD) y funcional que define si se trata de una experiencia de estímulos digitales y físicos que se complementan o de estímulos que se fusionan y mezclan manipulándose mutuamente. Lo tecnológico también incorpora lo expresivo de los estímulos estableciendo inicialmente una distinción entre aquellos que ya han sido creados (recursos educativos abiertos) con aquellos a desarrollar. En esta última, se establecen tres facetas de análisis o diseño: a) lo comunicativo en que se propone una taxonomía fundamentada en las modalidades textuales para determinar la pertinencia de una forma simbólica con formato específico (visual, sonoro, textual) en función del tipo de data que la compone; b) una vez definido el formato, se analiza en la faceta educativa desde la perspectiva cognitiva el tratamiento de los estímulos digitales visuales, sonoros y escritos que componen el recurso para establecer su eficacia en el procesamiento cognitivo puesto en escena en el proceso de aprendizaje; y c) una faceta técnica en la que se crea un inventario de todas las posibilidades de producción (aplicativos) expresivo-simbólica (vectores, mapa de bits, audio, etc.) y de espacios electrónicos de interacción disponibles que permitan orientar el origen de la materialización del estímulo digital y sus ambientes de socialización.

Finalmente, la otra parte de la dimensión comunicativa analiza el tratamiento expresivo de la experiencia de aprendizaje y sus y sus componentes narrativo, interactivo/interacción y figurativo . Este tratamiento está orientado por preguntas como ¿qué historia se construye alrededor de la propuesta formativa?, ¿cómo es el tratamiento de los desempeños y de las consignas desde la óptica de los objetos de deseo?, ¿dónde se hacen presentes las manipulaciones?, ¿cómo se personifican los estímulos para configurar un modelo actancial? Por otro lado, se estudian las formas de interacción/interactividad presentes en la experiencia (selectivas, transformativas y constructivas) y la metáfora visual y figurativización del ambiente, así como los recursos en función de la historia desarrollada.

Es pertinente indicar que este modelo de análisis también puede configurarse como una metodología para el diseño de experiencias de aprendizaje apoyadas, facilitadas y potenciadas por estímulos de naturaleza física y digital mediadas tecnológicamente (figuras 55 y 56).



Figura 55. Dimensiones del modelo de análisis.

Dimensión **Pedagógica**

DESEMPEÑO Y ACTIVIDADES



- Estructura desempeños: acción, objeto, propósito y condición calidad.
- Dimensión de conocimiento.
- Nivel de aprendizaje esperado.
- Estructura actividades: contexto, consigna, metodología.
- Pertinencia recursos (coherencia, licenciados, actualizados).
- Pertinencia espacios (coherencia y articulación con actividad).

EVALUACIÓN



- Alineamiento constructivo (desempeño - actividad - evaluación).
- Método de valoración (gestión [computadora, profesor, pares] y escala con retroalimentación.
- Rutas mejoramiento.

GESTIÓN TUTOR



- Programación del cronograma de actividades.
- Libro de calificaciones.
- Reporte de ingreso a la experiencia.
- Desarrollo de las actividades.
- Desempeño por actividad.
- Reporte estudiantes de baja participación y bajo rendimiento.

Dimensión **Tecnológica**

CLASIFICACIÓN DE REALIDAD AUMENTADA



- Conceptual.
- Técnica.
- Funcional.

OBJETOS EDUCATIVOS



- Objetos educativos abiertos con licenciamiento de uso.
- Objetos educativos abiertos de prodominio textual (documental), imágenes (descriptivo), audios (narrativos), videos (narrativo-descriptivo), multimedias.
- Condiciones mínimas de calidad técnica.
- Objetos educativos propios de prodominio textual (documental), imágenes (descriptivo), audios (narrativos), videos (narrativo-descriptivo), multimedias.
- Análisis de símbolos irrelevantes (coherencia, señalización, redundancia, contigüidad espacial, contigüidad temporal).
- Análisis procesamiento esencial (segmentación, pre-entrenamiento).
- Análisis de modalidad fomento procesamiento generativo (multimedia, personalización).
- Lógicas de producción: manejo del lenguaje, calidad óptima a nivel técnico, pertinente para el canal de socialización.

ESPACIOS



- Visionado de textos electrónicos y videos (mayores de 5 minutos deben ser interactivos).
- Problematización (Contenidos interactivos, ePub, redes).
- Colaboración, gamification y redes sociales (coherencia consigna y definición metodológica).



Figura 56. Matriz pragmática de análisis de aplicaciones visuales educativas en RA.

4. Aplicación del modelo en experiencias de aprendizaje mediadas por realidad aumentada

En este capítulo, se aplicará el modelo de análisis desarrollado en el capítulo anterior en tres proyectos que incorporan tecnología en realidad aumentada (RA): a) una inmersión a través de fotografía 360° enriquecida y aumentada por símbolos digitales, b) una experiencia de aprendizaje de un curso a través de información complementaria en RA y c) un aplicativo de entrenamiento en competencias clave para el sector de la construcción con actividades en RA. El criterio de selección de casos fue de carácter contextual: un caso micro en el aula de clase, un caso institucional y un caso macrosocial.

Es necesario precisar que conceptualmente la RA educativa en este libro se comprende como toda ampliación de una experiencia formativa física a través de estímulos de naturaleza digital que no se circunscriben tecnológicamente al uso de códigos QR, marcadores, HMD (por sus siglas en inglés), entre otros, sino, como la describió Cabral, Hugues, Sporns & Deco (2011), en la dimensión funcional, a toda percepción aumentada por recursos digitales que se incorporan, a través de diferentes dispositivos electrónicos, en un ambiente educativo físico (realidad documentada) o un recurso educativo digital a la que se le asocian actividades físicas (virtualidad documentada).

Los análisis a los proyectos se realizan desde las tres dimensiones desarrolladas. La dimensión comunicativa que observará si en los productos hay ejercicios de caracterización de las matrices culturales a las que está orientado el proyecto; si bien este es un asunto que, por lo general, se realiza antes del desarrollo de cualquier producto cultural, sí se hace evidente en la construcción de este (se recordará que toda realización comunica). Lo importante en este sentido es reconocer si hay una cultura y unas prácticas representadas en el proyecto. Igualmente se observará si la experiencia evidencia una estructura narrativa: cómo se introduce, cómo se presentan los objetivos, cuáles son las manipulaciones positivas o negativas, cuáles son las enunciaciones que le dan vida a la historia de la experiencia. Además, cómo se han figurativizado todos los objetos digitales (metáforas) y caracterizado las formas de interacción.

Con respecto a la dimensión pedagógica, es necesario reconocer los desempeños (*performances*) esperados que deberían reflejarse de manera clara y coherente en el recorrido formativo constituido por una serie de actividades de aprendizaje como unidades atómicas (cuark) de sentido educativo. Para

que tenga esta propiedad, se analizará si las actividades integran contexto, consigna, metodología y recursos de diferentes tipos. Igualmente, la forma como se ponderan o evalúan las actividades y determinar si son gestionadas por el sistema, por un profesor o entre pares.

Por último, en la dimensión tecnológica, se analizará qué tipo de realidad aumentada se desarrolla desde la clasificación conceptual, concretamente en la realidad basada en la interacción (RBI, por sus siglas en inglés), la clasificación técnica referida a la caracterización de unos niveles a partir de la complejidad de la plataforma tecnológica y la clasificación funcional asociada a la conciencia perceptiva, es decir, a la acción corporal en el establecimiento de la actividad cognitiva. Igualmente, se analizarán los objetos presentes en función de su modalidad textual (expositivos, descriptivos y narrativos), su aporte cognitivo (símbolos irrelevantes, procesamiento esencial y procesamiento generativo) y sus lógicas de producción. Y analizarlos como espacios de interacción donde se observa si los recursos son rizomáticos, problematizados, gamificados y colaborativos, entro otros.

Inmersión a la Universidad Autónoma de Occidente

Inmersión a la Universidad Autónoma de Occidente (UAO) es un recorrido interactivo que se desarrolló a través de la técnica de fotografía panorámica. Está dirigido a estudiantes de la modalidad virtual, futuros estudiantes presenciales y la comunidad en general. Tiene como propósito conocer el campus físico, sus diferentes servicios y lugares. El recorrido, disponible en *http://cit.uao.edu.co/uao-360*, está integrado por 134 fotografías panorámicas, enriquecidas (aumentada) por 57 textos, 61 audios, 38 videos y un canal de "radio" en *streaming* llamado OndaUAO (figura 57).



Figura 57. Proyecto de fotografía inmersiva 360º enriquecida y aumentada de la Universidad Autónoma de Occidente.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

Dimensión comunicativa

Matrices culturales y formas discursivas

Colombia está estratificada socioeconómicamente por seis niveles, de modo que el uno es bajo y el seis es alto. Con respecto a la población estudiantil, la UAO está integrada por el 7,5 % de estrato uno, por el 22,3 % de estrato dos, por el 35 % de estrato tres, por el 19,1 % de estrato cuatro, por el 12,4 % de estrato cinco y por el 2,3 % de estrato seis.

Dentro de una encuesta de percepción de mercadeo, realizada en 2013 con miras al proceso de acreditación institucional, se determinó que hay unas zonas de alto interés para los estudiantes, como la cafetería, los laboratorios, las facultades y los centros de servicios.

Por otro lado, la UAO tiene varias sedes regionales y sus estudiantes construyen muchos imaginarios con respecto al campus principal. Su expectativa es vivir una experiencia en esta sede, pero la distancia lo complejiza.

El imaginario que se ha construido sobre la UAO es ser un campus que integra lo natural y tecnológico.

Estructura narrativa

La inmersión inicia con una orientación sobre las formas de interacción (selectiva) en el ambiente. El símbolo de ingreso (vínculo) es una forma redonda que estará presente en todas las zonas activas (que se enriquecen) del ambiente. Al acceder, hay un efecto de acercamiento (figura 58).



Figura 58. Interfaces inicial y vista aérea del proyecto de fotografía inmersiva 360º.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

En la entrada al campus, hay un audio de bienvenida a la experiencia que tiene las características de una historia:

- Ambiente (dónde). “Bienvenidos a la Universidad Autónoma de Occidente, institución con acreditación de alta calidad otorgada por el Ministerio de Educación Nacional”.

- Propósito (objeto de deseo). “Durante esta experiencia interactiva tendrás la oportunidad de conocer los principales espacios de la Universidad Autónoma de Occidente, sus horarios, funciones, servicios y demás elementos que te acompañarán durante toda tu carrera y enriquecerán tu vida universitaria”.

- Formas de interacción. “Para comenzar el recorrido, debes seleccionar los botones de ubicación o elegir en el menú el lugar al que deseas acceder. Cada espacio cuenta con ventanas informativas y vínculos a datos pertinentes con el fin de brindarte una mejor orientación”. A pesar de las orientaciones sonoras, hace falta la referencia al objeto simbólico: “botones de ubicación”, “menú”, “espacio con ventanas informativas y vínculos”.

- Manipulación positiva (tentación). “No esperes más y comienza a navegar por tu Universidad”.

Igualmente, el inicio está acompañado de un video contextual que ilustra dónde se encuentra la UAO en el ámbito regional (matriz cultural), sus apuestas misionales y particularidades. El audiovisual está disponible en *https://youtu.be/dvVOFNpando*. La mayoría de los ambientes cuentan con un audio introductorio (el continuo de la historia) (figura 59).



Figura 59. Interfaz inicial aumentada del proyecto de fotografía inmersiva 360º.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

Un aspecto que no se explicita claramente en la propuesta son las mutaciones de la historia (las actividades a desarrollar), algo necesariamente relacionado con la dimensión pedagógica.

Metáfora visual

Existen varios elementos de carácter simbólico en la experiencia. Un mapa que hace una representación 2D de todas las zonas activas del ambiente. Un teletransportador que nos lleva rápidamente a cada uno de los lugares de la UAO (figura 60).



Figura 60. Menú vectorial del proyecto de fotografía inmersiva 360º.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

Botones que posibilitan una interacción vía teclado con el lugar. Las acciones posibles son el direccionamiento, la activación del audio, el mapa vectorial interactivo, maximizar la pantalla y ocultar el menú para otorgar una experiencia más "limpia".

Un menú de acceso rápido a los ambientes que integran la experiencia, como el edificio central, el ala norte, el ala sur, las aulas, el sótano 1, el sótano 2 (donde se destaca el noticiero regional 90 minutos), el Museo Lili y Bienestar Universitario. Las pantallas que están dispuestas en el campus 360º reproducen videos (figura 61).



Figura 61. Zonas activas que aumentan la información de la inmersión 360º.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

Interacciones

Las formas de interacción se definen desde el inicio de la experiencia y han sido descritas anteriormente, cuyo nivel es selectivo. Asimismo, se puede experimentar a través de diferentes visores o HMD. No hay elementos de interacción entre los participantes de la experiencia ni experiencias colectivas o colaborativas de aprendizaje (figura 62).

