



Universidad  
de La Laguna

---

# **Agente Virtual Inteligente para el soporte del aprendizaje personalizado**

*Intelligent Virtual Agent supported for personalized learning*

Diego Williams Aguilar Montaña

ISAATC

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

Trabajo de Fin de Grado

---

La Laguna, 6 de septiembre de 2014



D. <sup>a</sup> **Vanesa Muñoz Cruz**, con N.I.F. 78.698.687-R, ayudante Doctor adscrita al Departamento de Ingeniería Informática ISAATC del Departamento de la Universidad de La Laguna

y

D. <sup>a</sup> **Carina Soledad González González**, con N.I.F. 54.064.251-Z, contratada Doctor adscrita al Departamento de Ingeniería Informática ISAATC del Departamento de la Universidad de La Laguna

## **C E R T I F I C A N**

Que la presente memoria titulada:

*“Agente Virtual Inteligente para el soporte del aprendizaje personalizado.”*

ha sido realizada bajo su dirección por D. Diego Williams Aguilar Montaña, con N.I.F. 42.265.379-G.

Y para que así conste, en cumplimiento de la legislación vigente y a los efectos oportunos firman la presente en La Laguna a 6 de septiembre de 2014.



*“Hay que tener fe, hay que tener convicción, hay que tener coraje, hay que asumir ciertos desafíos, porque el que no asume no arriesga, y el que no arriesga, no gana.”*

Diego Pablo “Cholo” Simeone

*A mis abuelos Toya, Néstor y Juana,  
Los pilares de mi vida.*

*Con todo mi cariño*

## Agradecimientos

Esta memoria representa el término de largos años de estudio, durante los cuales he recibido el apoyo y la confianza de familiares y amigos que me han acompañado en cada momento y a los cuales deseo en esta oportunidad agradecerles.

En primer lugar quiero mencionar a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental en mi carrera, por su continuo apoyo y esfuerzo, sin los cuales no me habría sido posible llegar a este momento.

No puedo olvidar en mis agradecimientos al grupo del *Monolito*, Einar, Airam, Paco, Adrián, Husai, Fran, Abraham, Álex y Ariel, quienes siempre estuvieron en lo bueno y en lo malo.

También quiero mencionar a mis grandes amigos Eduardo, Javier, Said, Daniel, David, Yeray, Hamilton, Sergio y Noel, a quienes conocí en la facultad y han estado conmigo todos estos años y son parte importante de todo este largo camino.

Quisiera agradecer a mis compañeros del proyecto EMATIC, Judith, José y Leo, porque a través de la solidez de su trabajo en equipo hicieron más fácil el desarrollo del proyecto.

De forma especial quiero agradecer a Vanesa Muñoz Cruz y Carina Soledad González González, directora y codirectora del proyecto respectivamente, por sus consejos y ayuda que han sido fundamental para la realización de este trabajo.

## **Resumen**

*El objetivo de este trabajo ha sido el desarrollo de un agente virtual inteligente dentro del proyecto EMATIC, el cual debe lograr su interacción con el alumno y actuar como apoyo de la plataforma, suponiendo, así, un refuerzo en su proceso de aprendizaje. Se pretende por tanto que el agente pueda detectar y adaptar su conducta al usuario de la plataforma.*

*Como resultado del trabajo realizado se ha desarrollado un agente virtual inteligente que interactúa con el alumno mediante la interfaz, con gestos y expresiones. Además el agente presenta los distintos juegos colaborativos de la plataforma EMATIC, de modo que también es capaz de realizar un feedback personalizado al final de cada ejercicio y detectar la inactividad del alumno.*

### **Palabras clave**

Agente Virtual Inteligente, Interacción, EMATIC, Educación, Apoyo a las decisiones.

## **Abstract**

*The objective of this work has been the development of an intelligent virtual agent within the EMATIC project, which achieve interaction with the student and act as a support for the platform, and, therefore, to help him in his learning process. The goal of this process is to detect and adapt the agent's behavior towards the student.*

*As a result of this work, a virtual intelligent agent has been developed that interacts with the student through the interface, with gestures and expressions. In addition the agent introduces different collaborative games from EMATIC platform, so it is also able to make a personalized feedback at the end of each exercise and identify the student's inactivity.*

## **Keywords**

Intelligent Virtual Agent, Interaction, EMATIC, Education, Decision support.

# Índice General

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	<b>15</b>
1.1 Descripción del contexto	15
1.2 Sistemas Tutoriales Inteligentes	15
1.3 Agentes Inteligentes	16
1.4 Proyecto EMATIC	18
1.5 Equipo de trabajo	18
1.6 Objetivos	19
1.7 Planificación	20
<b>Capítulo 2. Tecnologías utilizadas</b>	<b>21</b>
2.1 Lenguajes de programación y tecnologías utilizadas	21
2.2 Adobe Edge Animate CC	21
2.2.1 Características principales	22
2.2.2 Publicación de contenido para páginas web	25
2.3 Google Web Designer vs Adobe Edge Animate	27
2.3.1 Google Web Designer	27
2.3.2 Comparación	27
2.3.3 Conclusión	28
2.4 Adobe Edge Inspect CC	28
2.4.1 Características principales	29
2.4.2 Funcionamiento	29
2.5 Adobe Illustrator	31
2.5.1 Características principales	31
2.6 Tecnologías de la plataforma EMATIC	33
2.6.1 Django	33
2.6.2 Bootstrap	36
2.7 Metodología de trabajo en equipo	37
2.7.1 Bitbucket	37
2.7.2 Dropbox	38

<b>Capítulo 3. Diseño del agente para la plataforma EMATIC</b>	<b>40</b>
3.1 Diseño actual del agente	40
3.2 Diseño final del agente	43
<b>Capítulo 4. Implementación</b>	<b>45</b>
4.1 Técnicas de desarrollo para las animaciones	45
4.1.1 Uso de Adobe Illustrator	45
4.1.2 Importación de imágenes en Adobe Edge Animate	46
4.1.3 Exportación de símbolos en Adobe Edge Animate	47
4.2 Animaciones e integración en la plataforma EMATIC	48
4.2.1 Animación de aparición del agente	48
4.2.2 Animación de feedback o dar respuesta	52
4.2.3 Animación de detección de inactividad	55
4.2.4 Animaciones con audio	57
4.2.5 Integración del agente en los escenarios de EMATIC	61
4.2.6 Integración del agente en las actividades de EMATIC	65
<b>Capítulo 5. Conclusiones y Trabajos Futuros</b>	<b>69</b>
<b>Capítulo 6. Summary and Conclusions</b>	<b>70</b>
<b>Capítulo 7. Presupuesto</b>	<b>71</b>
7.1 Presupuesto Inicial	71
7.1.1 Coste personal	72
7.1.2 Coste de los elementos software y hardware	72
7.1.3 Coste total del proyecto	73
7.2 Presupuesto final	73
7.2.1 Coste personal	73
7.2.2 Coste de los elementos software y hardware	74
7.2.3 Coste total del proyecto	75
7.3 Herramientas hardware	75
<b>Referencias</b>	<b>77</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>79</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Estructura tradicional de un ITS [2]	16
Figura 2. Visión esquemática de un agente	17
Figura 3. Contenido compatible con diversos dispositivos [4]	22
Figura 4. Interfaz de inicio de Adobe Edge Animate	23
Figura 5. Interfaz principal del editor de Adobe Edge Animate	24
Figura 6. Carpeta para la publicación de un proyecto de Animate	26
Figura 7. Línea de tiempo de Google Web Designer	28
Figura 8. Uso de Adobe Inspect para conexión entre dos dispositivos	30
Figura 9. Uso de Adobe Edge Inspect en un dispositivo móvil	30
Figura 10. Interfaz principal del programa Adobe Illustrator CC	32
Figura 11. Generaciones del desarrollo web [8]	33
Figura 12. Esquema modelo MTV (Modelo Template Vista) [8]	34
Figura 13. Estructura código fuente de la plataforma EMATIC	35
Figura 14. Repositorio privado del proyecto en Bitbucket	38
Figura 15. Carpeta del proyecto EMATIC compartida en Dropbox	39
Figura 16. Pantalla de Inicio de la plataforma EMATIC (diseño antiguo)	41
Figura 17. Grupos de Actividades de la plataforma EMATIC (diseño antiguo)	41
Figura 18. Selección de actividades del grupo Calificación (diseño antiguo)	42
Figura 19. Presentación del agente dentro una actividad (diseño antiguo)	42
Figura 20. Diseño actual del agente	43
Figura 21. Propuestas de agente para la plataforma EMATIC	44
Figura 22. Diseño final del agente	44
Figura 23. Partes del agente para realizar animaciones	46
Figura 24. Importación de imágenes SVG en Adobe Edge Animate	47
Figura 25. Componentes del agente importados en Animate	47
Figura 26. Uso del agente como símbolo en un escenario de EMATIC	48
Figura 27. Opción escala con respuesta en el panel Propiedades	49
Figura 28. Opción rutas de movimiento del panel de propiedades	50
Figura 29. Trazado de movimiento usando la curva de Bézier	51

Figura 30. Activación de la herramienta Pin	51
Figura 31. Línea de tiempo con la duración de la animación	52
Figura 32. Animación de feedback positivo 1: Sonrisa	53
Figura 33. Animación de feedback positivo 2: Sorpresa	53
Figura 34. Animación de feedback negativo 1: Tristeza	54
Figura 35. Animación de feedback negativo 2: Resignación	55
Figura 36. Botón abrir acciones	56
Figura 37. Editor de código de JavaScript	56
Figura 38. Código JavaScript para la reproducción de una animación	57
Figura 39. Uso de TTS de Google a través de Google Traductor	58
Figura 40. Grupo de audio de la biblioteca de Animate	59
Figura 41. Opciones de control de audio en el panel Propiedades	59
Figura 42. Acciones de audio en el editor de acciones	60
Figura 43. Importación de un proyecto de Animate como símbolo	61
Figura 44. Configuración de una publicación en Animate	62
Figura 45. Código asociado al template habitacion.html	63
Figura 46. Integración del agente en el escenario Habitación	63
Figura 47. Integración del agente en el escenario Feria	64
Figura 48. Integración del agente en el escenario Supermercado	64
Figura 49. Integración del agente en el escenario Oficina	65
Figura 50. Código CSS de un bloque para la inserción del agente	66
Figura 51. Código CSS para el agente en las actividades y los escenarios	67
Figura 52. Código del fichero agente.html	68
Figura 53. Código asociado a la integración del agente dentro de una actividad	68
Figura 54. Integración final del agente en una de las actividades de EMATIC	68

## Índice de tablas

Tabla 1. Planificación del tiempo empleado en el trabajo fin de grado	20
Tabla 2. Presupuesto inicial – Coste personal	72
Tabla 3. Presupuesto inicial – Coste elementos sw y hw	72
Tabla 4. Presupuesto inicial – Coste total	73
Tabla 5. Presupuesto final – Coste personal	74
Tabla 6. Presupuesto final – Coste elementos sw y hw	74
Tabla 7. Presupuesto final – Coste total	75

# Capítulo 1. Introducción

## 1.1 Descripción del contexto

Toda persona tiene derecho a aprender y a participar en los planes de educación y currículo normalizado (Aitken, J.E., Pedego, J. And Carlson J.K. 2012). La educación es un aspecto primordial para una sociedad más preparada, sobre todo en los tiempos en que vivimos, por lo tanto debe de entenderse como un bien compartido.

El uso adecuado de ciertas tecnologías de apoyo puede ayudar a que el aprendizaje sea más fácil para las personas con necesidades educativas logrando así, de forma natural, el proceso de inclusión y normalización.

## 1.2 Sistemas Tutoriales Inteligentes

Un Sistema Tutorial Inteligente (ITS, *Intelligent Tutoring System*) es un sistema informático que tiene como objetivo proporcionar la instrucción inmediata, personalizada o de retroalimentación a los alumnos, sin la intervención de un profesor humano [1]. Gracias al uso de este tipo de sistemas, se facilita el aprendizaje de una manera significativa y eficaz mediante el uso de una variedad de tecnologías de computación.

Un ITS orientado a la enseñanza está muy relacionado a la psicología cognitiva del aprendizaje, por ello contienen un modelo pedagógico que determina como el sistema se comportará con el alumno en cada momento.

Respecto a las arquitectura que presenta un ITS, se deriva de la planteada por Carbonell (1970) (Figura 1) con la consideración de los rediseños sin superposiciones funcionales a fin de obtener módulos independientes del dominio e intercambiables [2].

