

**Análisis comparativo de Herramientas de Autor para  
la creación de actividades de Realidad Aumentada.  
Estudio de sus características específicas para el  
escenario educativo.**

*María Lucrecia Moralejo*

**Directora:** Cecilia Sanz

**Codirectora:** Patricia Pesado

**Trabajo Final presentado para obtener el grado de Especialista  
en “Tecnología Informática Aplicada en Educación”**



**Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata**

Octubre, 2014

# Índice General

|   |          |
|---|----------|
| <b>CAPÍTULO 1 – INTRODUCCIÓN</b>                              | <b>1</b> |
| 1.1- Resumen .....  | 2        |
| 1.2- Objetivos.....   | 2        |
| 1.3- Motivación .....   | 3        |
| 1.4- Estructuración del trabajo .....                         | 5        |
| 1.5- Resultados esperados.....                                | 6        |
| <br>  |          |
| <b>CAPÍTULO 2 - REALIDAD AUMENTADA</b>                        | <b>7</b> |
| 2.1- Introducción.....  | 8        |
| 2.2- Definición.....  | 8        |
| 2.3- Tareas básicas de un sistema de Realidad Aumentada ..... | 11       |
| 2.4- Historia.....  | 14       |
| 2.5- Aplicaciones .....                                       | 16       |
| 2.6- Realidad aumentada en el ámbito educativo.....           | 25       |
| 2.7- Conclusiones .....                                       | 29       |

## **CAPÍTULO 3 - RECOPIACIÓN DE HERRAMIENTAS DE AUTOR PARA GENERAR CONTENIDO**

### **EDUCATIVO 31**

|  |    |
|--|----|
| 3.1- Introducción.....   | 32 |
| 3.2- Herramientas de autor .....   | 32 |
| 3.3- Análisis de diferentes herramientas de autor para el ámbito educativo ..... | 33 |
| JCLIC .....  | 35 |
| ARDORA.....  | 39 |
| EXELEARNING .....  | 43 |
| MALTED .....   | 48 |
| CUADERNIA .....  | 53 |
| 3.4- Resultados.....   | 57 |
| 3.5- Conclusiones .....  | 60 |

## **CAPÍTULO 4 - RECOPIACIÓN DE HERRAMIENTAS DE AUTOR PARA GENERAR CONTENIDO DE**

### **REALIDAD AUMENTADA 61**

|  |    |
|--|----|
| 4.1- Introducción.....   | 62 |
| 4.2- Criterios de evaluación de diferentes herramientas de autor ..... | 63 |
| 4.3- Recopilación de diferentes herramientas de autor .....            | 64 |
| ARCROWD .....  | 64 |
| ARIVE .....  | 71 |
| ATOMIC .....   | 76 |

|   |            |
|---|------------|
| AUGMENT .....   | 79         |
| AUMENTATY AUTHOR.....   | 87         |
| BUILDAR PRO.....  | 91         |
| CUADERNIA .....   | 96         |
| LAYAR CREATOR .....   | 100        |
| METAIO CREATOR .....  | 108        |
| 4.4- Análisis comparativo de las herramientas de autor de RA descriptas ..... | 114        |
| 4.5- Conclusión.....  | 118        |
| <b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURAS</b>                  | <b>120</b> |
| 5.1- Conclusiones de este trabajo.....  | 121        |
| 5.2- Líneas futuras de trabajo .....  | 124        |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>   | <b>126</b> |

# CAPÍTULO 1

---

## Introducción



## 1.1. RESUMEN

En este trabajo, se realiza una investigación vinculada al análisis de herramientas de autor para la generación de contenido de Realidad Aumentada (RA), con especial énfasis en aquellas orientadas al escenario educativo. Se consideran características tales como la funcionalidad que proveen, la amigabilidad de la interface, la licencia de uso, la plataforma sobre la cual se puede ejecutar, entre otras.

El foco de este análisis es obtener un panorama general de las herramientas de autor para RA disponibles en el mercado, en relación con sus posibilidades de generar contenido de RA para el ámbito educativo.

Además se incluyen en el trabajo, conceptos y definiciones necesarias para contextualizar al lector.

Así, se aborda una introducción a la Realidad Aumentada y sus características, la definición de herramientas de autor adoptada, y criterios de evaluación que se consideran usualmente para analizar éstas, en relación al ámbito educativo. Se considera que la recopilación y análisis planteados aquí, resultarán un aporte para los docentes que deseen incluir actividades educativas mediadas por tecnología de RA.

## 1.2. OBJETIVOS

El presente trabajo, tiene como objetivo general, investigar el estado del arte en el área de herramientas de autor para la creación de actividades basadas en el paradigma de Realidad Aumentada (RA).

Como objetivos específicos, se mencionan:

- ❖ Introducir el concepto de Realidad Aumentada y sus posibilidades en el área educativa.
- ❖ Recopilar diferentes herramientas de autor de RA.

- ❖ Estudiar, específicamente, las características y posibilidades de cada una de estas herramientas, en particular en el ámbito educativo, y para el diseño de actividades por parte de los docentes.
- ❖ Realizar un análisis comparativo de las aplicaciones recopiladas.
- ❖ Elaborar conclusiones

### 1.3. MOTIVACIÓN

La actividad educativa es esencial para el ser humano. Es por ello que es un tema de investigación siempre vigente. Una de las líneas que se abordan en la comunidad científica y educativa al respecto, es la utilización de distintos recursos didácticos que favorezcan el aprendizaje significativo e interactivo para el estudiante.

Dentro de este panorama, uno de los retos fundamentales es transformar la visión del docente, frente al uso y aprovechamiento de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para la búsqueda, acceso, producción, almacenamiento e intercambio de información, como aspectos fundamentales para la generación de conocimiento (Benavides Maya, Alvira Manios, Córdoba Melo, Rodríguez, Erazo, Silva Calpa, et. al., 2011).

La continua evolución de las tecnologías pone a disposición, gran diversidad de recursos posibles de ser empleados en contextos educativos.

Sin embargo, las TIC son sólo herramientas que facilitan el aprendizaje y el desarrollo de habilidades y distintas formas de aprender, respetando en algunos casos estilos y ritmos de los aprendices. Es decir, no deben ser consideradas solo como un fin, sino también como un medio. La tecnología es utilizada tanto para acercar el aprendiz al mundo, como el mundo al aprendiz (Sánchez Ilabaca, 2001).

La ventaja con la que cuenta el docente hoy, es que puede pensarse como diseñador y constructor de materiales y recursos didácticos multimediales. Esta tarea, ya no es sólo cosa de

expertos en el uso de tecnologías, es un ejercicio en el que se puede involucrar cualquier docente de cualquier área, en un proyecto, en general, interdisciplinario.

Las TIC permiten a docentes y alumnos producir sus propios materiales y recursos. Las herramientas de autor, son programas que permiten a la persona crear sus propios materiales multimediales sin necesidad de recurrir a un especialista informático. Estas herramientas, fueron desarrolladas con la idea de que todas las personas contaran con la facilidad expresiva de plasmar sus ideas en formato digital. Por ello, habitualmente, se trata de software con interfaces amigables, que cuentan con gran cantidad de ayudas, y proponen el uso de plantillas predeterminadas para facilitar su manejo. El trabajo con las herramientas de autor enriquece las propuestas de enseñanza, y también amplía las posibilidades de expresión y comunicación de los alumnos (Camarda, Minzi, 2012).

La Realidad Aumentada, es una de las tecnologías más recientes que se encuentran en pleno auge y evolución. Se trata de un nuevo paradigma de interacción en donde se intenta reducir las interacciones con el ordenador, utilizando la información del entorno como una entrada implícita (AIPO, 2013).

Desde el punto de vista interactivo, según enuncia la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO, 2013), la RA tiene 4 Objetivos:

1. Mejorar la interacción con el mundo real.
2. Integrar el uso del ordenador en actividades cotidianas.
3. Posibilitar el acceso a usuarios diversos y no especializados: Los **objetos cotidianos** se convierten en objetos interactivos
4. Trasladar el foco de atención del ordenador al mundo real: La información se traslada al mundo real, en lugar de introducir el mundo real en el ordenador, como es el caso de la realidad virtual

El uso de la llamada RA, a la que se añade la geolocalización, está provocando el desarrollo de diversidad de aplicaciones. Algunas de ellas, tienen una clara finalidad didáctica. Otras, aún sin



haber sido implementadas con el objetivo de integrarse en contextos educativos, amplían notablemente las posibilidades de acceso y tratamiento de la información.

Uno de los aspectos más prometedores de la RA, es que puede ser utilizada para favorecer varias formas interactivas de aprendizaje (Johnson, Smith, Willis, Levine, Haywood, 2011). Además, ofrece la posibilidad de superponer datos con el mundo real, permitiendo así que se simulen procesos dinámicos.

Otra característica clave de la RA, para el ámbito educativo, es su capacidad para responder a las entradas del usuario. Esta interactividad le confiere un gran potencial para el aprendizaje. Así, obliga a la participación de la persona, y se puede afirmar entonces que la RA es atractiva porque se alinea con el aprendizaje activo.

Por otra parte, las imágenes en 3D obtenidas a través de marcadores permiten a los estudiantes interactuar con objetos virtuales, que reproducen objetos reales que, debido a diversas circunstancias, como pudieran ser el tamaño, el coste, la peligrosidad o la distancia, no podrían ser manipulados de manera real.

La representación de objetos en 3D permite una exploración espacial que no incluyen otros medios de representación en 2D. El nivel de abstracción que se exige en este último caso, dificulta que algunos estudiantes puedan entender realmente el espacio, tal y como es. Manipular objetos virtuales como si fuesen reales puede mejorar la comprensión y, de este modo, avanzar en el conocimiento de ciertos procesos o fenómenos (Meritxell, 2012).

Estas son algunas de las razones que motivan a investigar diferentes herramientas de autor para la creación de actividades educativas basadas en RA, y que faciliten la tarea al docente para la inclusión de esta tecnología en el aula.

#### 1.4. ESTRUCTURACIÓN DEL TRABAJO

En el siguiente capítulo, se introducirá el concepto de Realidad Aumentada, incluyendo dos definiciones comúnmente aceptadas y se ahondará en sus características en relación al

software y el hardware que se requieren para la implementación de esta tecnología. Además, se hará un recorrido por su historia.

En el capítulo 3, se presentarán diferentes acepciones para el término herramienta de autor y se incluirá una breve recopilación de distintas herramientas para la generación de contenidos multimedia, orientadas al ámbito educativo, de manera tal de analizar las características principales de éstas.

En el capítulo 4, se hará una recopilación de diferentes herramientas de autor, pero destinadas específicamente a la creación de contenido basado en el paradigma de Realidad Aumentada, y se analizarán sus posibilidades para ser incluidas en el ámbito educativo y ser utilizadas por docentes. Se realizará un análisis en función de las posibilidades que se observaron en las herramientas específicas para la construcción de actividades educativas, vistas en el capítulo 3.

Finalmente, en el capítulo 5, se presentarán las conclusiones finales y se propondrán algunas líneas de trabajo futuras.

## 1.5. RESULTADOS ESPERADOS

Del presente trabajo, se esperan obtener varios resultados entre los que se pueden mencionar:

Introducir el concepto de Realidad Aumentada, conocer la tecnología subyacente y las diferentes áreas de utilización.

Adquirir conocimiento sobre las diferentes herramientas de autor, enfatizando la disponibilidad y la posibilidad de ser utilizada por personas sin conocimientos expertos en informática.

Obtener una guía sobre herramientas para el diseño de actividades de RA, orientadas a docentes que quieran integrarlas como parte de su propuesta educativa.

# CAPÍTULO 2

---

## Realidad Aumentada



## 2.1. INTRODUCCIÓN

La gran evolución de las tecnologías está proporcionando nuevas maneras de acceder a la información. La Realidad Aumentada es una de ellas y el campo de la Educación debe empezar a analizar sus potencialidades didácticas, y a experimentar estas nuevas posibilidades, capaces de incrementar el interés y la implicación de los estudiantes en sus procesos de aprendizaje.

En este capítulo, se presentan diferentes definiciones del concepto de Realidad Aumentada, sus antecedentes históricos, las tareas básicas de un sistema de RA, sus usos y aplicaciones. Luego, se enfocará en las posibilidades que presenta esta tecnología para ser utilizada en el ámbito educativo.

## 2.2. DEFINICIÓN

La Realidad Aumentada (RA) agrega información sintética a la realidad. Algunos la definen como un caso especial de realidad virtual (RV), otros como algo más general, y ven a la RV como un caso especial de RA.

Existen dos definiciones comúnmente aceptadas de RA: la de Paul Milgram y Fumio Kishino (Milgram, Kishino, 1994) y la de Ronald Azuma (Azuma, 1997).

Paul Milgram y Fumio Kishino definieron, en 1994, el *Reality-Virtuality Continium* como un continuo que va desde el “entorno real” hasta el “entorno virtual”. Al área comprendida entre los dos extremos, donde se combinan lo real y lo virtual, la denominaron “Realidad Mezclada” (Figura 2.1).

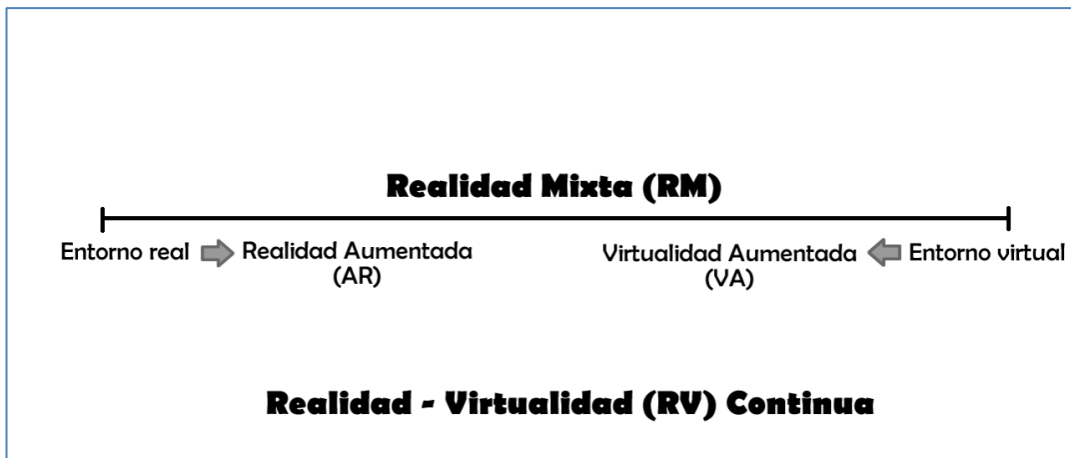


Figura 2.1 – Representación gráfica adaptada, de la definición de Realidad Aumentada por Milgram y Kishino

De esta forma, Paul Milgram y Fumio Kishino, distinguen entre una “Realidad Aumentada”, en la que se incorporan elementos virtuales a un entorno real, y la “Virtualidad Aumentada”, en la que se incorporan elementos reales a un entorno virtual.

En cambio, en la definición del autor Ronald Azuma, un sistema de RA es aquel que cumple con los siguientes 3 requerimientos (Azuma, 1997):

1. Combina la realidad y lo virtual. Al mundo real, se le agregan objetos sintéticos que pueden ser visuales, como texto u objetos 3D (wireframe o fotorealistas), sonoros, táctiles y/o los relativos olfato (ver figura 2.2).



Figura 2.2 - Objetos sintéticos superpuestos en el mundo real.

2. Es interactivo en tiempo real. El usuario ve, en tiempo real, un mundo real con objetos sintéticos agregados que le ayudarán a interactuar con la realidad (Azuma, 2001). En la figura 2.3 se puede visualizar un ejemplo de esto, mostrando una aplicación de Realidad Aumentada para dispositivos móviles. En esta aplicación, el usuario puede armar una secuencia de fichas de dominó, desplazando el dedo sobre la pantalla del celular. Luego, puede voltear las fichas, tocando sobre la primera de ellas con el objetivo de producir el conocido "efecto dominó".

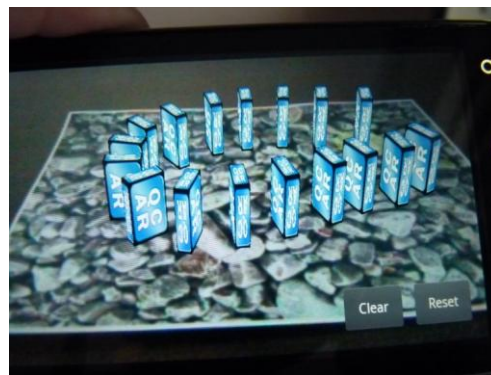


Figura 2.3- Aplicación interactiva de Realidad Aumentada, sobre un dispositivo móvil.

3. Debe registrar las imágenes en espacios 3D. La información virtual tiene que estar vinculada, espacialmente, al mundo real de manera coherente. Se necesita saber, en todo momento, la posición del usuario con respecto al mundo real, y de esta manera, se podrá registrar la mezcla de información real y sintética.

Desde un punto de vista más amplio, la RA es una aplicación interactiva que combina la realidad con información sintética - tal como imágenes 3D, sonidos, videos, textos, sensaciones táctiles – en tiempo real, y de acuerdo al punto de vista del usuario.

La información virtual, tiene que estar vinculada especialmente al mundo real, es decir, un objeto virtual, siempre debe aparecer en cierta ubicación relativa al objeto real. La visualización de la escena aumentada (mundo real + sintético) debe hacerse de manera coherente.

## 2.3. TAREAS BÁSICAS DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA

Todo sistema de Realidad Aumentada ejecuta de manera secuencial las siguientes cuatro tareas (Mazen Abdulmuslih, 2012):

1. Captura del escenario.
2. Identificación de la escena.
3. Fusión de la realidad con objetos sintéticos.
4. Visualización de escena aumentada.

En la siguiente figura, se muestra la secuenciación de estas cuatro tareas:

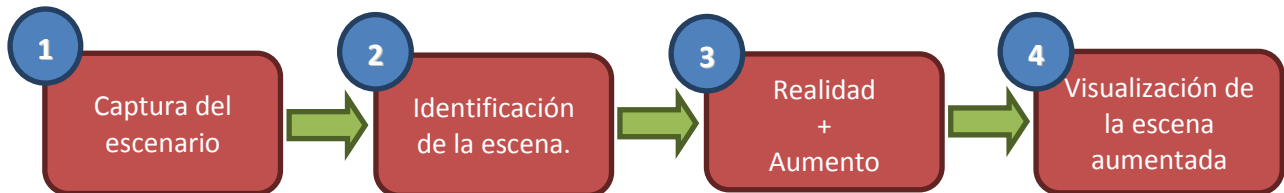


Figura 2.4 – Tareas de un sistema de Realidad Aumentada

### **Captura del escenario**

Para realizar las capturas de escenarios se utilizan cámaras de video o dispositivos GPS (*Global Positioning System*).

De forma breve, los dispositivos de captura de video se pueden agrupar en:

- *Video-through*: se encuentran separados de los dispositivos de visualización.
- *See-through*: la visualización se realiza en el mismo dispositivo que realiza la captura, por ejemplo los *Smartphone*, los *HeadMounted Display*, por mencionar algunos.

### **Identificación de la escena**

Existen tres maneras de reconocimiento de escenarios (Mazen Abdulmuslih, 2012):

1. En el primer método, llamado visual, la posición de "marcadores", que son señales visuales, se "ven" con una cámara en un ordenador o dispositivo móvil. El marcador es interpretado por el software, que trae la información en respuesta a los puntos físicos de referencia. Estos puntos (marcadores) se utilizan para interpretar la ubicación exacta del dispositivo, y la naturaleza de los objetos en su campo de visión.
2. También se utilizan técnicas de **visión artificial** para reconocer una escena. Tienen una mayor potencia de reconocimiento, pero se necesitan altos cálculos y memoria, con elevados tiempos de procesamiento. Su utilización está poco extendida en sistemas de RA.
3. La técnica de **geoposicionamiento**, es la técnica más utilizada en dispositivos móviles, a través del GPS<sup>1</sup>, se estima la posición y orientación del dispositivo. El dispositivo envía a un servidor su posición absoluta, éste devuelve la información sobre los objetos próximos que se encuentren cerca de él. El dispositivo calcula su orientación y escoge el objeto a aumentar, produciéndose el mezclado y visualización. Esta técnica es útil en entornos abiertos, tiene un bajo coste de cálculo y alta fiabilidad de reconocimiento.

Para mejorar el desempeño de las técnicas de reconocimiento visual, se puede utilizar un **híbrido**, que sería la combinación de dos técnicas. Por ejemplo, puede utilizar la combinación de técnicas de reconocimiento visual con técnicas GPS, donde se realiza un reconocimiento ligero de la escena, y se envía a un servidor la imagen reducida junto a su posición GPS para estimar el objeto observado.

### ***Fusión de la realidad con objetos sintéticos***

Consiste en superponer a la escena real, ya reconocida, la información digital asociada a ella.

---

<sup>1</sup> GPS (Global Positioning System): Sistema de Posicionamiento Global.



Existen muchas librerías que permiten llevar a cabo esta tarea, entre ellas, se pueden mencionar *ARToolkit*<sup>2</sup>, *Metaio SDKs*<sup>3</sup>, *Vuforia*<sup>4</sup>, *ArUco*<sup>5</sup> y *Beyond Reality Face*<sup>6</sup> y *DroidAR*<sup>7</sup>.

La utilización de una u otra librería, dependerá de las necesidades del problema a resolver. Cada una de éstas, tienen diferentes licencias de uso, se ejecutan sobre diferentes plataformas y tienen distintas características. Es decir, algunas se aplican específicamente para la técnica de geoposicionamiento, otras para seguimiento facial, otras sólo reconocen marcadores, y así siguiendo.

### **Visualización de la escena aumentada**

La última tarea consiste en la visualización de la escena aumentada, se muestra al usuario la escena original junto con la información digital de aumento. El mundo real aumentado puede verse de tres maneras diferentes:

- a. Las imágenes sintéticas pueden proyectarse sobre los objetos reales y el usuario visualiza la escena normalmente, sin ningún dispositivo especial.
- b. La combinación imágenes sintéticas y reales puede proyectarse sobre una pantalla o gafas especiales “*see-through*” o “*video-see-through*”, que le permitan al usuario la visión del mundo real aumentado (ver figura 2.5)
- c. La combinación de imágenes sintéticas y reales puede verse a través de una pantalla de un dispositivo móvil como un PDA o un teléfono móvil.

---

<sup>2</sup> <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>

<sup>3</sup> <http://www.metaio.com/sdk/>

<sup>4</sup> <https://www.vuforia.com/>

<sup>5</sup> <http://www.uco.es/investiga/grupos/ava/node/26>

<sup>6</sup> <http://www.beyond-reality-face.com/>

<sup>7</sup> <https://github.com/bitstars/droidar>



Figura 2.5 - Imagen de Realidad Aumentada sobre gafas especiales.

Visto desde otro punto de vista, la figura 2.6, muestra los pasos de un proceso de RA en una arquitectura tradicional, utilizando una cámara web, un procesador y un marcador de Realidad Aumentada.

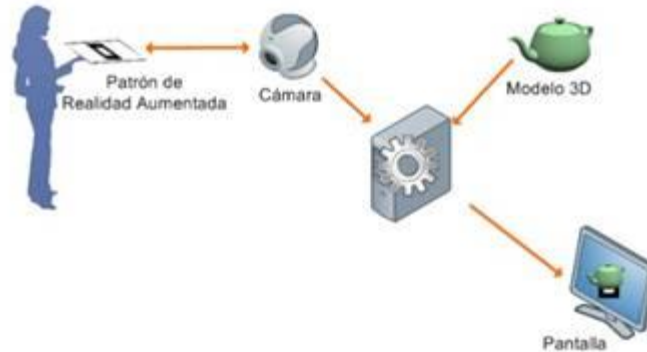


Figura 2.6- Proceso de detección, procesamiento y visualización de un sistema de RA.

Siguiendo el ejemplo de la figura 2.6, una cámara captura el escenario. A través de un procesamiento de la imagen obtenida, se identifica la escena y mezcla con objetos virtuales que podrían ser objetos 3D. El resultado de este procesamiento, es decir, la escena aumentada se muestra a través de un monitor (pantalla).

## 2.4. HISTORIA

Se debe entender que Realidad Virtual y Realidad Aumentada han ido, históricamente, de la mano.

El primer antecedente se dio en el año 1929, cuando Edwin Link<sup>8</sup> desarrolla un simulador de vuelo mecánico para entrenar pilotos.

En 1950 Morton Heilig<sup>9</sup> escribió sobre un “Cine de Experiencia”, que proponía realizar una experiencia de cine que pudiera acompañarse con todos los sentidos, de una manera efectiva, integrando al espectador con la actividad de la pantalla. Construyó un prototipo llamado el Sensorama en 1962, junto con 5 filmes cortos que permitían aumentar la experiencia del espectador a través de sus sentidos (vista, olfato, tacto, y oído).

En 1968, Ivan Sutherland<sup>10</sup>, construyeron lo que sería ampliamente considerado el primer visor de montado en la cabeza o *Head Mounted Display* (HMD) para Realidad Virtual y Realidad Aumentada. Era muy primitivo, en términos de interfaz de usuario y realismo, y el HMD usado por el usuario era tan grande y pesado que debía colgarse del techo. Los gráficos que hacían al ambiente virtual estaban basados en simples “modelos de alambres”, donde se agrega una tercera coordenada a las figuras de dos dimensiones (2D o 2-D). A finales de los 80, se popularizó el término Realidad Virtual, impulsado por Jaron Lanier<sup>11</sup>, cuya compañía creó los primeros guantes y anteojos de Realidad Virtual.

El término Realidad Aumentada fue acuñado en 1990 por Tom Claudell, un investigador de la compañía aérea *Boeing*. Claudell y sus colegas, desarrollaron sistemas HMD, que permitía a los ingenieros ensamblar complejos cableados en las aeronaves, mediante la proyección de imágenes sobre un “*display*” muy cercano a los ojos (Mullen, 2011).

Acorde a lo presentado en el artículo de Mullen (2011), durante la década de los 90 se desarrollaron aplicaciones industriales y militares basadas en RA, pero los requerimientos

---

<sup>8</sup> **Edwin Albert Link** (26 de Julio de 1904 –7 de septiembre de 1981). Fue un pionero en aviación, arqueología submarina y sumergible.

<sup>9</sup> **Morton Leonard Heilig** (22 de diciembre de 1926 – 14 de Mayo de 1997). Licenciado en Filosofía, Diplomado en Dirección de Cine, Maestría en Artes de la Comunicación

<sup>10</sup> **Ivan Edward Sutherland** (nació en 1938 en Hastings, Nebraska). programador, profesor, informático y pionero de Internet.

<sup>11</sup> **Jaron Lanier** (nacido el 3 de mayo de 1960). Escritor estadounidense, informático, compositor de música clásica, y un pionero en el campo de la realidad virtual (un término cuya popularización se le atribuye). Trabajó en la compañía Atari y posteriormente, fundó VPL Research, Inc., la primera compañía que vendió gafas y guantes de realidad virtual.

técnicos de aquella época mantuvieron esta tecnología fuera del alcance de la mayor parte de los usuarios.