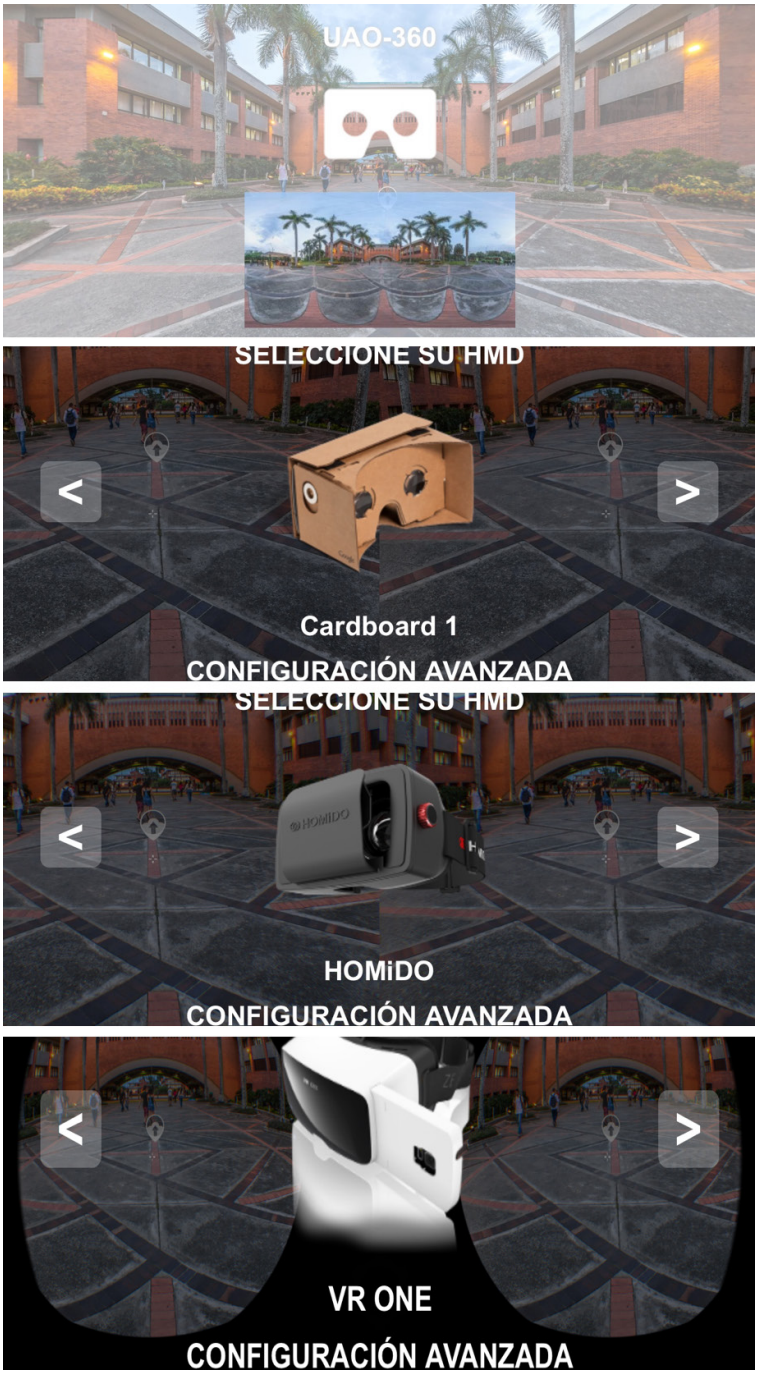


Figura 62. Forma de selección de dispositivo para la inmersión 360º.
Extraído de Centro de Innovación TIC (2016).

Dimensión pedagógica

Desempeño y actividades

El proyecto se enfoca en el dominio de aprendizaje cognitivo declarativo (difusionista) en el que se puede evidenciar que el desempeño esperado es identificar los principales espacios de la UAO para obtener servicios informativos concretos. A partir del desempeño, se puede establecer que se trata de una experiencia que le apuesta al primer nivel de acción del aprendizaje: memoria (Bloom, 1956) y uniestructural (Biggs).

Las actividades o los itinerarios de la experiencia son los siguientes: exploración por ambientes naturales, recorridos, aulas y cafetería; servicios administrativos como Registro Académico donde se puede solicitar certificaciones, acceso al historial académico y reglamento general de estudiantes; Kardex financiero que integra información relacionada con procedimientos de pagos, créditos, becas y auxilios; y espacios como salones y auditorios donde se describe el procedimiento de solicitud de préstamo; ambientes académicos como la biblioteca donde se pueden hacer búsqueda de recursos electrónicos, procedimiento y estado de préstamos; facultades con información de profesores y horarios de atención; y bienestar estudiantil con todos los servicios de acompañamiento en línea.

Las actividades no son explícitas y, en consecuencia, para encontrarlas la persona debe hacer una exploración por cada uno de los espacios, lo que complejiza y demora la navegación. Es recomendable, desde el enfoque de análisis propuesto, orientar el recorrido a través de la problematización de los servicios o explicitar cada una de las actividades que se pretenden desarrollar en la inmersión. En ese sentido, sería pertinente desarrollar los retos de manera explícita: un contexto que ilustre casos o importancia de identificación del servicio, una consigna que establezca qué se espera de la persona que experimenta el producto, la metodología que describa cada una de las acciones necesarias para el desarrollo de cada actividad y la forma de evaluarlo en el caso de que se quiera ponderar (gestionado por computadora) el nivel de memorización o identificación de los servicios que describen o incorporan los ambientes.

Dimensión tecnológica

Clasificación

Desde el punto de vista conceptual del RBI, la experiencia combina interfaces convencionales, como ventana, ícono, menú y apuntador, para su versión de escritorio; sin embargo, cuando se pone en modo "inmersivo" con la utilización de HMD, la interacción selectiva se hace a partir de la observación directa de los vínculos visuales. La RA en 360º, aunque tiene una óptica gran angular, respeta u obedece a los principios visuales perceptuales, los movimientos corporales y las habilidades ambientales y sociales al ser un proyecto de representación "especular" (fotografía). Sin embargo, la observación y el desplazamiento se hace desde puntos fijos habiendo solo posibilidad de acercamiento a través de *zoom* digital.

Con respecto a la clasificación técnica propuesta en el modelo *hype cycle, augmented reality*, se trata de una experiencia de RA sin marcadores físicos, que usa brújula para determinar la dirección de la mirada con respecto a la imagen 360º.

Desde la clasificación funcional de la RA, al tratarse de imágenes especulares de la percepción visual que son enriquecidas por estímulos digitales, responde a una percepción aumentada. En este caso, las fotografías 360º tienen integrados una serie de recursos, como videos, textos y audios que hace que su subfuncionalidad sea de realidad con percepción o comprensión aumentada.

Objetos educativos

Los diferentes objetos que componen la experiencia son de la UAO.

Faceta comunicativa: modalidad textual

El proyecto pretende describir los ambientes y escenarios de la UAO y, en consecuencia, se está ante un proyecto eminentemente visual que se enriquece a través de datos expositivos (información corporativa) y narrativos (historias y cotidianidad institucional). Los escenarios son fotografías 360º

que capturan los estímulos físicos de la UAO, los datos y procedimientos son textos escritos, y la bienvenida —introducción al ambiente— son audios. Hay una serie de videos que describen narrativamente un espacio determinado.

Faceta educativa

Con respecto a los símbolos irrelevantes, se encuentra coherencia entre los textos, los audios y las imágenes presentes en cada una de las interfaces, una señalización basada en vínculos visuales que se explicita en el ingreso a la experiencia que tienen continuidad y contigüidad (espacial y temporal) en todo el recorrido. Igualmente, se van identificando a través de signos concretos los estímulos que aumentan la experiencia. En el procesamiento esencial, hay un menú contextual y una infografía que caracterizan cada uno de los componentes del producto en respuesta al principio de segmentación. El preentrenamiento se establece al inicio para orientar la forma de navegación e interacción de los participantes. Finalmente, en el fomento del procesamiento generativo, se destaca la personalización presente en los audios y videos que procuran personificar los servicios institucionales a través de representantes de cada unidad académica y administrativa; este último aspecto debe enriquecerse en la medida en que no todos los ambientes cuentan con esta personalización.

Faceta técnica

La experiencia 360° se realizó con cámara (Canon) fotográfica (trípode, rótula, lentes gran angular y ojo de pez) y dron. La edición se hizo con Lightroom, Photoshop para las imágenes y los efectos equirrectangulares con PtGui y Autopano Giga, y los *tours* con Panotour Pro. Las imágenes se incorporaron con formato .tiff con resolución de densidad de 300 ppt para dispositivos de pantalla.

Los estímulos digitales que enriquecieron el proyecto 360° fueron documentos HTML embebidos en la experiencia con enlaces al portal de la UAO, videos que se encuentran alojados en YouTube y otros incrustados en formato MP4, audios en MP3 también embebidos. Los videos tienen una duración menor de cinco minutos y los audios menor de dos minutos, ninguno de ellos problematizados. Los espacios electrónicos dispuestos están

pensados para la experimentación individual y no proporcionan espacios de interacción para los participantes. Por otro lado, hay acceso directo a una emisora en línea que está soportada sobre la plataforma Wavestreaming.

En síntesis, el proyecto tiene un buen manejo "informativo" (no comunicativo) de la dimensión tecnológica, pero es necesario mejorar la dimensión pedagógica en lo relacionado con explicitar las *performances* esperadas de los estudiantes y la dimensión comunicativa en la construcción de una historia que vincule al estudiante con el proyecto. Igualmente, hay que auscultar espacios de interacción entre los participantes vinculados a la experiencia.

Curso de Introducción a la Ingeniería: una apuesta por aumentar la experiencia de aprendizaje a través de información complementaria

El curso Introducción a la Ingeniería apuesta por el desarrollo de competencias básicas en la caracterización, el análisis y la resolución de problemas de la ingeniería a partir de la exploración general y el pensamiento crítico de sus bases conceptuales y culturales. Responde a la pregunta ¿cómo configurar, analizar y resolver, sistemática y creativamente, problemas propios del ámbito de la ingeniería?

Su objetivo es identificar y esbozar la configuración, el análisis y la solución de un problema propio del ámbito de la ingeniería; integrar habilidades, saberes y conocimientos básicos, para implementar alternativas de solución que satisfagan requerimientos y restricciones en un contexto determinado; y reflexionar sobre sus actuaciones como persona y profesional al trabajar con otros en la consecución del logro.

Este curso no usa la RA como un ambiente con un sentido educativo completo, sino que lo implementa como recurso dentro del desarrollo de actividades de aprendizaje en dos niveles: a) la vinculación del espacio físico con entornos digitales a través de QR (por sus siglas en inglés) con el fin de proveer información complementaria para el desarrollo de una actividad y

aumentar la percepción de elementos gráficos del taller físico (papel) con el uso de marcadores que son visualizados por medio de dos aplicativos: Aurasma (dispositivos móviles) y Aumentaty (computadora portátil o de escritorio con *webcam*).

Para este proyecto, se analizará una de las sesiones del módulo 1, "Creatividad en la ingeniería" (figura 63).

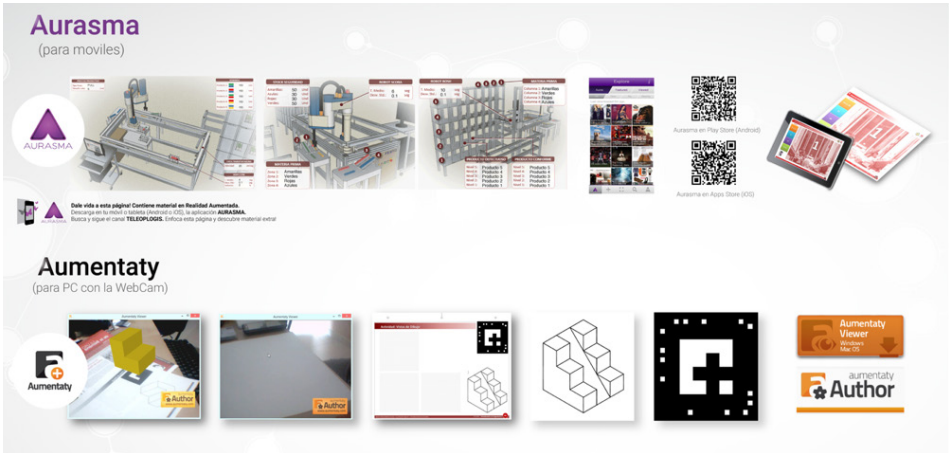


Figura 63. Aplicativos en RA implementados el curso de Introducción a la Ingeniería.

Dimensión comunicativa

Matrices culturales y formas discursivas

Este curso realiza una encuesta previa para conocer las particularidades de los estudiantes y sus expectativas de formación en ingeniería. Igualmente, desarrolla una evaluación diagnóstica (Sistema Institucional de Evaluación del Aprendizaje) basada en la teoría de respuesta al ítem (TRI) con el propósito de conocer los desempeños con los que llegan para la construcción de itinerarios posibles de formación pensados para cada uno de ellos. De esta manera, en este curso se reconocen las diferencias de personas heterogéneas que tienen formas de aprender únicas y que están en contextos de actuación diversos.

Estructura narrativa

La asignatura cuenta con un *storytelling* que introduce a la experiencia de aprendizaje, la cual está disponible en *https://youtu.be/irELFFMdk7g* (figura 64).



Figura 64. Video introductorio de la experiencia.

Manipulación

"¿Interesado en resolver los grandes problemas de la humanidad? ¿Quieres utilizar tu creatividad todos los días y hacer que las soluciones que desarrolles cambien el mundo? Como ingeniero debes utilizar tu conocimiento para lograr que lo complejo funcione aplicando diversos métodos creativos y haciendo un uso correcto de los recursos naturales, sociales y económicos a tu disposición".

- Propósito/historia. "En la asignatura Introducción a la Ingeniería 1, inicias el recorrido profesional para utilizar tu ingenio, creatividad y capacidad de análisis en la solución de problemas propios del ámbito de la ingeniería, integrando habilidades, saberes y conocimientos básicos en la implementación de soluciones que satisfagan

requerimientos y restricciones en un contexto determinado. Sirve también como espacio de reflexión sobre tus actuaciones al trabajar con otros en la consecución del logro".

- Momentos (mutaciones) de la historia (módulos). "Al finalizar el curso tendrás respuestas a lo siguiente: ¿Cómo estimular la capacidad de imaginar y materializar ideas de una manera ingeniosa? (Módulo I). ¿Qué herramientas metodológicas se emplean para plantear y caracterizar problemas en ingeniería? (Módulo II). ¿Cómo se selecciona, implementa y evalúa técnicamente una solución? Este es solo el principio, descubre tu potencial, haz que suceda (Módulo 3)".

Manipulación

"Este es solo el principio, descubre tu potencial, haz que suceda".

Metáfora visual

No se explicita una fugurativización en función de la historia narrativa planteada. Se dispone de una serie de códigos (QR) y marcadores (Aurasma y Aumentaty) en los materiales del curso que aumentan la experiencia del taller presencial (figura 65).



Figura 65. Marcadores de la experiencia.

Interacción

Se trata de un nivel de interacción selectivo en el que las personas escanean los código y aparecen los elementos digitales sin posibilidad de manipulación o transformación. Este es un estado que predomina en los proyectos basados en marcadores en los que aparecen en otra capa los estímulos digitales asociados a la vinculación física.

En la actividad, se socializa de manera declarativa cómo interactuar, técnicamente hablando, con los recursos de RA (figura 66).