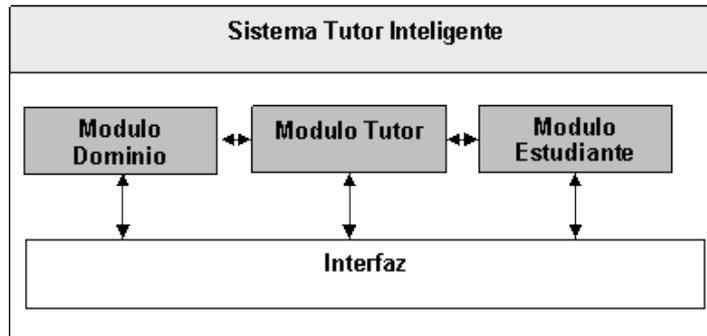


Figura 1. Estructura tradicional de un ITS [2]

### 1.3 Agentes Inteligentes

Al igual que ocurre con la propia definición de la Inteligencia Artificial, se pueden encontrar varias propuestas en la literatura con un gran número de definiciones del concepto de *agente*, sin que ninguna de ellas haya sido plenamente aceptada por la comunidad científica, siendo quizás la más simple que se considera un agente como una entidad que percibe y actúa sobre un entorno. Esta definición ve a un agente como un sistema de computación capaz de actuar de forma autónoma y flexible en un entorno, entendiendo por flexible que sea [3]:

- **Reactivo**, el agente es capaz de responder a cambios en el entorno en que se encuentra situado.
- **Pro-activo**, a su vez el agente debe ser capaz de intentar cumplir sus propios planes u objetivos.
- **Social**, debe de poder comunicarse con el usuario mediante algún tipo de lenguaje de comunicación de agentes.

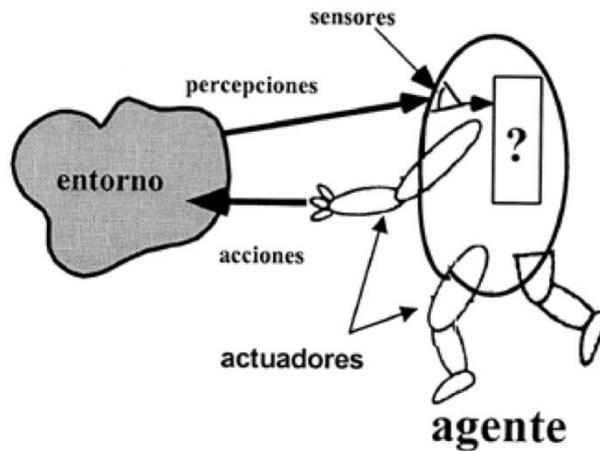


Figura 2. Visión esquemática de un agente

En la actualidad, son diversos los usos de que se provee a estos agentes, siendo los siguientes, quizá, los más representativos: la exploración de datos en la red, la atención de clientes en sitios web comerciales (compras, ventas y comercio electrónico), la consulta sobre productos, la explicación de manuales de instrucciones o el mero entretenimiento.

Con todo, su empleo en el ámbito de la educación no se encuentra aún demasiado explotado. En la última década han surgido nuevos tipos de sistemas que han demostrado ser de gran apoyo en la capacitación de alumnos y en el trabajo de los profesores. Es el caso de los Sistemas Tutoriales Inteligentes (ITS), los cuales buscan modelar el sistema de forma que pueda adaptarse al comportamiento del estudiante, identificando la forma en que éste resuelve un problema, a fin de poder brindarle ayudas cognitivas cuando lo requiera.

Los beneficios que reporta el utilizar los agentes virtuales inteligentes en ITS aplicados a un entorno educativo son:

- Cuidan el progreso del estudiante y convencen al estudiante que están en ello juntos.
- Son sensibles al progreso del estudiante por lo que son capaces de intervenir cuando el estudiante pierde interés o está frustrado.
- Pueden ser emotivos y entusiasmar al usuario.

## **1.4 Proyecto EMATIC**

El proyecto EMATIC (Enseñanza de Matemáticas por medio de las TIC) es un Sistema de Tutoría Inteligente (ITS) multidispositivo orientado a la enseñanza de las matemáticas, especialmente para niños y niñas con dificultades educativas especiales. Este sistema permite a los niños y niñas aprender matemáticas de una forma más entretenida, a base de actividades por ordenadores, móviles y tabletas, las cuales desarrollan a su vez la habilidad para pensar de manera lógica y aprender diferentes aspectos de las matemáticas básicas. También permite a los estudiantes realizar un mismo ejercicio sin que este llegue a ser repetitivo, convirtiendo el proceso de aprendizaje en algo tan dinámico y entretenido como si se tratara de un juego, en lugar de una asignatura tediosa para ellos.

Aunque EMATIC es una herramienta web multidispositivo, se ha orientado su diseño especialmente a las tabletas digitales. Además, el sistema consta de un módulo para la creación de actividades educativas y rehabilitación, en formato libre, el cual permite al equipo de profesionales diseñar actividades personalizadas para un alumno o alumna o grupo de estudiantes. El uso de programas informáticos para las distintas dificultades en los niños es un recurso imprescindible para conseguir mejores resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Normalmente, los alumnos y alumnas de necesidades educativas especiales tienen problemas de atención y el uso de las nuevas tecnologías favorece su concentración.

## **1.5 Equipo de trabajo**

Este trabajo fin de grado se realiza en paralelo a otros trabajos finales de grado, y que también están relacionados con el proyecto EMATIC.

Por lo tanto, se forma así, un grupo de trabajo compuesto por una estudiante del Grado de Diseño, y otros tres estudiantes del Grado de Ingeniería Informática.

De esta forma, la diseñadora gráfica se encarga de la realización del nuevo diseño de la plataforma web así como también de todo el diseño de las interfaces del mismo, en el caso de los informáticos, uno se encarga de realizar las animaciones necesarias para la plataforma, otro se encarga de realizar los juegos colaborativos y la integración final de los diferentes módulos, y finalmente, en este trabajo final de grado, se realiza el desarrollo del agente virtual inteligente.

## 1.6 Objetivos

El objetivo de este proyecto es desarrollar un agente virtual inteligente para el soporte del aprendizaje personalizado integrado en la plataforma EMATIC.

Para ello, se han fijado los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una aparición en cada uno de los cuatro escenarios principales que dispone la plataforma EMATIC.
- Capacidad de dar, mediante audio, instrucciones de los escenarios y las actividades de la plataforma.
- Realizar animaciones de feedback tanto positivo como negativo (en los casos que el usuario haya completado satisfactoriamente o no un ejercicio.)
- Realizar una animación para detectar la inactividad por parte del alumno.

## 1.7 Planificación

A continuación se detalla la planificación tomada para la realización del trabajo fin de grado en 16 semanas. Se calcula el trabajo realizado entre los períodos 1/4/2014 y 27/07/2014:

Tarea	Fecha de Inicio	Duración	Fecha Final
Estudio y análisis previo general sobre el diseño de animaciones en HTML5.	1/04/2014	12 días	12/04/2014
Estudio sobre la herramienta definitiva para la creación de las animaciones del agente	14/04/2014	13 días	26/04/2014
Estudio sobre el desarrollo actual de la plataforma EMATIC.	28/04/2014	13 días	10/05/2014
Desarrollo de las primeras animaciones para los cuatro escenarios de la plataforma.	11/05/2014	14 días	24/05/2014
Desarrollo de las animaciones restantes.	26/05/2014	18 días	14/06/2014
Integración en la plataforma EMATIC.	16/06/2014	25 días	13/07/2014
Actualización y mejoras de algunas animaciones.	14/07/2014	13 días	27/07/2014

Tabla 1. Planificación del tiempo empleado en el trabajo fin de grado

## Capítulo 2. Tecnologías utilizadas

En este capítulo se describe el uso de las tecnologías para el desarrollo y la implementación del agente virtual inteligente para la plataforma EMATIC.

### 2.1 Lenguajes de programación y tecnologías utilizadas

Para la realización de este trabajo fin de grado, se han utilizado las siguientes tecnologías:

- **Lenguajes de programación:** Python, JavaScript, jQuery, HTML y CSS.
- **Programa para la creación de contenido web animado e interactivo:** Adobe Edge Animate CC (versión 2014.0.1).
- **Programa para la previsualización e inspección de diseños web en dispositivos móviles:** Adobe Edge Inspect CC (versión beta).
- **Programa para la edición de las ilustraciones y gráficos vectoriales:** Adobe Illustrator CC (versión 2014).
- **Frameworks de desarrollo:** Django (v1.3.1) y Bootstrap (v3.1.1).

A continuación se explicarán con más detalle las principales aplicaciones utilizadas en este proyecto.

### 2.2 Adobe Edge Animate CC

Con Adobe Edge Animate, los diseñadores web pueden crear increíbles animaciones en HTML para la Web, publicaciones digitales y mucho más. Con esta herramienta, resulta muy fácil crear versiones tanto para dispositivos móviles como de escritorio [4].

Se trata de un software creado por la empresa Adobe Systems Incorporated y forma parte de un repertorio de programas dentro del servicio de Adobe Creative Cloud, en un principio Adobe Edge Animate era gratuito, pero fue a partir de la versión 1.5 que entraba a ser parte del servicio de pago de Creative Cloud aunque se puede descargar gratuitamente la versión de prueba con una duración de 30 días.

Adobe Edge Animate está basado en HTML5, CSS3 y JavaScript, y se puede hacer con el todo lo que estos lenguajes permiten. En cuanto a la programación de JavaScript, la sintaxis se basa en jQuery, y de hecho viene cargado por defecto. Las aplicaciones o animaciones desarrolladas con Edge Animate, son reproducibles sin problemas en los navegadores modernos de escritorio, Android, iOS y Windows Phone. A diferencia de Flash, no requiere de plugins especiales para la reproducción de los contenidos.



Figura 3. Contenido compatible con diversos dispositivos [4]

## 2.2.1 Características principales

Adobe Edge Animate cuenta con una guía de inicio rápido “Primeros pasos”, que permite familiarizarse con la aplicación, con ella se puede desarrollar animaciones con las últimas tecnologías HTML5, CSS3 y JavaScript, dibujar elementos (rectángulos redondeados, y estándar), añadir

textos, colocar capas dentro de una páginas web pudiendo colocar en ellas diferentes elementos.

Las características principales de Adobe Edge Animate son:

- **Interfaz**

El programa ofrece una interfaz minimalista, la interfaz de inicio del programa sigue el diseño de las ya conocidas aplicaciones de Adobe como Adobe Motions Graphics. En la opción “Novedades” disponemos de un texto con las principales funciones de Adobe Edge Animate. En “Primeros Pasos” se ofrecen una selección de vídeos explicativos para conocer más sobre el programa. En “Recursos” encontraremos tutoriales, vídeos, API de JavaScript, acceso a la comunidad, entre otras funciones.

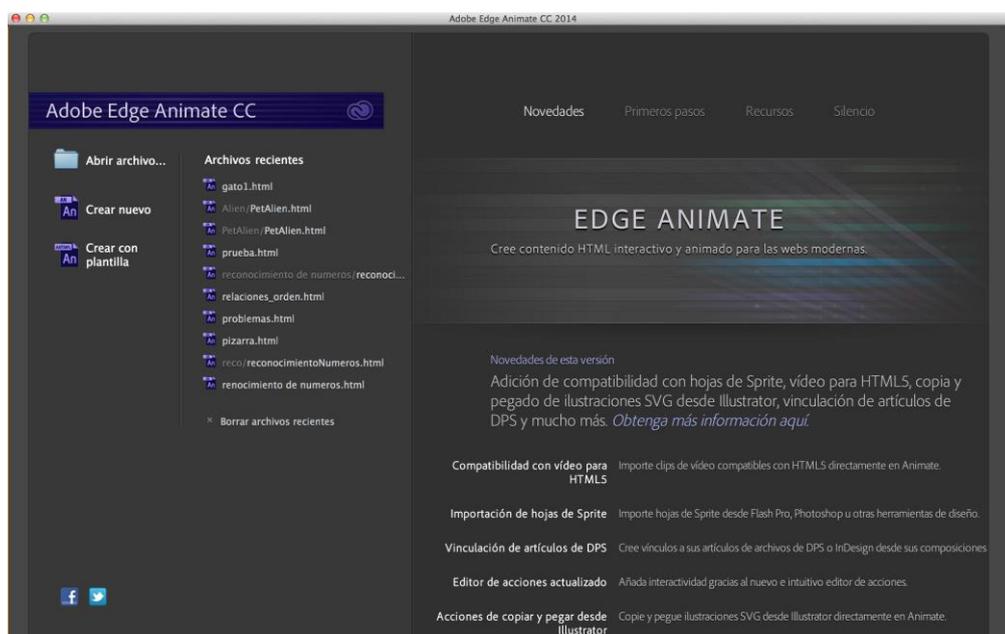


Figura 4. Interfaz de inicio de Adobe Edge Animate

Una de las herramientas más utilizadas es su editor con el cual se puede desarrollar elementos animados para páginas web, Adobe Edge Animate tiene un “stage” o área de trabajo basada en el motor Webkit que permite colocar y crear gráficos (jpeg, png, gif, svg), colocar texto, previsualizar animaciones, además posee un panel de

propiedades y la línea de tiempo que utiliza “keyframes”, que así como en Flash, ayuda a generar la animación colectiva entre varias animaciones. También se puede utilizar la herramienta Pin para animar, cada Pin permite modificar las propiedades de un elemento en algún punto de la línea de tiempo sin tener que hacer el “keyframe” de manera manual, de esta manera, se puede crear una animación desde donde está el “playhead” hasta donde está el Pin en un solo paso.