En 1999, se produjo un gran avance en el desarrollo de la RA, cuando Hirokazu Kato creó *ARToolkit*, una potente biblioteca para crear aplicaciones de RA, que permitió que la RA fuese accesible a un abanico mucho más amplio de investigadores y desarrolladores.

Como se puede apreciar, en un principio, las aplicaciones de RA necesitaban de computadoras de alta gama y equipos especializados, como cámaras rápidas y HMD, pero, a partir del año 2000 han aparecido las primeras aplicaciones de RA sobre los PDA (Pasman, Woodward, 2003) y los teléfonos móviles (Henrysson, Billinghamurst, Ollila, 2005). El uso generalizado de los teléfonos móviles equipados con cámaras con relativamente buena precisión, los ha convertido en una plataforma muy atractiva para el desarrollo de aplicaciones de RA.

En la actualidad, la RA vive una época de auge, gracias al gran desarrollo producido en los *smart-phones* o teléfonos inteligentes, evolucionando hacia aplicaciones fáciles de usar, más prácticas y útiles desde el punto de vista del usuario (Johnson, Smith, Levine, Stone, 2010).

## 2.5. APLICACIONES

En Azuma (1997), pueden encontrarse ejemplos de los primeros dominios de aplicación típicos de la RA como medicina, fabricación y reparación, anotación y visualización, planificación de trayectorias Robot y aplicaciones militares.

### **Medicina**

Los médicos podrían usar la RA para la formación y entrenamiento de prácticas quirúrgicas. Puede ser posible recoger en conjuntos de datos 3D de un paciente en tiempo real, usando sensores no invasivos como la resonancia magnética (MRI), tomografía computarizada (TC) o imágenes de ultrasonido. Estos conjuntos de datos podrían ser traducidos y combinados, en

tiempo real, para verlo sobre el paciente real. En efecto, esto le daría a un médico la “Visión de rayos X” dentro de un paciente.

Un ejemplo de este tipo de aplicación es el empaquetado de visualización de Realidad Aumentada orientado a la medicina, llamado MAR-EVI (*Medical Augmented Reality - Easy Visualization In-situ*). Este sistema utiliza el sistema RAMP (Reality Augmentation for Medical Procedures) (Sauer, Khamene, Vogt, 2002), originalmente desarrollado por integrantes del *Siemens Corporate Research*, y se caracteriza por mostrar imágenes médicas *in-situ*, utilizando un display montado sobre la cabeza del profesional.

En la figura 2.7, se muestra la imagen de tomografía computada del pie derecho de un paciente superpuesta sobre el cuerpo del paciente.

Con la utilización de un *mouse wireless*, el profesional puede seleccionar entre distintos modos de visualización como cortes frontales, transversales, vista simple, etc. ( Heining, Stefan, Sauer, Euler, Navab, Traub, 2006)



Figura 2.7 – Ejemplo de Realidad Aumentada aplicada a la medicina. ( Heining, Stefan, Sauer, Euler, Navab, Traub, 2006)

## **Fabricación y reparación**

Las instrucciones que tienen que ver con pasos para fabricar o reparar un objeto determinado podrían ser más fáciles de entender si estuvieran disponibles, como dibujos 3D superpuestos en el objeto real, mostrando paso a paso las tareas que hay que hacer y cómo hacerlas.

Un ejemplo de aplicación en este sentido es el proyecto implementado por la empresa BMW, el cual consta de un par de gafas de Realidad Aumentada que muestran a usuarios y mecánicos instrucciones paso a paso sobre cómo arreglar un motor, con sólo mirarlo.

En el sitio oficial de la empresa BMW se puede encontrar más información al respecto: <http://www.bmwblog.com/2014/01/23/bmw-designs-augmented-reality-glasses-help-bmw-mechanics/>

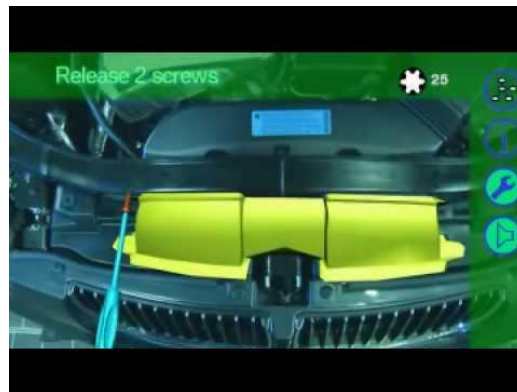


Figura 2.8 – Ejemplo de reparación asistida mediante animaciones de Realidad Aumentada. Tomado del sitio oficial de BMW.

### *Anotación y visualización*

La RA podría ser utilizada para poner notas de objetos y entornos con información pública o privada. Por ejemplo, si estuviera disponible una base de datos que contiene información sobre la estructura de un edificio, la aplicación de RA podría dar a los arquitectos una visión del interior de un edificio, mostrando donde están las cañerías, las conexiones eléctricas y las estructuras de soporte que se encuentran dentro de las paredes, etc. La figura 2.9 muestra un ejemplo de cómo se visualizarían las cañerías de un cierto terreno.

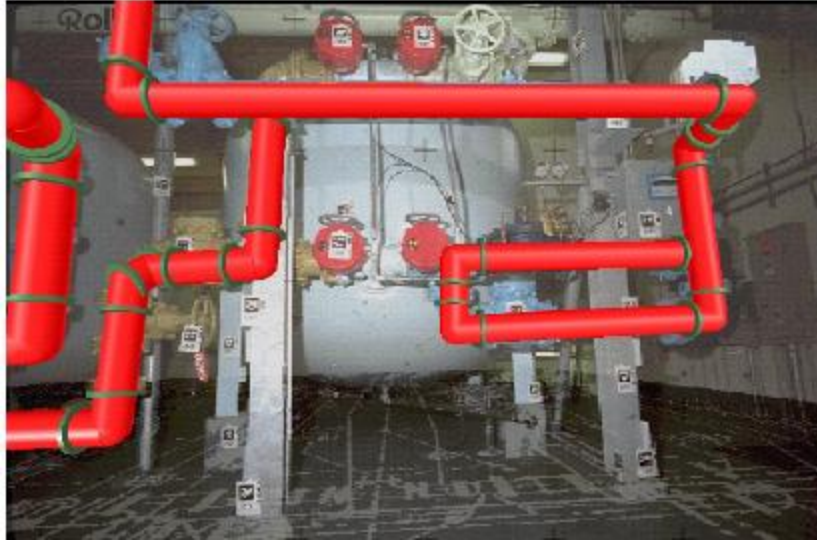


Figura 2.9 – Visualización de cañerías, mediante animaciones de Realidad Aumentada. (Navab, Bascle, Appel, Cubillo, 1999).

Un ejemplo de este tipo de aplicaciones, es el proyecto “Vidente” (Schall, Junghanns, Schmalstieg, 2010) el cual muestra en tiempo real, una visión 3D de redes subterráneas a través de un dispositivos de mano (Ver figura 2).

Esta herramienta, comprende capacidades de recuperación de datos, funcionalidad de trazo rojo para anotar los recursos geospaciales y una herramienta de excavación virtual para mejorar la percepción de la profundidad de la infraestructura subterránea compleja.

Además, la posición de la zona proyectada se puede cambiar de forma interactiva en tiempo real.



Figura 2.10 – Dispositivo de mano utilizado para la visualización del contenido aumentado (Schall, Junghanns, Schmalstieg, 2010).

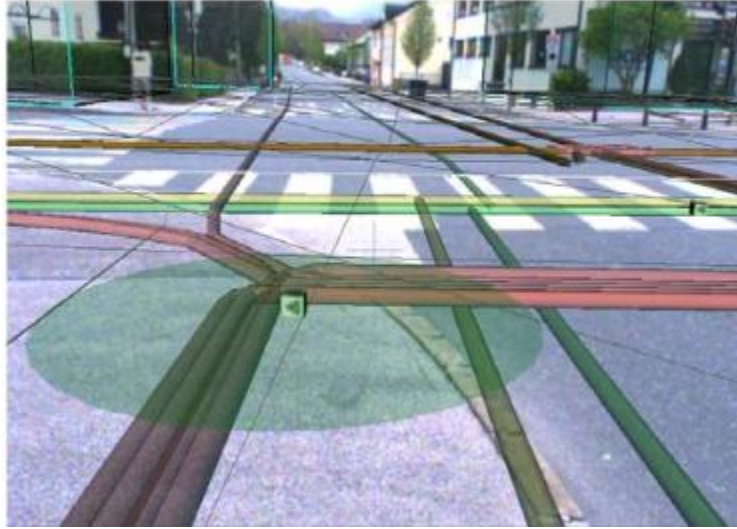


Figura 2.11- Presentación de la información sobre la infraestructura subterránea en el dispositivo cliente (Schall, Junghanns, Schmalstieg, 2010).

Además, del aporte de información sobre las cañerías de agua que pueden ser útiles en el caso de detección de pérdidas, Vidente puede contribuir a la perforación horizontal dirigida (HDD)<sup>12</sup>. La Perforación Horizontal Dirigida es un método de perforación empleado para la instalación de tuberías que evita la apertura de zanjas a cielo abierto minimizando el movimiento de tierras. Esta tecnología opera mediante una máquina que perfora el suelo a lo largo de toda la trayectoria de la instalación, siendo orientada y seguida desde la superficie mediante un localizador que indica la posición, sin necesidad de pozos verticales, ya que la obra comienza desde la superficie.

En este caso, Vidente puede ayudar a evitar el choque con otra infraestructura subterránea.

### ***Planificación de trayectorias Robot***

La operación remota de un robot es a menudo una tarea difícil, especialmente, cuando el robot está lejos, con largos retrasos en el enlace de comunicación. Bajo esta circunstancia, en lugar de controlar directamente el robot, puede ser preferible controlar una versión virtual del robot. El usuario planea y especifica las acciones del robot mediante manipulación de la versión virtual, en tiempo real. Los resultados se muestran directamente en el mundo real. Una vez que el plan



está probado y determinado, entonces el usuario le dice al robot real que ejecute el plan especificado.

Un ejemplo de este tipo de aplicación, es el proyecto *TouchMe* (Hashimoto, Ishida, Inami, Igarashi, 2011). Un robot, en general, es manipulado remotamente por un *joystick* y un *gamepad*. Sin embargo, estos métodos resultan difíciles de manipular para usuarios inexpertos porque la relación entre la entrada del usuario y el movimiento resultante sobre el robot, no siempre es intuitivo. Para resolver esto, el equipo de *JST ERATO Igarashi Design Interface Project* propone la aplicación *TouchMe*.

Esta aplicación, presenta una interfaz basada en una pantalla táctil, donde se muestra una imagen tomada desde una cámara que está capturando imágenes del robot. El usuario puede especificar la postura y posición del robot, tocando y moviendo, sobre la pantalla táctil, la parte del robot que quiere controlar.

La cámara muestra al robot, con imágenes superpuestas, que ayudan al usuario a predecir cuál será la acción que tomará éste.

Este sistema permite al usuario, manejar cada parte del robot tocando directamente, sobre una vista del mundo real. En la imagen 2.12 se muestra un ejemplo de utilización de esta aplicación.

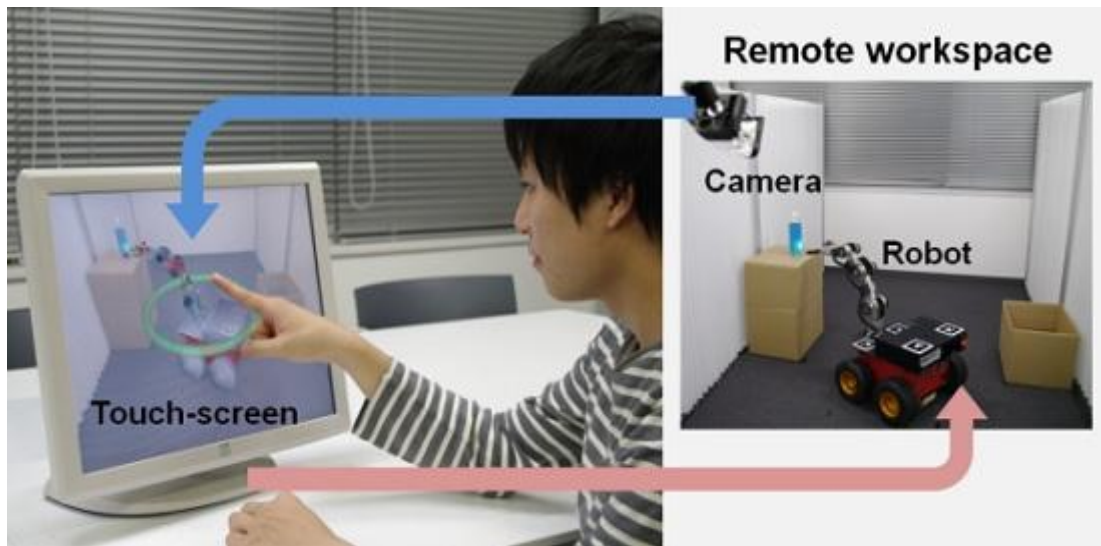


Figura 2.12 – *TouchMe*, ejemplo de manipulación de robot, mediante Realidad Aumentada. (Hashimoto, Ishida, Inami, Igarashi, 2011)

### Aplicaciones militares

Aumentar el campo de visión de los pilotos de combate con información de navegación, instrucciones, mapas y ubicaciones enemigas, ha sido una de las aplicaciones más prácticas de la RA.

Los autores del proyecto *BARS (Battlefield Augmented Reality System)* (Julier, Baillot, Lanzagorta, Brown, Rosenblum, 2000) creen que las necesidades de conocimiento de la situación de un campo de batalla no se pueden cumplir utilizando los enfoques tradicionales, como radios, mapas y pantallas de mano y que se necesitan paradigmas de visualización más potentes, por lo que proponen como solución un prototipo de sistema de Realidad Aumentada. En esta propuesta, es necesario que cada usuario, esté equipado con una computadora, un sistema de seguimiento, y un visor *HMD see-through* (Ver figura 2.13).



Figura 2.13 - Equipamiento de hardware necesario para cada usuario del sistema *BARS*

*BARS*, a través de su sistema de seguimiento, mantiene información de la posición y orientación de la cabeza del usuario y superpone gráficos y anotaciones que son alineadas con objetos reales en el campo de visión del usuario. Con este enfoque, se podría alinear información compleja, directamente con el ambiente (Ver figura 2.14).

Este sistema conectará la información de múltiples usuarios que estén al aire libre, a través de un comando central. *BARS* puede proveer información a los usuarios, y éstos pueden ingresar información compartida al sistema.

Ningún flujo de información debe distraer al usuario de sus tareas principales. Una característica importante de la interface *BARS*, es que debe ser capaz de controlar muchas fuentes de datos del usuario, y usar heurísticas inteligentes para combinar esta información con el ambiente y las tareas. Por ejemplo, puede ser que sea posible monitorear el nivel de estrés del usuario con el fin de adaptar la cantidad de información necesaria y reducirla a un mínimo durante situaciones de alto estrés.

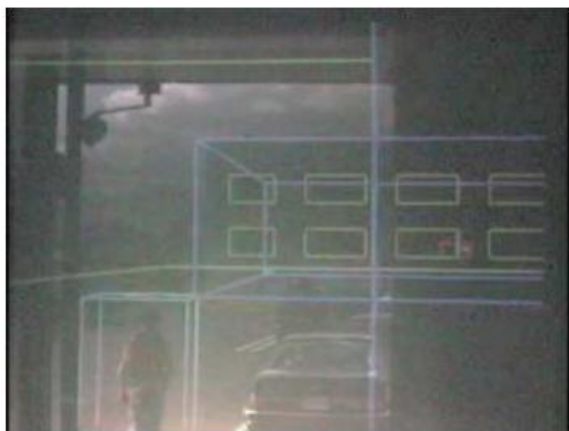


Figura 2.14 - El sistema *BARS* remarca con un recuadro un usuario remoto. En este ejemplo, el usuario es también visible físicamente, pero la información de la posición de este usuario es transmitida a todos los usuarios conectados, por lo que podría tratarse también de un usuario escondido. (Julier, Baillet, Lanzagorta, Brown, Rosenblum, 2000)

## Aplicaciones Actuales

Como se mencionó anteriormente, la aparición de la librería de código abierto *ARToolkit* en el año 1990, dio lugar a un gran crecimiento en el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada. Azuma, en la actualización de su publicación (Azuma, 2001), distingue 3 grandes áreas de nuevas aplicaciones clasificadas en: aplicaciones móviles, aplicaciones colaborativas y aplicaciones comerciales, que desde la fecha han ido en auge creciente.

Dentro de las aplicaciones móviles, pueden encontrarse: aplicaciones para la asistencia a la navegación, la recuperación de información geográfica, aplicaciones de arquitectura, museísticas, juegos, etc. Dentro de las aplicaciones colaborativas, pueden encontrarse: aplicaciones de diseño, entrenamiento y educación. En los últimos 10 años hubo una explosión de aplicaciones comerciales que hacen uso de la RA, se muestra un ejemplo de su utilización en la figura 2.15.



Figura 2.15 – Comercial de *BBC Frozen Planet*

Como se mencionó anteriormente, la Realidad Aumentada se está utilizando en diversas áreas de aplicación. En este trabajo, se hará hincapié en el uso de Realidad Aumentada en el ámbito educativo, por lo que en la siguiente sección se hará una presentación de las ventajas de la RA aplicada al área educativa, a partir de la revisión de diferentes artículos científicos.

## 2.6. REALIDAD AUMENTADA EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

La Realidad Aumentada es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un entorno real aumentado, con información adicional generada por el ordenador. Esta tecnología, está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son, entre otras, la reconstrucción del patrimonio histórico, el entrenamiento de operarios de procesos industriales, marketing, el mundo del diseño interiorista y guías de museos.

El mundo académico, no está al margen de estas iniciativas y también comenzó a introducir a la RA en sus prácticas. Sin embargo, aún se encuentra en una etapa temprana, en relación con el uso de otro tipo de tecnologías informáticas en las prácticas docentes.

El informe *The 2011 Horizon Report* (Johnson, Smith, Willis, Levine, Haywood, 2011) – publicación anual y centrada en la Educación Superior–, plantea que en dos o tres años, es decir

en la actualidad, una de las tecnologías emergentes en educación será la RA. Ello se debe a diversos factores.

La voluntad de centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante, en sus intereses, en situaciones relevantes y directamente relacionadas con su vida real supone un cambio en los planteamientos pedagógicos que exigen el diseño de nuevas propuestas metodológicas y el uso de recursos didácticos capaces de facilitar los nuevos procesos. Tal como plantea Marc Prensky, los niños y niñas de hoy no solo necesitan que lo que aprendan sea relevante, si no que sea real, que tenga una aplicación fuera de la escuela, y que pueda ser empleado, de manera inmediata, en situaciones reales (Prensky, 2011).

Por otra parte, las imágenes en 3D obtenidas a través de patrones o marcadores permiten a los estudiantes interactuar con objetos virtuales que reproducen objetos reales que, debido a diversas circunstancias como pudieran ser el tamaño, el coste, la peligrosidad o la distancia, no podrían ser manipulados, de manera real.

La representación de objetos en 3D permite una exploración espacial que no es posible en otros medios de representación en 2D. El nivel de abstracción que se exige, en este último caso, dificulta que algunos estudiantes puedan entender realmente el espacio tal y como es. Manipular objetos virtuales como si fuesen reales, puede mejorar la comprensión y, de este modo, avanzar en el conocimiento de ciertos procesos o fenómenos (Meritxell, 2012).

Un ámbito de aplicación en el campo de la enseñanza, es el desarrollo de libros con RA, donde la incorporación de esta tecnología introduce una nueva dimensión, que enriquece los contenidos con materiales interactivos complementarios. Una aplicación que representa un ejemplo de esto, es el proyecto *Magic Book* del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. El alumno lee un libro real a través de un visualizador de mano, y ve sobre las páginas reales contenidos virtuales. De esta manera, cuando el alumno ve una escena de Realidad Aumentada que le gusta puede introducirse dentro de la escena, y experimentarla en un entorno virtual inmersivo. La figura 2.16 muestra la herramienta *Magic Book* y sus aplicaciones en la enseñanza de ciertos temas, como los volcanes y el sistema solar.

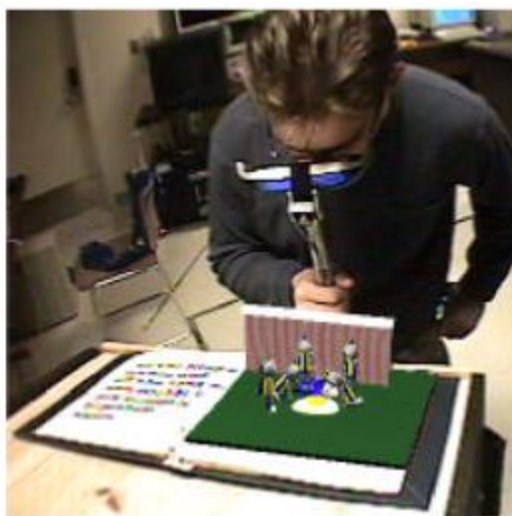


Figura 2.16: Alumno interactuando con *Magic Book*. (Billinghurst, Kato, Poupyrev, 2001). "

Otro ejemplo de este tipo de aplicación es el “Curso para la mejora de la capacidad espacial” (Martín Gutiérrez, Contero González, Alcañiz Raya, 2011), accesible desde *AR-Books*<sup>13</sup>. En él, los estudiantes aprenden dibujo técnico, a partir de un libro en el que aparecen las proyecciones de objetos y, utilizando marcadores, pueden ver y mover los mismos objetos en 3D.

También “Anatomía en RA”<sup>14</sup>, creada por eDiamSistemas, constituye un aporte para la RA aplicada en escenarios educativos. En este caso, se puede mover un esqueleto humano pudiendo, de esta forma, observarlo desde distintos puntos de vista, y comprender mejor su constitución y las funciones que realiza.

En las experiencias de RA, el sujeto se encuentra interactuando a tres niveles: el nivel real, el nivel virtual y su nivel intrapersonal (cognitivo). Las experiencias a esos tres niveles serán las que permiten convertir la información en verdadero conocimiento, que beneficie sus competencias personales, ayudándole a resolver problemas que se puedan plantear en la vida real.

Jorge Martín-Gutiérrez et al. (2010), analizaron el libro llamado *AR-Dehaes*, creado para proporcionar modelos 3D virtuales y ofrecer a los alumnos la posibilidad de entrenarse en

<sup>13</sup> <http://www.bubok.es/libros/202659/Curso-para-la-mejora-de-la-capacidad-espacial> (Recuperado en 2013).

<sup>14</sup> Anatomía en RA de eDiamSistemas: <http://www.ediamsistemas.com/anatomia/>

problemas de visualización y desarrollar así, habilidades espaciales (Ver figura 2.17). Estos autores presentan en sus conclusiones que el impacto fue positivo en este sentido, ya que se observaron mejoras en las habilidades de los alumnos vinculadas a relaciones espaciales.



Figura 2.17 – Ejemplo de Utilización de la aplicación AR-Dehaes. (Martín Gutiérrez, Saorín, Contero, Alcañiz, Pérez-López, Ortega, 2010)

Otra conclusión del proyecto *AR-Dehaes* (Martín Gutiérrez, Saorín, Contero, Alcañiz, Pérez-López, Ortega, 2010) que se menciona, se relaciona con que los procedimientos de enseñanza y aprendizaje tienen que evolucionar para tener en cuenta el alto perfil tecnológico que la mayoría de los estudiantes muestran. En algunos casos, las estrategias de enseñanza crean una barrera para algunos estudiantes que están acostumbrados a interactuar con recursos tecnológicos.

Como parte de la revisión de antecedentes de RA y Educación, también se analizó *Construct3D* que es una aplicación colaborativa de Realidad Aumentada basada en el sistema “*Studierstube*<sup>15</sup>”. El objetivo de esta aplicación es mejorar las habilidades espaciales de los alumnos y maximizar la transferencia del aprendizaje. En la Realidad Aumentada Colaborativa, múltiples usuarios pueden acceder a un espacio compartido, poblado de objetos virtuales, pero sin dejar de ser un espacio real (Kaufmann, Schmalstieg, Wagner, 2000). El proyecto demostró

---

<sup>15</sup> Studierstube : Bridging Multiple User Interface Dimensions with Augmented Realty  
<http://www.cg.tuwien.ac.at/research/vr/studierstube/multidim/>



buenos resultados, dada la interacción práctica y la respuesta inmediata de los alumnos, vinculadas a imaginar la información espacial, y las transformaciones posibles. Se realizaron experiencias de evaluación con participantes con diferentes perfiles de aptitud (Pengcheng, Mingquan, Xuesong, 2011).

*ProteinScanAR* es una aplicación web para su utilización en campos relacionados a la Biología Molecular. Un problema común para los investigadores, es relacionar la visualización molecular aparentemente artificial, al mundo real 3D. En un contexto de enseñanza, este problema se agrava aún más, ya que los alumnos y estudiantes suelen carecer de la experiencia necesaria para trabajar con sistemas biomoleculares. *ProteinScanAR* intenta extender la visualización molecular tradicional, mediante la conexión de ambos mundos: no sólo una proteína se puede visualizar en un ordenador, sino que también puede ser utilizado literalmente como un modelo a escala 3D digital que los usuarios pueden examinar en un entorno de laboratorio virtual (Nickels, Sminia, Mueller, Kools, Dehof, Lenhof, Hildebrandt, 2012).

Además de los mencionados proyectos, se han estudiado algunos otros vinculados con RA y su aplicación en educación, tales como el aprendizaje de Ciencias en niños de Educación General Básica (Rodríguez Lomuscio, 2011), y la inclusión de esta tecnología en el ámbito de la Educación Superior (De Pedro Carracedo, 2011).

Así en las experiencias de RA, se vivencia un espacio en el que se interactúa con objetos reales, y a la vez con objetos virtuales, todos ellos conducen a revisar los aprendizajes anteriores, reestructurando el pensamiento y ofreciendo nuevas formas de aprendizaje.

## 2.7. CONCLUSIONES

En este capítulo, se ha desarrollado el concepto de Realidad Aumentada, su utilización y sus posibles usos en el ámbito educativo.

Explorar sus posibilidades didácticas es una de las labores, que deberían llevar a cabo los profesionales de la educación, quienes deberán considerar los valores cualitativamente innovadores de estas tecnologías, orientar a los desarrolladores para que puedan implementar aplicaciones capaces de explotar ese potencial, y diseñar nuevas propuestas metodológicas que contribuyan a mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

La Realidad Aumentada proporciona nuevos entornos para explorar, nuevos retos y nuevas formas de enseñar y aprender. Son muchos los beneficios que esta emergente tecnología puede aportar a la educación, por ello, se ha comenzado a fomentar su uso en el aula.