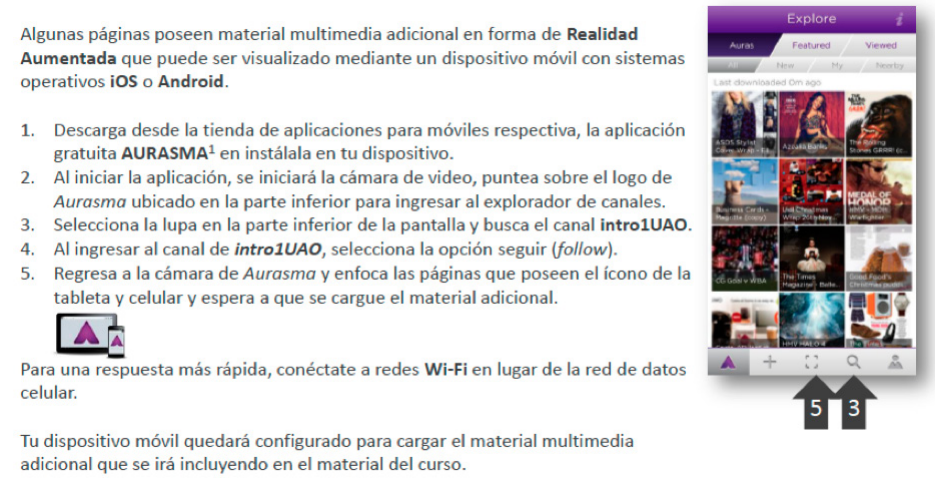


Figura 66. Orientaciones para activación de recursos en RA.

Dimensión pedagógica

Desempeño y actividades

La actividad que contiene los recursos en RA le apuesta a un dominio de aprendizaje más axiológico asociado con actitudes, como ser propositivo, ser creativo, persistencia, paciencia, autoestima y confianza, sin afirmar que no aborde lo práctico y cognitivo.

Desempeño esperado en el módulo: "Estimular la capacidad en el ingeniero en formación de imaginar y materializar sus ideas de manera novedosa, sin temor al fracaso, aumentando su tolerancia a la frustración y su confianza al tomar decisiones".

Habría un asunto a ajustar en esta redacción, porque el desempeño debe estar vinculado a la realización del estudiante y no a la del profesor; como se puede evidenciar, la acción "estimular" corresponde a la labor de enseñanza y no del aprendizaje. Es importante señalar que la construcción clara y precisa de desempeños permite establecer las actividades de aprendizaje que son necesarias desarrollar para alcanzar la "*performance*" esperada.

Las actividades de "enseñanza" que se han formulado para alcanzar el propósito son:

1. Análisis básico sobre el top 5 de inventos de la humanidad. En esta actividad, surge una inquietud con respecto a los niveles de aprendizaje formulados por Bloom (1956) y Bigs: ¿cómo se llegó a determinar un nivel de análisis sin haber primero conocido y comprendido las categorías con las que se hace dicho análisis? ¿Se inicia con el análisis y posteriormente se establecen las categorías desde donde se debe hacer el estudio para explicitar el antes y el después? Esta situación es muy reiterativa en el contexto educativo, por ejemplo, se establecen actividades asociadas a la evaluación crítica o abstracta ampliada cuando las actividades que las han precedido están enfocadas en el conocer o uniestructural. Debe haber coherencia en la ruta formativa. Se accede al recurso audiovisual (top 5) a partir de un código QR.

2. Ejercicio creativo. Se expone un caso en el contexto de la UAO. Se usa una fotografía con instrucciones enriquecidas vectorialmente. Una vez que se han explicitado las cualidades de una invención (que se han expresado en el recurso anterior), se busca implementar estas características en la solución de un problema institucional. Aquí sí se evidencia coherencia de la acción (*performance*) en relación con la anterior actividad (comprender-aplicar) (figura 67).



Figura 67. Instrucciones enriquecidas.

3. Actividad de consulta audiovisual sobre la revolución creativa a la que se accede a través de código QR. Se problematiza con una serie de preguntas de comprensión. Se percibe que hay un salto a una de las cualidades descritas inicialmente: la creatividad.

4. Trabajo conceptual-práctico de activación de la imaginación. Se usa Aurasma para aumentar la percepción de objetos sin que se evidencie una coherencia y pertinencia en su uso.

Cada una de las actividades tiene descripción de la consiga, metodología, recursos y espacios necesarios para su desarrollo. No obstante, no se percibe una ilación clara en las actividades planteadas.

Evaluación

Cada una de las actividades propuestas son evaluadas a partir del desempeño esperado. Hay evaluación entre pares (1 y 2), gestionadas por la computadora (3) y por el profesor (4). No hay rutas de mejoramiento explícitas.

Tutor

Las actividades están debidamente planificadas y están incorporadas dentro del libro de calificaciones. En la actividad 3, se pueden monitorear el ingreso y la participación. Las demás actividades se realizan junto con el profesor en ambiente educativo.

Dimensión tecnológica

Tipo RA

Conforme a la clasificación conceptual, los objetos utilizados como "marcas" en esta experiencia no corresponden a los principios físicos de la experiencia humana. Parecen estímulos yuxtapuestos más que integrados. Las habilidades corporales son complejas, porque no son muy fluidas las formas de visualización del objeto tridimensional y la representación de los objetos enriquecidos es algo abstracto (no convencional), lo que complejiza su naturalización. No obstante, la vinculación del QR es transparente.

El nivel de complejidad a partir de la plataforma tecnológica es 0 y 1. En el primer caso, se trata de una vinculación del mundo físico con el digital por códigos (QR) que permite acceder a recursos audiovisuales disponibles en la Internet que aumentan la experiencia, y el nivel uno es un marcador que es escaneado para reproducir sobre el entorno la forma tridimensional oculta. Conforme a la clasificación funcional, se trata de una realidad de percepción aumentada con subniveles de realidad documentada (QR) y de comprensión aumentada (Aurasma).

Objetos educativos

Faceta comunicativa: modalidad textual

En el caso de los QR, los objetos audiovisuales que enriquecen la experiencia son abiertos (en ambiente YouTube) con licenciamiento de uso con atribución. Este formato descriptivo-narrativo tiene coherencia con el tipo de dato contenido (video). Igual es el caso de la imagen de mapa de bits enriquecida con elementos vectoriales (infografía). No obstante, se percibe una falta de claridad en la justificación del objeto tridimensional que aparece con la marca, porque la actividad hace referencia a la imaginación que se enriquece con el objeto: ¿la actividad hace referencia a que una idea abstracta puede ser materializada (representada) a través de símbolos digitales? Si este es el propósito, no se explicita.

Faceta educativa

En el caso de los QR y la infografía, no se evidencian símbolos irrelevantes. Hay una óptima señalización de la imagen de mapa de bits con los elementos vectoriales y contigüidad espacial y temporal. En el procesamiento esencial, hay segmentación en la aparición de los símbolos que intervienen en la señalización. Existe una orientación (preentrenamiento) frente al escaneo y uso del nivel de marca de la RA, pero no se evidencia alta coherencia entre el objeto y la actividad formulada, se percibe más como una novedad tecnológica que como un objeto necesario y pertinente haciendo del recurso un símbolo irrelevante. En el procesamiento generativo, hay poca personalización en los recursos, pero sí está presente en la formulación de la actividad.

Faceta técnica

Las marcas son mapa de bits. En el caso del QR, llevan a páginas HTML (propias) con instrucciones de las actividades a desarrollar. Igualmente, llevan a videos en YouTube a través de canal de licenciamiento con atribución abierto de TED (por sus siglas en inglés), uno de ellos problematizados a través de módulos H5P (Interactive Content) alojando en LMS (por sus siglas en inglés) institucional. Los elementos gráficos en Aurasma son en 3D, estáticos con posibilidad de manipulación por escala y rotación, y el otro animado sin posibilidad de transformación.

Espacios

Uno de los ambientes audiovisuales está problematizado con preguntas en la línea de tiempo. Igualmente, están formuladas actividades evaluativas de interacción asincrónica entre los participantes.

En resumen, se trata de una actividad con un propósito pedagógico claro, pero formulado desde la enseñanza. Aunque las actividades tienen una estructura bien determinada (contexto, consigna, metodología, evaluación), hay problemas en la ilación. En términos comunicativos, se destaca la presencia de manipulaciones positivas y las interacciones expresadas en

actividades colaborativas. En lo tecnológico, se hace presente la necesidad de experimentación de objetos RA de segundo nivel, pero infortunadamente en este caso no tiene una clara articulación con la intencionalidad pedagógica.

ArKey: realidad aumentada aplicada al entrenamiento de competencias clave

ArKey, mencionado en los casos del capítulo 1, es un programa de capacitación para trabajadores no calificados del sector de la construcción que tiene como propósito mejorar sus habilidades matemáticas y las competencias básicas en ciencia y tecnología a fin de lograr cualificar su labor. De manera concreta, persigue identificación de habilidades matemáticas básicas para hacer cálculos y mediciones relacionadas con las actividades de construcción, e identificación de las habilidades básicas de ciencia y tecnología necesarias con el propósito de comprender las características físicas y químicas de los materiales aplicados en un sitio de construcción (figura 68).



Figura 68. ArKey: Augmented Reality applied to training on key competences.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

Este proyecto fue promovido por la Unión Europea (UE) en su programa EU Lifelong Learning en el que participaron las siguientes organizaciones: Bildungszentren des Baugewerbes e.V. (Alemania), Centro de FormaÇao Professional de Industria da ConstruÇao Civil e Obras Públicas do Sul (Portugal), Fundación Laboral de la Construcción (España), Universitat de València (España), Instituto Universitario de Investigación Robótica y Tecnologías de la Información y Comunicación (España), Fundatia Romano-Germana Timisoara (Rumania), Centro Edile Andrea Palladio (Italia) y Ente Nazionale per la Formazione e L'Addestramento Professionale Nell'Edilizia (Italia).

Dimensión comunicativa

Matrices culturales y formas discursivas

Conforme al proyecto, el sector de la construcción en Europa está constituido, en gran parte, por personas que han desertado del ciclo escolar y, en consecuencia, tienen una base mínima de conocimientos formales.

Un acierto de esta iniciativa fue la caracterización de su matriz cultural. No obstante, se percibe que no fue una variable a considerar de manera dominante en el diseño de la experiencia. Metodológicamente, una vez determinadas las competencias básicas en matemáticas (integrados, trigonometría, números decimales, números reales, geometría, tolerancia, figuras, escalas y sistemas de medición), ciencia y tecnología (comportamiento materiales, geografía y tiempo, acústica, ventilación, energía) y otras competencias (comunicación oral y escrita, creatividad, búsqueda y gestión de la información, identificación y solución de problemas, intuición, ética profesional y trabajo en equipo), se aplicó un instrumento de identificación de la comunidad del sector de la construcción. El instrumento estuvo integrado por trece preguntas: edad, años de trabajo en el sector, edad en la que dejó los estudios, sexo, nivel educativo, estatus profesional, estatus laboral actual, utilidad de los estudios realizados, habilidades comunes, habilidades matemáticas, conocimiento en ciencias básicas, conocimiento técnico y procesos de trabajo relacionados.

Por ejemplo, en el contexto español, el instrumento arrojó los siguientes datos (Padrón & Montandon, 2013, pp. 13-24), el cual ayudó a configurar la matriz cultural:

- Edad: el 69 % de la población está entre los 31 y 45 años.
- Experiencia en el sector: el 82,9 % con más de 10 años.
- Edad en que dejó los estudios: el 54,1 % entre los 16 y los 18 años, y el 32,4 % entre los 13 y 16.
- Sexo: el 98 % masculino.
- Nivel de estudios alcanzado: "Tres de cada cinco encuestados (66 %) ha finalizado estudios primarios, mientras que uno de cada cinco (21 %) cuenta con estudios secundarios. Un 14 % tiene estudios de formación profesional, siendo un 3 % formación profesional de nivel superior" (p. 16).
- Situación laboral: el 48 % desempleados. Se puede evidenciar poca estabilidad en el sector.
- Educación recibida: más del 70 % considera que los conocimientos adquiridos han sido útiles.
- Dominio de habilidades generales: la mayor debilidad está en el manejo de la computadora. Este es un asunto que tuvo que considerarse fuertemente en determinar la viabilidad del proyecto en RA.
- Habilidades: se realizó una caracterización de los niveles de desempeño que tienen las personas en función de las competencias a desarrollar.

Un aspecto a analizar para establecer la viabilidad del proyecto es el uso cultural de las tecnologías, puesto que la sociedad naturaliza las TIC. Por ejemplo, la comunidad de la construcción en Colombia es muy oral y la radio sigue siendo el medio de mayor consumo. ¿Era pertinente haber desarrollado una propuesta de RA para esta comunidad? ¿Qué tan familiarizada o

naturalizada está la RA en el contexto de la construcción en Europa? Infortunadamente, no se encontraron registros de los impactos de la actividad en función de la naturalización de la propuesta.

Estructura narrativa

Una de las debilidades de este proyecto, en el contexto de las categorías planteadas en el modelo de análisis, es la falta de estructura narrativa y de "bombas semánticas" que motiven o vinculen el desarrollo del curso. No se evidencia una historia a desarrollar, ni siquiera el propósito del ambiente. Sí hay metáforas visuales a partir de las actividades a llevar a cabo que se ilustrarán más adelante.

No obstante, existen dos videos (para Android y iOS), localizados dentro de la actividad móviles y tabletas, de los apartados "Lección" y "Ejercicios", que buscan orientar a las personas hacia cómo navegar por la experiencia. Se trata de una captura lineal en video "en bruto" (sin posproducción) de los procedimientos sin ningún tipo de secuencia ni tratamiento de lenguaje audiovisual. Es muy informal (figura 69).

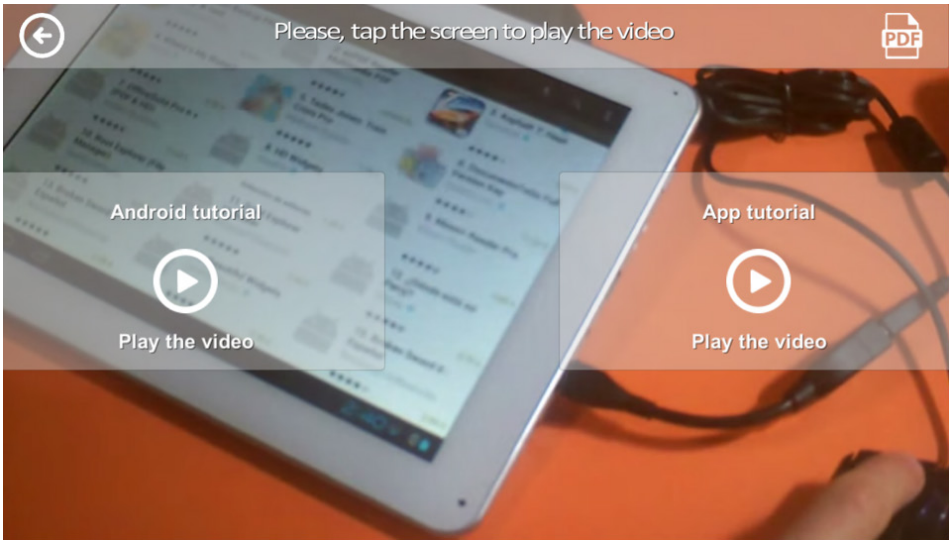


Figura 69. Tutoriales de orientación de la experiencia en RA.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

Por otra parte, existe un documento PDF con visor *flipbook* que explica de manera técnica cómo opera el aplicativo. Este sí cuenta con una introducción, descripción, objetivos, contenidos (que remite a los videos), ejercicio práctico y evaluación.