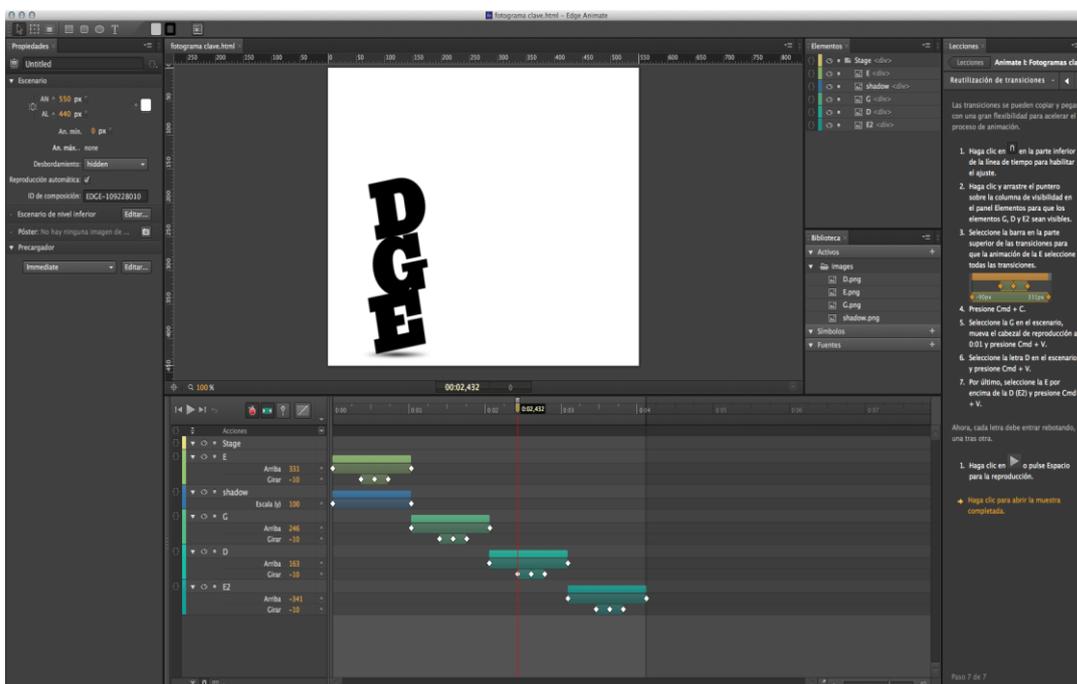


Figura 5. Interfaz principal del editor de Adobe Edge Animate

- **Audio**

Mediante las nuevas API de audio HTML5 nativas disponibles en todos los navegadores actuales, Adobe Edge Animate permite asociar eventos de audio a la línea de tiempo, añadir acciones de audio a sus elementos y crear transiciones de audio para obtener efectos de sonido únicos.

- **Rutas de movimiento**

La incorporación de rutas de movimiento permite agregar movimientos muy expresivos a elementos que siguen un trazado personalizado en línea curva. Esto hace posible que se puedan emular situaciones del mundo real mediante movimientos fluidos basados en la física que no se podrían conseguir a través de un movimiento lineal.

- **Editor de acciones**

Acciones rediseñadas que permiten asignar fácilmente acciones a elementos gracias a nuevos fragmentos de códigos que ayudan a comenzar a hacer uso de la interactividad, lo que agiliza el proceso de creación. Además, existe la posibilidad de guardar fragmentos de código propios personalizados para facilitar la reutilización.

- **Copia y pegado desde Adobe Illustrator**

Usar las ilustraciones vectoriales en proyectos de Edge Animate es muy fácil. Se puede copiar y pegar directamente las imágenes de Illustrator en el escenario de Animate. Los gráficos se guardarán como archivos SVG en el proyecto, con lo que no se tendrá que invertir tiempo en exportar/importar los gráficos.

### **2.2.2 Publicación de contenido para páginas web**

El contenido animado creado con Edge Animate CC está diseñado y probado para funcionar de forma fiable en iOS (iPhone y iPad) y la mayoría de los dispositivos Android. El “stage” utiliza WebKit, lo que significa que el contenido animado está creado sobre una superficie compatible con los dispositivos habilitados para WebKit. Además, el contenido producido con Animate Edge CC ha sido probado en los navegadores de escritorio populares como Firefox, Chrome, Safari e Internet Explorer 9.

Para publicar el contenido de un proyecto en Adobe Edge Animate, basta con sólo seleccionar la opción **Publicar** del menú Archivo. Esto creará una subcarpeta, dentro de la carpeta principal del proyecto, llamada “publish”, en esta carpeta se halla otra subcarpeta de nombre “web” con todos los archivos necesarios para poder utilizar el proyecto animado de Adobe Edge Animate, estos ficheros son de tipo JavaScript (.js), una subcarpeta “images” con todas las imágenes del proyecto (.png, .jpg, .svg, .gif), otra subcarpeta “media” con los ficheros de audio o vídeo (.mp3, .ogg, .mp4) y el fichero más importante, el fichero HTML (.html) donde llama a todos los demás ficheros necesarios para la animación y el que incrustamos en cualquier proyecto web llamándolo entre la etiqueta HTML <iframe>.

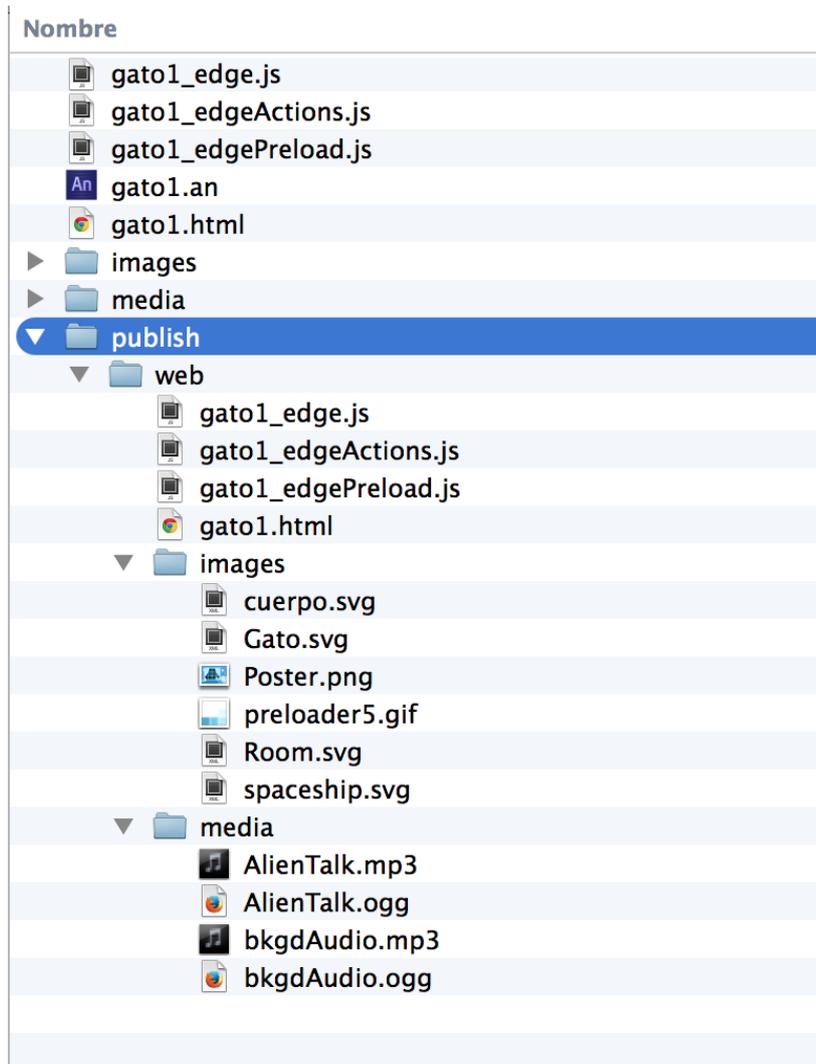


Figura 6. Carpeta para la publicación de un proyecto de Animate

## **2.3 Google Web Designer vs Adobe Edge Animate**

El uso de herramientas compatibles con HTML5 en favor del Flash, ha propiciado que haya numerosas alternativas para tratar de producir contenido interactivo para escritorio y dispositivos móviles. Una de estas alternativas es Google Web Designer, la herramienta creada por Google.

A continuación se expondrá una breve comparación entre Google Web Designer y Adobe Edge Animate y la conclusión de porqué se eligió la herramienta de Adobe para el desarrollo de este trabajo fin de grado.

### **2.3.1 Google Web Designer**

Se trata de uno de los últimos proyectos de Google, y se considera el gran competidor de Adobe Edge Animate. El objetivo de Google Web Designer es “Crear diseños interactivos, basados en HTML5, atractivos y gráficos en movimiento que se puedan ejecutar en cualquier dispositivo [5].”

Sus principales características son:

- Las creaciones con Google Web Designer son accesibles desde cualquier pantalla, escritorio, tableta o móvil.
- Los lenguajes de programación son HTML5 y CSS3.
- Comodidad para editar ya que incluye un editor de código.
- Permite la creación de contenido en 3D utilizando una serie de herramientas y las ventajas de CSS3.

### **2.3.2 Comparación**

Si se hace una comparativa entre Google Web Designer y Adobe Edge Animate, se tiene que ambas aplicaciones tienen interfaces que son muy intuitivas y fáciles de aprender.

Una diferencia importante en Edge y Web Developer es que ambos utilizan sus respectivas bibliotecas de fuentes web. Además, la ventana de animación, en ambas herramientas, es muy diferente ya que Edge ofrece

una línea de tiempo multicapa mientras que Google tiene un enfoque diferente ya que guarda instantáneas de los estados.

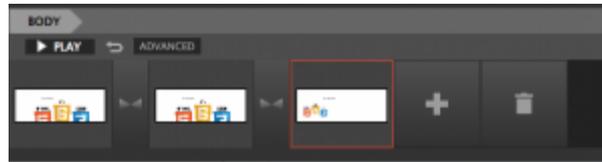


Figura 7. Línea de tiempo de Google Web Designer

Ambas aplicaciones tienen grandes bibliotecas de componentes aunque la librería de Animate parece más extensa, también tienen ambos un visor de código JavaScript pero en el caso de Google posee un acceso al editor de HTML/CSS, mientras que en Animate no posee esa funcionalidad. La publicación de los proyectos de ambos es muy similar, siendo código HTML5, CSS3 y archivos de código JavaScript para producir la animación.

### 2.3.3 Conclusión

Adobe Edge Animate y Google Web Designer son herramientas útiles en la creación de animaciones web compatibles con HTML5. El hecho de elegir Animate en favor de Web Developer para el desarrollo de este trabajo fin de grado fue que el programa de Google, aunque es gratis, se encuentra aún en fase Beta y su enfoque principal está más relacionado a la publicidad online, mientras que Animate tiene más potencial, especialmente cuando se combina con las demás aplicaciones de la familia Adobe como Edge Inspect o Illustrator descritas a continuación.

## 2.4 Adobe Edge Inspect CC

Adobe Edge Inspect es una aplicación que permite previsualizar su contenido en diferentes dispositivos móviles, resultando así más cómodo para diseñadores y desarrolladores [6]. Cuando se conectan de forma inalámbrica varios dispositivos móviles al ordenador, permite obtener capturas de pantalla desde cualquier dispositivo conectado y consultar en tiempo real los resultados de los cambios que realice en HTML, CSS y JavaScript.

### 2.4.1 Características principales

Las características principales de Adobe Edge Inspect son:

- Navegación y actualización sincronizadas.
- Inspección remota.
- Capturas de pantalla.
- Gestión de la caché.
- Compatibilidad con Localhost.
- Compatibilidad con HTTPS.

### 2.4.2 Funcionamiento

Para utilizar esta herramienta sólo hacen falta tres pasos:

1. Descargar Adobe Edge Inspect en el ordenador.
2. Instalar la extensión del explorador Google Chrome.
3. Instalar el cliente móvil en dispositivos iOS, Android o Kindle Fire.

Una vez hechas las descargas y la instalación en ambos dispositivos, buscarán la misma red para conectarse y en dispositivo móvil se encontrará una clave que se debe copiar en la extensión de Google Chrome y darle aceptar. Para hacer cambios, se debe abrir el código de la web y presionar “<>”. Luego solo queda por presionar “Elements” cuando se despliegue la nueva ventana. De esa forma, se podrá manejar la innovadora herramienta.

En este trabajo fin de grado, se ha utilizado esta herramienta para poder ver todas las animaciones hechas del agente en una tableta. De esta manera, se podía comprobar el correcto funcionamiento de las animaciones compatibles con la versión en Escritorio y la de un dispositivo móvil.