## CAPÍTULO 3

---

Recopilación de herramientas de autor para generar contenido Educativo.

---

### 3.1- INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se introducirá el concepto de herramientas de autor y luego, se hará un análisis de diferentes herramientas de autor, utilizando criterios definidos en el marco de este trabajo, y seleccionados a partir de la revisión bibliográfica y la integración de temas vistos en diferentes asignaturas de la Especialización en Tecnología Informática Aplicada en Educación. Este capítulo se ha planteado en forma estratégica para poder dar a conocer al lector el tipo de funcionalidades y posibilidades que ofrecen las herramientas de autor orientadas al ámbito educativo.

Por último, y como parte de las conclusiones de este capítulo, se hará una comparación de las herramientas analizadas, teniendo en cuenta los criterios previamente establecidos.

### 3.2- HERRAMIENTAS DE AUTOR

Las TIC permiten a docentes y alumnos producir sus propios mensajes y recursos digitales. Las herramientas de autor son programas que permiten al usuario crear sus propios objetos multimediales sin necesidad de recurrir a un especialista informático. Estas herramientas fueron desarrolladas con la idea de que todas las personas contaran con la facilidad expresiva de plasmar sus ideas en formato digital. Por ello, habitualmente se trata de software con interfaces amigables, que cuentan con gran cantidad de ayudas y proponen el uso de plantillas predeterminadas para facilitar el manejo, por parte de aquellos que no saben programar. El trabajo con las herramientas de autor enriquece las propuestas de enseñanza y también amplía las posibilidades de expresión y comunicación de los alumnos (Camarda, Minzi, 2012).

Para Gómez Villa (Gómez Villa, 2002), de forma estricta, se entiende que las “herramientas de autor son aquellas que permiten, mediante un proceso más o menos complejo de compilado, la generación de un programa que funciona independientemente del software que lo generó”, y en un sentido más específico, se puede incluir dentro de este grupo a “todas aquellas herramientas que permiten generar actividades, materiales y recursos en formato multimedia”.

Las herramientas de autor, entre otras cosas, permiten elaborar presentaciones, presentar información, crear aplicaciones educativas de acuerdo a la materia y al nivel, obteniendo ventajas tales como la facilidad de uso para los alumnos, posibilidad de control del progreso de los aprendizajes, y autoevaluación con posibilidad de respuesta inmediata. En el siguiente apartado, se mostrará una escueta recopilación de diferentes herramientas de autor para el ámbito educativo.

### 3.3- ANÁLISIS DE DIFERENTES HERRAMIENTAS DE AUTOR PARA EL ÁMBITO EDUCATIVO

En esta sección se mencionarán algunas herramientas de autor, las cuales, serán analizadas a partir de la definición de una serie de criterios de análisis, generados a partir de la revisión bibliográfica, y abordados también en la asignatura Tecnología Informática. Evolución y Aplicaciones de la carrera de Especialización en Tecnología Informática Aplicada en Educación (Sanz, 2014). Se presentan a continuación los criterios seleccionados:

1. Licencia: la licencia de software es, la autorización que el autor o autores, que son quienes poseen el derecho intelectual exclusivo de su obra, conceden a otros para utilizar sus obras, en este caso los programas. Los autores, pueden otorgar distinto tipo de licencia, pueden sólo autorizar su uso, pueden autorizar su modificación o distribución, etc.
2. Plataforma: este punto se refiere a las plataformas de software sobre las cuales puede funcionar el programa. Las plataformas de software pueden ser un sistema operativo o entorno de programación, aunque más comúnmente se trata de una combinación de ambos. No se incluirán en este punto plataformas de hardware.
3. Tipos de Actividades: como se mencionó anteriormente, según Camarda, las herramientas de autor proponen el uso de plantillas. En este punto, se refiere a la variedad de plantillas que provee la herramienta.

4. Personalización: se refiere a las posibilidades que presenta la herramienta para poder modificar aspectos funcionales y gráficos, con el objetivo de adaptarse más eficientemente a las necesidades de cada docente en particular.
5. Paquetes de Actividades: se refiere a la manera en que se pueden agrupar las diferentes actividades o recursos para formar un único material educativo, con capacidades de navegación.
6. Posibilidades de navegación: se refiere a las posibilidades de estructuración del material generado. Como clasificación general, se mencionan (Royo,2004):
  - a. Estructura Secuencial: a manera de libro se va recorriendo una a una las pantallas. Cada nodo de información tiene un único sucesor y un único antecesor excepto el primero y el último.
  - b. Estructura Jerárquica: se conforma una especie de árbol de decisiones en cada nodo de información.
  - c. Estructura de Red: se conforma una especie de red con interconexiones (grafo).
7. Formatos de salidas: se refiere a los tipos de archivos en los que se puede exportar el contenido generado, desde la herramienta de autor.
8. Compatibilidad con estándares: este punto, se relaciona con la posibilidad de la herramienta de exportar el contenido respetando estándares para el desarrollo de contenidos. Los estándares proporcionan un lenguaje común con el que los contenidos pueden comunicarse con distintos entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje, bases de datos y aplicaciones web.

Para cada herramienta se hará una descripción general de sus características y luego se analizarán cada uno de los criterios antes mencionados. Al mismo tiempo, cabe aclararse que las herramientas de autor seleccionadas para analizar son aquellas mayormente utilizadas en el ámbito educativo y que presentan una amplia variedad de plantillas de actividades a configurar por los docentes.

## 1) JCLIC<sup>16</sup>

### Breve descripción

JClic es un entorno para la creación, realización y evaluación de actividades educativas multimedia. Está formado por un conjunto de aplicaciones informáticas que sirven para realizar diversos tipos de actividades educativas: rompecabezas, asociaciones, ejercicios de texto, palabras cruzadas, etc. (JClic - sitio oficial, 2013). Las actividades, por lo general, no se presentan solas, sino empaquetadas en proyectos. Un proyecto está formado por un conjunto de actividades y una o más secuencias, que indican el orden en que se han de mostrar.

JClic está formado por cuatro aplicaciones, dos de las cuales, se utilizan para la resolución de las actividades:

- JClic Player

Esta componente puede ser presentada de dos maneras diferentes: como *applet* o como aplicación JClic.

- *Applet*: Un "*applet*" permite incrustar actividades JClic en una página web para ejecutarlas en cualquier navegador. Se descarga, automáticamente, la primera vez que se visita alguna página que contenga un proyecto JClic incrustado.
- Aplicación JClic: Un programa independiente que una vez instalado permite realizar las actividades desde el disco.

- JClic autor

La herramienta de autor que permite crear, editar y publicar las actividades de una manera sencilla, visual e intuitiva.

- JClic reports

---

<sup>16</sup> Sitio web oficial de jClic: <http://clic.xtec.cat/es/jclic/>

Es el módulo encargado de recopilar los datos (tiempo empleado en cada actividad, intentos, aciertos, etc.), y presentarlos después en informes estadísticos de diversos tipos. JClic reports se basa en un esquema cliente - servidor. El servidor puede ser cualquier ordenador de una red, y los clientes son de dos tipos: las aplicaciones JClic (applet y player), que envían al servidor las puntuaciones obtenidas por los usuarios al realizar las actividades, y los navegadores web (Firefox, Opera, Explorer...), desde los que se pueden consultar los resultados y administrar la base de datos.

---

## Análisis de jClic en base a los criterios definidos

### 1. Licencia

JClic es software libre, Open Source<sup>17</sup>, y se distribuye bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU<sup>18</sup> (GPL).

### 2. Plataforma

jClic ha sido desarrollado en lenguaje Java, lo que hace posible su uso en diversas plataformas y sistemas operativos, como Windows, Linux, Solaris o Mac OS X.

### 3. Tipos de Actividades

JClic permite realizar siete tipos básicos de actividades:

- Las asociaciones pretenden que el usuario descubra las relaciones existentes entre dos conjuntos de información. Existen dos tipos, las de asociación simple y las de asociación compleja.
  - En las de asociación simple, se presentan dos conjuntos de información que tienen el mismo número de elementos. A cada elemento del conjunto origen le corresponde un único elemento del conjunto destino.

---

<sup>17</sup> The Open Source Definition <http://opensource.org/docs/osd>

<sup>18</sup> General Public Licence <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>



- En las de asociación compleja, se presentan dos conjuntos de información, pero éstos pueden tener un número diferente de elementos y entre ellos se pueden dar diversos tipos de relación: uno a uno, diversos a uno o elementos sin asignar.
- Los juegos de memoria donde hay que ir descubriendo parejas de elementos iguales o relacionados entre ellos, que se encuentran escondidos.
- Las actividades de exploración, identificación e información, que parten de un único conjunto de información.
- Los *puzzles*, que plantean la reconstrucción de una información que se presenta inicialmente desordenada. Esta información puede ser gráfica, textual, sonora o combinar aspectos gráficos y auditivos al mismo tiempo.
  - En los puzzles dobles, se muestran dos paneles. En uno está la información desordenada y el otro está vacío. Hay que reconstruir el objeto en el panel vacío llevando allí las piezas una por una.
  - En los de intercambio, hay un único panel donde se mezcla la información. En cada intento se conmutan las posiciones de dos piezas, hasta ordenar el objeto.
  - En el de agujero, hay un único panel donde se hace desaparecer una pieza y se mezclan las restantes. En cada intento se puede desplazar una de las piezas hacia el agujero, hasta que queden todas en el orden original.
- Las actividades de respuesta escrita que se resuelven escribiendo un texto (una sola palabra o frases más o menos complejas).
- Las actividades de texto, que plantean ejercicios basados siempre en las palabras, frases, letras y párrafos de un texto que hay que completar, entender, corregir u ordenar. Los textos pueden contener también imágenes y ventanas con contenido activo.
- Las sopas de letras y los crucigramas son variantes interactivas de los conocidos pasatiempos de palabras escondidas.

#### 4. Personalización

En un proyecto jClic, sólo se puede personalizar el color de fondo (se elige un tema proporcionado por jClic) y los sonidos asociados a los eventos de inicio de actividad, acción correcta, acción errónea, actividad finalizada con éxito, actividad finalizada con errores, entre algunas otras posibilidades.

Por otro lado, por cada actividad, se pueden configurar los mismos parámetros que en el proyecto, y además, algunos parámetros propios de las actividades, como el color de la ventana principal y el de la ventana de actividad.

De la ventana principal, se puede configurar el color de fondo y el gradiente del color o la posibilidad de utilizar una imagen como fondo.

De la ventana de juego se puede configurar el fondo, el borde, el margen y la posición dentro de la pantalla principal.

#### 5. Paquetes de Actividades

En jClic, las actividades son empaquetadas en proyectos. Puede haber proyectos con una sola actividad, pero no se permite crear una actividad independiente que no esté dentro de ningún proyecto.

#### 6. Posibilidades de navegación

Dentro de cada proyecto, el docente podría configurar cómo será la secuencia de actividades. El recorrido de las actividades, se da de forma secuencial, con botones para ir a la pantalla anterior o a la siguiente.

Además, se podría crear una página índice, que permitiría elegir por dónde iniciar el recorrido de actividades.

#### 7. Formatos de salidas

Un proyecto, generado con jClic se puede exportar como un archivo jClic, el cual se puede visualizar utilizando la herramienta jClicPlayer, o se puede exportar como un *applet* de java, el cual, se puede visualizar desde un navegador web.

## 8. Compatibilidad con estándares

jClic no presenta compatibilidad con ningún estándar.

### 2) ARDORA<sup>19</sup>

---

#### Breve descripción

Ardora es una aplicación informática para docentes, que permite crear contenidos web, de un modo muy sencillo, sin tener conocimientos técnicos de diseño o programación web.

Con Ardora se pueden crear más de 45 tipos distintos de actividades, crucigramas, sopas de letras, completación, paneles gráficos, relojes, entre muchos otros, así como más de 10 tipos distintos de páginas multimedia entre las que se encuentran: galerías de imágenes, panorámicas o *zooms* de imágenes, reproductores *.mp3* o *.flv* y siete nuevas "páginas para servidor": anotaciones y álbum colectivo, líneas de tiempo, póster, chat, sistema de comentarios y gestor de archivos.

---

#### Análisis de Ardora en base a los criterios definidos

##### 1. Licencia

Ardora es software libre, pero no es *Open Source*. Es decir, se puede utilizar gratuitamente, pero no se dispone del código de la aplicación, para su modificación.

##### 2. Plataforma

Ardora, puede ser ejecutado en Windows, y en el sitio oficial, se indica que puede ser ejecutado en Linux, utilizando la aplicación Wine. Fue probado en Ubuntu 10.04, OpenSuse 11 (32 y 64 bits) y Guadalinex.V6.

---

<sup>19</sup> Sitio Web oficial de Ardora: <http://webardora.net>

### 3. Tipos de Actividades

El contenido que Ardora permite generar, podría dividirse en 3 categorías:

1. Actividades Ardora
2. Páginas Multimedia
3. Páginas en servidor

#### *Actividades Ardora*

Como se mencionó anteriormente, Ardora presenta más de 45 tipos de actividades. Entre ellas, podrían nombrarse:

- Actividades con gráfico
  - Álbum
  - Panel gráfico
  - *Puzzle*
  - Colorear según leyenda
- Juegos de Palabras
  - Sopa de letras.
  - Crucigrama
  - Ahorcado
  - Damero
- Actividades con sonidos
  - Distinguir sonidos
  - Autodictados
- Actividades de relación
  - Palabras 1 a 1
  - Palabras Varios a Varios
  - Frases
  - Imagen-Frases
  - Imagen - Imagen

- Juego de memoria
- Actividades de completamiento
  - Palabras con sílabas
  - Textos con palabras
  - Tablas
- Actividades de Clasificación
  - Palabras
  - Imágenes
- Actividades de Test

### *Páginas Multimedia*

Dentro de las páginas multimedia, se pueden mencionar:

- Galerías de Imágenes
- *Zoom*
- Web 2.0
- Texto e Imágenes
- Panorama Interactivo
- Elementos Móviles.
- Pestañas y Acordeones
- Reproductor *.mp3*
- Reproductor *.flv*

### *Páginas en servidor*

Las páginas de servidor han sido incorporadas a partir de la versión 6.3 de Ardora. Entre las páginas en servidor, se pueden mencionar:

- Anotaciones Colectivas

- Álbum colectivo
- Chat
- Línea de tiempo

Además, se incorporan otros utilitarios para estas páginas como: Administrador de Usuarios, gestor de archivos y sistema de comentarios.

En la sección de ayuda, del sitio oficial de Ardora ([http://webardora.net/axuda\\_cas.htm](http://webardora.net/axuda_cas.htm)) se pueden encontrar ejemplos, junto con el objetivo y la utilidad de cada uno de los contenidos antes mencionados.

#### 4. Personalización

En Ardora, hay dos niveles de personalización. Por un lado, la personalización de la actividad o cada página creada, y por el otro, el diseño a nivel de paquetes o espacio web (En la próxima sección se explicará el concepto de paquete en Ardora).

A nivel de actividad, se puede personalizar el título, los autores y la alineación del contenido. Dentro de las opciones de ejecución, se puede personalizar la retroalimentación (*feedback*) para la actividad, en caso de acierto, error y límite de tiempo (se completa el tiempo establecido para realizar la actividad). Se puede elegir el color de texto para cada uno de estos mensajes.

Respecto al diseño a nivel de paquete o espacio web, los usuarios pueden seleccionar una plantilla de diseño, entre los provistos por Ardora, que será utilizada como base. Luego, el usuario, podrá modificar algunos aspectos visuales de ésta.

#### 5. Paquetes de Actividades

En Ardora, los contenidos se pueden agrupar como paquetes de actividades o como espacios web.

En el caso del paquete de actividades, se agrupan contenidos creados con Ardora, pero sólo del tipo Actividades Ardora. En estos paquetes, se puede configurar la plantilla de diseño, títulos,

subtítulos, y pie de página. Ardora, crea automáticamente un índice de acceso a las actividades empaquetadas y brinda la posibilidad de crear un menú con enlaces externos.

En el caso del espacio web, se puede agrupar, cualquier contenido generado con Ardora o no y además, enlaces externos a otros sitios de interés. En este caso, también se pueden personalizar las mismas características mencionadas en los paquetes, y además, se puede crear un menú desplegable o gráfico (a través de iconos). Esta opción brinda mayor posibilidad, ya que se integran en un espacio web diversidad de recursos generados con Ardora y con otras herramientas externas.

#### 6. Posibilidades de navegación

Como se mencionó en la sección anterior, a través del uso de paquetes y espacios web, el usuario puede navegar el contenido de forma secuencial, jerárquica o de red.

#### 7. Formatos de salidas

Ardora, genera sus contenidos en formato *.html*. En algunos casos, se genera un sólo archivo *.html* con el contenido relacionado y en otros, una carpeta con todos los recursos incorporados, pero siempre habrá un archivo *.html* principal, a partir del cual se estructura y organiza la navegación por el resto de los contenidos.

#### 8. Compatibilidad con estándares

Ardora es compatible con el estándar SCORM<sup>20</sup>, pero sólo se ajustan a los contenidos de tipo actividades y los paquetes de actividades.

### 3) EXELEARNING<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> SCORM (Sharable Content Object Reference Model) es un conjunto de normas técnicas que permite a los sistemas de aprendizaje en línea importar y reutilizar contenidos de aprendizaje que se ajusten al estándar. Más información en: <http://scorm.com/scorm-explained/>

<sup>21</sup> <http://exelearning.net/>

---

## Breve descripción

El editor eLearning XHTML (eXe) es un programa de autor para la creación y publicación de contenidos web.

Esta herramienta está especialmente indicada para profesionales de la educación (profesores y diseñadores instruccionales), dedicada al desarrollo y publicación de materiales de enseñanza y aprendizaje a través de la web.

---

## Análisis de Ardora en base a los criterios definidos

### 1. Licencia

ExeLearning es una herramienta de código abierto y libre distribución, cuenta con un equipo de desarrolladores y en el sitio oficial, cualquier persona, puede solicitar ser evaluador de la herramienta, aportando ideas y detectando errores, contribuyendo así a la comunidad de ExeLearning.

### 2. Plataforma

Funciona sobre Windows, Mac y algunas versiones de Linux. Además, cuenta con una versión portable que puede ser utilizada sobre Sistemas Operativos Linux y Windows.

### 3. Tipos de Actividades

En ExeLearning, se va creando el proyecto web, en base a un índice con estructura de árbol. Allí, se van añadiendo páginas al árbol y se pueden ir incorporando, lo que en ExeLearning se llama *iDevices*.

Los *iDevices* son los diferentes tipos de plantillas para crear páginas en ExeLearning. La versión original de ExeLearning dispone de 18 *iDevices*, cada uno con una utilidad pedagógica o técnica distinta. A continuación se citan agrupados los *iDevices* de la versión original:

*iDevices* de presentación de información de forma textual.



- Texto libre. Permite añadir contenidos, de manera similar a un editor de textos.
- Objetivos. Permite añadir los resultados previstos del aprendizaje. Se deben definir lo que los alumnos serán capaces de hacer al terminar las tareas de aprendizaje.
- Conocimiento previo. Permite añadir información sobre los conocimientos previos, es decir, los conocimientos que los alumnos deben tener, a fin de poder completar el aprendizaje de manera efectiva.

*iDevices* de presentación de información no textual (imágenes y páginas web).

- Galería de imágenes. Permite generar una galería de imágenes, las cuales se visualizan en miniatura hasta que el alumno las selecciona.
- Lupa. Permite agregar imágenes, y provee las funcionalidades de lupa para ampliarlas y observar mejor aquello que interese.
- Sitio web externo. Permite incrustar una web externa, dentro del contenido.
- Artículo de la Wikipedia. Permite incorporar un contenido extraído de Wikipedia.
- *RSS* (no dinámico). Permite incorporar contenido en formato de *RSS*, es decir, como un resumen de un sitio web.
- *Applet* de Java. Permite insertar un *applet* de java, que podría haber sido creado con otra herramienta.

*iDevices* de actividades no interactivas: proponen actividades que no se pueden contestar directamente.

- Actividad de lectura. Permite insertar un texto simple.
- Caso práctico. Permite ingresar una historia, la cual pretende transmitir un mensaje educativo. Puede ser utilizado para presentar una situación realista, que permite a los estudiantes aplicar sus propios conocimientos, experiencias, vivencias u opiniones.
- Reflexión. Permite crear una actividad de reflexión, la cual ofrece a los alumnos la oportunidad de observar y reflexionar sobre sus observaciones antes de presentar éstas como una pieza de trabajo académico.

*iDevices* de actividades interactivas: permiten al alumno interactuar directamente con el objeto.

- Rellenar huecos. Permite crear una actividad donde se presentan frases o contenidos donde faltan palabras, que deben ser rellenadas.
- Pregunta de elección múltiple. Permite crear preguntas que pueden tener dos o más respuestas correctas.
- Pregunta de selección múltiple. Posibilita crear preguntas que pueden tener dos o más respuestas correctas. Estas respuestas deben ser marcadas con una casilla de verificación.
- Pregunta verdadero-falso. Permite crear un cuestionario, donde la respuesta a cada pregunta, se limita a Verdadero/Falso.
- Cuestionario SCORM. Permite la creación de un examen que se podría incorporar a un Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje, para la gestión de los resultados obtenidos por el alumnado al resolverlo.
- Actividad desplegable. Permite crear una actividad que propone al alumno un texto con un espacio a completar y allí, una lista de posibles cadenas de palabras que deberán ser seleccionadas.

Por otro lado, los usuarios más experimentados, pueden crear sus propios *iDevices*, utilizando el Editor de *iDevices* que proporciona ExeLearning.

#### 4. Personalización

ExeLearning, cuenta con un conjunto de hojas de estilos que puede ser utilizada por los usuarios. Estas hojas de estilos, definen el diseño del sitio web a generar. El sitio web agrupa todas las actividades creadas por los docentes con ExeLearning.

Luego, cada página con inclusión de texto, incluye un editor HTML para poder dar fácilmente, el formato deseado.

#### 5. Paquetes de Actividades

En ExeLearning los contenidos son agrupados en un único sitio web, es decir, que no se genera un paquete de actividades como en otros casos mencionados, si no un sitio web conformado por un conjunto de páginas que son las actividades que se han ido creando con ExeLearning. Como se mencionó anteriormente, este sitio web contiene un menú con estructura de árbol.

## 6. Posibilidades de navegación

Como se mencionó en la sección anterior, a través del uso del menú del sitio web generado, el usuario puede navegar el contenido de forma secuencial jerárquica o de red. La Figura 3.1 muestra esta situación.



Figura 3.1 – Estructura de un sitio web, creado con EXeLearning. Captura obtenida durante la revisión de la herramienta.

## 7. Formatos de salidas

A continuación se enumeran los diferentes formatos de exportación soportados por eXe:

- *Common Cartridge:*
- SCORM 1.2

- Paquete de contenido IMS (IMS CP<sup>22</sup>)
- Sitio web
- Página *.html* única
- Fichero de texto plano
- XLIFF<sup>23</sup>

#### 8. Compatibilidad con estándares

Los proyectos creados con ExeLearning, pueden ser exportados como paquetes estándar SCORM o IMS Content Package (IMS CP)

#### 4) MALTED<sup>24</sup> (Multimedia Authoring for Language Tutors and Educational Development)

##### Breve descripción

MALTED es una herramienta informática de autor para la creación y ejecución de unidades didácticas multimedia e interactivas. Esta herramienta ha sido desarrollada, en particular para la enseñanza de idiomas, si bien su uso se puede extender a otras materias del currículo escolar.

El sistema MALTED está integrado por dos entornos de trabajo, llamados respectivamente Editor MALTED (DVE) y Navegador MALTED (RTS):

- El entorno de creación o Editor Malted es un maquetador visual de ejercicios y unidades de trabajo que genera de forma automática y transparente el código XML del que se

<sup>22</sup> IMS CP es una especificación básica para facilitar la interoperabilidad entre los sistemas de e-learning, ya que dichos sistemas pueden intercambiar materiales empaquetados de acuerdo a IMS CP. Un sistema que soporta IMS CP (por ejemplo, una herramienta de autor, un sistema de gestión del aprendizaje, una biblioteca digital de recursos educativos, etc.) será capaz de abrir los paquetes IMS, independientemente de la forma y el lugar en los que dichos paquetes hayan sido producidos.

<sup>23</sup> XLIFF (XML Localization Interchange File Format) es un formato basado en XML creado para estandarizar localización. La especificación tiene por objeto facilitar la interoperabilidad entre diferentes herramientas de localización. Más información en su sitio oficial: <http://docs.oasis-open.org/xliff/xliff-core/xliff-core.html>

<sup>24</sup> Sitio Web de Malted <http://recursostic.educacion.es/malted/web/index.html>

componen. Funciona a dos niveles. Por un lado, el editor de escenas, cuenta con numerosas plantillas que permiten generar fácilmente buena parte de los ejercicios usualmente empleados en la enseñanza de idiomas, articulando además, la incorporación de contenidos renovables y modificables, así como de texto, imágenes, gráficos, audio y vídeo y una aplicación para grabar la voz mediante un micrófono externo. Por otro lado, el editor de unidades, permite organizar las actividades en secuencias lógicas siguiendo un plan de desarrollo didáctico, formándose de este modo unidades de trabajo dotadas de sistemas de navegación.

- El entorno de visualización o Navegador Malted permite ver y completar los ejercicios creados, suministrando puntuaciones al verificar las respuestas proporcionadas. Además de disponer de este visor propio, el programa también puede interactuar con la Red por medio de un complemento (*applet* de Java, siendo Java el entorno de visualización general adoptado por el sistema), que posibilita su presentación en pantalla a través de un navegador web ordinario.

---

### Análisis de Malted en base a los criterios definidos

#### 1. Licencia

MALTED es un programa *freeware* y de código abierto. El proyecto original para su elaboración concluyó en el año 2000, pero el sistema sigue siendo objeto de actualización y mejora, principalmente bajo la gestión del INTEF (MECD). Cuenta con licencia GNU, lo cual supone la libre disponibilidad de uso de esta herramienta por parte del profesorado en el ejercicio de sus funciones propias, estando otros usos sujetos a las especificaciones de dicha licencia.

#### 2. Plataforma

El programa funciona bajo los sistemas operativos Windows y Linux.

#### 3. Tipos de actividades

Las actividades de Malted se basan en 13 plantillas totalmente funcionales que se importan para poder ser modificadas por el usuario. Varias plantillas están basadas en interacciones que tienen parámetros configurables para adaptar las actividades a los gustos o necesidades de cada persona.