La descripción, contenida en el documento PDF, cuenta con elementos importantes de manipulación. "*Es necesario dominar* esta destreza para el manejo de la realidad aumentada como herramienta diseñada para adquirir competencias clave. Esta habilidad es *imprescindible* para el manejo de las herramientas más innovadoras en el ámbito del aprendizaje. La mayoría de estas herramientas operan a través de tabletas o teléfonos inteligentes". En esta manipulación, el dominio tecnológico es una condición para aprender.

Metáfora visual e interacciones

Con respecto a la metáfora visual, la experiencia tiene una imagen inicial que describe el nombre del producto y las organizaciones asociadas a este. Hay un solo vínculo *blink* en la parte superior derecha que dice "Tap to start".

Como se evidenció, es necesaria una introducción a la experiencia que permita caracterizar el propósito y los recorridos a desarrollar (figura 70).

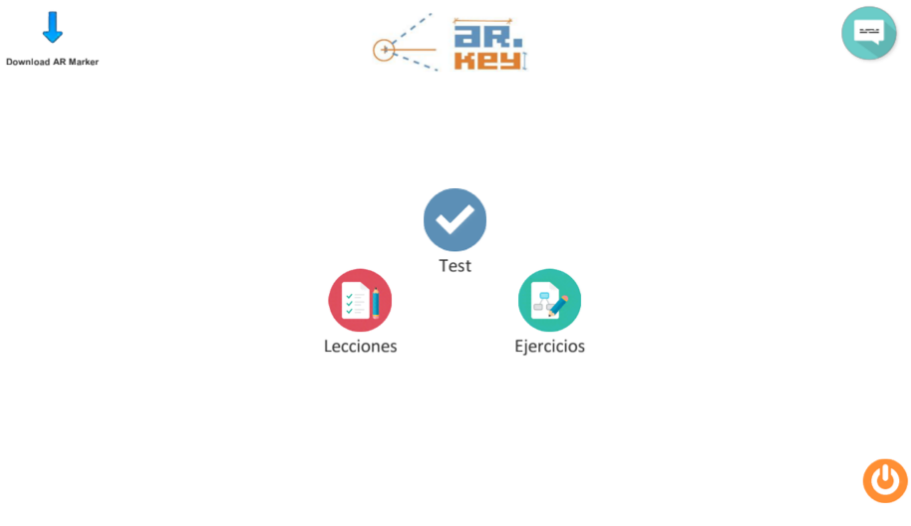


Figura 70. Menú de la experiencia.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

Después hay niveles de interacción selectiva con seis opciones: tres administrativas, una (esquina inferior derecha de la imagen superior) que permite a los usuarios salir de la experiencia figurativizada con el botón de encendido/apagado de una computadora, algo contradictorio conforme a los resultados arrojados por la encuesta inicial; otra (esquina superior derecha) que permite seleccionar idioma, usando como signo una representación del diálogo textual (chat); y (esquina superior izquierda) un enlace a una página que aloja (para descarga) el marcador que activa los recursos en RA.

En la parte central, están tres caminos (sin linealidad definida): a) lecciones, b) ejercicios y c) test. Las lecciones y los ejercicios están articulados. Las lecciones están compuestas por material en PDF y videos lineales, y dan la opción de ir al ejercicio que está en RA, asimismo, los ejercicios dan la opción de volver al material de consulta. Las lecciones y los ejercicios están integrados por los siguientes tópicos: móviles y tabletas, ángulos y triángulos, regla de tres, formas geométricas, equivalencias entre distintas medidas, conocimiento sobre el comportamiento de los materiales, geografía, conocimiento sobre geología, conocimiento sobre climatología, propiedades acústicas de los materiales, propiedades térmicas de los materiales, conocimiento sobre la ventilación del edificio, puentes térmicos, nueva maquinaria de elevación y transporte, pequeña maquinaria de construcción nueva, nuevas tecnologías aplicadas al mantenimiento y la reforma, y cámara termográfica (figura 71).



Figura 71. Actividades de aprendizaje.

Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

Al ingresar a cada una de ellas, hay tres interfaces posibles: la experiencia en RA (primera interfaz) que está introducida por una actividad y los conocimientos declarativos (en PDF con visor *flipbook*/segunda interfaz) y prácticos (video con situación/tercera interfaz) que son necesarios para su desarrollo. Para los ejercicios que están en RA, es necesario tener impreso el marcador. Se trata de una casa en desarrollo a la que se deben atribuir (aumentar) una serie de "datos". Hay algunos ejercicios que incorporan simuladores adicionales a la experiencia, como un diagrama de presión del subsuelo (conocimiento sobre geología), audio (nueva maquinaria de elevación y transporte) y cámara termográfica (cámara) (figura 72).



Figura 72. Marcadores impresos de la experiencia.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

El marcador de RA permite mover la interfaz visual que se carga, la cual es 100 % virtual. Igualmente, se puede manipular la casa vía *touch*. Todavía no es claro por qué el proyecto debía estar desarrollado en RA. Pudo funcionar como está concebido a través de interfaces 100 % virtuales sin necesidad de activación con marcador. Incluso pudo haber simplificado la operación en atención a que el marcador no permite una manipulación muy natural. La manipulación de los PDF con visor *flipbook* es compleja con dispositivos móviles (figura 73).

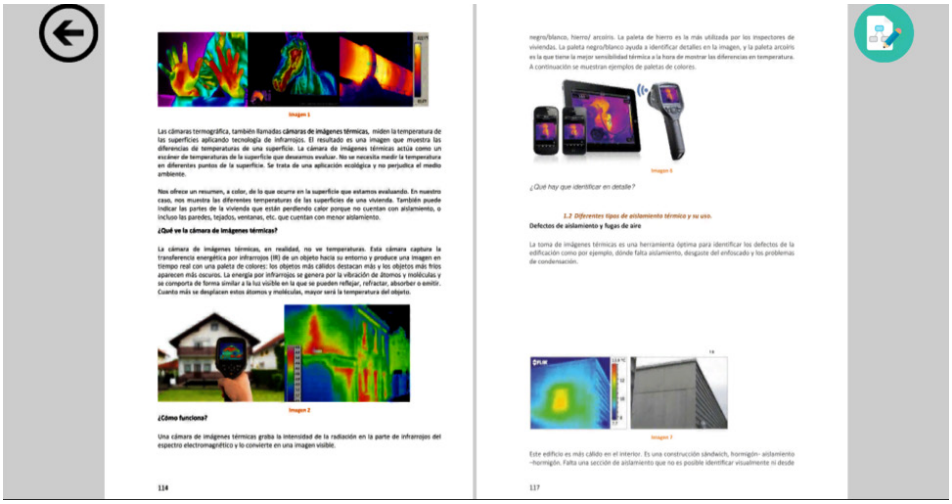


Figura 73. Visor *flipbook*.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

El video es lineal a un solo plano y no tiene ningún tratamiento de lenguaje audiovisual (figura 74).



Figura 74. Productos audiovisuales de la experiencia.
Extraído de Lifelong Learning Programme 2007-2013.

Dimensión pedagógica

Esta es la mayor fortaleza del proyecto. Cada una de las actividades que integra la experiencia están claramente definidas e integran todos los componentes que para una actividad contempla el modelo de análisis. Además, están orientadas al aprender haciendo (acción).

Hay unidad en la estructura del material en PDF: inicia con una "Introducción" que describe el contexto en que se inscribe la competencia, ¿por qué es importante?, ¿dónde se aplica?; posteriormente se encuentra una "Descripción" de lo que se aprenderá; continúa con la consigna "Objetivos"; los "Contenidos" con todos los materiales declarativos; "Ejercicios" prácticos que llevan a la experiencia en RA; y la "Evaluación".

Los ejercicios están asociados a prácticas (*performances*) cotidianas en el contexto de la construcción:

- Ángulos y triángulos. Calcula la longitud de una rampa en función de las medidas dadas. Después arrastra desde el paso izquierdo de la entrada para medir e instalar la rampa.

- Regla de tres. Si tienes 14 L de pintura para 8 habitaciones, ¿cuántos litros de pintura necesitarías para tres habitaciones? Ten en cuenta que todas las habitaciones tienen la misma área de pared.

- Formas geométricas. Encuentra al menos el número mínimo indicado de objetos de cada forma. Ten en cuenta que cada forma geométrica puede ser regular e irregular.

- Equivalencias entre distintas medidas. Relaciona cada material con su peso específico (1l = 1 dm3).

- Conocimiento sobre el comportamiento de materiales. Relaciona cada material con sus dos comportamientos o características correspondientes.

- Geografía. Selecciona la orientación correcta de la fachada principal para que los paneles fotovoltaicos situados en el tejado estén en la posición más óptima.

- Conocimiento sobre geología. Mueve los edificios para acercarlos lo máximo posible sin que las presiones del suelo causen su colapso.

- Conocimiento sobre climatología. ¿Cómo afectan los datos del clima la toma de decisiones en el entorno del edificio? Arrastra flechas desde la derecha (consideraciones climáticas) hacia la izquierda de forma correcta (implicaciones sobre el sistema).

- Propiedades acústicas de los materiales. Coloca los materiales de aislamiento en la pared y observa los efectos de las ondas. Selecciona cuál es la mejor opción, la segunda mejor y la peor para esta situación pulsando sobre los íconos de la izquierda.

- Propiedades térmicas de los materiales. Para cada material decide si son buenos o no para aislamiento térmico e inactividad térmica. Utiliza el regulador para cambiar la temperatura exterior y comprueba su efecto en la casa con la visión térmica.

- Conocimiento sobre la ventilación del edificio. Las ventanas cerradas no dejan ventilar la casa. Comprueba cómo la ventilación se permite cuando se abren las ventanas. Cuando todas las ventanas de las habitaciones se hayan abierto, la casa se ventilará y el ejercicio habrá terminado.

- Puentes térmicos. Hace calor hoy. Toca las ventanas del primer piso para ver si dispone de un sistema de rotura de puente térmico. Utiliza la cámara térmica para observar la existencia o no de un puente térmico.

- Nueva maquinaria de elevación y transporte. Conduce con seguridad la plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) alrededor de la casa.

- Pequeña maquinaria de construcción nueva. Arrastra y coloca cada elemento en su lugar correcto con el objetivo de montar y desmontar las diferentes partes de un martillo hidráulico.

- Nuevas tecnologías aplicadas al mantenimiento y la reforma. Arrastra y coloca cada elemento en su lugar y orden correcto para ensamblar el aislamiento desde dentro del tejado.

- Cámara termográfica. Utilizando la cámara termográfica, encuentra las partes de la casa con problemas como pérdidas de calor, humedades, fugas. (Lifelong Learning Programme 2007-2013)

Los ambientes y recursos asociados a cada una de las actividades son pertinentes.

Dimensión tecnológica

Tipo RA

Como se mencionó en el capítulo 1, se trata de interfaces 100 % digitales que integran una serie de ejercicios que son activados con marcadores (nivel 1 a nivel técnico) de RA. Es decir, que el rol de los objetos físicos es llamar escenarios electrónicos. Se trata de una RV integrada por representaciones de una casa convencional construida en gráfico vectorial. El movimiento del objeto a través del marcador no es muy natural.

A nivel funcional, se trata de un ambiente artificial, con subnivel de "imaginario de la realidad posible" al crear escenarios 100 % virtuales que se enriquecen con actividades y acciones también digitales. El objeto de activación permite el desplazamiento del objeto.

Objetos educativos

Faceta comunicativa: modalidad textual

Como se ha descrito, hay tres tipos de objetos en el aplicativo que corresponden de manera coherente a los propósitos simbólicos planteados para cada uno de ellos: uno expositivo (los PDF) cuyo formato es pertinente en la medida en que se incorpora una serie de conocimientos declarativos a comprender; otro descriptivo (los videos) que ejemplifican e ilustran

situaciones de aplicación real del conocimiento declarativo, aunque el tratamiento audiovisual no es el mejor; y las prácticas en RA que simulan situaciones a resolver por los participantes; no obstante, estas prácticas pudieron ser resueltas a través de experiencias en RV.

Faceta educativa

En el caso de las actividades en RA, no se evidencian símbolos irrelevantes. La disposición de la formulación textual de la actividad es fija (parte superior) y es independiente de la "zona" de carga de la experiencia. El escenario en su totalidad es vectorial y representa la construcción de una casa. Hay una óptima señalización de los diferentes elementos que configuran la experiencia, como la calculadora, los elementos a manipular, etc., y al ser un ambiente completo, tiene una buena contigüidad espacial y temporal. Con respecto al procesamiento esencial, existe segmentación en las acciones a desarrollar por el participante; ya que el preentrenamiento está en una de las actividades de la experiencia, se recomienda dejarlo como introducción del proyecto. Hay coherencia entre las actividades y las experiencias. Finalmente, en el procesamiento generativo, hay personalización en la formulación de las actividades que están en primera persona.

Faceta técnica

La marca que activa la RA se debe descargar desde sitio en la Internet. No tiene dirección universal, lo que podría implicar una ruptura futura en el enlace. Los PDF se visualizan a través de visor *flipbook*; el paso de hojas no es muy transparente en dispositivos móviles. Los videos están embebidos en el aplicativo. Los elementos gráficos que integran la experiencia RA son tridimensionales con posibilidad de interacción y manipulación por toque.

Espacios

Las experiencias de aprendizaje en RA están problematizadas a través de acciones a desarrollar conforme a la actividad formulada. No obstante, no hay interacción entre los participantes de la experiencia.