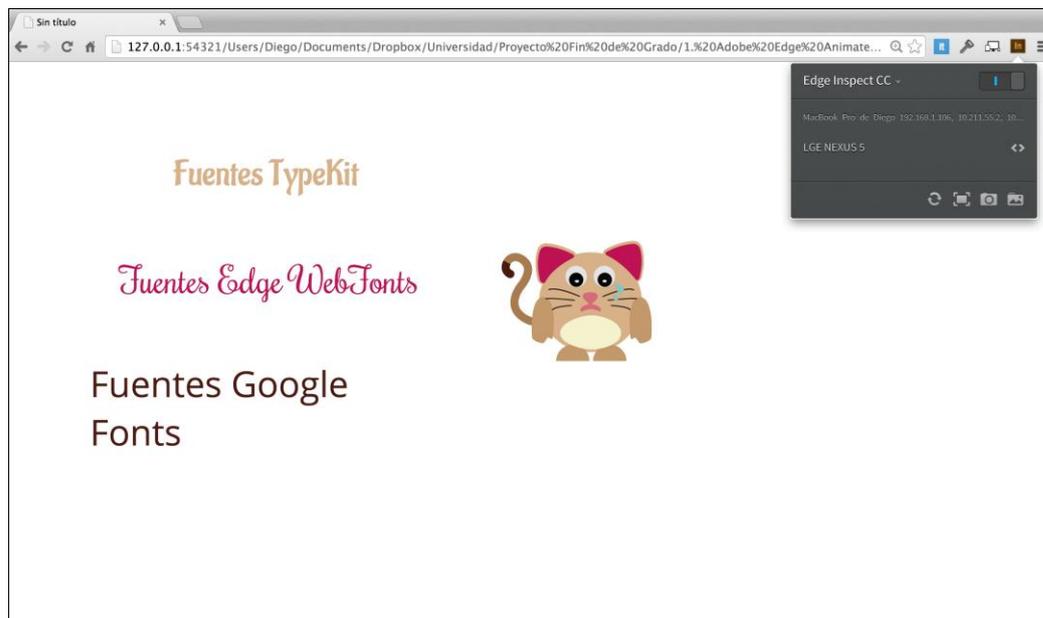


Figura 8. Uso de Adobe Inspect para conexión entre dos dispositivos

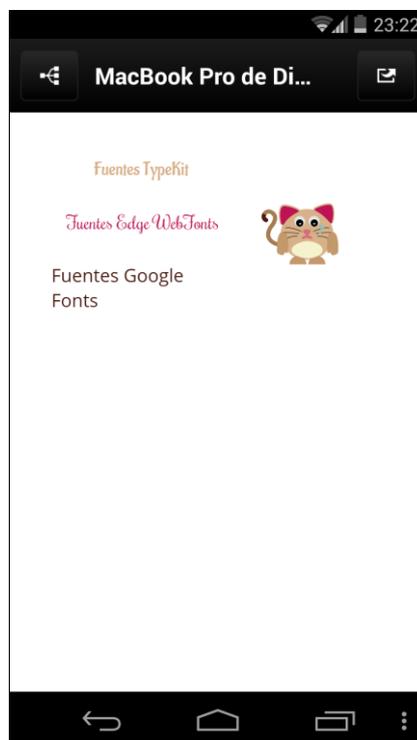


Figura 9. Uso de Adobe Edge Inspect en un dispositivo móvil

## 2.5 Adobe Illustrator

Adobe Illustrator CC es el software de gráficos vectoriales estándar del sector, utilizado en todo el mundo por diseñadores de todo tipo que desean crear gráficos digitales, ilustraciones y tipografía para toda clase de medios: impresión, la Web, medios interactivos, vídeos y dispositivos móviles.

Los gráficos vectoriales son uno de los dos formatos gráficos más utilizados en diseño; el otro es el gráfico de mapa de bits (o rasterizado). Los gráficos vectoriales, como los que se crean con Illustrator, son independientes de la resolución, lo que quiere decir que pueden redimensionarse infinitas veces sin pérdida de calidad.

Aunque el diseño del agente ha sido por parte de la diseñadora del equipo de desarrollo EMATIC, se ha utilizado esta herramienta en el proyecto para hacer pequeñas modificaciones con el fin de utilizar las distintas partes que componen a los distintos elementos que componen a un agente, necesarios para la animación individual para cada una de esas partes.

### 2.5.1 Características principales

Algunas de las características principales de Adobe Illustrator son [7]:

- **Formas interactivas**

Transformación rápida de rectángulos en formas complejas con una combinación de vértices biselados, invertidos o redondeados.

- **Mejoras en los puntos de anclaje y la Herramienta Pluma**

Gracias a las mejoras en los puntos de anclaje y los dibujos, se pueden crear con rapidez trazados perfectos. Con la vista previa de la herramienta Pluma se puede ver la sección antes de dar el siguiente paso. Los puntos de anclaje son más editables y los nuevos controles permiten realizar ajustes de forma sencilla.

- **Herramienta Lápiz rediseñada**

La herramienta Lápiz ha sido rediseñada para proporcionar curvas mejoradas y más precisas con menos puntos y permite dibujar líneas rectas y extender trazos. También se han mejorado las herramientas Pincel, Pincel de manchas y Suavizar.

- **Exportación de CSS y SVG para la Web**

Illustrator genera código CSS para crear sitios web de forma más rápida y sencilla; tan solo se debe copiar y pegar el código directamente en el editor web. También permite exportar archivos SVG ampliables y flexibles que pueden adaptarse a distintos tamaños y resoluciones de pantalla.

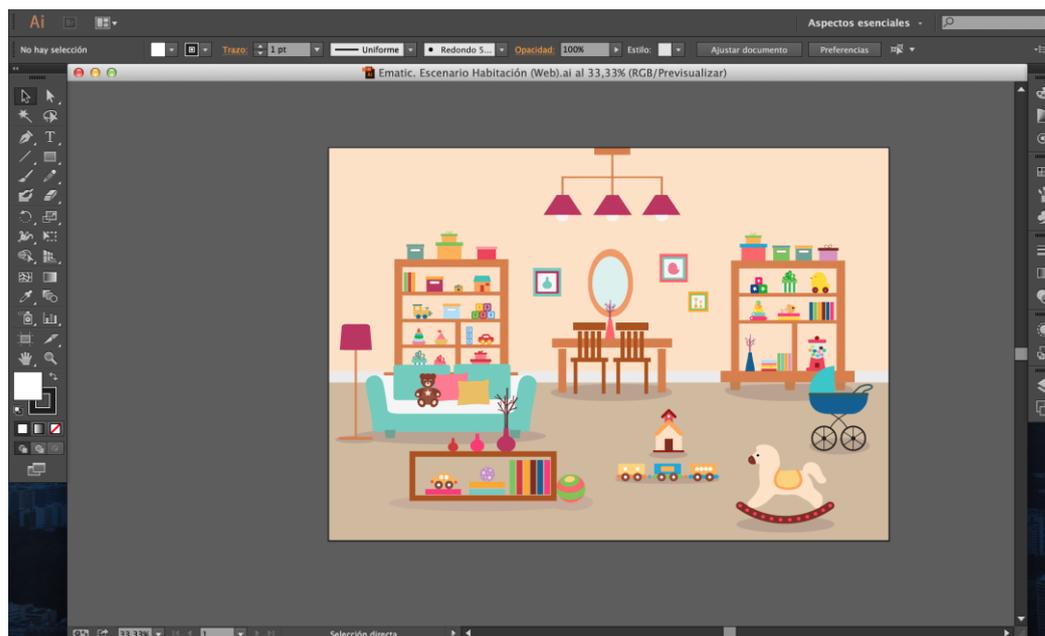


Figura 10. Interfaz principal del programa Adobe Illustrator CC

## 2.6 Tecnologías de la plataforma EMATIC

La aplicación EMATIC está desarrollada con el *framework* Django 1.3.1 liberado el 9 de septiembre de 2011 (Django Project, 2011), también hace uso de los *frameworks* Kinetic 3.9.6 (KineticJS, s.f.), actualmente este trabajo fin de grado se hace paralelamente al del compañero del equipo de desarrollo que se está encargando de cambiar las interfaces de la plataforma utilizando el *framework* Bootstrap 3.1.1 liberado el 13 de febrero de 2014 (Bootstrap, 2014).

### 2.6.1 Django

Django impulsa el desarrollo de código limpio al promover buenas prácticas de desarrollo web, sigue el principio DRY (conocido también como Una vez y sólo una). Además usa una modificación de la arquitectura Modelo–Vista–Controlador (MVC), llamada MTV (Model–Template–View), que sería Modelo–Plantilla–Vista, esta forma de trabajar permite que sea pragmático.

### MTV y Django

Django forma parte de la tercera generación del desarrollo web:

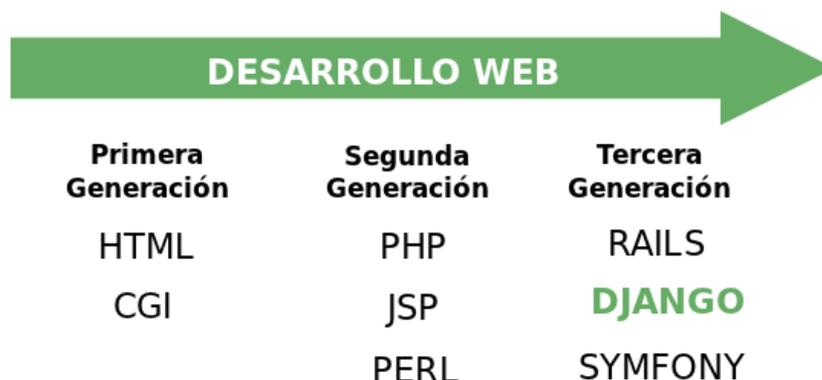


Figura 11. Generaciones del desarrollo web [8]

Django es un *framework* MTV, en el patrón de diseño MTV,

- M significa “*Model*” (Modelo), la capa de acceso a la base de datos.
- T significa “*Template*” (Plantilla), la capa de presentación.
- V significa “*View*” (Vista), la capa que describe los datos que son presentados al usuario.

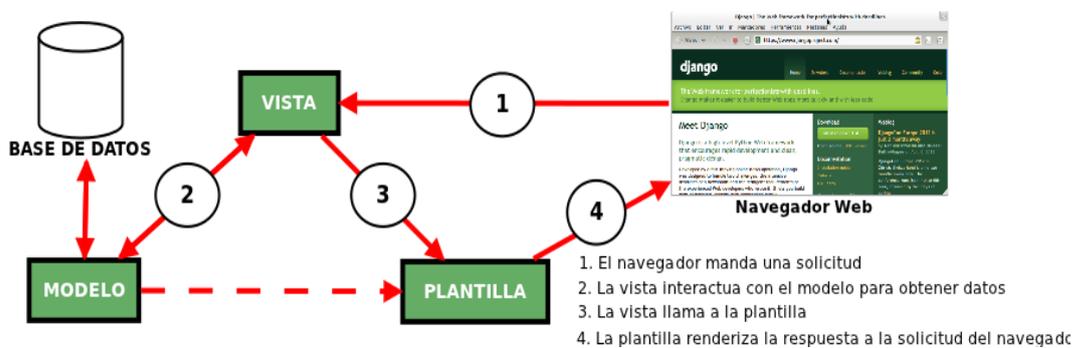


Figura 12. Esquema modelo MTV (Modelo Template Vista) [8]

Para entender cómo funciona el modelo MTV, a continuación se describen con más detalle:

## El modelo

Una de las partes más potentes de Django, su modelo de datos. Cada uno de los modelos creados se mapean en diferentes tablas en la Base de Datos, esto permite aislar la Base de Datos del código.

## La vista

Las vistas en **Django** tienen muy poco en común con el paradigma clásico del MVC, ya que éstas combinan sus funcionalidades con los controladores, de tal manera que en Django una vista acepta entrada de datos y dependiendo de la lógica de la aplicación puede presentar datos y mostrarlos acorde al modelo.

Las vistas son definidas como funciones Python estándar y son llamadas a través de URLs específicas por el usuario.

## La plantilla

La vista se encarga de determinar que hay que mostrar según las acciones ejecutadas y la plantilla es la que va a decidir cómo se va a mostrar esta información, Django provee un lenguaje de plantillas que ayuda a generar el HTML con los datos que nos suministre la vista y aunque está muy ligado a *Python* no es necesario conocerlo a fondo.

## Estructura de la plataforma EMATIC

El código fuente de la plataforma EMATIC está estructurado tal como se ve en la siguiente imagen (Figura 13).

ematic				
Documentos	▲	Fecha de modificación	Tamaño	Clase
ematicdb-24abr2014.sql		24/06/2014 02:33	308 KB	SQL File
<b>Carpetas</b>				
apache		19/07/2014 21:05	--	Carpeta
html5		19/07/2014 21:05	--	Carpeta
jqm		19/07/2014 21:06	--	Carpeta
media		29/07/2014 10:03	--	Carpeta
templates		29/07/2014 10:03	--	Carpeta
web		29/07/2014 13:35	--	Carpeta
<b>Desarrollador</b>				
__init__.py		24/06/2014 02:33	0 bytes	Python Source
actividades.xml		24/06/2014 02:33	8 KB	XML Document
manage.py		24/06/2014 02:33	503 bytes	Python Source
settings.py		30/07/2014 22:23	5 KB	Python Source
urls.py		29/07/2014 10:03	22 KB	Python Source
<b>Otro</b>				
__init__.pyc		24/06/2014 02:34	147 bytes	Pytho...cument
AUTHORS.md		24/06/2014 02:33	223 bytes	Markdown
data.db		30/07/2014 22:34	499 KB	Documento
initial_data.json		24/06/2014 02:33	793 KB	JSON
README.md		24/06/2014 02:33	883 bytes	Markdown
settings.pyc		30/07/2014 22:23	3 KB	Pytho...cument
urls.pyc		29/07/2014 10:04	23 KB	Pytho...cument

Figura 13. Estructura código fuente de la plataforma EMATIC

El modelo de datos se encuentra ubicado en la carpeta **web** con el nombre de “*models.py*”. Aquí se pueden encontrar los tipos de datos que son necesarios para el funcionamiento de la plataforma.

Las plantillas o *templates* se encuentran ubicadas dentro de la carpeta **templates**. Existe una plantilla para cada pantalla que se muestra en la plataforma.