- **Plantilla Básica:** es una plantilla prácticamente vacía, que no está basada en ninguna interacción especial del programa. Permite hacer cualquier actividad que no necesite que el programa procese ninguna información que se introduzca. Por ello, es ideal para hacer presentaciones de texto, audio, imágenes o vídeo, en las que el alumno solo tiene que recibir información.
- **Ahorcado:** permite hacer un ejercicio basado en el clásico juego del "ahorcado". El alumno debe adivinar una palabra pulsando sobre las letras. Si la palabra contiene la letra pulsada, aparece en su posición dentro de la palabra. Si no la contiene, el panel que contiene los dibujos (en este caso el reloj de arena) avanza un paso. La pista para que el alumno adivine la palabra puede ser una definición, una imagen, un acertijo, etc.
- **Asociación I y II:** permiten crear ejercicios de emparejar o hacer corresponder objetos y/o palabras. La correspondencia se hace arrastrando las soluciones a su lugar apropiado (*Matching*).
- **Completar:** permite crear ejercicios basado en texto con huecos que deben ser rellenados por el alumno.
- **Crucigrama:** permite generar ejercicios de crucigramas en los que el alumno completa las palabras, escribiendo mediante el teclado directamente en los huecos. La definición correspondiente al hueco activo aparecerá en un cuadro, y opcionalmente es posible hacer que también aparezca una imagen.
- **Diálogo:** esta plantilla simula un diálogo que se puede seguir secuencialmente, mediante audio y texto.
- **Dictado:** combinado con otra herramienta, permite crear una actividad de dictado. Esta plantilla verifica un texto escrito de cierta longitud: compara lo que el alumno ha escrito con el texto original, y si hay diferencias indica dónde están los errores. Si se combina un

objeto de audio con la locución del texto original es ideal para crear actividades de dictado.

- **Escribir:** no está basada en ninguna interacción especial del programa, sino que usa las posibilidades del programa de editar un cuadro de texto que puede enviarse por correo electrónico o imprimirse. Se pueden diseñar con esta plantilla ejercicios de libre redacción que el ordenador no puede comprobar, sino que necesitan supervisión individualizada por parte del docente.
- **Grabación:** la plantilla Grabación no está basada en ninguna interacción especial del programa, sino que usa las acciones de grabar y reproducir que se pueden asociar a cualquier objeto.
- **Memoria:** permite diseñar un ejercicio de buscar parejas tratando de recordar donde se encontraba cada elemento. Los textos o imágenes aparecen como cartas a las que se ha dado la vuelta, y solo se pueden ver de dos en dos.
- **Ordenar:** permite ofrecer una oración fragmentada para que el alumno coloque las partes en el orden correcto. Para ello debe arrastrar cada elemento a su posición. Es necesario empezar por el primer elemento de la serie porque todos los situados detrás del lugar al que se arrastra se moverán un paso hacia atrás.
- **Test:** permite crear un ejercicio de preguntas con varias posibles respuestas entre las que el alumno debe elegir la correcta. La plantilla se puede configurar para que el alumno solo pueda elegir una respuesta, o para que pueda elegir varias como correctas.

#### 4. Personalización

Cada plantilla de actividad contiene un diseño predeterminado. Luego, el docente podría personalizar, para cada escena, los colores, los botones interactivos, los textos y su formato.

#### 5. Paquetes de Actividades

Un Proyecto Malted está integrado por 3 componentes fundamentales:

A) Escenas (archivos con extensión *.xml*): forman el núcleo de la unidad. Son las distintas pantallas o actividades de las que se compone. Se crean y modifican usando el Editor de escenas.

B) Unidad (archivo con extensión *.cxm*): es el hilo conductor de las escenas. Contiene el orden en el que se muestran las escenas, además, de los demás vínculos que existen entre ellas dentro de la unidad (como los vínculos de un menú que lleva a otras escenas). Se crean y modifican usando el Editor de unidades.

C) Objetos multimedia usados en las escenas:

- audios (extensiones *.mp3 / .wav / .mov / .au*)
- imágenes (extensiones *.jpg / .gif / .png*)
- textos (extensiones *.txt / .rtf*)
- vídeo (extensiones *.mpg / .mov*)

En resumen, los contenidos generados con Malted se agrupan mediante Unidades didácticas y éstas se pueden exportar como proyectos en formatos *.jar*<sup>25</sup>.

## 6. Posibilidades de navegación

Como se mencionó anteriormente, Malted permite crear Unidades didácticas. Dentro de cada unidad, se pueden presentar tres formas de navegación:

- Navegación lineal simple: consisten en una sucesión lineal de actividades.
- Navegación compleja: se tiene la posibilidad de saltar de una escena a otra, sin tener que pasar por todas ellas de modo secuencial. El caso más claro de este tipo, es una unidad en la que se incluya un menú que permita acceder a todas las actividades, y que desde todas las actividades se pueda acceder al menú.

---

<sup>25</sup> Un archivo **JAR** (por sus siglas en inglés, **J**ava **A**Rchive) es un tipo de archivo que permite ejecutar aplicaciones escritas en el lenguaje Java. Están comprimidos con el formato ZIP.



- Uso de enlaces ocultos: los enlaces ocultos, o *hiddenlinks*, son los que no aparecen de modo visible asociados a botones, sino que se activan cuando se da alguna condición que se ha establecido previamente al crear la unidad. Las condiciones asociadas pueden ser: conseguir en la actividad una puntuación menor de la indicada en el campo Valor (es un campo que se debe completar durante la creación de la unidad), conseguir una puntuación igual o mayor de la indicada en el campo Valor, estar dentro de una escena por un tiempo inferior al indicado en el campo Valor, estar dentro de una escena un tiempo igual o superior al indicado en el campo Valor, entre otras.

### 7. Formatos de salidas

Internamente las escenas se exportan como archivos *.xml*. Luego, al incluirlo en unidades, se puede guardar la unidad como *.cxml*. Por último, se pueden exportar las unidades como proyecto en formato *.jar*.

### 8. Compatibilidad con estándares

Malted no proporciona compatibilidad con ningún estándar.

## 5) CUADERNIA<sup>26</sup>

### Breve descripción

Cuadernia es una herramienta de autor, para la creación de contenido educativo. Permite construir cuadernos digitales multimedia con propósitos pedagógicos, facilitando el uso de audio, video, texto, imagen, y la integración de algunas actividades lúdicas predefinidas.

<sup>26</sup> <http://cuadernia.educa.jccm.es/>

#### 6) Licencia

Funciona bajo licencia *Creative Commons*, lo que (entre otras cosas) la hace de uso gratuito para la creación de material didáctico.

#### 7) Plataforma

Existen 3 presentaciones diferentes del Software Cuadernia:

1. Por un lado, se puede acceder a su **versión on-line** y realizar actividades desde su ubicación web. Pero, en esta modalidad, no se permite guardar los cuadernos por lo que deberán ser exportados a formato *.zip*<sup>27</sup> y guardados de forma local. Esta versión, funciona en cualquier sistema operativo que posea un navegador web y soporte para *flash*.
2. Por otro lado, se presenta su versión **instalable local**, es decir, un archivo ejecutable que podrá ser instalada en la PC del usuario. Esta versión, funciona en Windows y en Linux.
3. Por último su **versión en USB** que permite trabajar con la herramienta, desde una unidad externa de memoria USB. Esta versión es multiplataforma, y no requiere instalación.

#### 8) Tipos de Actividades

Como se mencionó anteriormente, Cuadernia, permite la creación de libros multimediales, por lo que el contenido principal, es un libro digital.

En cada página de este libro, se pueden incluir, uno o varios Objetos de su librería de objetos. Estos objetos, pueden ser: una imagen, un texto, una actividad, una forma (recuadros, flechas, cuadros de diálogo, etc.), un audio, un video, una animación *flash*, una escena y/o una imagen ampliada (una imagen con posibilidad de hacerle *zoom*).

---

<sup>27</sup> ZIP es un formato de compresión de archivos, sin pérdida de información.

De todas las mencionadas, las actividades y las escenas, contienen otro subconjunto de posibilidades que se mencionan a continuación:

- Escenas
  - Escena de Descartes
  - Escena de Realidad Aumentada
  - Escena de Representación de Funciones
  - Escena de Rayos X
  - Escena de Operaciones
  - Escena de Reloj
  - Escena de instrumentos de Cuerda
  - Escena de Geogebra
  - Escena de Slideshare
  - Escena de youtube
  
- Actividades
  - Tangram
  - Preguntas
  - Actividad de Identificación
  - Sopas de letras
  - Crucigrama de imágenes
  - Crucigrama de texto
  - Palabra secreta

- *Puzzles*
- Rompecabezas
- Unir por puntos
- Completar texto horizontal
- Completar texto vertical
- Rellenar Agujeros
- Emparejar imágenes con texto
- Emparejar texto.
- Unir flechas respuestas múltiples
- Buscar parejas de imágenes
- Buscar parejas imagen – texto
- Respuesta escrita
- Pregunta de respuesta abierta
- Ordenar Elementos
- Actividad de exploración
- Ejercicios con frases
- Sudoku

#### 9) Personalización

Cuadernia, presenta un diseño de página por defecto. Luego, el docente podría elegir una nueva plantilla particular y, además, cambiar color e imagen de fondo y formato del borde.

#### 10) Paquetes de Actividades

Los contenidos están empaquetados dentro de un libro de Cuadernia. Es la única forma de empaquetamiento que presenta Cuadernia.

### 11) Posibilidades de navegación

La principal forma de navegación del material, es secuencial, ya que se presenta como libro, y se deberá ir avanzando página a página.

Por otro lado, el libro, presenta la posibilidad de "Saltar a" un número de página particular, por lo que además de poder navegar el contenido secuencialmente, se puede navegar alternando entre diferentes páginas ingresadas por el alumno.

### 12) Formatos de salidas

Al elegir la opción de publicar, Cuadernia proporciona 3 opciones: Cuadernia SCORM, Para mi ordenador y para la web.

1. Cuadernia SCORM: genera un archivo *.zip* que contiene todos los recursos incluidos en el libro, y los metadatos que deben haber sido cargado previamente.
2. Para mi ordenador: genera un *.zip*, que dentro contiene un ejecutable *.exe* y los recursos incorporados en el libro.
3. Para la web: genera un *.zip*, que adentro contiene un archivo *.html* y los recursos incorporados en el libro.

### 13) Compatibilidad con estándares

Cuadernia, es compatible con el estándar SCORM. Para poder exportar el contenido creado en formato SCORM es necesario que el usuario, cargue los metadatos solicitados y luego, exporte el contenido con la opción "Cuadernia SCORM".

## 3.4- RESULTADOS

Se presenta debajo un análisis comparativo, teniendo en cuenta las características mencionadas en la sección "Análisis de diferentes herramientas de autor para el ámbito educativo". La

comparación que se presenta en la tabla 3.1, permite resumir varios de los aspectos abordados en el análisis de cada herramienta particular.

| <b>Criterios de evaluación</b>     | <b>jClic</b>  | <b>Ardora</b>                      | <b>ExeLearning</b>                         | <b>Malted</b>                    | <b>Cuadernia</b>                       |
|------------------------------------|---|------------------------------------|--|----------------------------------|--|
| <b>Licencia</b>                    | GPL (De código abierto)                                       | Gratuito (No es de código abierto) | GPL (De código abierto)                    | GNU (de código abierto)          | <i>Creative Commons</i>                |
| <b>Plataforma</b>                  | Windows, Linux, Solaris, Mac OSx                              | Windows y Linux (Con Wine)         | Windows, Mac y algunas versiones de Linux. | Windows y Linux                  | Windows y Linux                        |
| <b>Personalización</b>             | Limitada. A nivel de actividad o a nivel de proyecto o ambos. | Ilimitada                          | Ilimitado                                  | Limitado                         | Limitado                               |
| <b>Paquetes de actividades</b>     | Proyectos (Como secuencia de actividades)                     | Sitio web                          | Sitio web                                  | Proyecto en <i>.jar</i>          | Libro en formato <i>flash</i> .        |
| <b>Posibilidades de navegación</b> | Secuencial (y a través de un índice principal)                | Secuencial, jerárquico y en red.   | Secuencial, jerárquico y en red.           | Secuencial, Jerárquico y en red. | Secuencial y en red.                   |
| <b>Formato de</b>                  | Proyecto <i>.jClic</i> (requiere del                          | Sitio web                          | Sitio web, página <i>.html</i>             | <i>.xml</i> , <i>.cxml</i> y     | <i>.exe</i> y como página <i>.html</i> |

|  |  |       |  |                    |                               |
|--|--|-------|--|--------------------|-------------------------------|
| <b>salida</b>                            | <i>player</i> de JClick)<br><i>Applet</i> Java |       | única, Texto<br>Plano, XLIFF           | <i>Applet</i> Java | con archivo<br><i>flash</i> . |
| <b>Compatibilidad<br/>con estándares</b> | No posee.                                      | SCORM | SCORM, IMS<br>CP, Common<br>Cartridge. | No posee           | SCORM                         |

Tabla 3.1 - Análisis comparativo de diferentes herramientas de autor.

Como se muestra en la tabla 3.1, todas las herramientas de autor analizadas, son de uso gratuito. Todas se pueden ejecutar en Windows. En particular, ExeLearning y jClic se pueden ejecutar en Mac. Malted y jClic están disponibles libremente para Linux. Ardora está disponible para Linux, utilizando Wine y ExeLearning está disponible sólo para algunas versiones de Linux. jClic, además, está disponible para Solaris.

Respecto al nivel de personalización Ardora y ExeLearning tienen un nivel ilimitado, debido a que genera un *.html* que luego puede ser modificado por un experto informático. Las demás herramientas sólo permiten la personalización desde la propia herramienta de autor.

En cuanto al agrupamiento del contenido, Ardora y ExeLearning lo hacen a través de un sitio web. Malted y jClic a través del uso de un paquete y Cuadernia un libro digital.

En relación a las posibilidades de navegación. Todas las herramientas presentan navegación secuencial y en red, exceptuando jClic que sólo permite secuencial. Ardora, ExeLearning y Malted proveen además, navegación jerárquica.

En tanto, en lo que respecta al formato de salida, jClic requiere (opcionalmente) de la utilización de un visor de actividades. Otra alternativa es, al igual que malted, exportarlo como applet de java. Ardora, ExeLearning y Cuadernia se exportan como sitio web. En particular Cuadernia, se puede exportar además como *.exe* o SCORM.

Ardora, ExeLearning y Cuadernia proveen compatibilidad con los estándares. Ardora y Cuadernia con SCORM y ExeLearning provee otros formatos.

### 3.5- CONCLUSIONES

Las herramientas antes mencionadas, son sólo un subconjunto de la gran cantidad de herramientas de autor disponibles en el mercado. Se ha hecho una recopilación de algunas, en base a las más utilizadas en el ámbito educativo y con mayor disponibilidad de plantillas. Se las ha comparado a partir de los criterios definidos con anterioridad. Este capítulo, permite preparar al lector para el siguiente, ya que establece las posibilidades que ofrecen las herramientas de autor orientadas al ámbito educativo: plantillas, presentación de contenido multimedia, y actividades de diversos tipos. En general, permiten tener una retroalimentación o “*feedback*” inmediato que el docente se encarga de completar a partir de las plantillas específicas con que cuenta cada herramienta de autor. Permiten presentar consignas (a través de otras plantillas o dentro de la misma), las actividades se agrupan o bajo un libro, o sitio web o paquete, algunas requieren de un visor y otras no, los contenidos y actividades se pueden navegar de distintas formas.

Este capítulo abre la puerta para el tipo de análisis que se realizará en el próximo capítulo con las herramientas de autor estudiadas para la generación de actividades de RA.

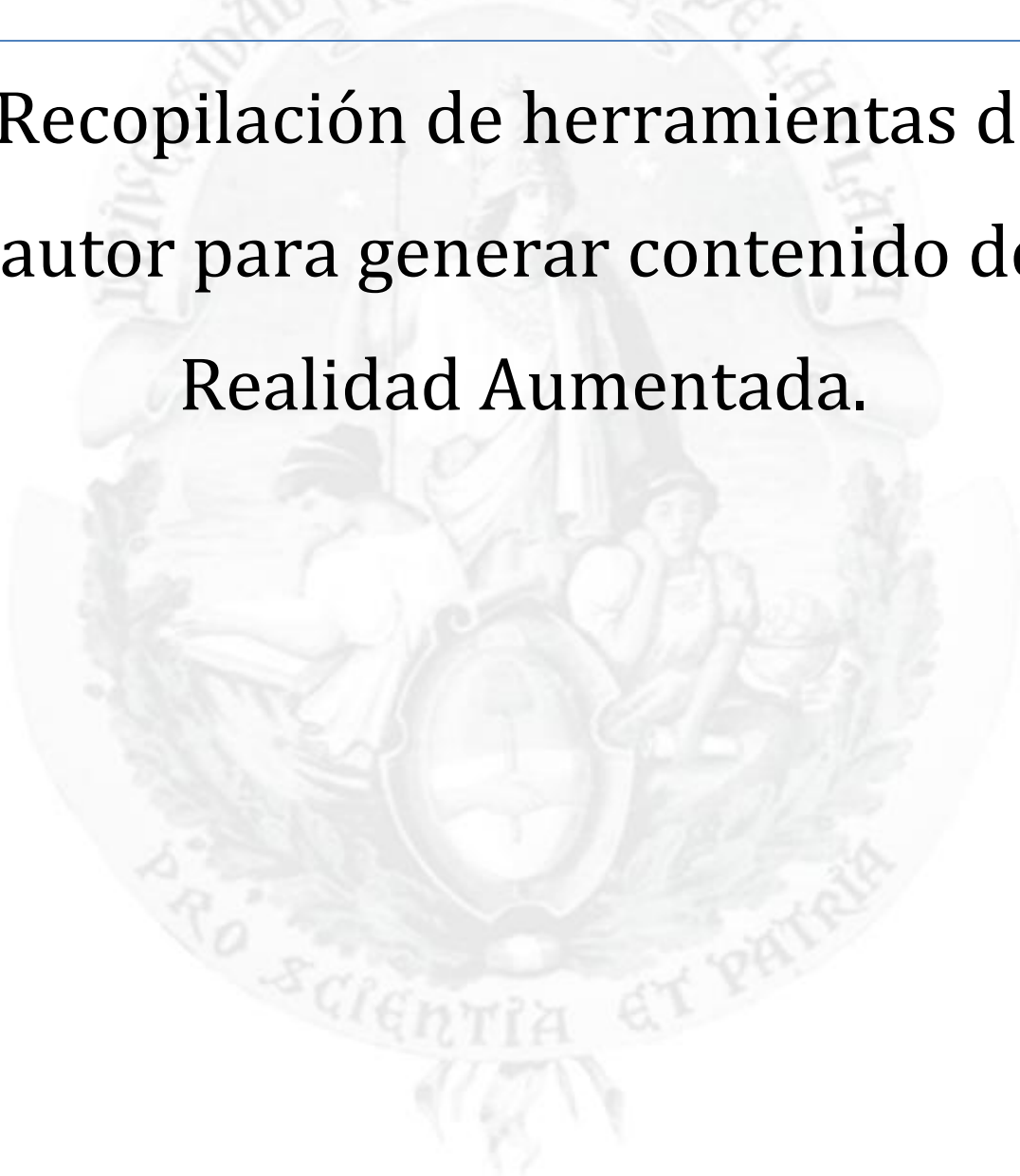
En el próximo capítulo, se hará una recopilación de herramientas de autor que permiten la creación de contenido de Realidad Aumentada.



# CAPÍTULO 4

---

Recopilación de herramientas de autor para generar contenido de Realidad Aumentada.



## 4.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo anterior, se mencionaron diferentes acepciones para la definición de herramientas de autor y se mencionaron a modo de ejemplo, algunas herramientas de autor orientadas al ámbito educativo.

Como se explicitó en el capítulo 2, los sistemas de Realidad Aumentada, están siendo utilizados en numerosas áreas y contextos, tales como procedimientos médicos, automoción, robótica, mecánica, o aplicaciones comerciales, entre otras.

Uno de los principales problemas en el desarrollo de una aplicación de RA es la creación de contenido, debido a la falta de herramientas apropiadas para el desarrollo de imágenes en 3D con visión de profundidad. Hay bibliotecas de software populares como *ARToolKit* y *ARToolKitPlus*, que utilizan *OpenGL*<sup>28</sup>, *VRML*<sup>29</sup> u *OpenSceneGraph*<sup>30</sup> para representar los modelos 3D sobre las escenas capturadas en tiempo real. Sin embargo, el uso de éstas y otras bibliotecas de gráficos por ordenador, requiere conocimientos de programación para generar aplicaciones de RA.

Con el fin de evitar estos problemas, se han propuestos en los últimos años diferentes herramientas para la creación de contenido de RA (Gimeno, Morillo, Orduña, Fernández, 2013) (Poupyrev, Tan, Billinghurst, Kato, Regenbrecht, Tetsutani, 2001) (Haringer, Regenbrecht, 2002) (Tang, Owen, Bioca, Mou, 2002) (Knopfle, Weidenhausen, Chauvigne, Stock, 2005).

En este capítulo, se presentarán algunas de éstas disponibles en el mercado, que permitan la creación de contenidos basados en el paradigma de Realidad Aumentada. Cabe aclarar, que las herramientas para la creación de contenido de RA, varían mucho unas de otras, brindando así un amplio abanico de posibilidades sobre lo que se puede encontrar cuando se quiere crear contenido, sin tener conocimientos en programación. Se describirán sus funcionalidades principales, licencias y otras características que se explicitan en la siguiente sección.

---

<sup>28</sup> <http://www.opengl.org/>

<sup>29</sup>VRML (sigla del inglés Virtual Reality Modeling Language. "Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual") - formato de archivo normalizado que tiene como objetivo la representación de escenas u objetos interactivos tridimensionales; diseñado particularmente para su empleo en la web.

<sup>30</sup> <http://www.openscenegraph.org/>

## 4.2. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE DIFERENTES HERRAMIENTAS DE AUTOR

En este apartado, se mencionan diferentes sistemas considerados herramientas de autor, debido a que permiten la creación de contenido de RA, sin tener conocimiento de programación.

Para analizar las diferentes herramientas, se definen una serie de criterios propuestos por la autora, y algunos de ellos tomados de bibliografía de referencia (Kaskalis, TTzidamis, Margaritis, 2007) (Preklik, 2002) (Albion, 1999) (Sanz, 2013). Estos son:

- Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción.
- Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar.
- Licencia con la que se distribuye.
- Plataforma sobre la que se ejecuta.
- Documentación disponible sobre el uso de la herramienta.

Dado que interesa en este trabajo focalizar en el uso de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo, se han planteado algunos criterios que se vinculan con la posibilidad específica de estas herramientas para la creación de actividades educativas. Si bien la mayoría de ellas, no han sido diseñadas específicamente para ser usadas por docentes y/o alumnos, algunas de sus funcionalidades podrían ser adecuadas, mientras otras no. Este es el tipo de análisis que se presentará en este capítulo. Incide en éste, la recopilación y comparación abordada en el capítulo 3, donde se vieron herramientas de autor orientadas al escenario educativo para la creación de actividades y contenidos. En dicho capítulo, se puede observar el tipo de posibilidades concretas que éstas brindan, y que se buscará encontrar en el análisis de las herramientas de autor para RA.

### 4.3. RECOPIACIÓN DE DIFERENTES HERRAMIENTAS DE AUTOR

Las herramientas de autor recopiladas, luego de una búsqueda bibliográfica y en la web, son: *ARcrowd*, *Arive*, *Atomic*, *Augment*, *Aumentaty Author*, *BuildAR Pro*, *Cuadernia*, *Layar* y *Metaio*. No se trata de una lista acabada de lo disponible en el mercado, pero sí constituyen el núcleo de las presentadas en varios artículos científicos (Wichrowski, 2013) (Wang, Langlotz, Billinghamurst, Bell, 2009).

Algunas de las herramientas que se mencionan en los artículos citados, no se han incluido en el análisis por diferentes motivos, entre ellos, porque son sólo modelos teóricos que no están disponibles para su descarga, porque son complementos de otros software propietarios que no proveen versión de evaluación o porque no se consideran herramientas de autor, acorde a la definición presentada en este trabajo.

#### 1) ARCROWD<sup>31</sup>

---

##### Descripción general

*ARcrowd* es una aplicación *online* que permite crear y ver contenido de Realidad Aumentada sin tener conocimientos de programación.

Los usuarios solamente deben subir imágenes, vídeos, audios o modelos en 3D y la herramienta genera automáticamente un visor y los marcadores relacionados a cada contenido.

*ARcrowd* no necesita instalar ningún tipo de software ni para la creación, ni para la visualización de la Realidad Aumentada, ya que todos estos procesos se hacen de forma *online*.

Sólo es necesario tener instalado el *plugin* de *flash* para una correcta visualización de las animaciones.

---

<sup>31</sup> <http://arcrowd.com/>

Aunque dentro del sitio, utilicen el término *ARBooks*, es importante aclarar que la herramienta no permite la creación libros aumentados. Son simplemente actividades de exploración, donde se relaciona un marcador con un contenido particular. *ARCrowd* motiva al docente/creador a crear posteriormente un libro aumentado, utilizando esas exploraciones disponibles. De todos modos, en esta sección, se utilizará el término “libro aumentado o ARBook” para coincidir con la terminología utilizada por la herramienta, más allá de que no acuerden completamente con la definición de libro aumentado presentada en el capítulo 2.

Los *ARBooks* creados con *ARCrowd* no pueden ser descargados, ni exportados. El alumno deberá ingresar al sitio para interactuar con el contenido. Por otro lado, se puede habilitar la opción de que el recurso sea accedido por otros internautas, a través del repositorio que provee el mismo sitio de *ARCrowd*.

La aplicación está disponible en inglés y español.

---

#### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de *ARCrowd*

Como se mencionó anteriormente, la forma de interacción de *ARCrowd* es a través de su sitio web. Antes de comenzar a interactuar con la herramienta de autor, es necesario registrarse en el sitio. Luego, ya se puede comenzar a generar contenido.

La interfaz principal de *ARCrowd* una vez que se inicia sesión es muy sencilla. Se presenta un menú superior con diferentes opciones. De izquierda a derecha las opciones son:

- Mis ARbooks
- Ayuda
- Novedades
- Nombre de usuario. Se muestra el nombre de usuario y como submenú, figuran las opciones de:
  - Crear ARBook
  - Perfil

- Idioma
- Cerrar sesión

Para comenzar a crear contenido, se puede ingresar directamente con un clic en "Crear ARBooks" o ir a la opción "Mis ARBooks", y luego hacer clic en el botón "Crear ARBook". De esta manera, se ingresa a una página como la que se muestra en la figura 4.1.

**Create a cover for your ARbook**

In this step you're going to fill in basic information about your ARbook.

**Title**

Title will be the first, so avoid long titles and try to be specific and clear.

Demo 1

**Category**

Select a category where your ARbook fits. For example, if it will contains photos of your pets, a good category would be Pets & Animals.

Autos & Vehicles

**Cover**

You ARbook will be more attractive if you choose a good cover image. These covers are relative to your ARbook content, so choose one of those by clicking them, or upload yours.

+ Upload my own image

Cover 1

Cover 2

Cover 3

Figura 4.1 – Página principal de ARcrowd. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

En esta pantalla se debe ingresar un título, una categoría a la cual pertenece el ARBook y una imagen de portada (se puede usar una de las que ofrece el sitio o cargar una nueva). Luego, se deben ingresar palabras clave y, opcionalmente, un resumen del contenido de la actividad de exploración libro aumentado. Estos últimos datos se solicitan para facilitar que otros alumnos encuentren, a través del buscador del sitio, el recurso que se está creando.