En resumen, este es un proyecto muy bien desarrollado desde las dimensiones pedagógica y tecnológica (con la aclaración de que hay dudas de su pertinencia a partir de las matrices culturales y las acciones desarrolladas de RA, porque también se pudo presentar como RV). Sin embargo, carece de los componentes de la dimensión comunicativa.

Los tres proyectos analizados bajo el modelo evidencian un enfoque educativo "bancario" de la RA: enriquecer la información disponible en un recurso por esta vía tecnológica. En el primer caso, el proyecto 360º posibilita acceder a los diferentes espacios de la UAO aumentando los datos disponibles en su contemplación a través de Oculus o pantalla; en el segundo, las actividades de aprendizaje de un curso se usan para proporcionar mayor información al estudiante vía marcadores; y, en el último caso, se trata de recursos completos de RA que se visionan solo a través de pantallas de computadora o dispositivos móviles. A partir del modelo de análisis construido, el reto educativo es pasar del visionado o contemplación individual de las experiencias a la acción/interacción de una comunidad sobre las actividades de aprendizaje en las que convergen estímulos físicos y digitales, así como de los contenidos a las experiencias colectivas que se apoyan, facilitan y potencian a través de RA.

El modelo de análisis también propone una dimensión comunicativa que hace de toda obra de RA una narración a ser construida o dotada de sentido por la misma comunidad. Al ser los tres casos analizados productos predominantemente informativos, se han enfocado en la activación de las zonas que aumentan los datos, pero se percibe poco desarrollo respecto de la estructura narrativa o ilación experiencial.

Finalmente, y este es un asunto de desarrollo tecnológico y de interfaz, los tres proyectos tienen dificultades en cumplir con el principio de RBA, cuya promesa, entre otras, es hacer que los objetos de naturaleza digital tengan los mismos comportamientos físicos naturalizados por el ser humano: una interacción "natural" con los estímulos digitales. Aunque, como se ha descrito, la apropiación cultural de las tecnologías nos puede llevar a naturalizar prácticas no existentes en los estímulos físicos, como el uso del cursor o el *touch* en nuestra cotidianidad.

Conclusiones

Este libro tuvo como objetivo general el diseño de un modelo de análisis, desde una perspectiva semiótica, de aplicaciones de realidad aumentada (RA) con propósitos educativos. Como resultado se construyó un modelo que deja al descubierto las debilidades y los vacíos de los productos de RA, por lo menos los analizados, en gran parte porque no solo considera aspectos técnicos, sino también pedagógicos y comunicativos. El modelo desarrollado, más que diagnosticar falencias, permitirá el mejoramiento de las experiencias de RA que se configuren para contextos educativos.

En esta travesía, se puede destacar una serie de aportaciones. En primer lugar, frente al objetivo de comprender y caracterizar la convergencia digital en la educación que nos lleva a la RA, sus fundamentos, desarrollos y características principales, taxonomías y usos en el contexto de la educación superior, se llegó a caracterizar, desde el punto de vista histórico, la convergencia de medios en las mediaciones educativas que permite avizorar escenarios de aprendizaje que podrían responder a las necesidades y demandas de la sociedad contemporánea, relevante en la medida en que los ambientes educativos actuales responden a realidades sociales anacrónicas, es decir, de hace ciento cincuenta años.

En segundo lugar, se resemantizó la noción de *RA* ya no como tecnología, sino como concepto en el que los estímulos de naturaleza digital coexisten con los estímulos de naturaleza física, no yuxtapuestos sino integrados en una experiencia de aprendizaje, fundamentado en una aproximación conceptual de la comunicación digital desde una perspectiva semiótica, significativo en la medida en que las apuestas o los acercamientos en el campo han estado, en gran medida, asociadas a aspectos mediáticos (técnicas e instrumentos) y no como proceso.

En tercer lugar, las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) adquieren una nueva significación, ya no solo como instrumentos, sino también como dispositivos de gestión/creación simbólica y como ambientes

sociales de interacción, que, si bien se pueden leer de manera diluida o segmentada en otros campos, el libro pretende agremiarlos y consolidarlos como un nuevo estadio de las TIC.

En cuarto lugar, la búsqueda por la formulación de un modelo de análisis de RA desde la perspectiva de la semiótica que integra las dimensiones pedagógica, tecnológica y comunicativa, derivadas de los marcos conceptuales y teóricos propuestos, que se configura como una apuesta metodológica para el diseño de experiencias electrónicas de aprendizaje, un aporte importante en la medida en que los acercamientos educativos a la RA, como se ha evidenciado en los casos analizados, son muy declarativos e instrumentales, lo que hace de este libro un material de alta pertinencia académica y laboral.

Convergencia de medios en las mediaciones educativas

La convergencia digital de pantallas flexibles y transparentes, la computación en nube, la realidad virtual (RV) y RA, la tecnología OLED (por sus siglas en inglés), la IoT (por sus siglas en inglés), el *big data*, la inteligencia artificial (IA) y la nanotecnología están configurando un nuevo escenario para la educación contemporánea: el aprendizaje apoyado, facilitado y potenciado a través de ambientes electrónicos transparentes, modulares, inmersivos, ubicuos, adaptativos, activos y colaborativos que se ponen en escena (aparecen) a partir de necesidades de espacios y recursos dentro de una actividad de aprendizaje. Una crisis del aula física como espacio connatural educativo que transforma su naturaleza de estructura y composición molecular hacia una de naturaleza digital y "líquida" omnipresente (en nube) cuya matriz material (*hardware*) esté fuera del alcance de los estímulos sensoriales directos del ser humano, embebidos en las calles, en el ambiente (lifi), haciendo parte de las estructuras internas de la arquitectura urbana.

Transparentes porque no serán dispositivos físicos, sino que se avizoran como extensiones del ser humano: gafas, visores, HMD (por sus siglas en inglés), lentes de contacto y nanotecnología, que cohabitan en el ser humano, que nos presentan una realidad sensorial, unos estímulos que emergen cuando se necesitan y son percibidos y dotados de sentido socialmente. Modulares

al moldearse de manera "responsiva" y adaptarse a las particularidades del ambiente en el que se hace presente. Inmersivos porque se configuran como espacios para ser vividos multisensorialmente, unas experiencias que transforman y construyen el propio ser. Ubicuos y adaptativos sin las fronteras físicas del espacio y el tiempo. Activos en la medida en que posibilitan un nivel alto de participación en el acceso, la transformación y la construcción de conocimiento, prácticas y valores. Y colaborativos al permitir la transferencia, el intercambio y la cocreación colectiva y global.

Sin embargo, ante esta visión "integrada", según Eco (1977, 1997), surge la inquietud sobre si la pedagogía está preparada para asumir estas vertiginosas transformaciones en los modos de ser y estar en el mundo. ¿Qué tipo de pedagogía se debe configurar para responder a las necesidades de una sociedad de la información y el conocimiento que reconoce al ser humano como único e irrepetible con necesidades de formación particulares que tienen formas de aprender diferentes y están en contextos de actuación dinámicos y cambiantes?

La masificación de la computación se dio en la década de 1980 y la Internet en la década de 1990, tecnologías que inician su uso social hace cuarenta años y que han coadyuvado a la gestación de transformaciones sociales significativas (con énfasis en que los cambios son decisiones colectivas humanas que no están determinadas por las tecnologías). Por otro lado, hablando de educación superior, la Universidad de Bolonia data sus inicios desde 1088 para una existencia de novecientos veintinueve años, posteriormente la enseñanza contemporánea tiene sus orígenes en la *Didáctica magna*, de Juan Amos Comenio, cuya primera edición se remonta a 1630, para unos trescientos ochenta y siete años. Sin embargo, todavía coexiste y predomina un modelo basado en la difusión y transferencia de información (conocimientos) de unos profesores a unos estudiantes que se refleja en ambientes de encuentro (clase) presencial físico y sincrónico durante un lapso lineal de tiempo en el que en general se expone una serie de informaciones orales y audiovisuales que deben ser apropiadas por los estudiantes y que se miden a través de instrumentos de evaluación de conocimientos en los que predomina el tipo de ítem de selección múltiple.

La pedagogía tiene una deuda con la sociedad en la configuración de metodologías y didácticas para un mundo con acceso rizomático e ilimitado al conocimiento (curaduría) multilenguaje, hiper- y transmedial, a su transformación y construcción colectiva. Por ejemplo, cuáles son las metodologías para el uso académico de un *wiki*, de un *blog*, de redes sociales, de mecánicas de juego, de aprendizaje adaptativo, de conectivismo, y las posibilidades didácticas de los ambientes sincrónicos, de la RV y de la RA. Sin estos insumos será muy complejo hacer mediciones empíricas del impacto de las TIC en los contextos educativos, porque los instrumentos de medición no deberían hacerse desde las lógicas de la escuela moderna. Es necesario apuntar que no se trata, entonces, de evaluar en el ámbito educativo la tecnología en sí, sino las prácticas educativas que se median a través de ellas. Igualmente, no es conveniente la aplicación de mediciones comparativas entre tecnologías (libro y RA), porque es como si se hubiera comparado, en 1900, en el transporte la eficacia y eficiencia de los trenes eléctricos (pasando la era del vapor) que ya estaban expandidos por todo el mundo (incluso a nivel urbano), con la aviación que a esa fecha estaba en un estado experimental (los planeadores de los hermanos Wright). Ya conocemos actualmente la importancia de la aviación en el transporte global.

Resemantización de la realidad aumentada desde la comunicación digital

La RA, entendida como la hibridación natural y transparente de estímulos de naturaleza física con estímulos de naturaleza digital, está en etapa experimental, en especial en el campo educativo. Se visionan sus potencialidades, pero aún es prematuro evidenciar su impacto. Actualmente, predomina la tecnología basada en marcadores físicos 2D, pero hemos asistido a una serie de acontecimientos (HoloLens, Google Glasses, ARKit de Apple, Pokémon GO, ARToolKit6 y el acuerdo entre Magic Leap y Lucasfilm) que perfilan su inminente ingreso protagónico en el mundo contemporáneo.

Ante todo este abrumador escenario es necesario resemantizar la noción de *comunicación* en la medida en que los productos de RA contemporáneos están muy anclados en el modelo funcionalista. Prueba de ello es que, con pocas excepciones, todos los proyectos descritos, en especial los analizados,

están orientados a la contemplación de informaciones, una ampliación de los ambientes a través de objetos que se difunden en espera de un espectador que los "prenda" y vea. Además, y estrechamente relacionado con el concepto de *comunicación*, fue necesario resemantizar el concepto de *realidad*, porque coexiste todavía una noción de realidad fuertemente circunscrita a los objetos de naturaleza física percibidos por el ser humano. Existe aquello que veo, toco, huelo, pruebo y escucho, con lo que se delega al mundo digital a un escenario artificial, "ilusorio", "ficticio" e inexistente.

Por el contrario, gracias a la perspectiva de la semiótica visual enfocada en el recorrido generativo de sentido, se logró construir una apuesta conceptual de la comunicación como un proceso rizomático (no lineal) de interacción y significación social de sujetos, cada uno destinador-destinatario dotados de una competencia modal y semántica para su hacer persuasivo performacional a través de formas simbólicas percibidas/significadas en contextos históricamente específicos y socialmente estructurados. En esta aproximación conceptual, se entiende que la percepción no está desligada de la significación, sino que es parte de un mismo proceso, y que, en consecuencia, se percibe lo que se percibe gracias a una amalgama de significados construidos social e históricamente que permiten dotar de sentido la experiencia. Como se argumentó, no es posible percibir la realidad en su estado aséptico, sino que siempre será el resultado de una significación construida socialmente (imaginario colectivo). Los estímulos físicos y digitales percibidos son elementos simbólicos dadores de significado que es la misma realidad.

En consecuencia, no es posible afirmar que existen dos realidades en los productos de RA (virtual y física); lo correcto, en este marco, es afirmar que existe una realidad compuesta de estímulos de naturaleza física y estímulos de naturaleza digital. Que ambos son en el córtex un conjunto de formas simbólicas que son procesadas y significadas por cada persona como una realidad que usualmente es re-presentada a través de formas simbólicas construidas y socializadas en el mundo para ser negociadas, transformadas y significadas. Que los estímulos derivan del ambiente inmediato en que se encuentra el sujeto (interfaces biológicas) que los percibe o a través de mediaciones tecnológicas (medios de comunicación) que traen estímulos

físicos y digitales presentes en ambientes lejanos, asincrónicos y sincrónicos (tiempo real) para el sujeto empírico que es a su vez sujeto destinador-destinatario virtual.

Las TIC como dispositivos y ambientes sociales

Desde esta perspectiva, la RA como plataforma tecnológica también se resemantizó de herramientas a dispositivos de gestión/creación simbólica y de espacios de interacción para la significación social.

Desde el ámbito de la gestión/creación simbólica, un aspecto a resaltar es la complejización en la construcción de formas simbólicas, en especial audiovisuales. Desde el punto de vista de las competencias, a partir de un número finito de signos (lenguaje), se pueden llevar a cabo (*performance*) infinitas realizaciones. Sin embargo, al igual que el ferrocarril y la aviación, el uso y la apropiación del lenguaje oral y escrito tiene una tradición milenaria que no podría equipararse con el visual-audiovisual y mucho menos con el hipermedial o el reciente digital-experiencial. En el ámbito educativo, los profesores han sido formados en la comunicación oral y escrita, pero el desconocimiento de otras gramáticas hace que usen entornos tecnológicos desde las lógicas propias de las tecnologías orales y escritas. Por ejemplo, predomina en el aula las presentaciones tipo "karaoke" que evidencian el uso de tecnologías que están hechas para ser vistas (apoyos audiovisuales) con las lógicas de la lectura-escritura. De ahí la necesidad de formación en las gramáticas del lenguaje visual y audiovisual en entornos electrónicos que fundamentará las realizaciones educativas en RA. Desde esta arista se concluye que la semiótica visual es el punto de partida para tal alfabetización y que gracias a ella el profesor podrá planificar y desarrollar formas simbólicas y estímulos de naturaleza digital que se fundirán con los estímulos de naturaleza física para apoyar, facilitar y potenciar, didácticamente hablando, las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.

Por otro lado, al ser la comunicación un asunto de interacción colectiva, es necesario considerar que los proyectos de RA no pueden construirse, desde el punto de vista comunicativo, como un medio para ser contemplado, sino como

un espacio de interacción para la significación social. Un espacio para ser vivido multisensorialmente por una comunidad. Pasar de los productos de RA difusionistas y de experimentación individual a experiencias colaborativas.