La vista se encuentra ubicada en la carpeta **web** con el nombre “*views.py*”. En esta carpeta se encuentran todas las funciones que se comunican con el modelo de datos, donde se manipulan y renderizan las plantillas.

En la carpeta **media** se encuentra el código fuente de los *frameworks*, así como también todas las imágenes y logos necesarios para el funcionamiento de la plataforma.

Por último, cabe mencionar el archivo “*urls.py*” donde se encuentran todas las rutas definidas.

## 2.6.2 Bootstrap

Bootstrap es un *framework* de Twitter creado para acelerar el diseño de nuevas aplicaciones web. Tiene un soporte relativamente incompleto para HTML5 y CSS3, pero es compatible con la mayoría de los navegadores web [9].

Las características principales de Bootstrap son las siguientes [10]:

- *Sencillo y ligero*: Se basta con un fichero CSS y uno en JavaScript.
- *JQuery*: Utiliza los plugins de JQuery para validar entrada de datos, visualización de tablas, etc.
- *Responsive web design*: Diseño de páginas web para que el usuario las visualice perfectamente en un amplio rango de dispositivos tales como navegador del PC, tableta o *smartphones*.

- *Mobile first*: Se ha rediseñado para adaptarse desde el principio a tamaños de pantalla típicos de los móviles. muy integrado con jQuery para el que define nuevos plugins.
- *Diseño en malla*: Utiliza un sistema de diseño en malla, en el cual se puede distribuir el contenido con total flexibilidad sin preocuparse del dispositivo en el que se use para ver la aplicación.
- *Documentación*: Cuenta con una amplia documentación extensa y detallada, donde se entiende el uso de componentes y el diseño web con Bootstrap.

## 2.7 Metodología de trabajo en equipo

Con motivo de la optimización del trabajo para la realización del proyecto EMATIC, se ha trabajado en equipo con los dos compañeros (también de la carrera de Ingeniería Informática). Aunque este trabajo fin de grado centra la atención solo en el agente para la plataforma, también se ha trabajado en algunos aspectos en común con los compañeros como la interfaz o las distintas actividades que ofrece la plataforma.

A continuación se describen dos de las herramientas que se ha utilizado en conjunto entre los miembros del grupo de desarrollo de EMATIC.

### 2.7.1 Bitbucket

Se trata de un servicio de alojamiento basado en web, para los proyectos que utilizan el sistema de control de versiones Mercurial y Git [11]. Bitbucket ofrece planes de pago y gratuitos, en su plan gratuito permite crear repositorios privados y públicos indistintamente, sin límite de proyectos a alojar, pero limitando en el número de colaboradores permitidos, en este caso a 5.

Entre sus características más llamativas están su integración con **Jira**, un *bug tracking system* muy usado actualmente. Gracias a esto se

puede seguir cada *commit* de un problema en este popular gestor de incidencias.

Aunque este servicio es similar al que ofrece GitHub, fue la capacidad de ofrecer repositorios privados, esencial para no hacer público el código del proyecto, lo que decantó el uso de este servicio para el equipo. Gracias a este Sistema de Control de Versiones hemos podido:

- Crear “ramas” de nuestro proyecto con nuevos cambios sin afectar la rama master original del proyecto.
- Tener mejor control sobre las versiones de nuestro código.
- Volver a un punto anterior si nos equivocamos en algo.

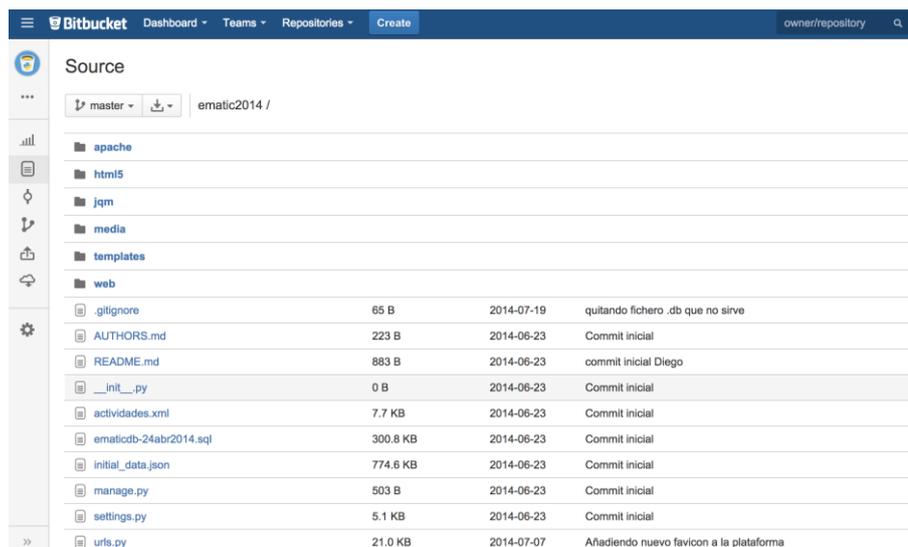


Figura 14. Repositorio privado del proyecto en Bitbucket

## 2.7.2 Dropbox

Es un servicio web de alojamiento de archivos multiplataforma en la nube, operado por la compañía Dropbox [12]. En pocas palabras, es un sincronizador de archivos muy completo, es decir, es un programa que permite almacenar archivos en Internet (de una manera privada y muy segura) para luego poder ver la última versión de los archivos en un ordenador, tableta o *smartphone*.

De hecho, ha sido fundamental en el trabajo que se ha desarrollado en equipo ya que enlazó todos los ordenadores mediante una sola carpeta que contenía todos los ficheros que compartíamos con el resto, permitiéndonos respaldar y sincronizar los ficheros.



Figura 15. Carpeta del proyecto EMATIC compartida en Dropbox

## Capítulo 3. Diseño del agente para la plataforma EMATIC

En este capítulo se describe el diseño del agente virtual inteligente dentro de la plataforma EMATIC, tanto el diseño antiguo que se encontraba en la plataforma antes de empezar este trabajo fin de grado, como también el diseño final que se mostrará en la implementación final del nuevo diseño de la plataforma.

### 3.1 Diseño actual del agente

Como se ha mencionado anteriormente, dentro de la interfaz gráfica antigua de la plataforma EMATIC, el agente presenta un diseño que no se orienta hacia una temática de entretenimiento, que es uno de los fines principales de la plataforma, y debe de ser algo que divierta a los usuarios mientras aprenden.

De esta manera, el agente debe mostrar un concepto gráfico único, además de las ideas y objetivos del proyecto a través de una imagen simpática, dando vida a la plataforma web y ayudando a interactuar a los niños y niñas, con las diferentes actividades que en ésta se ofertan.

A continuación se muestran algunas imágenes con el diseño antiguo de la plataforma y del agente (Figura 16 y figura 17).

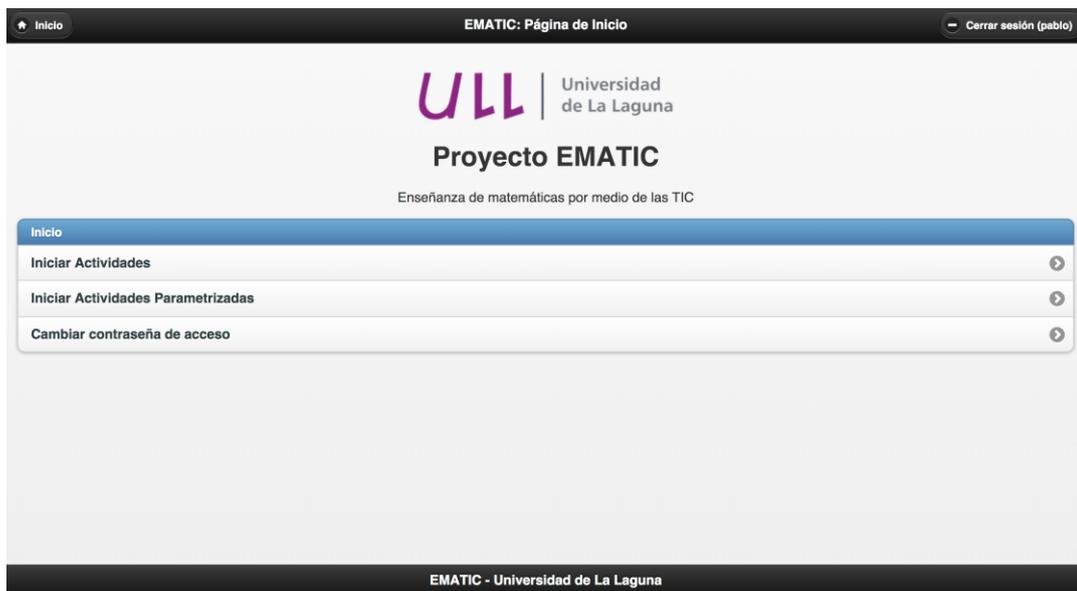


Figura 16. Pantalla de Inicio de la plataforma EMATIC (diseño antiguo)

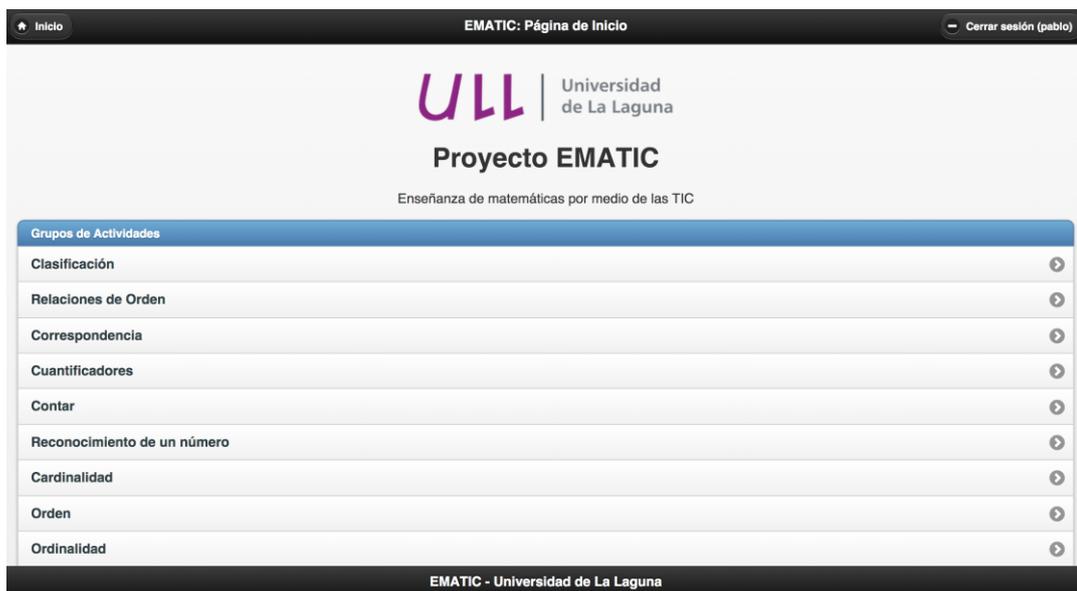


Figura 17. Grupos de Actividades de la plataforma EMATIC (diseño antiguo)

En la siguiente imagen (Figura 18), no se halla ningún tipo de soporte por parte del agente, además no figura en ningún sitio por lo que en el nuevo diseño de la plataforma si debe estar presente y dar algunas indicaciones para ayudar al alumno a elegir de entre las distintas actividades que se ofertan en la plataforma.