Posteriormente, se puede continuar con la opción de añadir contenido al libro (Figura 4.2).



Figura 4.2 – Pantalla de configuración de marcadores del sitio. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

De esta manera, se elige el tipo de marcador (Video, Sonido, Objeto 3D o Imagen) y luego, se debe cargar el contenido a mostrar. Sólo en el caso de los objetos 3D, se puede seleccionar un recurso ya disponible en la galería del sitio de *ARCrowd*.

Si se quieren agregar más actividades de exploración, se debe hacer clic en el botón “Añadir Marcador”, y repetir el procedimiento explicado anteriormente.

Luego de configurar todas las animaciones, se debe hacer clic en “Generar *ARBook*”. Esta acción, redirigirá a una pantalla intermedia, donde se brinda la posibilidad de descargar los marcadores configurados. En forma posterior a presionar "Terminar", se accede a la pantalla

principal del libro, donde se provee un enlace de acceso al material que el docente deberá distribuir entre sus alumnos.

Además, el docente, puede cargar un archivo *.pdf*, creado por fuera de la herramienta *ARCrowd*, con el fin de incorporar una explicación para el alumno vinculada a la actividad que está construyendo. El *.pdf* incluso puede contener los marcadores generados desde *ARCrowd*. Así un alumno, luego podría descargarse el *.pdf* con la explicación y los marcadores. En la figura 4.3, se muestra un extracto de un archivo *.pdf*, relacionado a un proyecto, donde el docente ha incorporado texto de explicación sobre un tema particular y luego, incluyó el marcador generado por *ARCrowd*, junto con un texto que invita al alumno a interactuar con el marcador, a través de la aplicación.

## Mercurio

Mercurio es el planeta más cercano al Sol y el segundo más pequeño del Sistema Solar. Mercurio es menor que la Tierra, pero más grande que la Luna. Si nos situásemos sobre Mercurio, el Sol nos parecería dos veces y media más grande. El cielo, sin embargo, lo veríamos siempre negro, porque no tiene atmósfera que pueda dispersar la luz.

Tarda menos de tres meses en completar su órbita alrededor del Sol, y casi 58 días en dar la vuelta sobre sí mismo.



Figura 4.3 - Ejemplo de PDF adjuntado por un docente. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.



Como observación a tener en cuenta, resulta interesante mencionar que los libros no pueden ser editados posteriormente.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

Una vez que el alumno, accede a la página principal del libro, se brinda la posibilidad de descargar los marcadores o el libro aumentado (si es que el docente lo cargó) en formato *.pdf*.



Figura 4.4 – Ejemplo de interacción con *ARCrowd*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Como se ve en la figura 4.4, el único contenido que se puede crear con *ARCrowd*, es el correspondiente a actividades del tipo exploratoria. Es decir, a un marcador, se le puede asociar un objeto 3D, una imagen, un video o un sonido que se muestra/reproduce al enfocar el marcador a la cámara.

Los formatos de archivo soportados en *ARcrowd* son:

- *.jpg, .jpeg, .png, .bmp y .gif* para imágenes.
- *.mp3* para sonidos.
- *.mp4* para videos.
- *.dae* para Modelos 3D (comprimidos previamente en *.zip*, junto a las texturas).

Además, los archivos subidos pueden tener un tamaño máximo de *64 Mb*. Esto se aplica a todos los tipos de archivo: imágenes, sonidos, vídeos y modelos 3D en formato *.zip*.

Como se mencionó anteriormente, esta herramienta no brinda posibilidades de exportación. Todo tipo de interacción debe realizarse a través del sitio web.

No se pueden incorporar consignas para el alumno.

No es *multitarget*. Esto quiere decir que no se puede interactuar con más de una marcador a la vez.

---

### Licencia

*ARCrowd* es una aplicación de uso gratuito. Su código no está libre para descarga.

---

### Plataforma

Al ser una aplicación web basada en *html5*, disponible para *Chrome* y *Firefox* se considera multiplataforma. Sin embargo, *Arcrowd* no es compatible con *Internet Explorer* en ninguna de sus versiones. *Internet Explorer* no soporta *WebRTC*<sup>32</sup> por lo que, no es posible obtener la fuente de video directamente desde el navegador.

---

### Documentación

---

<sup>32</sup> <http://www.webrtc.org/>

*ARCrowd* no cuenta con documentación descargable desde el sitio web, ni con tutoriales. Dispone de una sección de preguntas frecuentes que puede ser útil para el docente y está disponible en <http://arcrowd.com/faq/>.

## 2) ARIVE<sup>33</sup>

---

### Descripción general

*ARive (Augmented Reality linteractive Visualization Engine)* es un software de Realidad Aumentada intuitivo, simple y gratuito.

Utilizando una cámara web, se pueden mostrar modelos 3D en escala adecuada, insertados en un ambiente real.

El objetivo de *ARive* es facilitar la tarea de diseñadores, artistas, y arquitectos que quieran visualizar sus proyectos de una forma nueva y contextual, sin ningún conocimiento previo de la visión técnica de RA.

---

### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de ARive

La pantalla principal de la aplicación *ARive*, es muy sencilla. Cuenta con 6 opciones: *Library, Options, Run, Tools, Help, About*.

En la opción *Library*, se brinda la posibilidad de enlazar los modelos, con extensión *.ive* u *.osg*, que luego se mostrarán como resultado de una interacción. Además, se listan los que ya han sido enlazados.

En la opción *Options*, se puede configurar el desplazamiento del objeto 3D respecto del marcador y, además, la escala, expresada en % (porcentaje).

---

<sup>33</sup> <http://www.arive.net>

En la opción *Run*, se ejecuta el programa, donde se habilita la cámara de la computadora a la espera de la aparición del marcador. Si no se cargan nuevos marcadores, se toma uno por defecto (Figura 4.5).

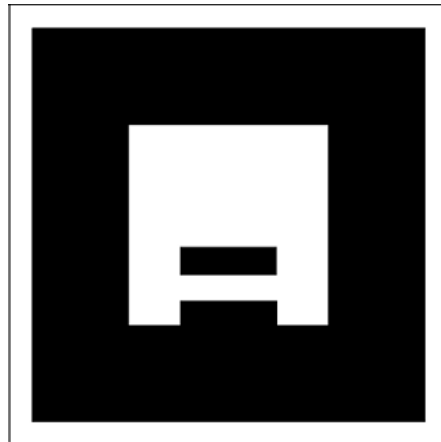


Figura 4.5 – Marcador por defecto, utilizado en la aplicación *ARive*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

En la opción *Tools*, se brindan 3 opciones diferentes. Por un lado, permite la registración de nuevos marcadores, por el otro, dispone de un conversor para los modelos de objetos 3D, que permite convertir objetos con extensión *.3ds* a *.ive* o *.osg*, y por último, opciones de distorsión y calibración de la cámara de la computadora.

En la opción *Help*, se muestra un resumen de los pasos que hay que realizar para crear una nueva exploración con un marcador y un objeto 3D. También, se incluye un acceso directo al manual de usuario en formato *.pdf* y un enlace al sitio oficial.

En la siguiente figura, se muestra la pantalla principal de *ARive*:

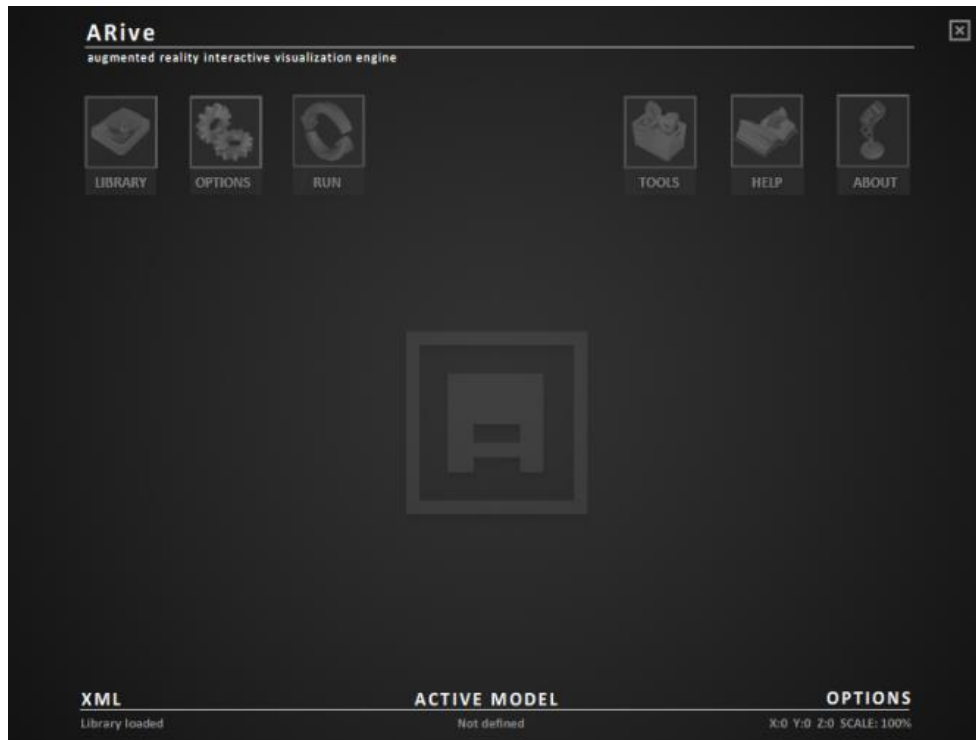


Figura 4.6 – Pantalla principal de *ARive*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Como se puede notar, no existe, dentro de la pantalla principal, una opción que indique al docente cómo obtener el marcador. La impresión del marcador, se puede hacer ingresando a la carpeta de la aplicación e imprimiendo desde allí el archivo *.jpg* o bien, desde el sitio web de *Arive*.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

El único contenido que se puede crear con *ARive*, son actividades del tipo exploratoria. Es decir, a un marcador, se le puede asociar un objeto 3D y sólo se acepta el formato *.ive* y *.osg*.



Figura 4.7 – Ejemplo de interacción con *ARive*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

La figura 4.7 muestra la forma de interactuar con una aplicación creada con *ARive*. Como se ve, la única funcionalidad que se provee es la posibilidad de relacionar un marcador con un modelo 3D, sin alternativas para ingresar un texto adicional o cualquier otro tipo de información que puede dar indicaciones, de cualquier tipo, al alumno.

Dentro del menú herramientas, la aplicación incluye un conversor, que permite convertir objetos 3D en formato *.3ds* y *.osg* a *.ive* que son los que acepta la herramienta.

Al realizar las pruebas con esta herramienta, se intentó convertir un objeto en formato *.dae* y otro en formato *.3ds* a *.ive*, utilizando el conversor que provee *ARive*. Se notó que la herramienta convierte bien los modelos, pero no carga correctamente las texturas del objeto. En la figura 4.8, se muestran dos ejemplos de conversión.

*ARive* no es *multitarget*. Como se puede observar en las figuras, sólo se puede interactuar de a un marcador a la vez.



Figura 4.8 – Ejemplo de conversión de formatos de modelos 3D. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

*ARive* no provee un visor de actividades, ni las mismas pueden ser exportadas, por lo que sólo se pueden utilizar trabajando con la herramienta de autor.

---

#### Licencia

*ARive* posee licencia *GPL* y se puede descargar gratuitamente desde el sitio oficial: <http://www.arive.net/download/>.

---

#### Plataforma

*ARive* está basado en las herramientas *ARtoolkit*, *OpenSceneGraph*<sup>34</sup> and *osgART*<sup>35</sup>, es de código abierto y uso gratuito. Sólo se puede ejecutar sobre sistemas operativos de *Windows*, específicamente, *Windows 98/XP/2000/Vista/7 x32 o x64*.

---

<sup>34</sup> <http://www.openscenegraph.org/projects/osg/>

<sup>35</sup> <http://www.artoolworks.com/community/osgart/>

---

## Documentación

El sitio oficial, sólo provee documentación sobre los requerimientos de software y pasos para su instalación. No hay documentación relacionada al uso de la herramienta. Dentro de la carpeta de instalación, se incluye un manual de usuario en un archivo *.pdf* que también es accesible desde la aplicación.

### 3) ATOMIC

---

## Descripción general

*Atomic Authoring Tool* es un software de escritorio, multiplataforma para la creación de aplicaciones de Realidad Aumentada, el cual es una capa de abstracción para la biblioteca *ARToolKit*.

*ATOMIC Web Authoring Tool* es una herramienta, de similares características que *Atomic*, con el agregado de que el resultado se puede guardar como un archivo *.swf*, lo que permite integrarlo a cualquier sitio web, de ahí el nombre de *Atomic Web*.

---

## Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de Atomic

La interfaz gráfica de *Atomic*, es muy sencilla. Cuenta con una única pantalla principal, tipo pizarra, que en principio presenta un gráfico con dos recuadros punteados. Uno que indica la opción de cargar un marcador (que debe estar en formato *.patt*) y el otro que indica la opción de cargar un objeto 3D (en formato *.wrl*).



Si se hace clic en cualquier parte de la pantalla, aparece un menú contextual similar al que se muestra en la siguiente figura:

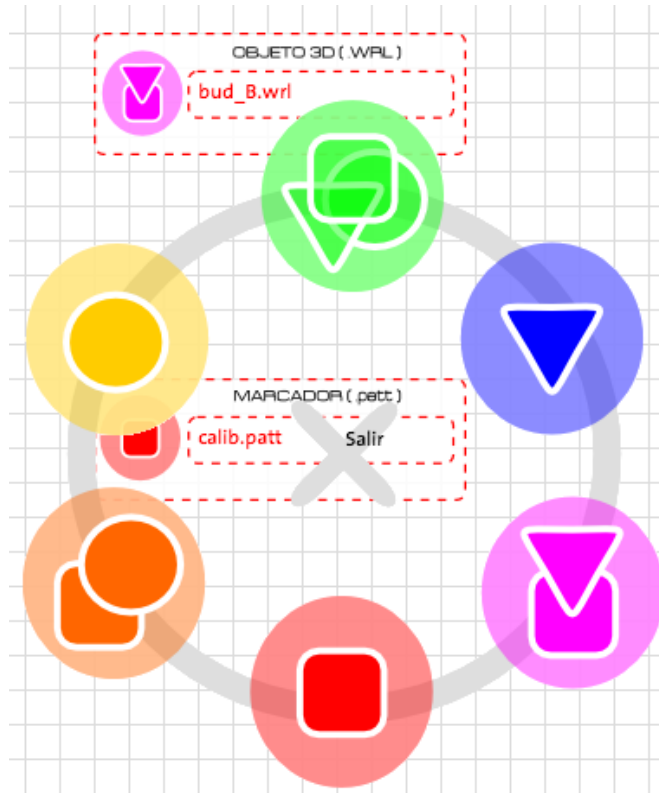


Figura 4.9 – Menú contextual de la aplicación *ATOMIC*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Se mostrarán los principales botones de este menú contextual, que es necesario utilizar para crear un contenido de Realidad Aumentada.

En principio, se debe seleccionar un marcador desde el ícono que tiene un cuadrado rojo. Luego, seleccionar un objeto 3D desde el ícono color fucsia. Por último, se deben guardar los datos desde el ícono con círculo amarillo y luego, ejecutar la aplicación desde el ícono con triángulo azul (Figura 4.9). Esto abrirá una ventana donde se mostrará el resultado de la aplicación (Figura 4.10).

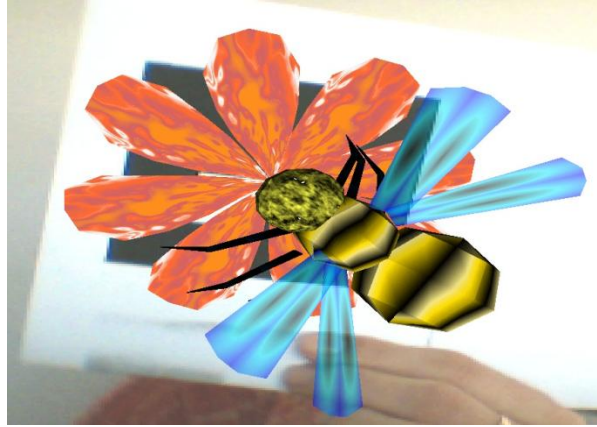


Figura 4.10 – Resultado de una aplicación generada con Atomic. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Cabe aclarar que, la impresión de los patrones, se debe hacer ingresando a la carpeta de la aplicación e imprimiendo desde allí el archivo *.pdf* asociado a cada archivo *.patt*. No posee un botón o una forma amigable de indicarle al docente cómo imprimirlos o dónde buscarlos.

Si bien es una forma bastante amigable de interactuar con *ARToolkit*, desde nuestra perspectiva, hay varios aspectos de la interfaz que se deberían mejorar para ayudar al docente a entender el funcionamiento de la herramienta.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

El único contenido que se puede crear con *Atomic*, son actividades del tipo exploratoria. Es decir, a un marcador, se le puede asociar un objeto 3D y sólo se permite el formato *.wrl*.

Si bien puede ser utilizada en el área educativa, esta herramienta no dispone de un espacio para la inclusión del enunciado que le indique al alumno la intención de esta actividad, ni tampoco la posibilidad de incluir algún tipo de retroalimentación de audio o texto.

Con *ATOMIC Web Authoring Tool* el resultado se puede guardar como un archivo *.swf*, lo que permite integrarlo a cualquier sitio web, de ahí el nombre de *Atomic Web*. Con *Atomic*, el resultado se genera como un archivo *.exe*.

Ninguna de las dos versiones de la herramienta es *multitarget*.

---

### Licencia

Tanto *Atomic*, como *Atomic Web* tienen licencia GNU<sup>36</sup> *General Public Licence* y se puede descargar de forma gratuita desde: <http://sourceforge.net/projects/atomic-project> y <http://www.sologicolibre.org/projects/atomicweb/es/>, respectivamente.

---

### Plataforma

Ambas herramientas están disponibles para las plataformas *Windows*, *Linux* y *Mac*.

---

### Documentación

Respecto a la documentación disponible, *Atomic* no dispone de demasiada documentación, sólo brinda algunas explicaciones escuetas en su sitio oficial.

Sitio Oficial de *Atomic*: <http://www.sologicolibre.org/projects/atomic/es/>

Sitio Oficial de *Atomic Web*: <http://www.sologicolibre.org/projects/atomicweb/es/>

## 4) AUGMENT<sup>37</sup>

---

### Descripción general

---

<sup>36</sup> GNU (General Public License) <https://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>

<sup>37</sup> <http://augmentedev.com/>

*Augment*, es una herramienta para la creación y visualización de contenido de Realidad Aumentada.

Cuenta con una aplicación llamada *Augment Manager*, la cual es una herramienta web, que se utiliza para crear contenido de RA, visible con la herramienta *Augment*.

De manera similar a *ARCrowd*, los usuarios solamente deben subir los modelos en 3D y la herramienta genera automáticamente los marcadores relacionados a cada contenido.

*Augment* es una aplicación para dispositivos móviles que permite a sus usuarios visualizar sus modelos 3D a partir de la Realidad Aumentada, integrada en tiempo real a su tamaño y ambiente real.

La aplicación web, sólo está disponible en inglés.

---

### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de Augment

Para poder almacenar los modelos y marcadores creados, es necesario registrarse en el sitio y tener una sesión iniciada.

En la figura 4.11 se muestra la interfaz de la pantalla principal de *Augment Manager*.

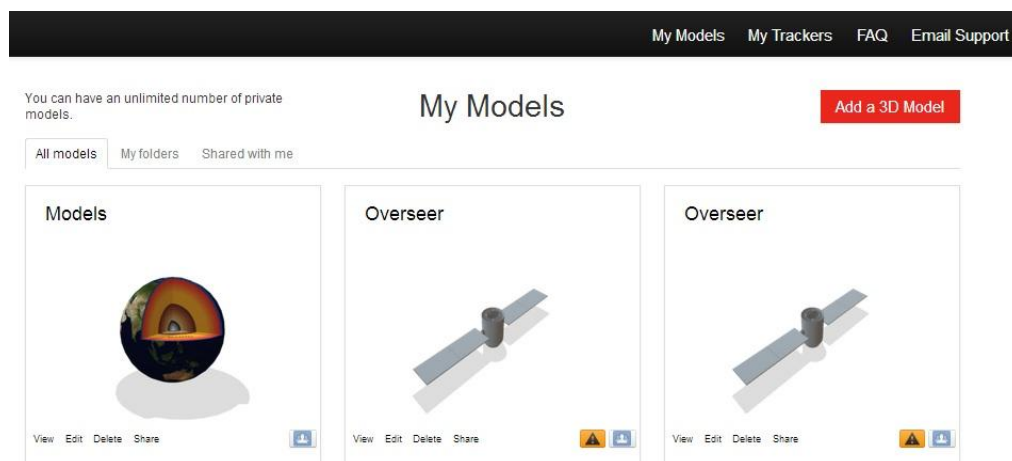


Figura 4.11 – Pantalla principal de Augment Manager. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Como se ve en la figura 4.11, la organización de la pantalla principal es similar a la de *ARCrowd*. Cuenta con un menú superior, que presenta las opciones de:

- *My Models*. Lista los modelos ya cargados y brinda la posibilidad de cargar nuevos.
- *My trackers*. Lista los marcadores ya cargados, y brinda la posibilidad de cargar nuevos.
- *FAQ*. Sección de preguntas frecuentes, en inglés.
- *Email Support*. Es un enlace a una dirección de correo electrónico.
- *Upgrade*. Es un enlace a [http://manager.augmentedev.com/#/business\\_catalog/pricing](http://manager.augmentedev.com/#/business_catalog/pricing), donde se muestra el costo de los diferentes planes.
- *My Account*. Tiene una opción para acceder a los datos de perfil del usuario, y otra para cerrar la sesión.

Una alternativa para crear un nuevo contenido, es ingresar a la opción "*My Models*" y luego elegir "*Add a 3D Model*". Esto abrirá una nueva pantalla que permite adjuntar un nuevo contenido/modelo 3D.

Para cargar el modelo 3D, se debe adjuntar un archivo *.zip* que incluya: el modelo (*.dae*, *.obj*, *.stl*), el material (*.mtl*) y las texturas (*.jpg*, *.jpeg*, *.png*, *.bmp*, *.tga*). No siempre van a estar estos tres componentes, pero lo importante es que esté el modelo y los datos relacionados. Otra opción, es adjuntar directamente un archivo *.zae*<sup>38</sup>. Este tipo de archivo, es un archivo comprimido que contiene el modelo *.dae*, todos los componentes necesarios para su correcta visualización y, además, un archivo *.xml* de especificación ("*manifest.xml*"). En cualquiera de los dos casos, el archivo *.zip* cargado, no debe superar los 15MB.

Una vez que se carga correctamente el modelo, la aplicación solicita datos adicionales como nombre, categoría, opciones de privacidad, etiquetas, etc. Ninguno de los campos solicitados es obligatorio. Si el usuario lo desea, puede cargar los datos y para continuar, debe hacer clic en "*Save settings & view model*". Esto redirigirá a una pantalla, donde se muestra a la izquierda el modelo y a la derecha el código *QR* autogenerado (Figura 4.12).

---

<sup>38</sup> ZAwInEHE project file.



Figura 4.12 - Pantalla de visualización del modelo cargado. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Otra opción es enlazar el modelo recién cargado a un marcador personalizado. *Augment* permite que el usuario utilice cualquier imagen como marcador. Para crear un nuevo marcador, se debe ir a la opción "*My trackers*" y, allí elegir "*Add a tracker*". Se debe cargar una imagen *.jpg* o *.png* con un tamaño menor a 5MB. Luego de cargar la imagen, se solicitan algunos datos adicionales como: el nombre de la imagen, el ancho (por defecto toma el ancho de la imagen) y el contenido a enlazar. Se puede hacer un enlace a un modelo 3D ya cargado en la galería o a una *URL* externa (Figura 4.13).

---

## Modify tracker

Change tracker image ⓘ  No se ha seleccionado ningún archivo.

Name your tracker

Image width ⓘ    cm

Link it to a 3D model ⓘ  ▼

Link it to a URL ⓘ

Figura 4.13 - Pantalla de creación de una imagen como marcador. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Una vez cargado el modelo, tarda varios segundos en procesarse. Hasta que no finaliza el proceso, no se puede utilizar esa imagen como marcador.

Desde la aplicación para dispositivos móviles, también se pueden crear escenas aumentadas. A diferencia de la aplicación web, ésta dispone de una galería de objetos 3D precargados. La explicación de cómo se realiza el proceso de creación desde los dispositivos móviles, no se incluirá en este análisis.

---

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

La visualización de la escena aumentada, debe hacerse desde un dispositivo móvil. *Augment* cuenta con una aplicación disponible para *Android* y *iOS*.

Luego de instalar la aplicación, se puede iniciar sesión para poder acceder a los modelos propios, pero también se pueden visualizar los modelos aumentados de cualquier usuario, sin haber iniciado sesión.

Para visualizar los modelos, simplemente se debe hacer clic en la opción "Scan", y con la cámara del dispositivo apuntar a un marcador. En la figura 4.14 se muestra la visualización de un marcador autogenerado por la aplicación, y en la 4.15 una imagen cualquiera utilizada como marcador.



Figura 4.14 - Ejemplo de interacción Augment Manager y un marcador autogenerado. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.