La RA como espacio social en el que se intercambian, negocian y significan las formas simbólicas independiente de su naturaleza (estímulo); un palimpsesto dinámico y activo. Si bien en el contexto de la RA esta posibilidad de interacción colectiva sincrónica está en experimentación, la Internet ya ha hecho un recorrido raudo y significativo en ello. Desde una Internet difusionista de información masiva (que todavía coexiste) de uno a muchos, pasando por una democratización de la divulgación de información (de muchos a muchos), a un escenario de interacción y de construcción colectiva (redes sociales), hasta los ambientes de interacción que están hechos para ser habitados y vividos (con su propia economía, caso del Linden en Second Life) a través de avatares. El reto de la RA, tecnológicamente hablando, es hacer del mundo físico un gran escenario aumentado con experiencias de interacción conjunta.

El modelo de análisis como propuesta metodológica para el diseño de experiencias de aprendizaje

Bajo estos marcos que reconfiguran la RA se realiza una apuesta de modelo, unas categorías o dimensiones conceptuales y prácticas para el análisis de aplicaciones visuales educativas en RA, que no solo sirven para el análisis, sino como una ruta de planificación para su desarrollo. Se trata, entonces, de una taxonomía de comunicación educativa para el análisis y la producción de experiencias de aprendizaje mediadas por TIC que combinan de manera natural e integral (no yuxtapuestos) estímulos de naturaleza física y digital, lo cual amplía el espectro de aplicación tecnológico.

Las dimensiones construidas fueron tres: a) pedagógica, al ser un ambiente con propósitos educativos; b) tecnológica, como dispositivos de gestión/creación simbólica y espacios de interacción; y c) comunicativa. La dimensión pedagógica se fundamenta en la teoría de la acción de la semiótica greimasiana.

Esta perspectiva transforma el énfasis en los contenidos educativos y en su divulgación, y pone el acento en la construcción de conocimiento en las experiencias de aprendizaje. En consecuencia, se perfila como una propuesta pertinente y coherente para los enfoques conceptuales propuestos en el proyecto tecnológico y comunicativo de la RA. Por ejemplo, este enfoque sociosemiótico reconoce la importancia de reconocimiento de la heterogeneidad de cada participante, la ruptura de la linealidad formativa, el conocimiento aplicado en contexto, el aprendizaje experiencial, entre otros. La educación como un proceso de persuasión-manipulación a través de formas simbólicas en las que el arquitecto (diseñador de la experiencia) construye un relato, re-construido y dotado de sentido por el estudiante, que integra objetos de deseo (desempeños) que para alcanzarlos es necesario que el sujeto de estado y operador (que son el mismo estudiante) desarrolle una serie de competencias adquiridas en la ejecución (interacción) de una serie de actividades de aprendizaje (*performances*) dispuestas en el ambiente educativo.

De esta manera, en términos pragmáticos, se propone en el diseño de la experiencia el desarrollo de desempeños esperados determinados a partir de acciones meta (p. ej., conocer, comprender, aplicar, sintetizar, analizar y evaluar en la dimensión cognitiva), y a partir de estos "deseables", configurar las actividades de aprendizaje a desarrollar para alcanzar esa acción meta y evidenciar; de este modo (con la *performance*), la adquisición de la competencia.

Estas actividades son unidades educativas con un sentido completo, células formativas, que se activan en un ambiente a partir de las necesidades concretas del participante. Ya no se está ante los convencionales repositorios de contenidos que predominan en la educación tradicional, sino ante repositorios de actividades de aprendizaje dispuestos en un ambiente para ser activados rizomáticamente. La RA promueve este enfoque al ser el mismo participante el que determina, a partir de sus necesidades, el tipo de conocimiento necesario para su óptima interacción especializada (profesión) con el mundo. Estas células (actividades) están integradas, en general, por elementos contextuales, consigna, metodología, recursos, espacios y evaluación. Un aspecto a resaltar, desde esta perspectiva, es que los recursos (libros, videos, infografías, audios, etc.) y espacios (foro, *wiki*, Canvas, blog,

red social, etc.) están determinados por las actividades de aprendizaje a desarrollar que son necesarias en la adquisición de competencias para el hacer performacional.

Desde la dimensión tecnológica, se advierte una abrumadora emergencia de posibilidades de acceso, materialización y socialización de formas simbólicas de naturaleza digital para implementar en experiencias de RA: recursos educativos abiertos, aplicativos (comerciales, de libre licencia, en nube) para el desarrollo de mensajes morfológicamente variados y el sinnúmero de espacios y ambientes en la "nube" para su socialización.

En el caso de los materiales abiertos, se concluye la necesidad de implementación de procesos de curaduría académica sobre los materiales, un repositorio que se catalogue y organice a partir de metadatos que integre el tipo de licenciamiento de uso con el fin de caracterizar aquellos que son susceptibles de ser transformados (*Share-alike*) a partir de las particularidades educativas y contextuales de las experiencias de aprendizaje en RA.

Con respecto a las innumerables posibilidades de construcción de enunciaciones digitales escritas, sonoras, visuales, audiovisuales e hipermediales (2D y 3D), se determina, además de la urgencia del manejo de otros lenguajes que se ha descrito, la definición de criterios de construcción, que no pueden estar enfocados en asuntos de novedad tecnológica, sino con la determinación del tipo de lenguaje más pertinente para representar la forma simbólica usando como referente las modalidades textuales o discursivas (narración, descripción, exposición y argumentación) y criterios de esfuerzo cognitivo, como la eliminación de símbolos irrelevantes, procesamiento esencial y generativo.

Por último, la apuesta sociosemiótica de la tecnología expresada como tecnoimaginarios, conduce a la caracterización de interfaces dispuestas en un ambiente de RA que llevan con su carga simbólica a escenarios sociales de naturaleza digital: una tele- o, mejor, hipertransportación a comunidades de la aldea global, agremiadas a partir de necesidades e intereses comunes. Ciudadanos de microrregiones construidas y dotadas de sentido por ellos mismos.

La caracterización de los recursos educativos abiertos, los aplicativos para la construcción de formas simbólicas y los espacios de interacción organizados en la problematización de conocimiento, la colaboración, las mecánicas de juego y las redes sociales son una propuesta de catalogación del ecosistema educativo digital contemporáneo en función de la definición de tecnología expuesta, la cual sirve como mapa de referencia de las múltiples posibilidades de incorporación de objetos educativos a experiencias de RA.

En la última dimensión, la comunicativa, se entiende que todo ambiente educativo en RA debería, idealmente, integrar cuatro aspectos:

1. La lectura de matrices culturales y formas discursivas, entendiendo que la formación no se limita a la recordación de conocimientos, sino a su aplicación en la cotidianidad, en busca de que las prácticas se vuelvan hábitos, después en costumbres para ser creencias y finalmente en realidad. De ahí que los procesos de apropiación cultural demanden una lectura de las múltiples realidades que configuran la vida de una comunidad y sus diferentes manifestaciones expresivas con el fin de identificar y construir experiencias pertinentes y significativas para ella.

2. Desde la semiótica los ambientes educativos son un discurso, y todo discurso, como afirma Greimas (1990), es narrativo. Desde este enfoque, las experiencias de aprendizaje de la RA son historias que se experimentan, se recorren y finalizan multisensorialmente. Es posible, como se ha descrito en el libro, planificar una propuesta formativa como proyecto narrativo que debe ser ejecutado por cada participante. Tienen un inicio (contexto y descripción del desempeño), nudo (en cada actividad) y desenlace (evaluación).

3. Otro aspecto son las formas de interacción, que, como se evidencia en los productos de RA analizados, son selectivos. Las interacciones no son solo con las interfaces de los sujetos virtuales, sino que son entre sujetos empíricos desde diferentes niveles, desde los intercambios simbólicos hasta la cocreación de conocimiento. En este último aspecto, la RA, tecnológicamente hablando, tiene un camino por recorrer: de la contemplación a la transformación activa y colaborativa.

4. La figurativización de las enunciaciones es el último aspecto a considerar en la dimensión comunicativa. Una metáfora visual que con su carga simbólica permita una inmersión perceptual, es decir, vivencial sobre las experiencias de aprendizaje en RA. Todo signo expresivo dispuesto en el ambiente, no solo de naturaleza digital, debe contribuir a la construcción de una significación. Todo color, texto escrito, imagen, audiovisual, piedra, árbol, viento, confabulándose en un programa narrativo.

Un reto importante en este libro fue la construcción de una propuesta de modelo de análisis de enfoque transdisciplinario que puso a dialogar campos todavía distantes (aunque han disminuido las brechas), como la psicología perceptual, la óptica (física), la ingeniería, la comunicación, la semiótica y la educación.

Bibliografía

Adams Becker, S., Gago, D., García, E., Johnson, L. y Martín, S. (2013). *NMC perspectivas tecnológicas: educación superior en América Latina 2013-2018. Un análisis regional del Informe Horizon del NMC*. Austin, EE. UU.: The New Media Consortium.

Adorno, T. W. (2007). *Dialéctica de la ilustración: fragmentos filosóficos*. Madrid, España: Akal.

Aguado, J. M. (2004). *Introducción a las teorías de la comunicación y la información*. Murcia, España: Universidad de Murcia.

Alonso, R. (2012). Nuevas tendencias en el audiovisual interactivo: la navegación como paradigma narrativo. En M. Carlón y C. A. Scolari (Comps.), *Colabor_arte: medios y artes en la era de la producción colaborativa*. (pp. 141-154). Buenos Aires, Argentina: La Crujía.

Álvarez, R. (2017, febrero 8). *Magic Leap debe presentar un prototipo funcional, los inversores (y nosotros) se han cansado de tanto humo*. Recuperado de https://www.xataka.com/realidad-virtual-aumentada/magic-leap-debe-presentar-un-prototipo-funcional-los-inversores-y-nosotros-se-han-cansado-de-tanto-humo

Apple. (s. f.). *Augmented Reality*. Recuperado de https://www.apple.com/ca/ios/augmented-reality/

Ariso, J. M. (Ed.) (2017). *Augmented reality: Reflections on its contribution to knowledge formation*. Berlín, Alemania: Walter de Gruyter GmbH.

Asociación Colombiana de Facultades y Programas Universitarios de Comunicación. (2004). *Marco de fundamentación y especificaciones de la prueba Ecaes*. Bogotá, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/AKWY0

Augmented Outdoors [imagen]. (s. f.). Recuperado de http://www.augmented-outdoors.com/wp-content/uploads/2013/01/Rossbodenstock-Peaks.jpeg

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments, 6*(4), 355-385. https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355

Barthes, R. (1971). *Elementos de la semiología*. Madrid, España: Comunicación.

Baudrillard, J. (1985). *El sistema de los objetos*. (8.ª ed.). Ciudad de México, México: Siglo XXI.

Benitez, M. e Infante, T. (2003). *Historia de la computación y estructura de un computador*. Recuperado de http://www.ilustrados.com/tema/894/Historia-computacion-estructura-computador.html

Betcher, C. & Lee, M. (2009). *The interactive whiteboard revolution: Teaching with IWBs*. Victoria, Australia: Aust Council for Ed Research.

Bettetini, G. (1984). *La comunicación audiovisual*. Madrid, España: Cátedra.

Billinghurst, M. & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer, 45*(7), 56-63. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/234793015_Augmented_Reality_in_the_Classroom

Binghamton University [imagen]. (s. f.). Recuperado de https://libnews.binghamton.edu/news/wp-content/uploads/2016/09/magic-2.jpg

Bloom, B. (1956). *Taxonomía de los objetivos educativos*. Nueva York, EE. UU.: David McKay & Co.

Boas Gonçalves Vilas, Y. A. (2013). *Overview of virtual reality technologies*. Recuperado de http://www.davidmarlett.com/s/yavb1g12_25879847_finalpaper.pdf

Bourdieu, P. (2007). *Razones prácticas: sobre la teoría de la acción*. Barcelona, España: Anagrama.

Bransford, J. D. & Stein, B. S. (1993). *The IDEAL problem solver*. Nueva York, EE. UU.: W. H. Freeman and Company.

Bruner, J. (1991). *Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva*. Madrid, España: Alianza.

Bruner, J. (1996). *The culture of education*. Cambridge, RU: Harvard University Press.

Bruner, J. (1997). *La educación, puerta de la cultura*. Madrid, España: Visor.

Cabero Almenara, J. y García Jiménez, F. (Coords.) (2015). *Realidad aumentada: tecnología para la formación*. Madrid, España: Síntesis.

Cameron, J. M. (2020, abril 13). Realidad virtual [fotografía]. Recuperado de https://www.pexels.com/es-es/foto/jugando-tecnologia-en-pie-joven-4144152/

Cañedo Andalia, R. (2004). Aproximaciones para una historia de Internet. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 12*(1). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000100005

Carmona Tinoco, J. U. (2015). *La dinámica de la retórica, su relación con la argumentación y las posibilidades de su incidencia actual en el ámbito jurídico*. Recuperado de http://www.academia.edu/download/61312236/Retorica_en_el_Ambito_Juridico20191123-126175-4i766v.pdf

Carretero Pasín, Á. E. (2001). *Imaginarios sociales y crítica ideológica: una perspectiva para la comprensión de la legitimación del orden social* (Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España). Recuperado de shorturl.at/bxSZ2

Casetti, F. y Di Chio, F. (1997). *Análisis de la televisión: instrumentos, métodos y prácticas de investigación*. Barcelona, España: Paidós.

Castells, M. (1996). *The information age: economy, society and culture. Vol. 1: The rise of the network society*. Cambridge, EE. UU.: Blackwell Publishers Inc.

Castells, M. (1997). *La era de la información: economía, sociedad y cultura. Vol. 2: El poder de la identidad*. Madrid, España: Alianza.

Castells, M. (1998). *¿Hacia el Estado red? Globalización económica e instituciones políticas en la era de la información*. Trabajo presentado en Seminário Internacional "Sociedade e Reforma do Estado", São Paulo, Brasil.

Castells, M. (1998). *La era de la información. Vol. 3: Fin de milenio*. Madrid, España: Alianza.

Castoriadis, C. (1986). *Los dominios del hombre: las encrucijadas del laberinto*. Barcelona, España: Gedisa.

Caudell, T. P. & Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. Recuperado de https://tweakimg.net/files/upload/329676148-Augmented-Reality-An-Application-of-Heads-Up-Display-Technology-to-Manual-Manufacturing-Processes.pdf

Cawood, S. & Fiala, M. (2008). *Augmented reality: A practical guide*. Dallas, EE. UU.: The Pragmatic Bookshelf.