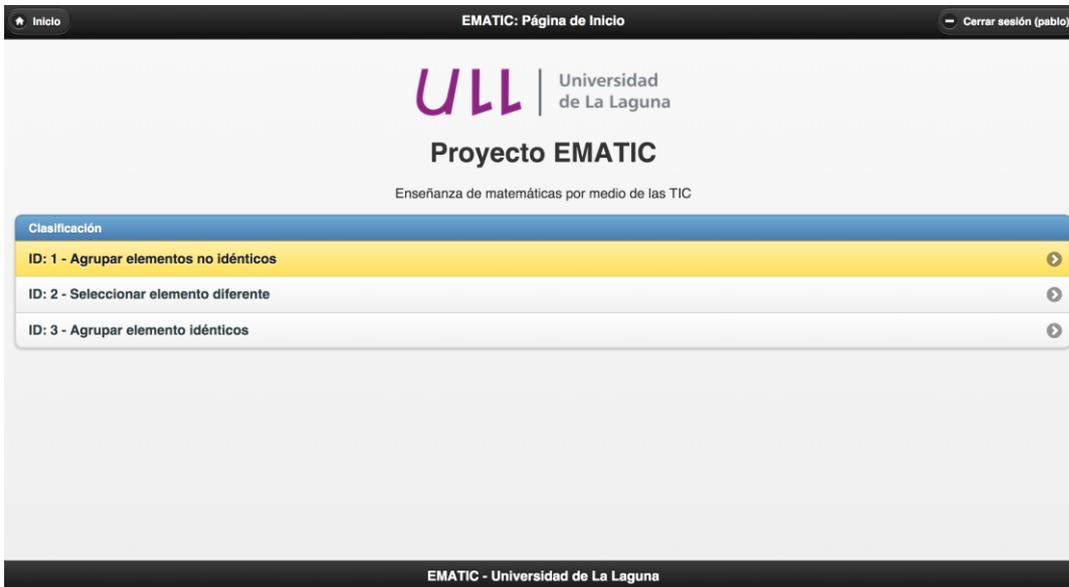


Figura 18. Selección de actividades del grupo Calificación (diseño antiguo)

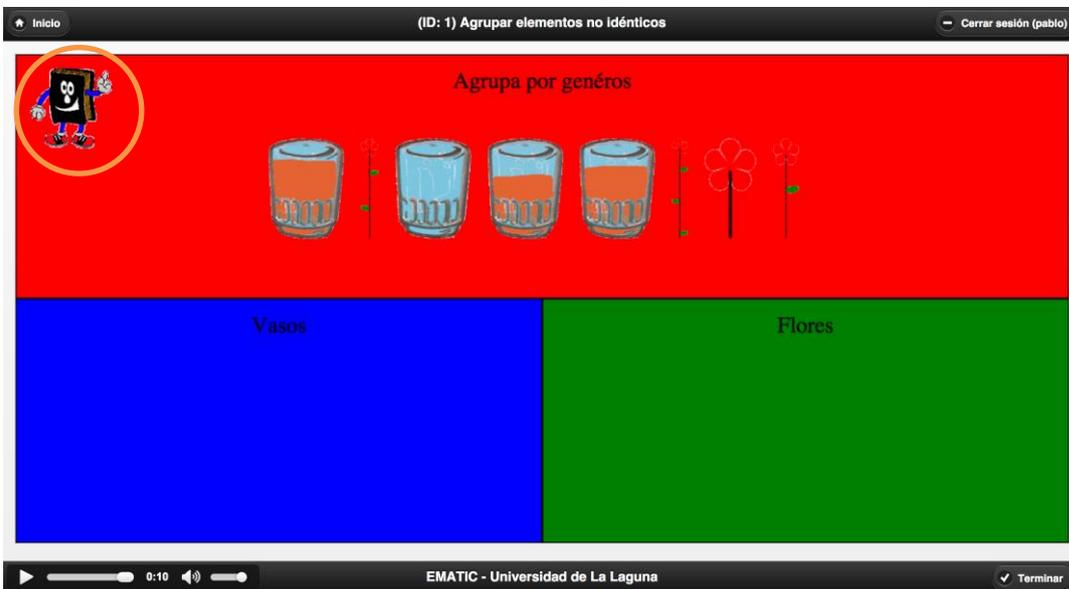


Figura 19. Presentación del agente dentro una actividad (diseño antiguo)

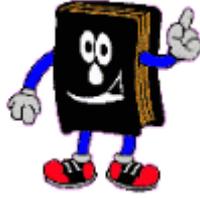


Figura 20. Diseño actual del agente

Como se pueden apreciar en las imágenes anteriores (Figura 19 y Figura 20), el estado actual del agente no presenta un diseño que se oriente hacia una temática de entretenimiento como lo es la nueva interfaz del proyecto EMATIC. Además el agente actual es un gif animado, por lo que el movimiento animado se repite constantemente consiguiendo ser aburrido y repetitivo.

### 3.2 Diseño final del agente

Para llevar a cabo el proceso de creación del agente virtual de EMATIC se ha tenido en cuenta como factor primordial proyectar una imagen fácilmente identificable respecto a la ya establecida en los nuevos diseños de las interfaces creadas por la diseñadora gráfica del equipo de desarrollo de la nueva plataforma. Como ya se había comentado antes, la implementación de la nueva interfaz se está trabajando en paralelo a este trabajo fin de grado por un compañero informático también perteneciente al equipo de desarrollo de EMATIC.

Otro de los puntos principales considerados en el diseño final del agente, ha sido el de introducir diseños en relación al mundo de los animales, pues éstos tienen una sensibilidad especial, no juzgan y logran que los niños jueguen y conecten con el mundo, tranquilizándolos, ayudándoles a conciliar el sueño y a no sentirse solos. De esta manera, los animales como maestros de juego conectan a los más pequeños y sirven de ancla para aquellos niños y niñas con discapacidad, transmitiéndoles la seguridad que les falta para enfrentarse a lo que les rodea. Por esto, introducir animales como agentes en EMATIC es una buena opción, que tiene como finalidad que los niños y niñas se identifiquen y se sientan arropados en un nuevo entorno cómodo y conocido.

Con todo esto, para la fase de prototipo del agente, la diseñadora gráfica del equipo presentó las siguientes propuestas de agente (Figura 21):



Figura 21. Propuestas de agente para la plataforma EMATIC

A raíz del desarrollo de estas propuestas y por medio de la metodología especificada para escoger los diseños, se llegó a la conclusión de que el gato, al ser un animal doméstico común, resultaba ser más afín a los niños y niñas. Además, a la hora de realizar animaciones se contemplaban varias posibilidades (movimiento de la cola, de los bigotes,...) que en los otras agentes no existían.



Figura 22. Diseño final del agente

## Capítulo 4. Implementación

En este capítulo se especifican los aspectos y técnicas de desarrollo exclusivas para las animaciones del agente virtual inteligente dentro de la plataforma EMATIC, los cuales le otorgan su distinción y particularidad de las demás animaciones disponibles en la plataforma web.

### 4.1 Técnicas de desarrollo para las animaciones

En primer lugar, cabe destacar que todas las animaciones del agente han sido realizadas con Adobe Edge Animate; es decir, será compatible tanto con los diversos navegadores modernos de escritorio, Android, iOS y Windows Phone como con las demás animaciones que tendrá la nueva plataforma EMATIC.

Un punto importante en el desarrollo de todas las animaciones consiste en la manipulación de los imágenes originales del diseño final del agente, ya que tratándose de un gato se han tomado en cuenta tanto la cara, bigotes, cola, ojos, boca, y el cuerpo en general, para hacer animaciones específicas.

De esta manera se han seguido unas pautas para la creación de una animación descritas a continuación.

#### 4.1.1 Uso de Adobe Illustrator

Con el fin de realizar una correcta clasificación de todas partes del diseño del agente para crear una animación, se ha hecho uso de Adobe Illustrator para separar las partes requeridas del diseño del agente creado por la diseñadora gráfica del equipo (archivo de formato Illustrator .ai).

Así, se han obtenido las diversas partes del agente (Figura 23) para poder realizar todas las animaciones con cada uno de ellos:

- Ojos (cerrados y abiertos)
- Bigotes

- Nariz
- Boca (cerrada y abierta)
- Cola
- Brazos
- Cuerpo

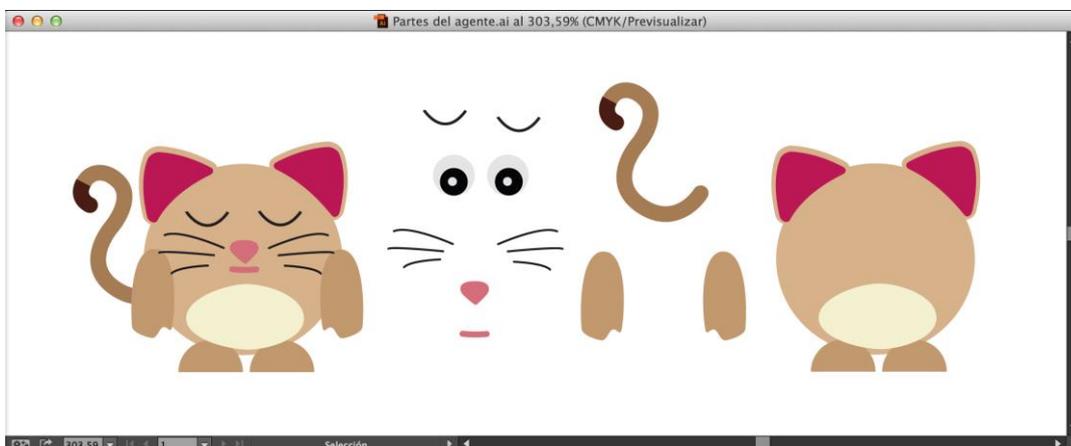


Figura 23. Partes del agente para realizar animaciones

#### 4.1.2 Importación de imágenes en Adobe Edge Animate

Para la importación de todas las imágenes a la biblioteca del editor de Adobe Edge Animate, se ha utilizado la característica especial de Animate para copiar y pegar directamente las imágenes desde Illustrator en el escenario de Animate.

Los gráficos se guardarán como archivos SVG en el proyecto, este formato de gráficos vectoriales son compactos y ofrecen gráficos de alta calidad en Internet, en impresoras e incluso en dispositivos móviles tales como *smartphones* y *tablets*. De esta manera los usuarios pueden aumentar la vista de una imagen SVG en la pantalla sin tener que sacrificar el enfoque, el detalle o la claridad de la imagen.



Figura 24. Importación de imágenes SVG en Adobe Edge Animate

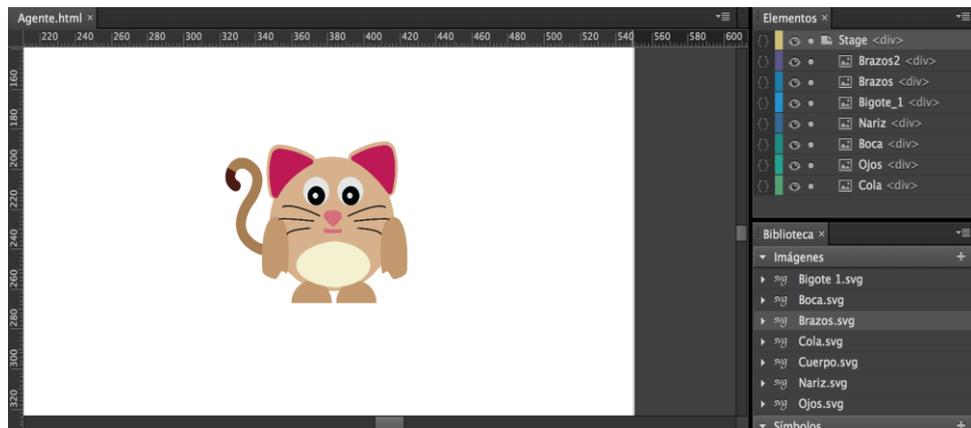


Figura 25. Componentes del agente importados en Animate

### 4.1.3 Exportación de símbolos en Adobe Edge Animate

Una vez terminado una animación completa del agente con Adobe Edge Animate, la forma de integrarlo junto a las animaciones de las distintas interfaces de la plataforma EMATIC, fue exportando la animación del agente como archivo de símbolo de Adobe Edge Animate (archivo .ansym).

Los símbolos son elementos que contienen su propia línea de tiempo, esto implica que se puede animar un símbolo como un elemento normal en el escenario; por ejemplo, puede moverse individualmente dentro de un escenario de izquierda a derecha. Animate también permite animar los elementos individuales que forman el símbolo. En otras palabras, se puede crear una animación dentro de otra animación.

De hecho, los símbolos se pueden reutilizar importándolos al escenario de trabajo de Animate y pueden controlarse con fragmentos de código creados previamente.

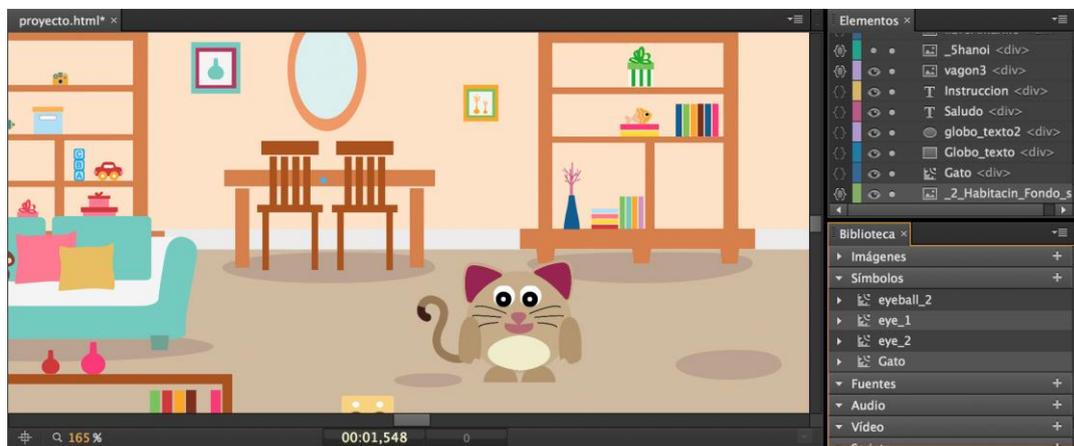


Figura 26. Uso del agente como símbolo en un escenario de EMATIC

## 4.2 Animaciones e integración en la plataforma EMATIC

### 4.2.1 Animación de aparición del agente

Para la creación de la animación de la presentación del agente, se han tenido en cuenta los distintos escenarios de juegos que ofrece la plataforma EMATIC.

Los escenarios pertenecientes a las distintas categorías disponibles en EMATIC son los siguientes:

- Supermercado (categoría de reconocimiento de números)
- Habitación (categoría de relaciones de orden)
- Oficina (categoría de clasificación)
- Feria (categoría de problemas)

La animación creada para la aparición en los escenarios se compone de un salto del agente desde fuera hacia dentro del escenario.

Para ello en primer lugar definimos nuestro proyecto interactivo de Animate con la opción, dentro de las propiedades del proyecto, “Escala con respuesta” que nos permite escalar el escenario de Animate arriba y abajo mientras mantiene su proporción de aspecto. Así haremos que la composición del agente no se vea modificado cuando se cambie la proporción de la escala de la imagen dependiendo de los distintos tamaños donde se vaya a visualizar (escritorio, tabletas, etc).