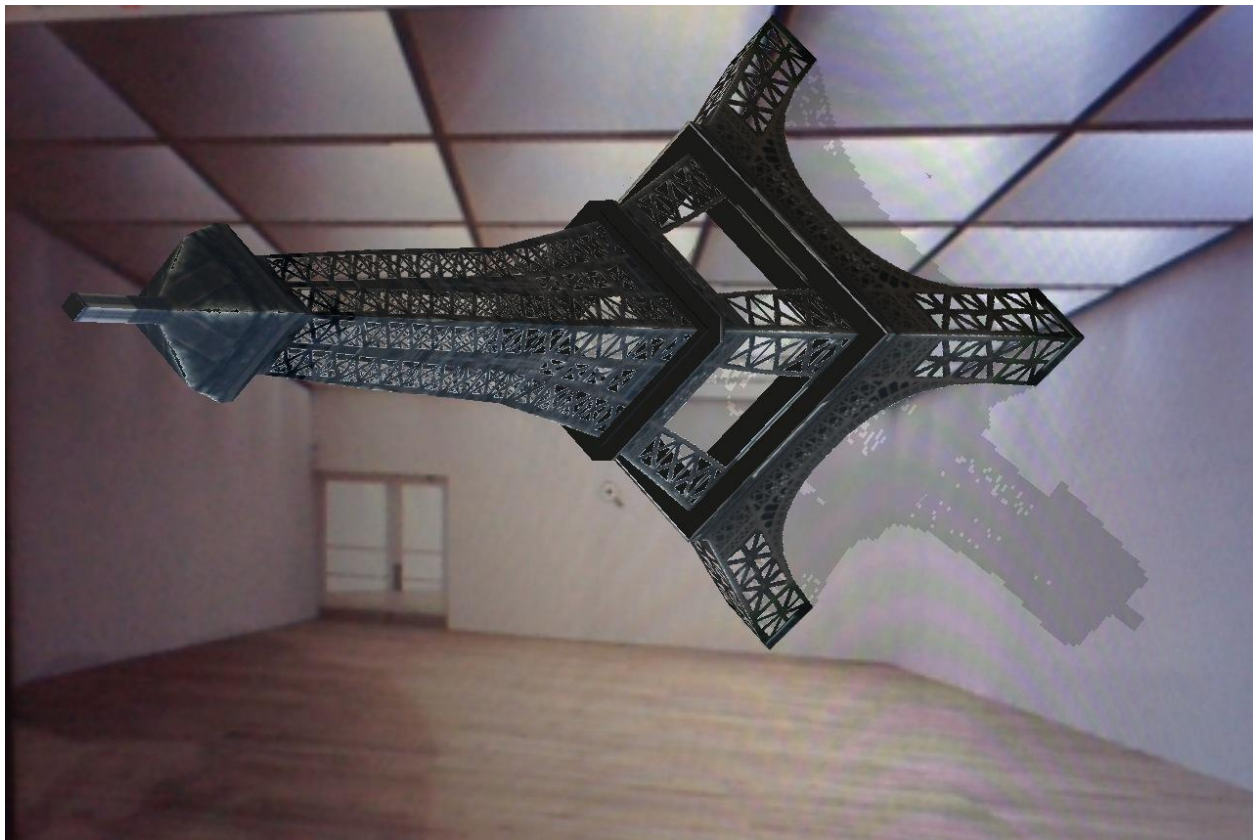


Figura 4.15 - Ejemplo de interacción *Augment Manager* y un marcador personalizado. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

*Augment* sólo permite la generación de actividades de exploración, no posibilita incorporar ninguna clase de texto para definir una consigna de la actividad. Incluso, sólo se permite la configuración de modelos 3D como parte de la animación. Los contenidos generados con *Augment Manager* no se pueden exportar, sólo se pueden visualizar utilizando la aplicación para *smartphones*.

Por último, *Augment* no es *multitarget*, es decir, no permite configurar más de un marcador a la vez.

---

## Licencia

*Augment* es una herramienta propietaria, que cuenta con diferentes planes, disponibles en: <http://augmentedev.com/pricing/>.

Proporciona un plan gratuito, limitado en cuanto a sus características, pero no tiene límite de tiempo. Además, cuenta con planes pagos que el usuario podrá probar gratuitamente por 14 días.

Por otro lado, brinda la posibilidad de que los docentes, puedan adquirir una licencia con descuento, para ser utilizado con fines académicos. Para acceder a esta última, es necesario contactarse con los creadores de *Augment*.

La aplicación *Augment*, para dispositivos móviles, es de uso gratuito.

---

## Plataforma

La herramienta *Augment Manager*, es una aplicación web disponible para todos los sistemas operativos.

La Aplicación *Augment*, está disponible para dispositivos móviles con Sistema Operativo *Android* o *iOS*.

---

## Documentación

*Augment*, no provee documentación descargable, ni tutoriales paso a paso. En cambio provee una sección de *Faq* (preguntas frecuentes) en <http://augmentedev.com/faq/> que contiene las dudas más frecuentes.

## 5) AUMENTATY AUTHOR

### Descripción general

Aumentaty Author es una herramienta de autor, que permita la construcción de contenido de Realidad Aumentada sin tener conocimiento en programación, construyendo el contenido, a través de una Interfaz Gráfica de Usuario. Utiliza tecnología de marcadores para reconocer el espacio tridimensional mostrado por la *webcam* y posicionar el contenido.

La herramienta se complementa con otra, llamada *Aumentaty Viewer*, necesaria para poder visualizar los proyectos de Realidad Aumentada generados con la herramienta de autor.

Está disponible en idioma Español, Inglés y Chino.

### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de Aumentaty Author

La interfaz de usuario de *Aumentaty Author*, permite la construcción de contenido de Realidad Aumentada mediante un sencillo proceso de “arrastrar y soltar”.

La pantalla principal, presenta la siguiente interfaz de usuario (Figura 4.16) que se divide en 4 zonas:

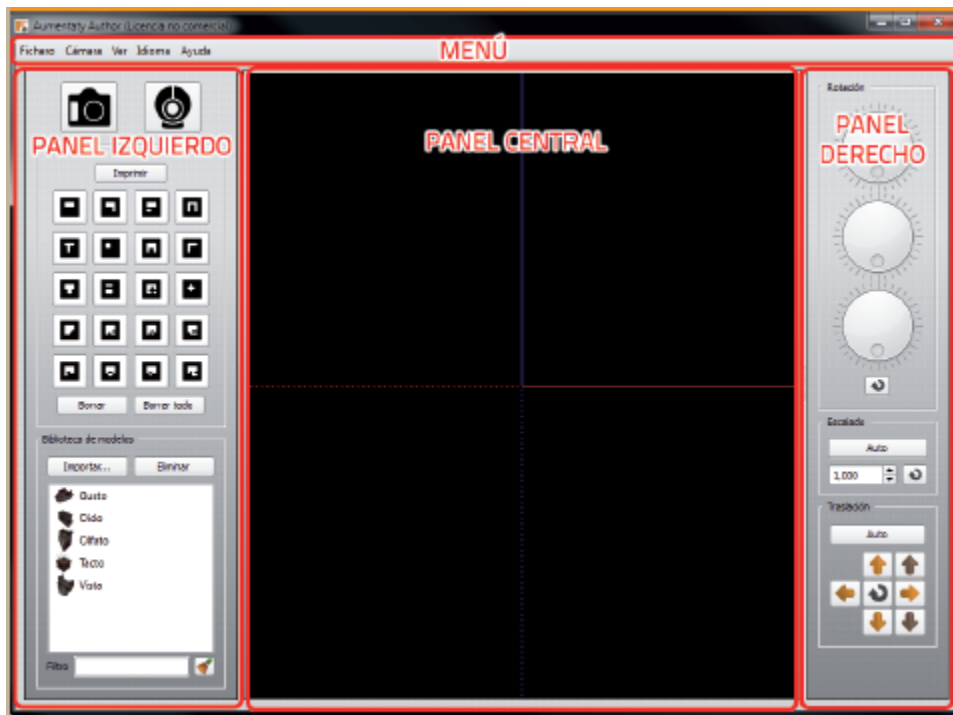


Figura 4.16 - Pantalla principal de *Aumentaty Author*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

El menú de la aplicación, es un clásico menú de aplicaciones de *Windows*.

El panel izquierdo, contiene los botones de selección de imagen y fuente de vídeo, las marcas de RA y la biblioteca de modelos. Este panel nos permite realizar operaciones básicas como acceder a nuestra *webcam*, importar nuevos modelos a la biblioteca correspondientes y asociar éstos a los marcadores ofrecidos por el programa para componer escenas de Realidad Aumentada.

La herramienta cuenta con algunos modelos 3D precargados, pero también brinda la posibilidad de poder importar otros en formato *.3ds*, *.fbx*, *.dae*, *.obj*, *.bmp*, *.jpg*, *.jpeg*, *.png*.

El panel central es la zona de trabajo donde, tras acceder a la fuente de vídeo, se puede ver y editar la escena de Realidad Aumentada actual.

Cuando está activa, los marcadores que son reconocidos se muestran en naranja en el panel lateral. Arrastrando y soltando un modelo de la biblioteca sobre el marcador en el panel izquierdo se ve como se posiciona dicho modelo 3D sobre el marcador. Con los controles del panel derecho se puede ajustar su posición, tamaño y orientación. Estos cambios se realizarán

sobre el marcador activo, que en el área de visualización queda representado mediante un borde rojo (Figura 4.17).

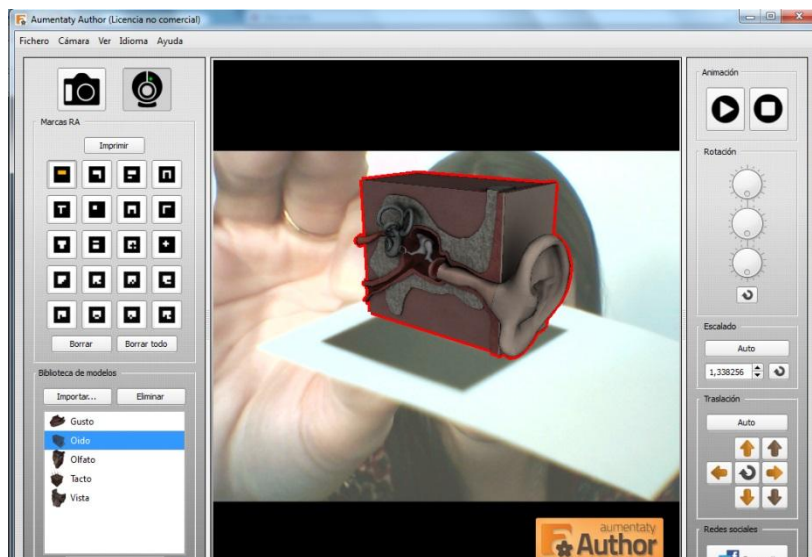


Figura 4.17: Panel Central de *Aumentaty Author*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

El panel derecho, brinda herramientas para modificar los modelos en la escena RA. Se pueden agregar efectos de rotación, traslación, y redimensión (agrandar o achicar) del modelo.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

El único contenido que se puede crear con *Aumentaty Author*, son actividades del tipo exploratoria. Es decir, a un marcador se le puede asociar un objeto 3D o una imagen. Esta herramienta permite personalizar ciertos aspectos del modelo a visualizar, como ser rotación, traslación y tamaño. Como se muestra en la figura 4.18, permite la configuración de varios marcadores dentro de la misma escena. Es decir, a diferencia de las herramientas anteriormente analizadas, ésta es *multitarget*.

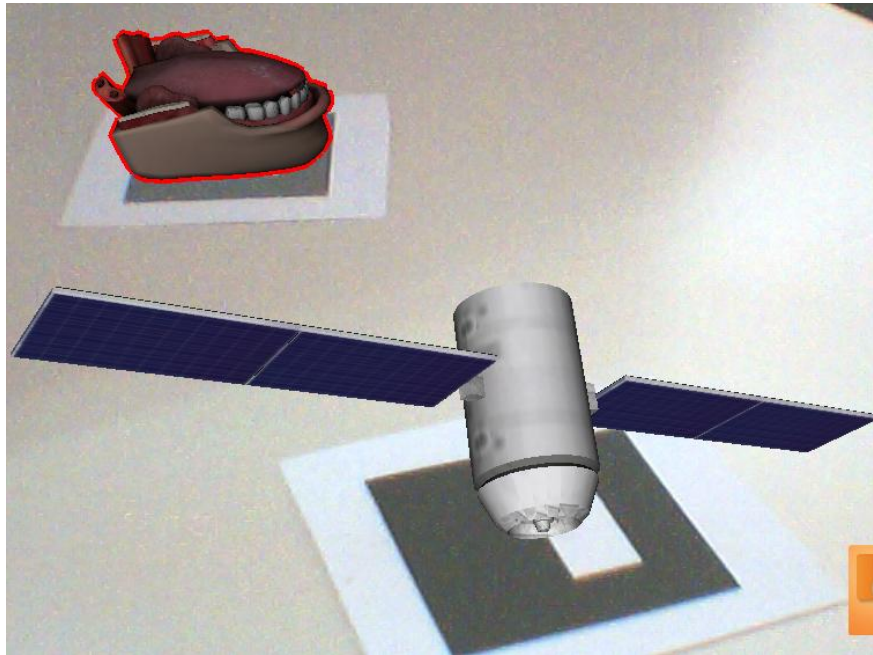


Figura 4.18 - Visualización de dos marcadores al mismo tiempo. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Si bien, puede ser utilizada en el área educativa, esta herramienta no dispone de un espacio para la inclusión del enunciado que le indique al alumno la intención de esta actividad en el sentido didáctico y/o cognitivo, ni tampoco la posibilidad de incluir algún tipo de retroalimentación de audio o texto.

El contenido generado con esta herramienta, sólo puede ser visualizado, utilizando el *AumentatyViewer*.

---

#### Licencia

*Aumentaty Author*, tiene licencia comercial, aunque en su sitio oficial se brinda la posibilidad de descargar una versión de demostración. *Aumentaty viewer*, es totalmente gratuita.

---

#### Plataforma

Tanto *Aumentaty Author*, como el *Viewer*, están disponible para las plataformas *Windows* y *Mac*.

En particular, *AumentatyViewer* también está disponible para *Android* y *iOS*.

---

### Documentación

Respecto a la documentación disponible, *Aumentaty Author* cuenta con un manual de usuario en inglés y Español. Los mismos están disponible para descargar en:

<http://www.aumentaty.com/content/herramientas-manuales-y-complementos>

<http://www.aumentaty.com/es/content/aumentaty-author>

## 6) BUILDAR PRO<sup>39</sup>

---

### Descripción general

*BuildAR PRO* es una aplicación de escritorio que permite la creación y visualización de contenido de Realidad Aumentada. La misma, ha sido desarrollado por el *HIT Lab NZ (Human Interface Technology Laboratory New Zealand)*, quienes además, han hecho una propuesta teórica de otra aplicación similar, llamada *ComposAR* (Seichter, Looser, Billingham, 2008), pero que aún no está disponible para su descarga.

*BuildAR PRO* consta de dos componentes, por un lado, el editor de escenas que es la herramienta de autor propiamente dicha, y por el otro, *BuildAR Viewer*. Esta última herramienta es gratuita y permite visualizar las escenas creadas con el editor.

Es importante aclarar, que para poder visualizar videos desde el componente *Viewer* es necesario tener instalada la aplicación *Quicktime*. Existe una versión del *Viewer* que incluye el *Quicktime*, pero, la versión tradicional no lo incluye, por lo que deberá descargarse de manera separada.

---

<sup>39</sup> <http://www.buildar.co.nz/>

La interfaz principal del Editor de *BuildAR PRO*, cuenta con un menú gráfico superior, una sección lateral y una sección central.

El menú superior, provee un acceso directo a las funciones usada más comúnmente.

El panel lateral se utiliza para la edición y construcción de escenas. Este panel, se divide a su vez, en dos secciones: el árbol de escena (Figura 4.19) y el panel de configuración (Figura 4.20).

El árbol de escenas, muestra la jerarquía de la escena. Por cada escena, se muestra un ítem video, uno *tracker* y uno *Markers*.

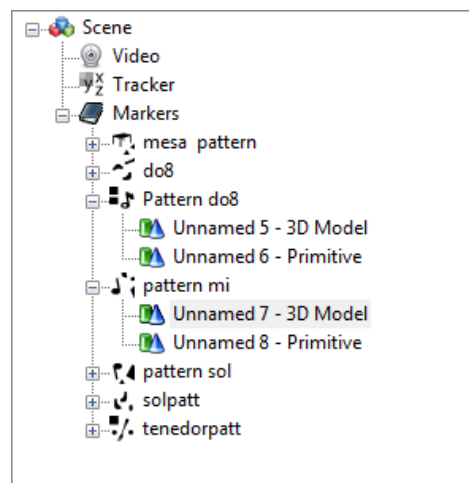


Figura 4.19 - Árbol de jerarquía de la escena que se está editando. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

El panel de configuración, muestra las opciones de configuración del elemento seleccionado en el árbol de escena.



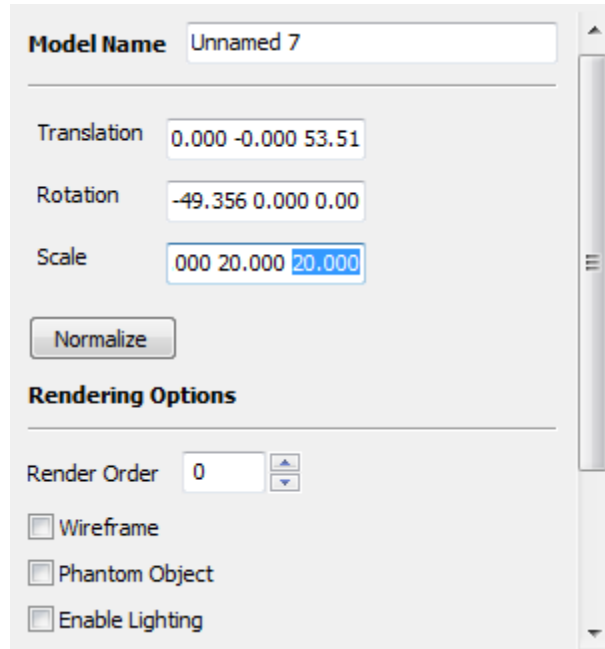


Figura 4.20 - Panel de configuración para un ítem previamente seleccionado. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

La sección central, que se muestra en la figura 4.21, es un área de visualización de la escena aumentada con objetos 3D.

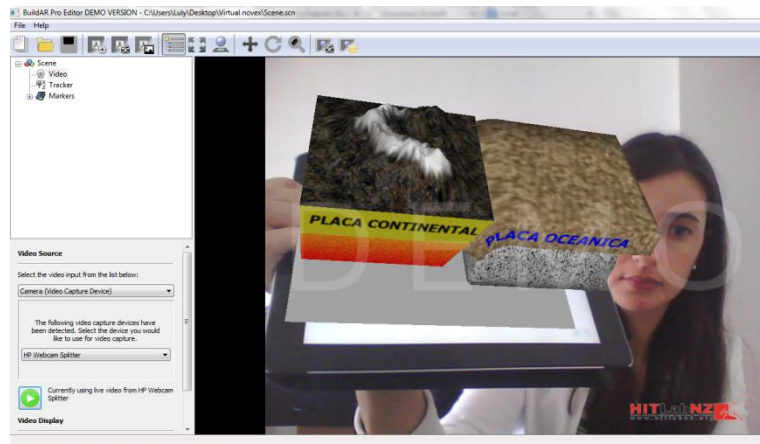


Figura 4.21 - Espacio central de visualización de la escena. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

La herramienta *Viewer*, es simplemente un visor, similar a la sección central del Editor.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

Al igual que las otras herramientas vistas, con *BuildAR PRO* sólo se permite la creación de actividades de exploración, no brinda ninguna otra posibilidad de ingreso de datos más que asociar un contenido a un marcador. El agregado particular de esta herramienta, es que permite la configuración de marcadores múltiples, dentro de la misma escena, es decir, es *multitarget*.

Por otro lado, permite la incorporación de diferentes tipos de contenidos (Figura 4.22):

- Modelos 3D: Soporta las extensiones *.3ds*, *.ac*, *.bsp*, *.dw*, *.dxf*, *.fbx*, *.flt*, *.geo*, *.lws*, *.lwo*, *.md2*, *.obj*, *.osg*, *.ogsa*, *.ive*, *.shp*, *.stl*, *.txp* y *.x*.
- Imágenes 2D: *.bmp*, *.dds*, *.gif*, *.jpg*, *.jpeg*, *.png*, *.pnm*, *.ppm*, *.pgm*, *.tga*, *.tif*, *.tiff* y *.vtf*.
- Sonidos: todos los formatos más difundidos.
- Formas primitivas: Provistas internamente por la herramienta.
- Videos: soporta las extensiones *.mp4*, *.mov* y *.qt*.
- Textos: incorpora la posibilidad de incluir un texto y se puede elegir una fuente, de las disponibles en la herramienta.

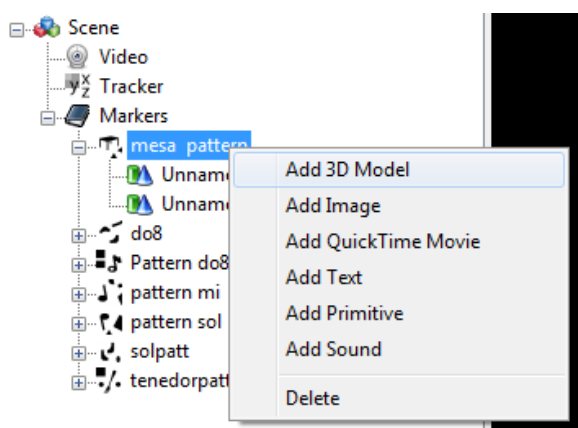


Figura 4.22 - Opción de agregación de contenido a un marcador. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

En la figura 4.23, se muestra una actividad de exploración creada con *BuildAR*, donde se relaciona un marcador con un objeto 3D.



Figura 4.23 – Actividad de exploración con un objeto 3D. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

---

### Licencia

*BuildAR PRO* posee licencia propietaria y no se dispone del código fuente. En el sitio oficial de la herramienta, se muestran los costos de los diferentes niveles de licencia: <http://www.buildar.co.nz/buy/>. La empresa ofrece un descuento del 50% en el precio de la licencia, para estudiantes.

Existe, además, una versión llamada *BuildAR* del año 2008 que es gratuita y se puede descargar libremente desde el sitio de BuildAR Pro.

---

### Plataforma

BuildAR se puede ejecutar sobre Mac y Windows, aunque se han reportado algunos errores en el Sistema Operativo Windows 7.

---

## Documentación

En la página oficial de *BuildAR* se presenta una opción Tutorial, donde se pueden encontrar tutoriales de diferentes grados de complejidad y en distintos formatos.

Puede verse esta información en: <http://www.buildar.co.nz/buildar-pro-2/tutorial/>.

Además, en la sección de preguntas frecuentes, se pueden resolver algunas dudas, sin necesidad de leer la documentación completa.

## 7) CUADERNIA

---

### Descripción general

Cuadernia es una aplicación para la creación de libros digitales con contenido multimedia y que, a partir de su versión 2.0, permite añadir contenido de Realidad Aumentada. Es gratuita y está fundamentalmente orientada a la comunidad educativa para la elaboración de unidades didácticas y material para la enseñanza. Existen varias versiones: puede usarse en línea, directamente en su servidor, instalarse en un equipo o acceder a la versión portable, que no necesita instalación.

---

### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de Cuadernia

Como se mencionó anteriormente, Cuadernia, es una herramienta de autor para la creación de libros digitales. Permite incorporar en cada hoja del libro, diferentes contenidos multimedia. Entre ellos, diferentes tipos de actividades de geografía, de texto, de relacionar imágenes/textos, etc.

En este apartado, sólo es de interés la incorporación de contenido de Realidad Aumentada.

Para Insertar cualquier contenido, se deben realizar los tres pasos:

1. Crear o abrir un cuaderno.
2. Añadir un página
3. Añadir un objeto

En el caso de las escenas de Realidad Aumentada, se debe elegir la opción Escena en el paso 3. Esta acción, abre una ventana con diferentes opciones de escenas a insertar, como pueden ser: Escenas de Descartes, de Geogebra, de representación de funciones, de Instrumentos de cuerda, etc. Y entre ellas, se encuentra la de Realidad Aumentada.

Se debe seleccionar la opción de Realidad Aumentada y hacer clic en el botón configuración. Esto mostrará una pantalla como la que se muestra en la figura 4.24.



Figura 4.24: Pasos para insertar contenido en una página de un libro generado con Cuadernia. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Allí se puede elegir cualquier objeto disponible en la galería de objetos que viene precargada o agregar un nuevo objeto *.dae* a la galería, desde la opción Subir.

El archivo *.pdf* con el marcador, se puede descargar recién en el momento de la visualización del contenido de Realidad Aumentada, haciendo clic en la esfera que aparece en el margen superior izquierdo (Figura 4.25).

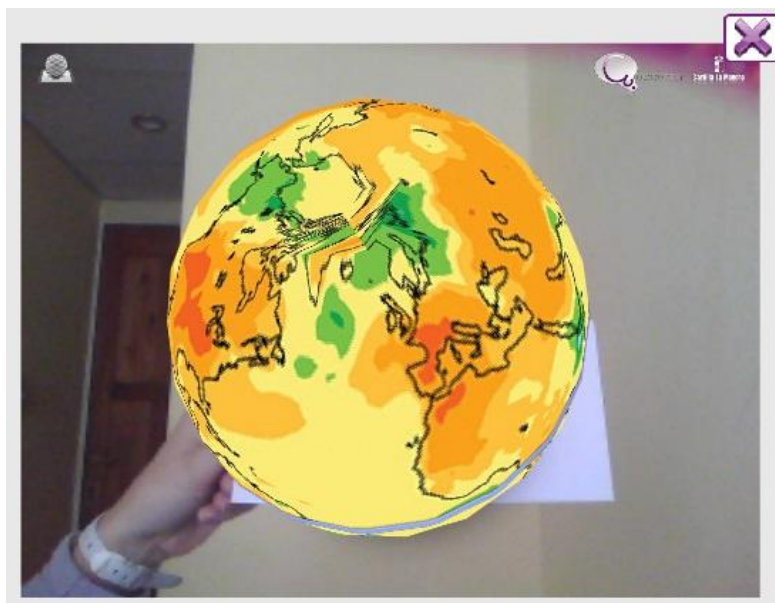


Figura 4.25 – Resultado de una escena de Realidad Aumentada, generada con Cuadernia. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

El único contenido que se puede crear con Cuadernia, es el correspondiente a actividades del tipo exploratoria. Es decir, a un marcador se le puede asociar un objeto 3D *.dae* (que está disponible en la librería o se puede importar).

Si bien, desde la escena, no se dispone de un espacio para la inclusión del enunciado que le indique al alumno la intención de esta actividad, se podría agregar un texto de enunciado en la página del libro donde se incluya la escena. Por otra parte, no se puede configurar ningún tipo de *feedback* sonoro.

Para visualizar el contenido, simplemente es necesario reproducir el libro de Cuadernia.

Cuadernia, en general, permite 3 formatos de exportación: como un archivo ejecutable *.exe*, como un *.html* con los archivos asociados o como un archivo en formato *SCORM*<sup>40</sup>.

No es *multitarget*.

---

## Licencia

Funciona bajo licencia *Creative Commons*, lo que la hace de uso gratuito para la creación de material didáctico.

---

## Plataforma

Como se mencionó anteriormente, Cuadernia permite trabajar según 3 posibilidades:

1. Por un lado, se puede acceder a su versión *online* y realizar actividades desde la web, aunque, en esta modalidad no se permite guardar los cuadernos por lo que se deberán exportar a formato *.zip* y guardarlos de forma local.
2. Por otro lado su versión instalable, la cual está disponible, para *Windows* y algunas versiones de *Linux*.
3. Por último, su versión en *USB* que permite trabajar en la herramienta desde una unidad externa de memoria *USB*, lo cual la transforma en multiplataforma.

---

## Documentación

La herramienta cuenta con una variedad de documentación. En principio, se puede descargar un completo manual de usuario desde el sitio en formato *flash* o *.pdf*.

---

<sup>40</sup> SCORM: Sharable Content Object Reference Model. Conformar un conjunto de estándares y especificaciones interrelacionadas construidas en base al trabajo de otras organizaciones de estándares como son AICC, IMS e IEEE con la finalidad de crear un modelo de contenido para el aprendizaje centrado en la web.