Center for Teaching and Learning. (s. f.). *Active learning*. Recuperado de https://cei.umn.edu/active-learning

Certeau, M. de. (2006). *La invención de lo cotidiano. Vol. 1: Artes de hacer*. Ciudad de México, México: Universidad Iberoamericana.

Chomsky, N. (1983). *Reglas y representaciones*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.

Dale, E. (1969). *Audio-visual methods in teaching*. Nueva York, EE. UU: Dryden.

DAQRI. (2018). *Artoolkit 6 github*. Recuperado de shorturl.at/bxzCQ

De Mott, J. (1973). The Process and Effects of Mass Communication. Wilbur Schramm and Donald F. Roberts (eds.), Urbana, III.: University of Illinois Press, I97I, 997 pp. *NASSP Bulletin, 57*(369), 97-98.

Delors, J. (1996). Los cuatro pilares de la educación. En Autor, *La educación encierra un tesoro: informe a la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. (pp. 91-103). Madrid, España: Santillana.

Delta. (2015, diciembre 1). *360º video, virtual reality presentation highlights edu applications*. Recuperado de https://delta.ncsu.edu/news/2015/12/ 01/360o-video-virtual-reality-presentation-highlights-edu-applications/

Dondis, D. (1985). *La sintaxis de la imagen: introducción al alfabeto visual*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Durand, G. (1964). *La imaginación simbólica*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.

Eco, U. (1974). *La estructura ausente: introducción a la semiótica.* (F. Serra Cantarell, trad.). Barcelona, España: Lumen.

Eco, U. (1977). *Tratado de semiótica general.* Barcelona, España: Lumen.

Eco, U. (1997). *Interpretación y sobreinterpretación.* Madrid, España: Cambridge University Press.

Efire. (s. f.). Sandhills Ecosystems and Fire [imagen]. Recuperado de https://littlstar.com/videos/4fdc40c0

Feiner, S., Macintyre, B. & Seligmann, D. (1993). Knowledge-based augmented reality. *Communications of the ACM, 36*(7), 53-62. https://doi.org/10.1145/159544.159587

Fernández, C. (2014). *¿Qué es la realidad aumentada?* Recuperado de http://blogs.larepublica.pe/realidad-aumentada/2014/02/21/que-es-la-realidad-aumentada/

Foucault, M. (2009). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión.* (A. Garzón del Camino, trad.). Ciudad de México, México: Siglo XXI.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.

Gallego Trujillo, G. A. (2017). *Ambientes electrónicos de aprendizaje en la Universidad Autónoma de Occidente*. Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Gallego, G. (2020, mayo 28). *Código CR. UAO virtual*. Recuperado de https://uaovirtual.edu.co/

Gallego, G. (2020). *Modelo de presencialidad cognitiva virtual*. Fundación Carolina. DOI:10.33960/AC_39.2020. Recuperado de https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2020/06/AC-39-2020.pdf

Wilson, T. D. (1997). Book Review: García Canclini, Néstor, Consumidores y ciudadanos: conflictos multiculturales de la globalización (México, DF: Editorial Grijalbo, 1995). *Critique of Anthropology, 17*(1), 113-114. https://doi.org/10.1177/0308275X9701700109

García Contto, J. D. (2011). *Manual de semiótica: semiótica narrativa con aplicaciones de análisis en comunicaciones*. Lima, Perú: Universidad de Lima.

Garfinkel, S. (2011, octubre 3). *The cloud imperative*. Recuperado de https://www.technologyreview.com/s/425623/the-cloud-imperative/

Geertz, C. (1989). *El antropólogo como autor*. Barcelona, España: Paidós.

Geertz, C. (2003). *La interpretación de las culturas*. Barcelona, España: Gedisa.

Greimas, A. (1990). *Del sentido II: ensayos semióticos*. Madrid, España: Gredos.

Greimas, A. y Courtés, J. (1979). *Diccionario razonado de la teoría del lenguaje*. Madrid, España: Gredos.

Groupe *μ*. (2010). *Tratado del signo visual: para una retórica de la imagen*. (2.ª ed.). Madrid, España: Cátedra.

Guarisma Álvarez, J. G. (2009). Edgar Morin y el volcán transdisciplinario. *Revista Iberoamericana de Educación, 48*(2), 1-2. https://doi.org/10.35362/rie4822231

Habermas, J. (1994). *Teoría de la acción comunicativa: complementos y estudios previos*. Madrid, España: Cátedra.

Hansen, M. B. (2006). *Bodies in code: Interfaces with digital media*. Nueva York, EE. UU.: Routledge.

Hilbert, M. (2015, agosto 13). *Online Course Digital Technology & Social Change*. Recuperado de https://www.martinhilbert.net/digital-technology-social-change/

Hilliges, O., Kim, D., Izadi, S., Weiss, M. & Wilson, A. (2012). HoloDesk: Direct 3d interactions with a situated see-through display. En J. A. Konstan, E. Chi & K. Höök (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. (pp. 2421-2430). Nueva York, EE. UU.: ACM Press. https://doi.org/10.1145/2207676.2208405

Wurzer, W. S. (1992). Reviewed Work: The Critique of Power: Reflective Stages in a Critical Social Theory by Axel Honneth. *Social Science Quarterly, 73*(4), 95-953.

Horkheimer, M. (1972). *Teoría tradicional y teoría crítica*. Barcelona, España: Paidós.

Hovland, C. I. (Ed.) (2011). *The order of presentation in persuasion*. New Haven, EE. UU.: Yale University Press.

Howe, J. (2006). The rise of crowdsourcing. *Wired Magazine, 14*(6), 1-4. Recuperado de https://sistemas-humano-computacionais.wdfiles.com/local--files/capitulo%3Aredes-sociais/Howe_The_Rise_of_Crowdsourcing.pdf

Hugues, O., Fuchs, P. & Nannipieri, O. (2011). New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment. En B. Furht (Ed.), *Handbook of augmented reality*. (pp. 47-63). Nueva York, EE. UU.: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0064-6_2

Hurst, G. S., Ritchie, R., Bouldin, D. W. & Warmack, R. (2003). *Touch screen based topological mapping with resistance framing design*. Washington, DC, EE. UU.: U.S. Patent and Trademark Office. Recuperado de https://patents.google.com/patent/US6650319B1/en

Hymes, D. H. (1996). Acerca de la competencia comunicativa. *Forma y Función, 9*, 13-37. Recuperado de https://revistas.unal.edu.co/index.php/formayfuncion/article/view/17051

Ito, M., Gutiérrez, K., Livingstone, S., Penuel, B., Rhodes, J., Salen, K. ... Watkins, S. C. (2013). *Connected learning: An agenda for research and design*. Irvine, EE. UU.: Digital Media and Learning Research Hub.

Ixon, J. D. (2016, septiembre 20). Magic Book on view at Roberson Museum [fotografía]. Recuperado de https://libnews.binghamton.edu/news/2016/09/20/magic-book-on-view-at-roberson-museum/

Jacob, R. J., Girouard, A., Hirshfield, L. M., Horn, M. S., Shaer, O., Solovey, E. T. & Zigelbaum, J. (2008). Reality-based interaction: A framework for post-WIMP interfaces. En M. Czerwinski, A. Lund & D. Tan (Eds.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. (pp. 201-210). Honolulu, EE. UU.: SIGCHI. https://doi.org/10.1145/1357054.1357089

Jenkins, H. (2006). *Convergence culture: la cultura de la convergencia de los medios de comunicación*. Barcelona, España: Paidós.

Jenkins, H. & Deuze, M. (2008). Editorial convergence culture. Convergence: *The International Journal of Research into New Media Technologies, 14*(1), 5-12. DOI: 10.1177/1354856507084415

Johnson, L., Becker, S. A., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. & Hall, C. (2016). *NMC horizon report: 2016 higher education edition*. Austin, EE. UU.: The New Media Consortium. Recuperado de https://library.educause.edu/resources/2016/2/2016-horizon-report

Kang, Y. (2015, enero 16). *A history of projection screen*. Recuperado de https://kangyy1.wordpress.com/2015/01/16/history-of-projector/

Kant, I. (1781/1999). *Crítica de la razón pura*. Madrid, España: Alfaguara.

Kent, J. (2012). *The Augmented reality Handbook: Everything you need to know about Augmented reality*. Aspley, Australia: Emereo Publishing.

Khvilon, E. y Patru, M. (2002). L*as tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente: guía de planificación*. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129533_spa

Koffka, K. (1935). *Principios de la psicología Gestalt*. Nueva York, EE. UU.: Brace & Co.

Köhler, K. (1947). *Gestalt psychology: An introduction to new concepts in modern psychology*. Nueva York, EE. UU.: Liveright.

La Patria. (2015, enero 20). Carros cada vez más inteligentes. Recuperado de https://www.lapatria.com/variedades/carros-cada-vez-mas-inteligentes-16954

Lamarca Lapuente, M. J. (2007). *Hipertexto: el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen* (Tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España). Recuperado de http://www.hipertexto.info/

Lasswell, H. D. (2010). *Propaganda technique in the world war*. Míchigan, EE. UU.: University of Michigan Press.

Latella, G. (1981). Semiótica greimasiana y teoría de la comunicación. *Archivum: Revista de la Facultad de Filología, 31*, 451-462. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/143982.pdf

Ledrut, R. (1984). *La forme et le sens dans la societé*. París, Francia: Meridiens.

Lee, A., Lau, J., Carbo, T. & Gendina, N. (2013). *Conceptual relationship of information literacy and media literacy in knowledge societies*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Recuperado de http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.403.3465&rep=rep1&type=pdf#page=77

Lens-FitzGerald, M. (2009, abril 28). *Augmented reality hype cycle*. Recuperado de https://www.marketingfacts.nl/berichten/20090428_de_augmented_reality_hype_cycle

Lévy, P. (2004). *Inteligencia colectiva: por una antropología del ciberespacio*. Washington, DC, EE. UU.: Organización Panamericana de la Salud. Recuperado de shorturl.at/jqCQ0

Lewin, K. (1951). *Teoría de campo en las ciencias sociales*. Madrid, España: Paidós.

López Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. XXI: *Revista de Educación, 4*, 167-17 Recuperado de http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/1912

Lotman, I. (1996). *La semiosfera. Vol. 2: Semiótica de la cultura y del texto*. Madrid, España: Cátedra.

Lowendahl, J.-M. (2014). *Hype Cycle for Education, 2014*. Recuperado de https://www.gartner.com/en/documents/2806424/hype-cycle-for-education-2014

Lowendahl, J.-M. (2016, julio 1). *Hype Cycle for Education, 2016*. Recuperado de https://www.gartner.com/en/documents/3364119

Lucasfilm

Manovich, L. (2001). *The language of new media*. Cambridge, EE. UU.: MIT Press.

Manovich, L. (2006). The poetics of augmented space. V*isual Communication, 5*(2), 219-240. https://doi.org/10.1177/1470357206065527

Manovich, L. (2013). *Software takes command*. Nueva York, EE. UU.: Bloomsbury Academic.

Marcuse, H. (1985). *El hombre unidimensional: ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*. (A. Elorza, trad.). Madrid, España: Planeta.

Martin Giordano, P. (2017). La concepción de ideología en las perspectivas funcionalistas de Talcott Parsons y Roberto Merton. *Reflexión Política, 19*(37), 136-150. https://doi.org/10.29375/01240781.2772

Martín Serrano, M., García Sanz, J. y Piñuel Raigada, J. L. (1982). *Teoría de la Comunicación. Vol. 1: Epistemología y análisis de la referencia*. (2.ª ed.). Madrid, España: Cuadernos de la Comunicación.

Martín-Barbero, J. (1991). *De los medios a las mediaciones: comunicación, cultura y hegemonía*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Mattelart, A. y Mattelart, M. (1997). *Historia de las teorías de la comunicación*. Barcelona, España: Paidós.

Mayer, R. (2009). *Multimedia learning*. (2.ª ed.). Santa Barbara, EE. UU.: University of California. https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678

Mayer, R. (Ed.) (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. (2.ª ed.). Cambrige, RU: Cambrige University Press.

McClung Lee, A. (1949). Lazarsfeld, Paul F., Bernard Berelson, And Hazel Gaudet. The People's Choice: How the Voter Makes Up His Mind in a Presidential Campaign. Pp. xxxiii, 178. New York: Columbia University Press, 1948. $2.75. *The ANNALS of the American Academy of Political and Social Science, 261*(1), 194-194.

McLuhan, M. y Powers, B. R. (2015). *La aldea global: transformaciones en la vida y los medios de comunicación mundiales en el siglo XXI*. (2.ª ed.). Barcelona, España: Gedisa.

Mead, G. E. (1982). *Persona y sociedad*. Barcelona, España: Paidós.

Metz, C. (1982). *Análisis de la imagen*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Buenos Aires.

Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems, 77*(12), 1321-1329. Recuperado de https://search.ieice.org/bin/summary.php?id=e77-d_12_1321

Milwood, R. (2013). *Learning theory*. Recuperado de http://blog.richardmillwood.net/wp-content/uploads/2013/11/Learning-Theory.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2012). *Recursos educativos digitales abiertos*. Bogotá, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/wMSY4

Ministerio de Educación Nacional. (2013). *Especificación perfil de metadatos CEM 2.0*. Bogotá, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/qrG68

Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Condiciones específicas de calidad para la oferta de programas de metodología a distancia, en modalidades virtual y combinada (blended learning)*. Bogotá, Colombia: Autor. Recuperado de https://es.slideshare.net/fjsuarez14/lineamientos-distancia-men-2016

Ministerio de Educación Nacional. (2017). *Lineamientos de calidad para programas de educación superior a distancia (tradicional, virtual, combinados)*. Bogotá, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/cgloF

Moore, J. C. & Shelton, K. (Eds.) (2011). *Quality Scorecard for the Administration of Online Programs: A work in Progress*. Newburyport, EE. UU.: The Sloan Consortium.

Moore, W. E. (1950). Reviewed Work: Social Theory and Social Structure: Toward the Codification of Theory and Research. by Robert K. Merton. *The Public Opinion Quarterly, 14*(2), 354-357.

Moragas, M. (1982). *Teoría de la comunicación*. Barcelona, España: Gustavo Gili.

Moreno, I. (2002). *Musas y nuevas tecnologías: el relato hipermedia*. Barcelona, España: Paidós.