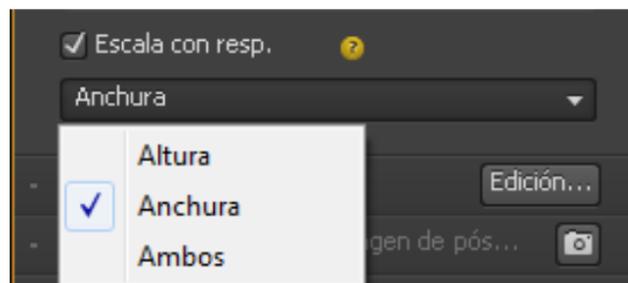


Figura 27. Opción escala con respuesta en el panel Propiedades

- “Anchura” cambia el tamaño de la composición solo cuando cambia la anchura de la ventana del documento.
- “Altura” ajusta la composición a la altura del documento.
- “Ambos” ajusta la composición a la altura del documento.

A continuación se crea el trazado del movimiento que se aplica al agente, los trazados de movimiento permiten añadir movimientos muy

expresivos a elementos que siguen un trazado en curva personalizado. Con esta función, se puede emular experiencias del agente como un gato mediante movimientos fluidos, basados en la física, que no se logran con movimiento lineal.

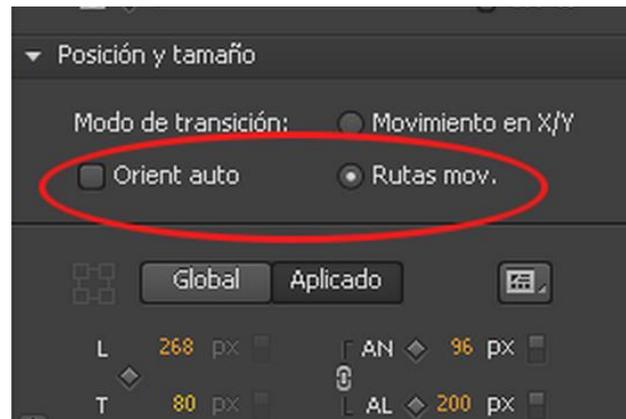


Figura 28. Opción rutas de movimiento del panel de propiedades

En “Posición y tamaño”, hacemos clic en la opción Rutas de movimiento del panel de propiedades contextual del menú desplegable. Luego sólo nos queda crear la transición de la forma habitual con fotogramas clave o la herramienta “Pin”. Al hacerlo, se observa una línea dibujada entre dos puntos de ancla (representados por triángulos), por último haciendo clic en cualquier punto de la línea se puede ver los controladores que puede arrastrar para definir el trazado mediante la curva de Bézier. Utilizamos esta opción de orientación automática para controlar la dirección del agente cuando se mueve a lo largo del trazado emulando un salto desde fuera hacia dentro del escenario.

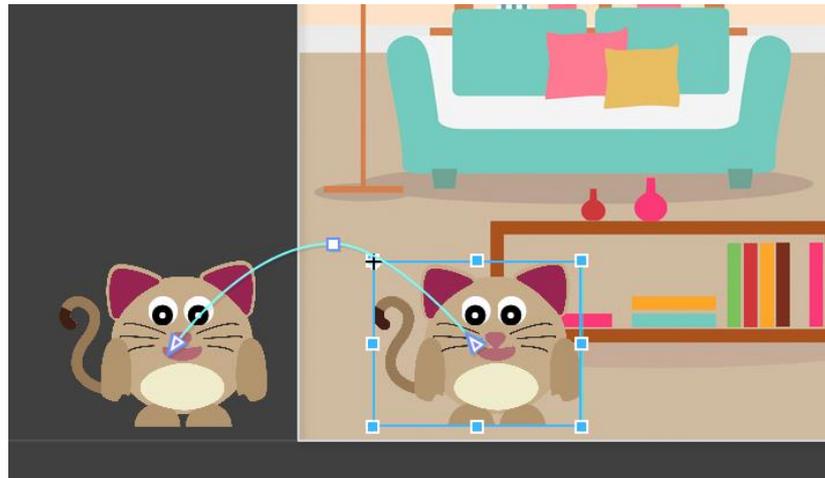


Figura 29. Trazado de movimiento usando la curva de Bézier

El último paso es definir el tiempo de las animaciones utilizando la herramienta Pin para crear fotogramas clave, esta herramienta fija los valores de las propiedades de los elementos en un punto del tiempo en la línea de tiempo. Cuando se realiza una edición, la herramienta Pin fija el valor actual mientras se cambian los valores de las propiedades en el cabezal de reproducción. Edge Animate genera los fotogramas clave y las transiciones al cabezal de reproducción o desde este.

Para activar la herramienta Pin, tan sólo hay que hacer doble clic en el cabezal de reproducción o presionar la P del teclado.



Figura 30. Activación de la herramienta Pin

Para definir el tiempo deseado de la duración del tiempo, tan sólo hay que arrastrar el Pin de la línea de tiempo al punto de la línea de tiempo en el que se quiera fijar la duración de la misma (Figura 31).

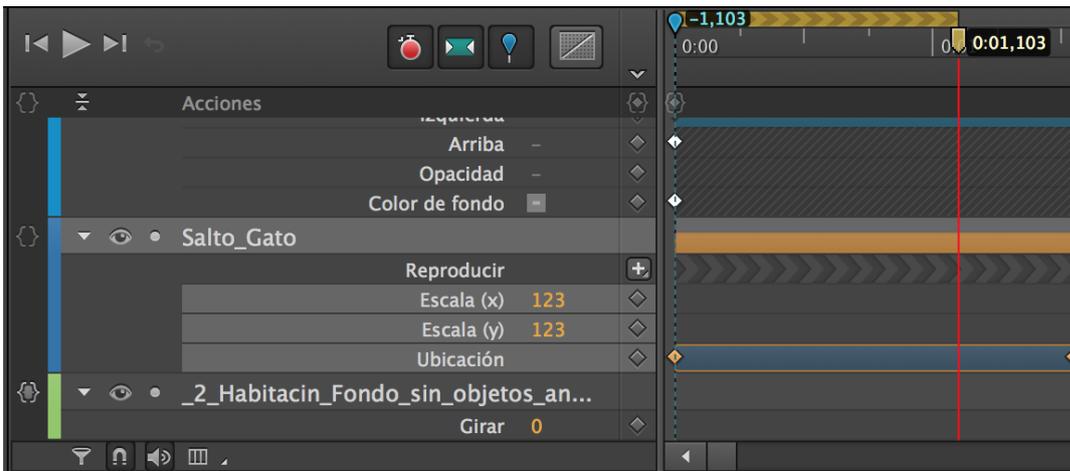


Figura 31. Línea de tiempo con la duración de la animación

#### 4.2.2 Animación de feedback o dar respuesta

Feedback significa respuesta o reacción. Para el caso del agente, el feedback puede ser positivo o negativo y va a depender de si el alumno realiza un ejercicio correctamente o no en la plataforma EMATIC.

##### Feedback positivo

Para la creación de la animación de un feedback positivo por parte del agente, se han tenido en cuenta los resultados de las puntuaciones de las diversas actividades que ofrece la plataforma EMATIC.

Para ello, se han realizado animaciones utilizando el mismo sistema implementación descrita en el punto anterior (4.2.1 Animación de aparición del agente), salvo que lo que cambió fueron los elementos gráficos para simular los gestos de sonrisa y sorpresa por parte del agente.

A continuación se muestran las distintas animaciones que se han creado para aportar feedback positivo:



Figura 32. Animación de feedback positivo 1: Sonrisa



Figura 33. Animación de feedback positivo 2: Sorpresa

## Feedback negativo

Para la creación de la animación de un feedback negativo por parte del agente, se han tenido también en cuenta los resultados de las puntuaciones de las diversas actividades que ofrece la plataforma EMATIC.

La realización de las animaciones también ha seguido el mismo sistema de implementación descrita en el punto anterior (4.2.1 Animación de aparición del agente), lo que cambió fueron los elementos gráficos para simular los gestos de tristeza y resignación por parte del agente.

A continuación se muestran las distintas animaciones que se han creado para aportar feedback negativo:



Figura 34. Animación de feedback negativo 1: Tristeza



Figura 35. Animación de feedback negativo 2: Resignación

### 4.2.3 Animación de detección de inactividad

Para la creación de la animación de la inactividad del agente, se ha cogida como base un grupo de animaciones creadas para la integración del agente en las actividades de la plataforma EMATIC; estas animaciones son mucho más simples que las descritas en puntos anteriores ya que el agente sólo hace movimientos de la cola, de los bigotes, los ojos, etc. Entonces se cogerá cada una de estas animaciones en Animate y se añadirá la animación de detección de inactividad.

Para detectar la inactividad del usuario en las actividades de la plataforma, se va a añadir interactividad con JavaScript a las composiciones creadas. Entonces primero se deben de fijar las “Acciones”, en la línea de tiempo del editor de Adobe Edge Animate, hacemos clic en el botón de acciones en el lado izquierdo del nombre de un símbolo.

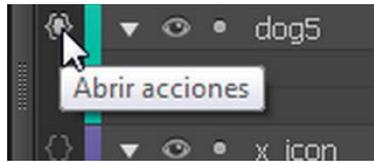


Figura 36. Botón abrir acciones

Seleccionamos un evento para activar la acción, el editor de acciones aparece con un editor de código y una lista de fragmentos de código en la parte derecha. El editor de código ofrece una visión completa del código JavaScript del proyecto, también permite ver el código sin procesar para el archivo de acciones.

Seleccionamos la opción de “Reproducir desde”, esta opción nos permitirá reproducir nuestro símbolo en momento específico de la línea de tiempo.

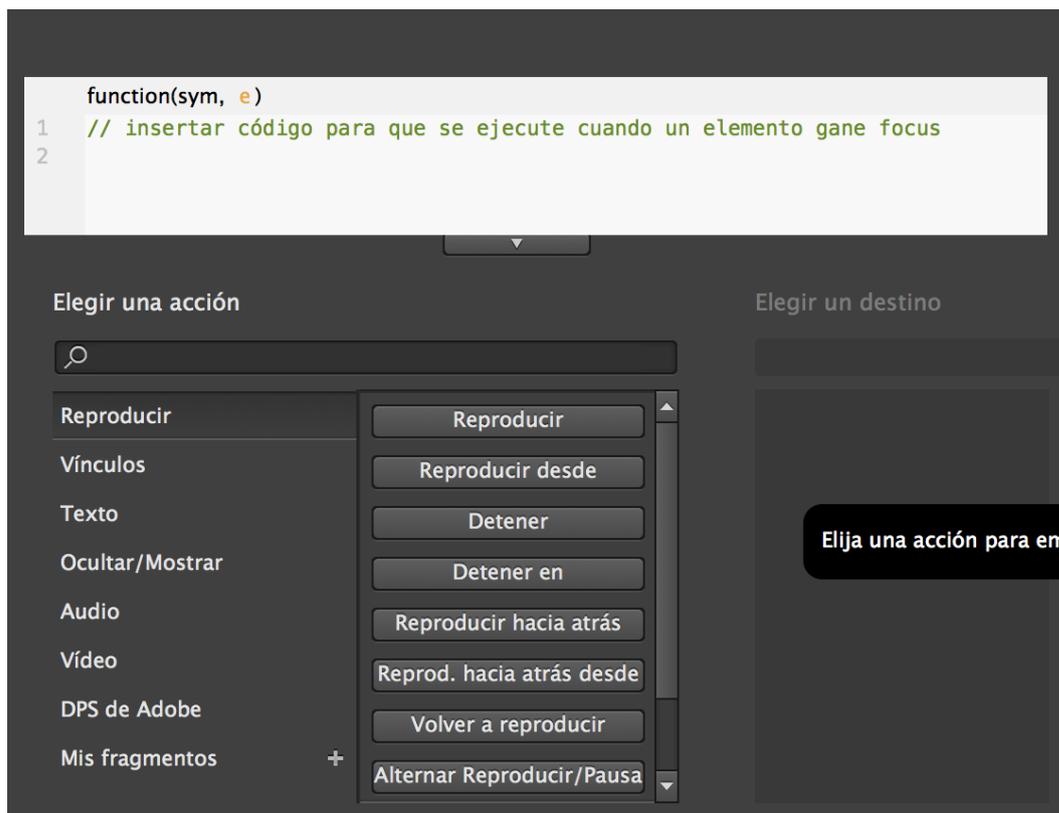


Figura 37. Editor de código de JavaScript

Tan solo nos queda por insertar el código JavaScript para que se reproduzca la animación del agente para que el usuario detecte inactividad. El código reproducirá la animación a los sesenta segundos, es decir, en 60000 milisegundos que es como se debe especificar en el editor.

```
function(sym, e)
1 // insertar código para que se ejecute cuando un elemento gane focus
2
3 // Reproducir la línea de tiempo en un momento o etiqueta específicos. Por e
4 // sym.play(500); o sym.play("myLabel");
5 sym.getSymbol("Dormido").play(60000);
6
7
```

Figura 38. Código JavaScript para la reproducción de una animación

#### 4.2.4 Animaciones con audio

Adobe Edge Animate es compatible con audio nativo de HTML5 con el elemento <audio>, esto permite añadir sonidos a los proyectos de animación. Mediante HTML básico y JavaScript, se puede controlar la reproducción de audio en las composiciones. También puede enlazar elementos de audio a eventos táctiles y del ratón, así como activar reproducciones de audio en la línea de tiempo. Las capacidades de audio de Adobe Edge Animate se incrustan en el DOM de HTML. Por lo tanto, el sonido se reproduce en cualquier ordenador o dispositivo sin necesidad de utilizar un plug-in. Para obtener la mejor compatibilidad entre navegadores, es mejor incluir los recursos .mp3 y .ogg de los elementos de audio del proyecto.