Además, cuenta con un canal en *youtube*, donde ponen a disposición de los usuarios, diferentes videotutoriales: <http://www.youtube.com/cuadernia?gl=ES&hl=es>.

Por otro lado, en su sitio oficial, incluyen un enlace a un foro dónde los usuarios pueden evacuar sus dudas, y una sección de enlaces que recopila diferentes sitios que explican sus experiencias con Cuadernia y, también, es posible compartir material.

## 8) LAYAR CREATOR<sup>41</sup>

---

### Descripción general

*Layar* es una empresa, que lleva ya un tiempo desarrollando aplicaciones de Realidad Aumentada.

Hace unos años que la compañía ha desarrollado *Layar Creator* una aplicación web que permite añadir elementos multimedia como vídeos, enlaces a Internet, audio o animaciones en publicaciones impresas, que resultan visibles a través de la pantalla de un dispositivo móvil con la aplicación *Layar* instalada.

---

### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de Layar Creator

Para comenzar a trabajar con *Layar Creator*, en primer lugar, es necesario registrarse o iniciar sesión con *Facebook* o *Linkedin*.

---

<sup>41</sup> <https://www.layar.com/>



Una vez que se inicia sesión en *Layar Creator*, se debe hacer clic en el botón *New Campaign* (Nueva Campaña). En una misma campaña se pueden tener varios documentos o imágenes relacionadas.

Para agregar una campaña se debe ingresar un título y un tipo de campaña (Ver Figura 4.26). Es importante aclarar que *Layar Creator* está orientado al ámbito comercial o de *Marketing* y su objetivo es poder animar un folleto, una revista, una tarjeta personal, un folleto, etc. Más allá del objetivo para el que fue diseñado, un docente podría utilizarlo para animar sus apuntes o libros.

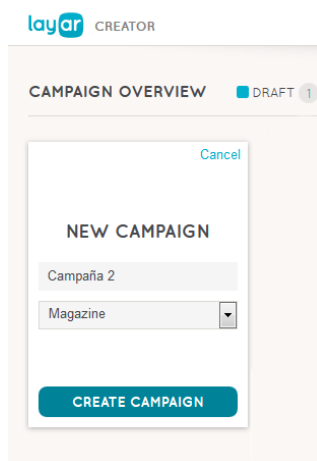


Figura 4.26 - Sección de creación de una nueva campaña. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

El siguiente paso para la creación de un material aumentado, es importar el material que se quiere mostrar en la escena real (Ver Figura 4.27). La herramienta permite importar una imagen (.png o .jpg), un .pdf o un .zip con distintos archivos de imagen o .pdf. En cuanto a las imágenes, sólo se aceptan que sean de alta calidad. Al cargarla son evaluadas mediante la tecnología *Layar Vision* y en base al resultado del análisis, son aceptadas o rechazadas.

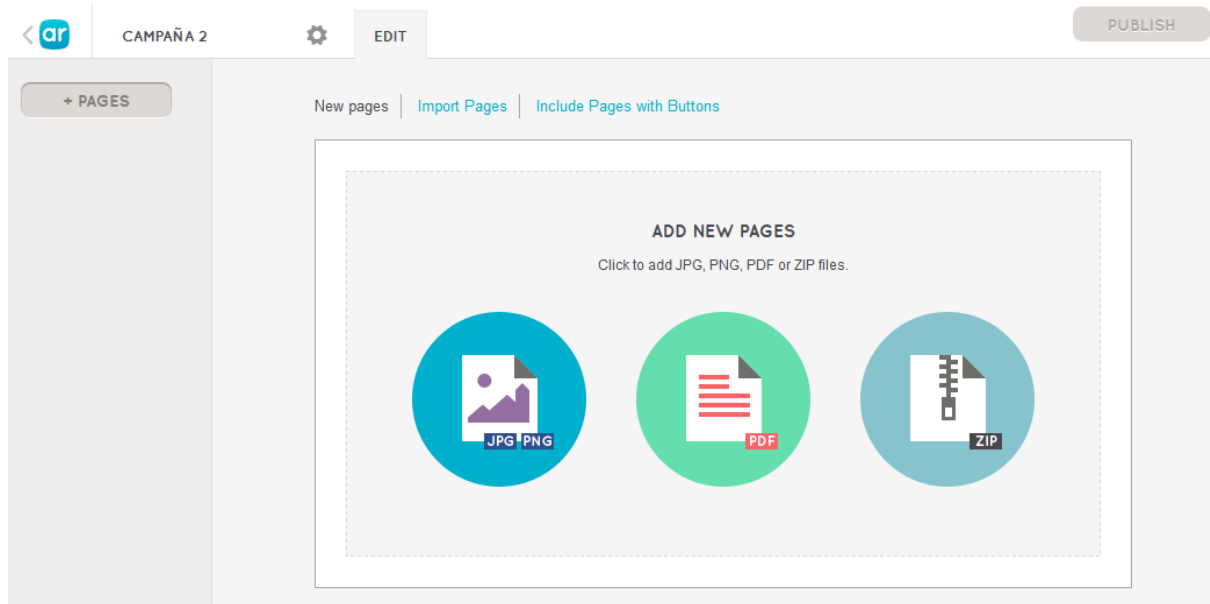


Figura 4.27 - Pantalla de creación de una nueva página. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

En el caso de que se importa un *.pdf* o un *.zip* se procesa todo el contenido y se crea por cada archivo de imagen o página del *.pdf*, una sección de interacción. El creador de contenido, puede elegir cuáles de las zonas interactivas animadas, desea importar.

Luego, se puede elegir el contenido a mostrar como parte de animación de Realidad Aumentada.

Entre los contenidos que se pueden mostrar, se presentan:

- Botón como enlace a un sitio web.
- Botón para realizar una llamada por teléfono. Al hacerle clic si el *smartphone* tiene habilitada la opción de llamada automática, se llamará al número que se haya configurado.

- Botón Comprar que funciona de manera similar al enlace al sitio web, con la diferencia que se debe ingresar una *URL*, que redirija a una página de venta *online* para poder realizar una compra.
- Botón para enviar correo electrónico, que como su nombre lo indica, envía *mail* a una cuenta de contacto prefijada. El objetivo es que funcione como formulario de contacto. Se debe configurar también, el asunto con el que llegará el mensaje.
- Botón de descarga. Es un acceso a un enlace de descarga de una aplicación para *Smartphone* o *tablet*. Se debe elegir el sistema operativo al que va dirigido.
- Videos. Se puede introducir un video, ya alojado en la web. No brinda la posibilidad de adjuntar un video *.mp4*.
- Carrusel de imágenes. Muestra una transición de imágenes. Se pueden subir hasta 10 imágenes que estén alojadas en el ordenador. Se puede interactuar, deslizando las imágenes una a una y, si se presiona en una imagen, se redirige a una pantalla nueva, donde se visualiza la imagen ampliada.
- Carrusel de imágenes enlazables. Aparece un carrusel de imágenes y cada imagen contiene un hipervínculo a una página web o a algún recurso. También se dispone de un máximo de 10 imágenes.
- Audio. Se muestra un botón que enlaza a un audio. Se debe insertar la URL donde se encuentre alojado el audio. Es importante que el enlace termine en *.mp3*, ya que de lo contrario, no se reproducirá. También, se dispone de una opción de auto-reproducción.
- *Soundcloud*. Es otra forma de insertar audio, utilizando la página web "*SoundCloud*". En este caso, se sube el archivo *.mp3* a la página o se utiliza uno que ya se encuentre allí alojado. La diferencia que hay entre los dos últimos contenidos, es que en el primero aparecerá el cuadro de diálogo estándar. En la segunda opción, el cuadro de diálogo es sustituido por una pequeña ventana donde se ve una imagen del audio. Esta opción es

más sencilla de utilizar que la anterior, ya que es posible que el creador del contenido no disponga de un espacio web donde alojar los contenidos.

- *Feed de twitter*. Se puede insertar un *feed (RSS) de Twitter*, ya sea de un usuario en concreto o de un *hashtag*<sup>42</sup>. Se debe seleccionar el tipo e introducir el nombre de usuario o *hashtag*. El botón de *Feed* derivará a una nueva ventana.
- “Me gusta” de *Facebook*. Si se utiliza una página de *Facebook*, este módulo permite introducir un botón como un acceso directo a un "Me gusta" sobre algún aspecto que su creador haya introducido en el momento de la creación del material. Se debe ingresar la *URL* de una página de Facebook.
- Compartir en *Facebook*. Como complemento del módulo anterior, se puede compartir alguna página, o recurso, que se encuentre en la red, a través de Facebook.
- "Seguir" en *twitter*. Se puede añadir un enlace como una acceso directo a la funcionalidad de "seguir" en *twitter*.
- *Twittear*. Este módulo permite escribir y enviar un *twit*. Se debe rellenar el campo de texto, con el contenido del *twit*.
- Compartir por *mail*. Se utiliza para permitir al usuario compartir el recurso, a través de un *eMail*. Se debe ingresar un asunto de mensaje y contenido, que se utilizará por defecto.
- Compartir. Este botón permite a los usuarios compartir la página de impresión original en *Facebook*, *Twitter* o por correo electrónico.

---

<sup>42</sup> Un hashtag (del inglés hash, almohadilla o numeral y tag, etiqueta) es una cadena de caracteres formada por una o varias palabras concatenadas, precedida por un carácter especial, numeral (#), con el fin de que tanto el sistema como el usuario la identifiquen de forma rápida.

- *Pinterest*. Este botón permite enlazar con contenidos alojados en la página web “*pinterest*<sup>43</sup>”, que es un almacén de contenidos en diferentes formatos, ya sea vídeo, imágenes, texto, etc.

Hay otras opciones, en el apartado “Avanzados”, que permiten introducir otros tipo de contenidos, y se listan a continuación:

- *HTML widget*. Esta es la opción más potente con la que cuenta esta aplicación, ya que permite insertar cualquier página web como parte de la animación y queda integrada a la página principal del proyecto.
- *Hotspot JSON*. Con este módulo se pueden insertar imágenes en 3D, tanto de forma individual como con un audio y una transición conjunta. Los objetos deben estar en el formato *.obj* para que puedan ser reconocidos por el editor de 3D de Layar, pero deben ser convertidos a formato *.l3d*.
- Lanzador de la capa geo-localizada. También se puede añadir alguna capa creada con *Geo-Layar Developer*.
- Lanzador de *app*. La última opción de la que se dispone es la de integrar el proyecto para que funcione con otras aplicaciones que el usuario tenga instalada en su dispositivo. La primera elección que se debe tener en cuenta es si se quiere generar un enlace entre aplicaciones de manera “generalista” o dirigido a algún dispositivo en concreto, ya sea *IOS* o *Android*.

En el ámbito de este análisis, no se pudo comprobar el uso de las opciones avanzadas, debido a que sólo están disponibles para cuentas pagas, por lo que sólo se ha mencionado lo investigado teóricamente.

Para agregar un contenido sobre una imagen (Ver figura 4.28), simplemente, se lo debe elegir desde el panel derecho y moverlo hacia la imagen de la página actual. Allí se puede

---

<sup>43</sup> <https://es.pinterest.com/>

redimensionar y mover respecto a la imagen de fondo. El lugar donde se agregue el contenido es el mismo en donde se mostrará, luego, la animación.

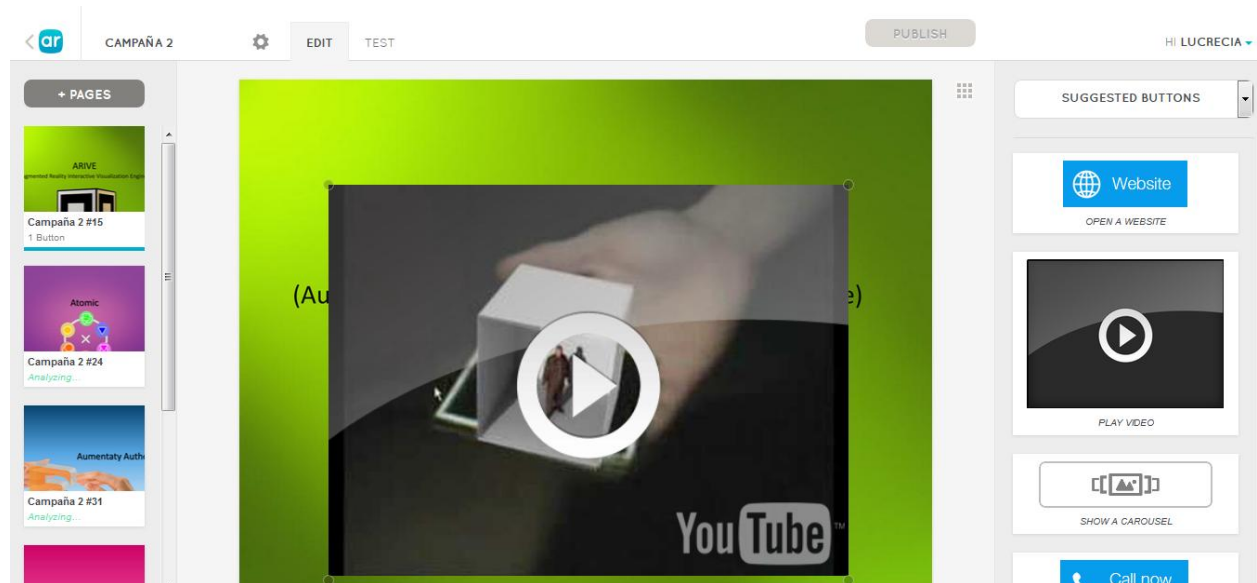


Figura 4.28- Ejemplo de incorporación de un video de *youtube* como parte de la interacción. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

Como se ve en la Figura 4.29, al igual que en las otras herramientas, sólo se pueden crear relaciones entre una imagen que se utilizará como marcador y un contenido.

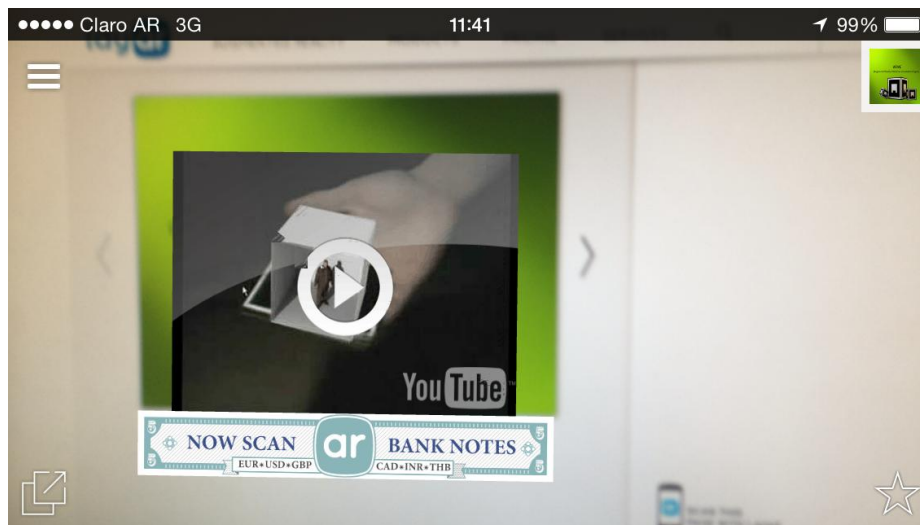


Figura 4.29 - Ejemplo de interacción con Layar. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

No se puede ingresar un enunciado, ni un objetivo, ni ningún texto adicional.

A diferencia de las otras herramientas, no brinda la posibilidad de mostrar un objeto 3D. En cambio, provee muchas otras opciones que están más orientadas al ámbito comercial.

Las animaciones no se pueden exportar a ningún formato. Pueden ser visualizadas únicamente utilizando la aplicación *Layar* para dispositivos móviles.

La aplicación no es *multitarget*, es decir, sólo se puede interactuar con un marcador al mismo tiempo.

---

### Licencia

La aplicación *Layar Creator* es propietaria y cuenta con diferentes planes de pago. Además, se cuenta con una versión gratuita con la que se puede evaluar el uso completo de la herramienta. Esta versión tiene algunas limitaciones, pero se pueden probar varios aspectos de su funcionalidad.

La aplicación *Layar* para dispositivos móviles, es totalmente gratuita.

---

## Plataforma

La herramienta *Creator* es una aplicación Web que está disponible para todos los sistemas operativos.

La aplicación *Layar* que se utiliza en los dispositivos móviles para la visualización del contenido, está disponible para *iOS*, *Android* y *BlackBerry OS*.

---

## Documentación

Respecto a la documentación, *Layar Creator* no cuenta con documentación descargable. En cambio, *Layar* dispone de una sección de "*Layar Help Center*" (<http://help.layar.com/>) que ofrece diferentes tutoriales *online* para las distintas herramientas de *Layar*, entre ellas, *Laya Creator*.

Además, propone el uso de un *blog*, donde una de sus temáticas es "*Layar Creator*". Se puede acceder directamente a la temática de la herramienta de autor, desde <https://www.layar.com/news/blog/tags/layar%20creator/>.

Además, se cuenta con otras secciones de ayudas y tutoriales destinado a desarrolladores de software y usuarios más avanzados.

## 9) METAIO CREATOR<sup>44</sup>

---

## Descripción general

---

<sup>44</sup> <http://www.metaio.com/creator/>



*Metaio Creator* es una herramienta de Autor, fácil de usar, que permite la creación de escenarios de Realidad Aumentada.

A diferencia de las herramientas analizadas anteriormente, permite la utilización de diferentes técnicas de identificación de escenarios (Ver Capítulo 2). En primer lugar, se pueden utilizar marcadores similares a los utilizados en las demás herramientas, pero también, permite configurar cualquier tipo de imagen u objeto 3D como marcador. Además, mediante el uso de la técnica de visión artificial, permite utilizar la cabeza de una persona como marcador.

Por otro lado, la herramienta brinda un servicio *Augmented Reality Cloud service*, desde el cual se puede administrar y manejar todo el contenido creado con *Metaio* en la nube.

---

#### Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción de *Metaio Creator*

*Metaio* cuenta con una pantalla principal amigable, del estilo *drag & drop* (arrastrar y soltar), distribuida en 5 secciones.

Por un lado, el menú superior que brinda opciones de edición, visualización y posibilidades de crear o importar un nuevo proyecto.

Por otro, una parte central, donde se puede ir visualizando en tiempo real la animación.

Además, cuenta con un área en la parte inferior, que permite la configuración de nuevos marcadores. Es importante aclarar que se pueden configurar más de un marcador a la vez (*multitarget*).

En el panel derecho, se puede elegir el contenido a relacionar con el marcador seleccionado. Para hacerlo, es necesario hacer clic en el tipo de objeto a agregar (modelo 3D, imagen, sonido, video, un botón o un enlace, entre otras opciones) y moverlo hacia el marcador.

Al soltar el tipo de objeto a agregar, se abre una ventana de navegación para que se elija el contenido.

En la figura 4.30 se muestra la pantalla principal de *Metaio Creator*.

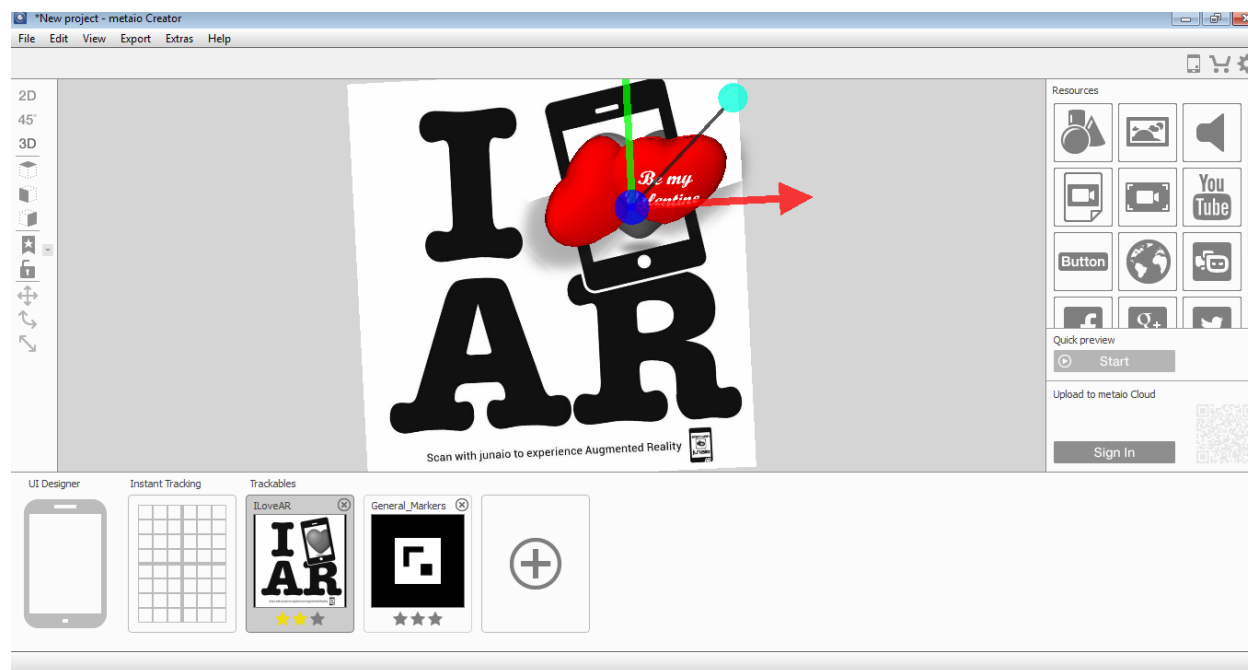


Figura 4.30 – Pantalla Principal de *Metaio*. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Las líneas de colores que se muestran sobre el objeto, se utilizan para rotar el objeto sobre diferentes ejes. Para realizar la traslación, se pueden utilizar directamente las flechas del navegación del teclado.

El botón *Start*, que se encuentra en el panel lateral derecho, permite visualizar el contenido creado.

Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas y formato del contenido que permite generar

Al igual que las herramientas analizadas anteriormente, con *Metaio*, sólo se pueden crear actividades de exploración, es decir, se asocia un marcador con un contenido específico. La particularidad de esta herramienta, respecto a las ya analizadas, es que se pueden utilizar otras técnicas para reconocimiento del escenario, ya no es necesario utilizar sólo marcadores con formato de código *QR*. Esta herramienta incorpora un tecnología conocida como “*markerless*” en el ámbito de la Realidad Aumentada, lo cual significa que puede aumentar una escena que no tenga un marcador, haciendo, simplemente un reconocimiento de escenarios.

A continuación se incluyen imágenes de los diversos ejemplos construidos como parte de este trabajo, con la herramienta *Metaio* (Ver figuras 4.31, 4.32 y 4.33).



Figura 4.31 – Ejemplo de interacción utilizando la funcionalidad de reconocimiento de la cabeza. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.



Figura 4.32 – Ejemplo de interacción utilizando una imagen como marcador. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

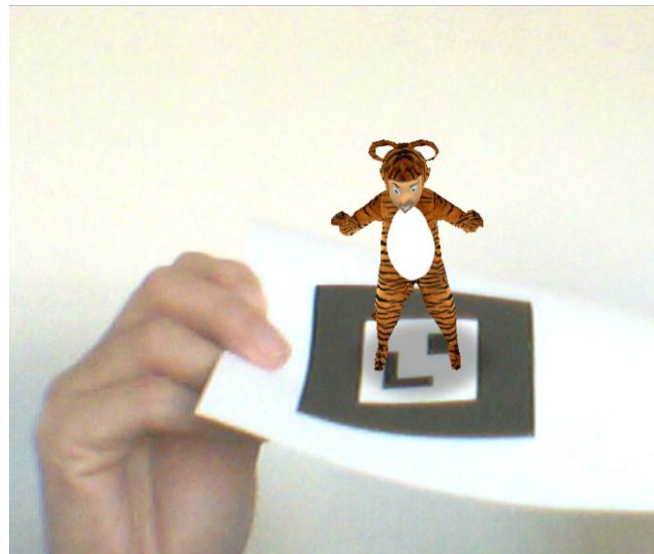


Figura 4.33 – Ejemplo de interacción utilizando marcadores tradicionales. Captura de pantalla realizada por la autora, durante la evaluación de la herramienta.

Al igual que las herramientas analizadas hasta el momento, *Metaio* no permite la incorporación de enunciados dentro de la escena, ni tampoco, la configuración de ningún tipo de *feedback*.

Un proyecto creado con *Metaio*, se puede exportar como una aplicación de escritorio, una *SDK*<sup>45</sup> o como una aplicación en la nube, utilizando el servicio de alojamiento que ofrece *Metaio*. Ninguna de estas posibilidades de exportación está disponible en la versión de demostración, por lo que no pudo ser evaluada tal funcionalidad.

---

## Licencia

*Metaio Creator* es una aplicación con licencia propietaria. En el sitio oficial, se encuentra los precios de las diferentes licencias.

Aun así, se puede descargar una versión de evaluación gratuita desde el sitio oficial de *Metaio*, accediendo a: <http://www.metaio.com/creator/>

---

## Plataforma

*Metaio Creator* está disponible sólo para *Windows* y *Mac*.

---

## Documentación

*Metaio* cuenta con una ayuda en línea y diversos tutoriales que abarcan varios ejemplos, con diferente complejidad.

Para acceder a la ayuda, se debe ingresar a los links de las diferentes secciones que aparecen en la página de presentación de *Metaio Creator*: <http://dev.metaio.com/creator/>.

---

<sup>45</sup> Un kit de desarrollo de software o *SDK* (siglas en inglés *de software development kit*) es generalmente un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones para un sistema concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, plataformas de hardware, computadoras, videoconsolas, sistemas operativos, etc.

Se puede acceder a la sección de tutoriales desde la dirección <http://dev.metaio.com/creator/tutorials/>.

#### 4.4. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS HERRAMIENTAS DE AUTOR DE RA DESCRIPTAS

Si bien todas las herramientas de autor antes mencionadas, permiten generar contenido de Realidad Aumentada, sólo Cuadernia ha sido diseñada con fines educativos, sin embargo ésta no ha sido específicamente diseñada como una herramienta de RA.

De acuerdo, a los diferentes criterios que han sido considerados para el análisis, se presenta a continuación una comparación.

*Detalles de funcionalidad y de la forma de interacción.*

*ARive, Layar, Metaio y Cuadernia* presentan una interfaz sencilla e intuitiva, pero se considera que puede haber dificultad para un usuario novato en encontrar la forma de obtener los marcadores.

*BuildAR* provee una interfaz más parecida a un ambiente de programación, por lo que, se cree que su uso no resulta natural para usuarios novatos.

Respecto a *Atomic*, si bien agrega una capa amigable para interactuar con *ARToolkit*, se considera que hay varios aspectos de la interfaz que se pueden mejorar para que ayuden al docente a entender el funcionamiento de la herramienta.

*ARCrowd* y *Augment* tienen una interfaz web, amigable, con acceso mediante sesión. Por lo que es necesario que el usuario se registre para acceder a todas las funcionalidades.