Moreno, I. (2003). *Narrativa audiovisual publicitaria*. Barcelona, España: Paidós.

MTB europe (2013, abril 4). *Surgical robots and robot surgeons*. Recuperado de http://www.mtbeurope.info/content/ft1304001.htm

Muttappallymyalil, J., Mendis, S., John, L. J., Shanthakumari, N., Sreedharan, J. & Shaikh, R. B. (2016). Evolution of technology in teaching: Blackboard and beyond in medical education. *Nepal Journal of Epidemiology, 6*(3), 588-592. doi: 10.3126/nje.v6i3.15870

Negroponte, N. (1995). *Ser digital: el futuro ya está aquí y solo existen dos posibilidades: ser digital o no ser*. Buenos Aires, Argentina: Atlántida.

Olguín Carbajal, M., Rivera Zárate, I. y Hernández Montañez, E. (2006). Introducción a la realidad virtual. *Polibits, 33*, 11-15. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/4026/402640446002.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (s. f.). *Las TIC en la educación*. Recuperado de https://es.unesco.org/themes/tic-educacion

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2007). *Normas Unesco sobre competencias en TIC para docentes*. París, Francia: Autor. Recuperado de shorturl.at/egnvH

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2014). *Políticas TIC en los sistemas educativos en América Latina: informe sobre tendencias sociales y educativas en América Latina 2014*. Buenos Aires, Argentina: Autor. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000230080

Orozco Gómez, G. (2001). Audiencias, televisión y educación: una deconstrucción pedagógica de la "televidencia" y sus mediaciones. *Revista Iberoamericana de Educación, 27,* 155-175. Recuperado de http://www.academia.edu/download/41274201/AUDIENCIAS__TELEVISION.PDF

Orihuela-Colliva, J. L. (2006). *La revolución de los blogs*. Madrid, España: La esfera de los libros. Recuperado de http://hdl.handle.net/10171/41323.

Pablos, J. M. de. (2001). *La red es nuestra: el "periódico" telemático, la revista en línea, la radio digital y el libroweb cambiarán las formas de comunicación social*. Barcelona, España: Paidós.

Padrón Nápoles, C. L. & Montandon, L. (Eds.) (2013). *Emerging technologies landscape: Report on Field Research results*. European Commission.

Parsons, T. (1976). *El sistema social*. Madrid, España: Revista de Occidente.

Partnership for 21st Century Skills. (2009). *P21 Framework Definitions*. Recuperado de shorturl.at/ghtCR

Pávlov, I. P. (1997). *Los reflejos condicionados: lecciones sobre la función de los grandes hemisferios*. Madrid, España: Morata.

Peirce, C. S. (2005). *El icono, el índice y el símbolo*. Recuperado de 2020, de https://www.unav.es/gep/IconoIndiceSimbolo.html

Piaget, J. (1960). *The psychology of intelligence*. Paterson, EE. UU.: Littlefield, Adams & Co.

Piaget, J. (1969). *Psicología y pedagogía*. Barcelona, España: Ariel.

Piscitelli, A. (2002). *Ciberculturas 2.0 en la era de las máquinas inteligentes*. Madrid, España: Paidós.

Piscitelli, A. (2009). *Nativos digitales*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.

Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit: Revista de Medios y Educación, 46*, 187-203. DOI: 10.12795/pixelbit.2015.i46.12

Scavo, G., Wild, F. & Scott, P. (2015). The GhostHands UX: Telementoring with hands-on augmented reality instruction. En D. Preuveneers (Ed.), *Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Environments* (vol. 19, p. 236). Ámsterdam, Países Bajos: IOS Press. DOI: 10.3233/978-1-61499-530-2-236

Prieto Castillo, D. y Pol, P. van de. (2006). *E-learning comunicación y educación: el diálogo continúa en el ciberespacio*. San José, Costa Rica: Radio Nederland Training Centre.

Quezada Macchiavello, O. (1991). *Semiótica generativa: bases teóricas*. Lima, Perú: Universidad de Lima.

Raymond, E. (1999). The cathedral and the bazaar. *Knowledge, Technology & Policy, 12*(3), 23-49. https://doi.org/10.1007/s12130-999-1026-0

Reality Technologies. (s. f.) The Ultimate Guide to Augmented Reality Technology. Superimposition Based Augmented Reality. Recuperado de http://www.realitytechnologies.com/images/superimposition.jpg

Resilient Educator. (2017, noviembre 8). *The history of the classroom blackboard*. Recuperado de https://education.cu-portland.edu/blog/classroom-resources/the-history-of-the-classroom-blackboard/

Resolución 6500/2011, por la cual se define la política general sobre el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) con propósitos académicos.

Resta, P. E. (Ed.) (2002). *Information and communication technologies in teacher education: A planning guide*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Rickey, V. F. & Shell-Gellasch, A. (2010). *Mathematics education at West Point: The first hundred years*. Recuperado de https://www.maa.org/press/periodicals/convergence/mathematics-education-at-west-point-the-first-hundred-years

Rondón, M. y Unigarro, M. A. (2005). Tareas del docente en la enseñanza flexible (el caso de UNAB Virtual). *RUSC: Universities and Knowledge Society Journal, 2*(1), 74-84. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1176417

Roschelle, J., Martin, W., Ahn, J. & Schank, P. (2017). *Cyberlearning community report: The state of cyberlearning and the future of learning with technology*. Menlo Park, EE. UU.: SRI International.

Rubio Moraga, Á. L. (2003). Historia e Internet: aproximación al futuro de la labor investigadora. En S. Serra Busquets, A. Company Mates y J. Pons Bosch (Coords.), *Aportacions de la comunicació a la comprensió i construcció de la història del segle XX: la comunicació audiovisual en la història*. (vol. 1, pp. 369-395). Recuperado de http://www.academia.edu/download/32867490/historiaeinternet.pdf

Ruiz Mulet, A. (2009). *Una aproximación a la evaluación integral de la actividad física en el entorno de la tecnología informática en la formación inicial docente*. Las Tunas, Cuba: Centro de Estudios de Didáctica Universitaria. Recuperado de http://www.eumed.net/libros-gratis/2009b/538/index.htm

Sachau, E. (1910). *Alberuni's India: An account of the religion, philosophy, literature, geography, chronology, astronomy, customs, laws and astrology of India about A.D. 1030*. London, RU: K. Paul, Trench, Trübner & Co.

Salaverría Aliaga, R. (1999). De la pirámide invertida al hipertexto: hacia nuevos estándares de redacción para la prensa digital. *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática, 142*, 12-15. Recuperado de https://dadun.unav.edu/handle/10171/5186

Salen, K. (Eds.) (2008). *The ecology of games: Connecting youth, games, and learning*. Cambridge, EE. UU.: The MIT Press.

Samsung Innovation Museum. (2017). Innovation of display and semiconductor. Suwon. Recuperado de

San Cornelio, G. (2010). Mapas, teléfonos móviles y narraciones: posibilidades y estado de la cuestión de los locative media. *Anàlisi: quaderns de comunicació i cultura, 40*, 115-128. Recuperado de https://www.raco.cat/index.php/Analisi/article/view/243379

San Cornelio, G. & Gómez Cruz, E. (2014). Co-creation and participation as a means of innovation in new media: An analysis of creativity in the photographic field. *International Journal of Communication, 8*, 1-20. Recuperado de http://eprints.whiterose.ac.uk/85737/

Sánchez Corral, L. (2003). La semiótica de Greimas, propuesta de análisis para el acto didáctico. *Cauce, 26*, 469-490. Recuperado de https://idus.us.es/handle/11441/21979?

Sánchez, M. (2005, febrero 25). *Historia de la computación y la informática*. Recuperado de https://www.gestiopolis.com/historia-de-la-computacion-y-la-informatica/

Saussure, F. de. (1916). *Cours de linguistique générale*. (C. Bally & A. Sechehaye, eds.). París, Francia: Payot.

Schmidt, A. (1976). *El concepto de naturaleza en Marx*. Madrid, España: Siglo XXI.

Scolari, C. (2004). *Hacer clic: hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. Barcelona, España: Gedisa.

Shannon, C. E., Weaver, W., Bethencourt Machado, T., Montes, S. y Pérez-Amat, R. (1981). *Teoría matemática de la comunicación*. Madrid, España: Forja.

Shuler, C., West, M. & Winters, N. (2013). *The future of mobile learning: Implications for policy makers and planners*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Shute, V. & Ventura, M. (2013). *Measuring and supporting learning in games: Stealth assessment*. Cambridge, EE. UU.: The MIT Press.

Siemens, G. (2004). *Conectivismo: una teoría de aprendizaje para la era digital*. Recuperado de https://pdfs.semanticscholar.org/05f1/adee187323d66beab226058b23a7416c3517.pdf

Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. Nueva York, EE. UU.: Appleton-Century-Crofts.

Solano Alegría, A. F. y Cardona Quiroz, J. D. (2015). *Evaluación colaborativa: de la usabilidad en el desarrollo de sistemas software interactivos*. Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Star Wars. (2016, junio 16). *Ilmxlab and Magic Leap join forces*. Recuperado de http://www.starwars.com/news/ilmxlab-and-magic-leap-join-forces

Strauss, C. L. (1949). *Las estructuras elementales del parentesco*. Barcelona, España: Paidós.

Strauss, A. y Corbin, J. (2012). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Sutherland, I. E. (1965). *The ultimate display*. Recuperado de shorturl.at/lnyQ6

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. En *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. (pp. 757-764). Washington, DC, EE. UU.:. Thompson Books. https://doi.org/10.1145/1476589.1476686

Tecnología inteligente en el concepto móvil de la industria 4.0 o 5.0 [fotografía]. (s. f.). Recuperado de https://www.shutterstock.com/image-photo/smart-technology-industry-mobile-40-50-1321589129

Terán Modregón, O. (2017). Acciones para cerrar la brecha digital: uso de pizarra digital interactiva. *Educación Superior, 2*(1), 12-24. Recuperado de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-82832017000100002&script=sci_arttext

Thompson, J. B. (1995). *Ideología e cultura moderna: teoria social crítica na era dos meios de comunicacao de massa*. Río de Janeiro, Brasil: Vozes.

Trigo Aranda, V. (2004). Historia y evolución de Internet. *Manual Formativo de ACTA, 33*, 22-32. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5098592

UCLA's Augmented Reality Sandbox. (2015, julio 22). Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=CE1B7tdGCw0

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2011). *Unesco ICT competency framework for teachers*. París, Francia: Autor. Recuperado de http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002134/213475e.pdf

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015a). *Leveraging Information and Communication Technologies to Achieve the Post-2015 Education Goal*. París, Francia: Autor. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243076

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015b). *Qingdao Declaration, 2015: Seize Digital Opportunities, Lead Education Transformation*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017a). *Leveraging Information and Communication Technology to Achieve Education 2030: Report of the UNESCO 2017 International Forum on ICT and Education 2030*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259587

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017b). *Qingdao Statement: Strategies for leveraging ICT to achieve Education 2030*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253061

Universidad Autónoma de Occidente. (2011). *Proyecto Educativo Institucional*. Cali, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/SUW26

Universidad Autónoma de Occidente. (2012). *El cubo del aprendizaje. Una caja de herramientas para el oficio: guía práctica para el diseño microcurricular en la UAO*. Cali, Colombia: Autor. Recuperado de https://sitios.uao.edu.co/docentes/cubo-del-aprendizaje/

Universidad Autónoma de Occidente. (2015). *Políticas y procedimientos curriculares*. Cali, Colombia: Autor. Recuperado de shorturl.at/kr156

Universidad de Valencia. (2015, diciembre 4). ARKEY APP [imagen]. Recuperado de https://play.google.com/store/apps/details?id=es.uv.ARTEC.arkey&hl=es_419

Uña Juárez, F. O. (2000). Teorías y modelos de la comunicación. *Praxis Sociológica, 5*, 33-79. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1319428

Up2Europe. (s. f.). *Augmented Reality applied to training on key competences*. Recuperado de https://www.up2europe.eu/european/projects/ar-key-augmented-reality-applied-to-training-on-key-competences_125120.html

Varela, F. (1996). *Conocer*. Barcelona, España: Gedisa.

Verón, E. y Lloveras, E. (1996). *La semiosis social: fragmentos de una teoría de la discursividad*. Barcelona, España: Gedisa.

Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, RU: Harvard University Press.

Webster, A., Feiner, S., MacIntyre, B., Massie, W. & Krueger, T. (1996). Augmented reality in architectural construction, inspection and renovation. En *Proc. ASCE Third Congress on Computing in Civil Engineering* (vol. 1, p. 996). Nueva York, EE. UU.: American Society of Civil Engineers.

Wertheimer, M. (1938b). Gestalt theory. In W. D. Ellis (Ed.), *A source book of Gestalt psychology*. (pp. 1-11). Londres, RU: Routledge & Kegan Paul.

Wilches Guzmán, C. O. (2013). Sensación, percepción y conciencia: hacia un enfoque sensoriomotor de la percepción visual. *Revista Diálogos, 4*(1), 17-22. Recuperado de http://www.academia.edu/download/32667793/sensacion_percepcion_y_conciencia.pdf

Wild, F. (s. f.). GhostHands: Testing our Ruben Goldberg machines [imagen]. Recuperado de https://vimeo.com/122990128

Williams, R. (2001). *Cultura i sociedad: 1780-1950: de Coleridge a Orwell*. Barcelona, España: Nueva Visión.

Winograd, T. (1997). From computing machinery to interaction design. En P. Denning y R. Metcalfe (Comps.), *Beyond calculation: The next fifty years of computing*. (pp. 149-162). Nueva York, EE. UU.: Springer-Verlag.

Virtually Inspired. (2016, octubre 31). Case Western Reserve University - Holography [imagen]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=QL6UY9nhrDM

Wolf, M. (1987). *La investigación de la comunicación de masas: crítica y perspectivas*. Barcelona, España: Paidós

Zapp2Photo. (s. f.). Logístico, marketing de realidad aumentada, concepto de paquetes de rayos X. Mano sosteniendo el teléfono móvil para marcar los artículos dentro de las casillas [fotografía]. Recuperado de https://www.shutterstock.com/es/image-photo/logistic-augmented-reality-marketing-xray-packages-529057264

Zielinski, S. (2012). *Arqueología de los medios: hacia el tiempo profundo de la visión y la audición técnica*. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes.

Zunzunegui, S. (2007). *Pensar la imagen*. Madrid, España: Cátedra.