Luego del análisis, se cree que *Aumentaty* es la más intuitiva de las herramientas de escritorio analizadas, ya que provee una interfaz del estilo *drag & drop* para establecer las opciones que se desean.

Respecto a las opciones web, se cree que *ARCrowd* es la más intuitiva debido al orden en que aparecen las opciones, y a una buena organización de la secuencia de pasos que se debe seguir para crear los contenidos.

#### *Funcionalidades desde el punto de vista de la creación de actividades educativas.*

Todas las herramientas solo permiten la creación de actividades de exploración. Ninguna herramienta permite generar ningún otro tipo de interacción. No se incluyen posibilidades para incluir consignas educativas en las actividades, en general, salvo en *Cuadernia* que se puede incluir texto.

Ninguna de las actividades creadas con estas herramientas permite incorporar una retroalimentación o *feedback* para un alumno que la esté utilizando, más allá del objeto/video en la escena aumentada.

Todas las herramientas permiten incorporar objetos 3D o videos, excepto *Layar* que tiene objetivos comerciales y agrega botones, enlaces, acceso a las redes sociales, etc.

#### *Formato del contenido que permite generar.*

*BuildAr Pro*, *Aumentaty*, *Layar*, y *Augment* permiten exportar el contenido creado a un formato que es visible desde su correspondiente componente *Viewer* que todas éstas proveen. Es decir, requiere de la instalación de un programa propio de cada herramienta para poder acceder a la actividad de exploración. En el caso de *Arive*, no se han encontrado opciones de exportación/guardado.

*Cuadernia*, en cambio, permite exportar el libro, que incluye una actividad de RA, a formato *.exe* y *.html*. De la misma manera, *Atomic* permite exportar a *.exe*, y *Atomic Web* a *.swf*.

En el caso de *ARCrowd*, los contenidos se visualizan directamente desde el sitio web. No presenta opciones de exportación.

*Metaio* permite exportar a una aplicación en la nube accesible desde un móvil, a un *SDK* o a un formato de aplicación de escritorio.

### *Licencia*

*Augment*, *Layar*, *Metaio*, *Aumentaty* y *BuildAR PRO* tienen licencia propietaria con una versión de demostración gratuita. La versión 2008 de *BuildAR* es gratuita, pero ya no cuenta con más actualizaciones.

*Arive* y *ATomic*, poseen licencia *GPL*. En el caso de *Cuadernia* y *ARCrowd*, la licencia es *Creative Commons*. Es decir, estas últimas 4 herramientas son de uso gratuito.

### *Plataforma*

*Aumentaty*, *Atomic*, *Metaio* y *BuildAR PRO* funcionan sobre *Windows* y *Mac*. *Atomic*, además, funciona sobre *Linux*.

*Cuadernia* tiene una versión *online* que la hace multiplataforma, aunque su versión descargable funciona sólo en *Windows* y algunas distribuciones de *Linux*.

*ARCrowd*, *Augment* y *Layar* se acceden mediante un navegador web con conexión a internet, por lo que podría considerarse multiplataforma, más allá de que *ARCrowd* no esté disponible para *Internet Explorer*.



*Augment* y *Layar*, se complementan con una aplicación para dispositivos móviles que está disponible para *iOS* y *Android*. *Layar* además, está disponible para *BlackBerry*.

*Arive* funciona sólo para *Windows*.

### Documentación

Todas las herramientas analizadas, excepto *ARive*, proveen *documentación* en el sitio oficial de la aplicación. Algunas ayudas son más detalladas, y otras, como es el caso de *ARCrowd* y *Augment*, sólo cuenta con una sección de *FAQ* o preguntas frecuentes.

En el caso de *ARive*, la documentación está incluida en la misma carpeta que el archivo ejecutable de la aplicación.

En la tabla 4.1, se muestra un resumen de lo mencionado en esta sección. En dicha tabla, la información sobre las funcionalidades de las herramientas desde el punto de vista educativo, no será incluida, debido a que es redundante ya que, en todos los casos, no permite ingresar un enunciado, ni un objetivo, ni un *feedback* y sólo se pueden crear actividades de exploración.

| Herramienta    | Tipo de Aplicación | Formatos de salida                               | Licencia         | Plataforma            | Documentación                   |
|----------------|--------------------|--|------------------|-----------------------|---------------------------------|
| <b>ARCrowd</b> | Web                | No exporta. Se visualiza en la misma herramienta | Creative commons | Multiplataforma       | Sólo FAQ en el sitio oficial.   |
| <b>Arive</b>   | Escritorio         | No exporta. Se visualiza en la misma herramienta | GPL              | Windows               | Documentación en la aplicación. |
| <b>Atomic</b>  | Web y Escritorio   | .exe y .html                                     | GPL              | Windows, Linux y Mac. | Documentación en el sitio.      |

|                  |                  |                       |                               |                 |                               |
|------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|
| <b>Augment</b>   | Web              | Requiere un visor     | Propietaria con versión demo. | Multiplataforma | Sólo FAQ en el sitio oficial. |
| <b>Aumentaty</b> | Escritorio       | Requiere un visor     | Propietaria con versión demo. | Windows y Mac.  | Documentación en el sitio.    |
| <b>Build AR</b>  | Escritorio       | Requiere un visor     | Propietaria con versión demo. | Windows y Mac.  | Documentación en el sitio.    |
| <b>Cuadernia</b> | Web y Escritorio | .exe, .html y SCORM   | Creative commons              | Multiplataforma | Documentación en el sitio.    |
| <b>Layar</b>     | Web              | Requiere un visor     | Propietaria con versión demo. | Multiplataforma | Documentación en el sitio.    |
| <b>Metaio</b>    | Escritorio       | App móvil, SDK y .exe | Propietaria con versión demo. | Windows y Mac.  | Documentación en el sitio.    |

Tabla 4.1 - Resumen de los resultados obtenidos en el análisis comparativo.

## 4.5. CONCLUSIÓN

A partir del estudio y análisis realizado, se observa que ninguna de las herramientas de autor para la creación de contenido de Realidad Aumentada ha sido diseñada específicamente para el ámbito educativo, salvo Cuadernia que no es considerada una herramienta de autor específica de RA, si no que incluye dentro de sus funcionalidades una plantilla orientada a crear actividades del tipo exploratoria basadas en RA.

Las herramientas estudiadas abren posibilidades para que personas sin conocimientos en programación puedan generar actividades exploratorias de RA, principalmente basadas en presentar un marcador frente a una cámara web, y que ese marcador permita enriquecer la escena real, a partir de la inclusión de un objeto 3D. Sin embargo, se cree que la construcción de actividades educativas basadas en RA requiere de elementos adicionales tales como la

inclusión de consignas, el trabajo con varios marcadores, la posibilidad de incluir *feedback* y otras, que se deberían contemplar en el diseño de herramientas de autor de RA para escenarios educativos.

En el capítulo de conclusiones se ahondará en estas reflexiones y se presentarán las líneas de trabajo futuro que abren el camino para el desarrollo de mi tesis de maestría en el área.

# CAPÍTULO 5

---

## Conclusiones y líneas de trabajo futuras



## 5.1 CONCLUSIÓN DE ESTE TRABAJO

En el presente trabajo final, se ha hecho una recopilación de diferentes herramientas de autor, orientadas al ámbito educativo y, luego, algunas herramientas para la generación de contenido de Realidad Aumentada.

Se ha observado que las herramientas de autor orientadas al ámbito educativo tienen en cuenta una serie de características comunes, que se vinculan con aspectos pedagógicos, tecnológicos y de diseño visual, tales como:

- Incluir la posibilidad de incorporar enunciados y objetivos (didácticos y cognitivos) a nivel general y de cada actividad.
- Construir diversos tipos de actividades didácticas (de ordenamiento, de completamiento, de relación, etc.) a partir de plantillas, específicamente diseñadas.
- Configurar una retroalimentación al alumno que puede ser textual, sonora y/o visual. Esto permite al alumno conocer más acerca de su desempeño en una cierta actividad y aprender a partir de su resolución.
- Armar secuencias/paquetes de actividades de acuerdo a algún objetivo pedagógico, previamente elaborado por el docente.
- Ofrecer diferentes posibilidades de navegación entre las actividades de una secuencia o paquete.
- Personalizar aspectos de presentación de las actividades que se están creando, tales como: la tipografía, uso de fondos, distribución de la información en la pantalla, etc.

Además, todas las herramientas estudiadas permiten tanto la presentación de contenidos multimedia como la creación de actividades. Entre una y otra varían en los tipos de actividades que posibilitan, y en la forma en que generan el producto final (libro multimedia, espacio web, etc.). En general, se observa una tendencia a permitir que la secuencia de actividades generadas, pueda ser visualizada en un navegador web.

Por otra parte, se estudiaron herramientas de autor para la generación de contenido de Realidad Aumentada. Como características de las herramientas analizadas, se pueden mencionar:

- Ninguna presenta posibilidades de inclusión de enunciados, objetivos y/o *feedback*.
- La mayoría no permite crear una secuencia de actividades, o posibilidades de navegación entre los diferentes contenidos generados.
- Todas utilizan como metodología de identificación de escenarios, el uso de marcadores. Sólo las más avanzadas incluyen reconocimiento de otro tipo de imágenes u objetos.
- Más de la mitad de las herramientas analizadas no permite la rotación, traslación y redimensión del objeto o contenido agregado.
- Los tipos de archivos más utilizados son: *.obj* y *.dae* para los objetos 3D. Para los sonidos *.mp3*, para los videos *.mp4* y para las imágenes *.png* y *.jpg*.
- Solo una de todas las analizadas, incluye como parte de su funcionalidad un conversor de archivos 3D. Ninguna explica al docente qué herramientas podría utilizar para convertir objetos recuperados en la web a formatos permitidos por la herramienta.
- Todas las herramientas presentan una complejidad, vinculada a la localización y recuperación de objetos 3D. Sólo algunas contienen un repositorio propio. Ninguna provee enlaces a repositorios de objetos 3D. Esto es un punto importante, ya que sería útil orientar al docente en la búsqueda de recursos 3D que enriquezcan la escena real a aumentar.
- La mayoría de las herramientas presentan una forma amigable, para la descarga de los marcadores. Esto, también es un punto importante a tener en cuenta, debido a que la herramienta debe estar diseñada para que pueda ser utilizada por usuarios novatos en el uso de tecnologías.

En resumen, teniendo en cuenta las posibilidades que ofrecen las herramientas de autor orientadas al ámbito educativo, y las funcionalidades actuales de las herramientas de RA analizadas, se observa que sería deseable que estas últimas incorporen opciones más orientadas a la creación de actividades educativas. Por ejemplo, disponer de un espacio para la

inclusión de consignas que le indiquen al alumno la intención de la actividad desde el punto de vista cognitivo y didáctico, la posibilidad de incluir algún tipo de *feedback* de audio y/o texto, poder componer una secuencia de actividades, entre otras. Se concluye además que sería necesario incluir más tipos de actividades educativas basadas en RA, y que no solo sean de tipo exploratorio.

En resumen, se observa que la mayoría de las herramientas analizadas no han sido diseñadas específicamente para ser utilizadas para el escenario educativo.

Como se detalló en el capítulo 3, las herramientas de autor orientadas al ámbito educativo brindan la posibilidad de secuenciar los contenidos, de manera de armarle un recorrido didáctico al alumno. Algunas, incluso, permiten modificar la secuencia en tiempo real, en base a ciertas condiciones como puede ser el resultado de la resolución de una actividad.

A partir del estudio realizado en este trabajo, y resaltando el impacto que han ganado las herramientas de autor para la construcción de materiales educativos digitales tanto para el docente como para el alumno, se considera necesario dar un salto evolutivo en las herramientas para la construcción de actividades de RA, de manera tal que puedan cobrar sentido en el escenario educativo.

Sería de utilidad entonces para el docente, contar con una herramienta de autor que permita generar contenido de RA y que además, sea diseñada, específicamente para el ámbito educativo. Una herramienta de este tipo debería incluir la posibilidad de:

- Generar diferentes plantillas de actividades, basadas en RA.
- Agrupar o empaquetar estas actividades en un proyecto.
- Ordenar las actividades, para que el alumno las navegue acorde a los objetivos didácticos del docente.
- Disponer de un espacio para la inclusión de un enunciado, consigna y/u objetivos de la actividad.
- Configurar un *feedback* para cada actividad.
- Personalizar aspectos visuales de presentación de las actividades.

Se deja abierta entonces la puerta para abordar la creación de una herramienta de autor para el diseño de actividades educativas basadas en RA, que tenga en cuenta algunas o todas las características mencionadas en el análisis previo.

## 5.2 LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Como línea de trabajo futura, se propone la realización de un prototipo de una herramienta de autor, que facilite la creación de actividades basadas en el paradigma de Realidad Aumentada y que, además, incluya las características pedagógica mencionadas en la sección anterior.

Como parte de mi tesis de magister en Tecnología Informática Aplicada en Educación, bajo la dirección de la Dra. Cecilia Sanz y la Lic. Patricia Pesado, con el asesoramiento científico de la Dra Sandra Baldassarri, se empezó a trabajar en el desarrollo de una herramienta de autor en concordancia con las conclusiones arribadas en este trabajo. La herramienta ha sido denominada *AuthorAR*.

Ésta permite la generación de contenidos de RA, que son agrupados en proyectos. Hasta el momento, se han diseñado tres tipos de plantillas, pero el proyecto abarcará una mayor variedad, orientadas a diferentes disciplinas, tipos de actividades (relación, ordenamiento, completamiento, entre otras), y niveles educativos. Los tipos de plantillas, diseñadas hasta el momento, son:

- **Presentación:** este tipo de plantilla se utilizará para presentar información al usuario sin ningún tipo de interacción. Se podrán incluir videos, imágenes, sonidos y textos. Al crearla, el docente deberá elegir desde un listado de plantillas, el diseño que desea utilizar.
- **Exploración:** se basan en un conjunto de elementos que al ser presentados a la cámara web conectada a una computadora, ofrecen información adicional sintética sobre la escena que se captura en tiempo real.



- Estructuración de frases: permiten a los docentes generar actividades en las que el alumno deberá componer una frase del estilo sujeto-acción-objeto o sujeto-acción, basada en RA, utilizando más de un marcador.

Las últimas dos plantillas, pueden contener como parte de la presentación un enunciado, consigna u objetivo, utilizando una plantilla de presentación.

A su vez, en la pantalla de creación de las actividades de exploración se incluirá un botón “*Google sketchup*”, que permite acceder al sitio *3dwarehouse*. Este sitio, es un repositorio de objetos creados con *Google Sketchup*, en el que el docente podrá buscar objetos a incorporar en sus actividades, de considerarlo necesario. La mayoría de los modelos disponibles en este repositorio están en formato *.skp* (que es el formato de archivo fuente de *Sketchup*), pero al utilizar la herramienta *sketchup*, permite exportar a formato *.dae*. El objetivo es, posteriormente, agregar diferentes enlaces a distintos repositorios de objetos 3D, como *turbosquid*<sup>46</sup>, para facilitar la tarea del docente. Además a futuro, se podría contar con un repositorio propio.

Por otro lado, la herramienta permitiría al docente configurar el orden en que desea que se presenten los contenidos creados.

Actualmente, la herramienta se encuentra en una fase de rediseño. Los avances antes mencionados, se han ido presentando en diferentes congresos del ámbito nacional e internacionales (Moralejo, Sanz, Pesado, Baldassarri, 2014) (Moralejo, Sanz, Pesado, Baldassarri, 2013) (Moralejo, Sanz, Pesado, Baldassarri, 2013b).

---

<sup>46</sup> <http://www.turbosquid.com/>

# BIBLIOGRAFÍA

---



- AIPO (2013).** Asociación Interacción Persona- Ordenador. "Interacción Persona-Ordenador. Estilos y paradigmas". <http://aipo.es/files/transpas/estpar.ppt>. Recuperado en 2013.
- Albion, P. (1999).** "Heuristic evaluation of educational multimedia: From theory to practice". ASCILITE 1999: 16th Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education: Responding to Diversity, 5-8 Dec 1999, Brisbane, Australia.
- Azuma R. (1997).** "A Survey of Augmented Reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments" 6, 4 (August 1997),Pág. 355-385.
- Azuma R., Baillot Y., Behringer R., Feiner S.K., Julier S. J., MacIntyre B. (2001).** "Recent Advances in Augmented Reality". In IEEE Computer Graphics and Applications. Nov-Dec 2001, Pág. 34-47.
- Benavides Maya A., Alvira Manios B., Córdoba Melo E., Rodríguez E., Erazo E., Silva Calpa G., Valencia Palomino H., Sarria Vivas H., Montilla Muñoz J., Fajardo Gutierrez J., Cruz Cruz L., Trejo Narvárez O., Rosero P., Botina S., Bolaños Muñoz S. (2011).** "Crear y Publicar con las TICS en la escuela". Sello Editorial Universidad del Cauca, Primera Edición. Bogotá, Colombia. Mayo 2011. ISBN: 978-958-732-083-1.
- Billinghamurst M., Kato H., Poupyrev I. (2001).** "The MagicBook: A Transitional AR Interface". Computers & Graphics Volume 25, Issue 5, October 2001, Pág. 745–753.
- Camarda P., Minzi V. (2012).** "Primaria Digital, Aulas digitales móviles, Manual general introductorio". Primera edición. Buenos Aires. Ministerio de Educación de la Nación, 2012. ISBN 978-950-00-0949-2.
- De Pedro Carracedo J. (2011).** "Realidad Aumentada: Un Nuevo Paradigma en la Educación Superior". CAFVIR 2011. Disponible en: <http://www.redusoi.org/docs/LibroActasCAFVIR2011.pdf#page=300>. Recuperado en 2013.

**Estebanell Minguell M., Ferrés Font J., Cornellà Canals P., Codina Regàs D. (2012).** “Realidad Aumentada y códigos QR en Educación”. Tendencias emergentes en educación con TI. Pág. 135-155. Barcelona, 2012. ISBN: 978-84-616-0448-7.

**Gimeno J., Morillo P., Orduña J.M., Fernández M. (2013).** “A new AR authoring tool using depth maps for industrial procedures”. Computers in Industry. Volumen 64, pág. 1263–1271. ISSN: 0166-3615.

**Gómez Villa, Franco Morales, A., Martínez Valenzuela, J., Pastor Marín, P., Marín Saorín, S., Reyes Camacho Marín, S. y Villalba del Baño. J. (2002).** “Herramientas de Autor e integración Curricular: ‘Las Aventuras de Topy’, una aplicación multimedia para el desarrollo de la comunicación alternativa y aumentativa en el aula”. Actas del II Congreso Nacional de Nuevas Tecnologías y Necesidades Educativas Especiales, Murcia, España.

**Haringer M., Regenbrecht H.T. (2002).** “A pragmatic approach to augmented reality authoring”. Proceedings of the 1st International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR’02, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, Pág. 237.

**Hashimoto S., Ishida A., Inami M., Igarashi T. (2011).** "TouchMe: An Augmented Reality Based Remote Robot Manipulation". JST ERATO Igarashi Design Interface Project. The 21st International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Proceedings of ICAT2011.

**Heining S.M., Stefan P., Sauer F., Euler E., Navab N., Traub J. (2006).** “Evaluation of an in-situ visualization system for navigated trauma surgery”. Proceedings of The 6th Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS 2006), Montreal, Canada, 2006.

**Henrysson, A., Billinghurst, M. and Ollila, M. (2005).** “Face to face collaborative AR on mobile phones”. In Mixed and Augmented Reality, 2005. Proceedings. Fourth IEEE and ACM International Symposium. Pág. 80-89.

**JClic - sitio oficial, 2013.** <http://clic.xtec.cat/es/jclic/howto.htm>

**Johnson, L., Smith, R., Levine, A., Stone, S. (2010).** “The 2010 Horizon Report : Edición en español”. (Xavier Canals, Eva Durall, Translation.) Austin, Texas: The New Media Consortium. ISBN 978-0-9825334-7-5.

**Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., y Haywood, K., (2011).** “The 2011 Horizon Report”. The New Media Consortium. Austin, Texas. Recuperado el 12 de marzo 2012 de: <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/HR2011.pdf>.

**Julier, S., Baillot, Y., Lanzagorta, M., Brown, D., and Rosenblum, L. (2000).** “BARS: Battlefield Augmented Reality System”. In NATO Symposium on Information Processing Techniques for Military Systems, Istanbul, Turkey.

**Kaskalis, T. H., Tzidamis, T. D., & Margaritis, K. (2007).** “Multimedia Authoring Tools: The Quest for an Educational Package”. *Educational Technology & Society*, 10 (3), Pág. 135-162.

**Knopfle C., Weidenhausen J., Chauvigne L., Stock I (2005).** “Template based authoring for AR based service scenarios”. *Virtual Reality, Proceedings, VR 2005, IEEE*. Pág. 237–240.

**Kaufmann H., Schmalstieg D., Wagner M. (2000).** Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. *Education and Information Technologies* Volume 5, Issue 4 , Pág. 263-276. Online ISSN 1573-7608.

**Martín Gutiérrez J., Saorín J.L., Contero M., Alcañiz M., Pérez-López D.C., Ortega M. (2010).** “Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students”. *Computers & Graphics*, 34(2010). Pág. 77-91.

**Martín Gutiérrez J.; Navarro R. E.; y Acosta González M. (2011).** “Mixed Reality for Development of Spatial Skills of First-Year Engineering Students”. *Proceeding of the IEEE 2011 Frontiers in Education Conference*. Rapid City, South Dakota, October 12-15.

**Martín Gutierrez J., Contero González M., Alcañiz Raya M. (2011).** “Curso para la mejora de la capacidad espacial”. 2011. Editorial: Bubok. ISBN: 978-84-9981-798-9.

- Mazen Abdulmuslih, A. (2012).** “Análisis de sistemas de realidad aumentada y metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas.”. Universidad Rey Juan Carlos. 2012. <http://eciencia.urjc.es/bitstream/10115/7805/1/1112-MIIM-TFM-MazenAbdulmushliAlsirhani.pdf>
- Milgram P., Takemura H., Utsumi A., y Kishino F., (1994).** Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, Pág. 282-292.
- Moralejo L., Sanz C., Pesado P., Baldassarri S. (2014).** “Análisis comparativo de herramientas de autor para la creación de actividades de Realidad Aumentada”. Moralejo, María Lucrecia; Sanz, Cecilia; Pesado, Patricia; Baldassarri, Sandra. IX Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Mayo de 2014, Chilecito. Publicado en *Proceedings del Workshop*. ISBN 978-987-24611-1-9.
- Moralejo L., Sanz C., Pesado P., Baldassarri S. (2013).** “Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada”. Moralejo, María Lucrecia; Sanz, Cecilia; Pesado, Patricia; Baldassarri, Sandra. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2013. Octubre de 2013, Mar del Plata. Publicado en *Proceedings del Workshop*.
- Moralejo L., Sanz C., Pesado P., Baldassarri S. (2013b).** “AuthorAR: Authoring Tool for Building Educational Activities based on Augmented Reality”. Moralejo, María Lucrecia; Sanz, Cecilia; Pesado, Patricia; Baldassarri, Sandra. Conferencia. CTS 2013. Mayo de 2013, San Diego (California). ISBN 978-1-4673-6403-4.
- Mullen T. (2011).** “Prototyping Augmented Reality”. Indianapolis USA: Sybex.
- Navab N., Bascle B., Appel M., Cubillo E. (1999).** "Scene Augmentation Via the Fusion of Industrial Drawings and Uncalibrated Images with a View to Marker-Less Calibration". Proc. 2nd Int'l Workshop Augmented Reality. (IWAR '99). San Francisco, 20-21 Oct. 1999, Pág. 125-133.

- Nickels S., Sminia H., Mueller S.C., Kools B., Dehof A.K., Lenhof H., Hildebrandt, A. (2012).** "ProteinScanAR - An Augmented Reality Web Application for High School Education in Biomolecular Life Sciences". ISBN: 978-1-4673-2260-7. Pág. 578 - 583.
- Pasman W., Woodward C. (2003).** "Implementation of an Augmented Reality System on a PDA". In *Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings. The Second IEEE and ACM International Symposium*. Pág. 276-277.
- Pengcheng F., Mingquan Z, Xuesong W (2011).** "The significance and effectiveness of Augmented Reality in experimental education". ISBN 978-1-4244-8691-5. Pág. 1 - 4.
- Poupyrev I., Tan D., Billingham M., Kato H., Regenbrecht H., Tetsutani N. (2001).** "Tiles: a mixed reality authoring interface", *Proceedings of Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT'01)*. Pág. 334–341.
- Preclik, J. (2002).** "What authoring tool is the best?". J. Safrankova (Ed.), *Proceedings of the 11th Annual Conference of Doctoral Students, Prague: MATFYZ Press*. Pág. 128–133.
- Prensky, M. (2011).** "Enseñar a nativos digitales". Madrid: Ediciones SM, Biblioteca innovación educativa. ISBN 978-8467552287.
- Rodríguez Lomuscio J.P. (2011).** "Realidad Aumentada para el aprendizaje de Ciencias en niños de Educación General Básica". Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-rodriiguez\\_jl/pdfAmont/cf-rodriiguez\\_jl.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2011/cf-rodriiguez_jl/pdfAmont/cf-rodriiguez_jl.pdf). Recuperado en 2013.
- Royo J. (2004).** "Diseño Digital". Barcelona, España. Editorial Paidós. ISBN 978-84-493-1550-6.
- Sánchez Ilabaca J. (2001).** "Aprendizaje Visible, Tecnología Invisible". Dolmen Ediciones. Santiago, Chile, Pág. 394, ISBN 956-201-473-8.
- Sanz C. (2014).** Material de estudio del curso "Tecnología Informática. Evolución y Aplicaciones" de la carrera de Especialización en Tecnología Informática Aplicada en Educación.

- Sauer F, Khamene A, Vogt S (2002).** "An augmented reality navigation system with a single-camera tracker: System design and needle biopsy phantom trial". In: Proceedings of the Second International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI). (2002).
- Schall G, Junghanns S, Schmalstieg D (2010).** "VIDENTE—3D Visualization of Underground Infrastructure using Handheld Augmented Reality. In: GeoHydroinformatics: integrating GIS and water engineering". Anand S, Ware M, Jackson M, Vairavamoorthy K, Abrahart R (eds). Publicado por CRC Press, Pág. 207–219.
- Seichter H., Looser J. y Billinghurst M (2008).** ComposAR: An Intuitive Tool for Authoring AR Applications. International Symposium of Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2008), Cambridge, UK, IEEE, Pág. 177-178, 15/09/2008.
- Tang A., Owen C., Bioca F., Mou W (2002).** "Comparative effectiveness of augmented reality in object assembly". Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'03), 2003, Pág. 73–80.
- Wang Y, Langlotz T, Billinghurst M, Bell T (2009).** "An authoring tool for mobile phone AR environments". In: Proc. of the NZCSRSC 2009.
- Wichrowski M. (2013).** "Teaching Augmented Reality in Practice: Tools, Workshops and Students' Projects". Paper presented at MIDI 2013 Conference, Junio de 2013, Warsaw, Poland.