Se pueden importar los siguientes tipos de audio a Edge Animate:

- .mp3
- .ogg/.oga
- .wav
- .m4a

- .aac

En primer lugar, hay que destacar que todos los audios que se han incorporado a las animaciones en Animate, han sido sacados gracias a la API de Google TTS (Text-To-Speech) incorporados en el traductor de idiomas de Google.

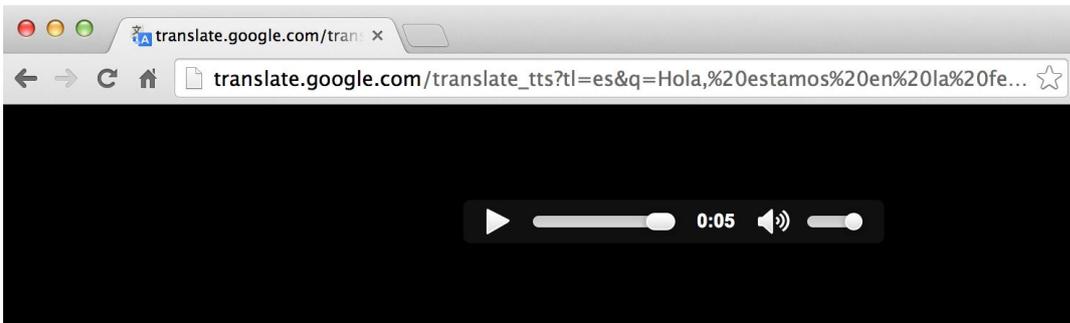


Figura 39. Uso de TTS de Google a través de Google Traductor

Con esta herramienta, al hacer clic derecho podemos guardar el texto que queramos en audio mp3. Así ya tenemos tantos audios como textos que queremos que “diga” el agente.

Ahora para añadir audio a las composiciones creadas con Animate, primero debemos arrastrar y soltar los archivos de audio en el proyecto del sistema de archivos. Así, se crea un “grupo de audio” con el nombre del archivo de audio en la Biblioteca. Este grupo contiene el archivo de audio y el de repuesto para disfrutar de compatibilidad entre navegadores.

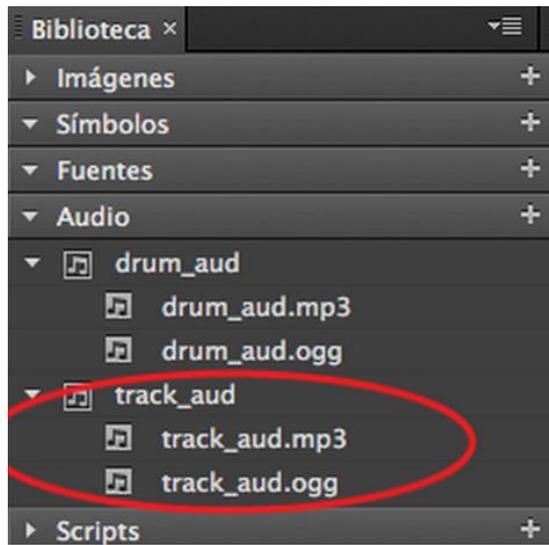


Figura 40. Grupo de audio de la biblioteca de Animate

También podemos controlar el audio mediante cualquiera de las siguientes opciones del panel de propiedades:

- Reproducción automática: Permite que el archivo de audio se reproduzca automáticamente en la línea de tiempo.
- Bucle: Hace que el archivo de audio se vuelva a reproducir desde el principio cuando termine.

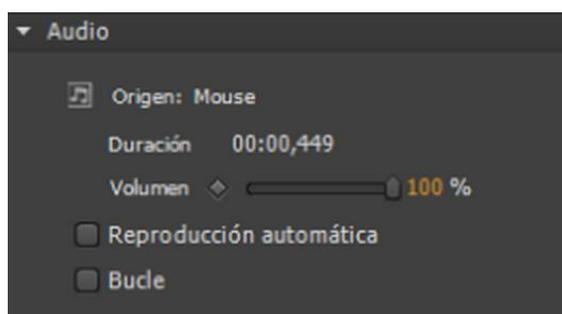


Figura 41. Opciones de control de audio en el panel Propiedades

Ahora debemos poner las acciones de audio a las animaciones del agente que nos interese, para ello hacemos clic en el “{}” situado junto al elemento de audio en la línea de tiempo para abrir el Editor de acciones.

En el editor de acciones podemos seleccionar varias acciones de entre las que destacan:

- *Click*: Cuando se haga clic sobre un elemento se reproducirá una acción.
- *Mouseover*: Cuando se pase el ratón encima del elemento se reproducirá una acción.
- *Swipeleft o swiperight*: Cuando se haga un gesto hacia la izquierda o la derecha (Sólo para dispositivos touch).

Luego seleccionamos *Click* y nos aparecerá un listado para "Elegir una opción", hacemos clic en Audio y después clic en la acción deseada. A continuación seleccionamos el destino, es decir, la animación que queremos que se asocie a un audio (Figura 42).

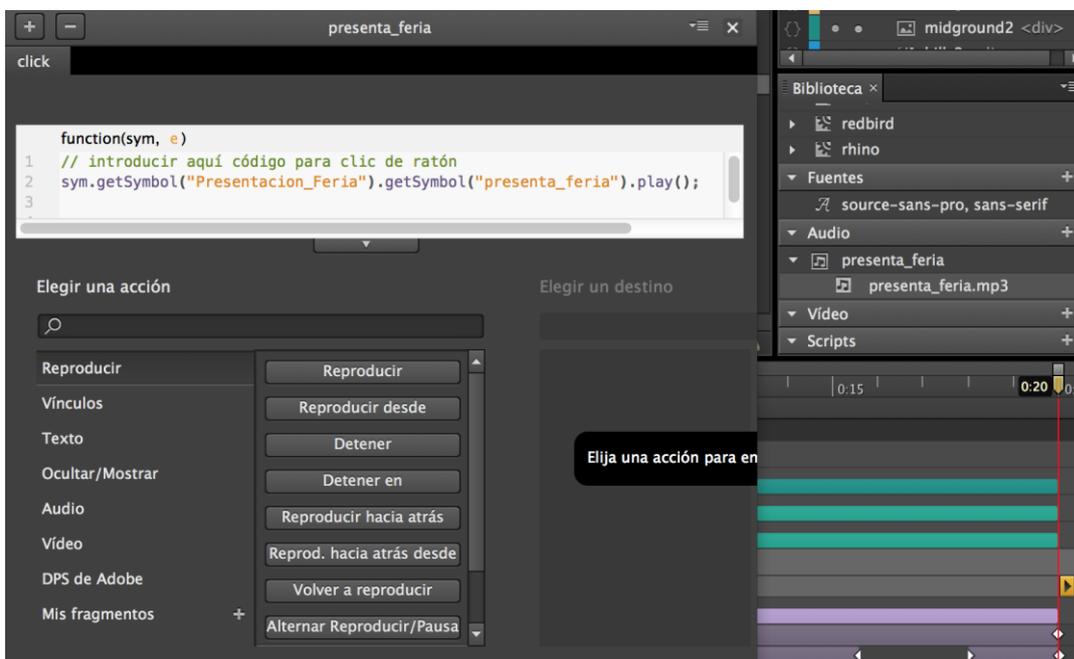


Figura 42. Acciones de audio en el editor de acciones

#### 4.2.5 Integración del agente en los escenarios de EMATIC

El agente hace acto de aparición en cada uno de los escenarios ya descritos anteriormente adaptándose al entorno de cada uno de estos.

Para la realización de esto, primero debemos de exportar el proyecto de la animación del agente hecho en Adobe Edge Animate, haciendo esto nos aseguramos de compartir y utilizar las animaciones independientes y exclusivas del agente en otro proyecto de Adobe Edge Animate, en este caso se tratan de cuatro proyectos creados también con Animate por otro compañero informático. Para exportar el proyecto, sólo debemos hacer clic derecho con el ratón sobre la figura del agente y seleccionar “Exportar símbolo...”.

Para importar el proyecto, dentro de cada uno de los proyectos correspondientes a los escenarios, tan solo debemos de hacer clic en el símbolo “+” de nuestra Biblioteca y seleccionar el lugar con la ubicación del símbolo dentro de cada uno de los escenarios.

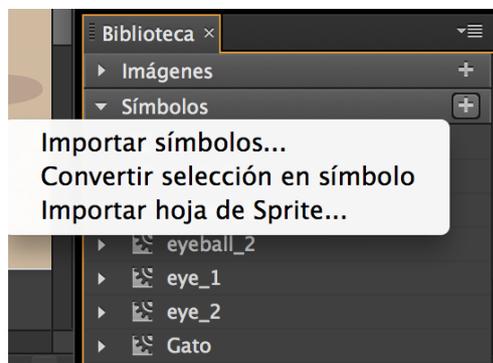


Figura 43. Importación de un proyecto de Animate como símbolo

Una vez tenemos importado el símbolo del agente, con las animaciones de presentación, dentro de cada uno de los escenarios debemos *Publicar* el contenido final. Para ello, seleccionamos la opción “Publicar” dentro de las opciones del menú “Archivo” de Animate.

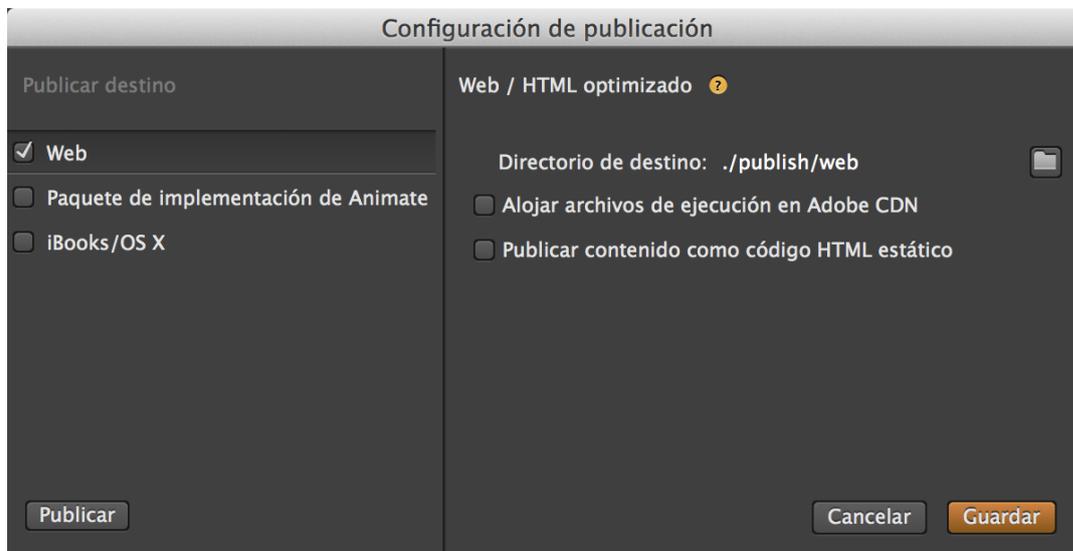


Figura 44. Configuración de una publicación en Animate

También podemos configurar previamente la publicación (Figura 44), dentro de sus posibles opciones destacan:

- Publicar como paquete de implementación de Animate
- Publicar en Apple iBooks Author
- Publicar el contenido para la Web

La opción con la que nos decantamos y la que nos interesa es la última, publicar el contenido para Web, cuando se publique nuestro proyecto final, con las animaciones del agente y de los escenarios, lo tendremos disponible en la carpeta `publish/web` de nuestro proyecto.

Ahora nos centramos en incorporar el proyecto publicado de Animate en EMATIC, como se ha comentado con anterioridad, el proyecto EMATIC está creado con el *framework* de desarrollo Django.

Creamos un *template* dentro de la carpeta “`templates/web`” con el nombre de cada uno de los cuatro escenarios, como ejemplo veremos la implementación del escenario de la habitación (fichero `habitación.html`), este *template* va a ser una extensión de la vista “`base.html`”.

```

{% extends 'base.html' %}
{% load i18n %}

{% block javascript %}
<script>
    $('escenario').click(function(){
        window.location.href='{% url ej4-clasificacion %}';
    })
</script>
{% endblock %}

{% block content %}
<div class="escenarios">
<iframe width="640" height="360" src="/media/escenarios/habitacion/proyecto.html" frameborder="0"></iframe>
</div>
{% endblock %}

```

Figura 45. Código asociado al template habitacion.html

Como se puede apreciar en la imagen anterior (Figura 45), el contenido del proyecto final para el escenario de la habitación se llama dentro de la etiqueta HTML `<iframe>`, el uso de esta etiqueta permite insertar o incrustar un documento HTML dentro de un documento HTML principal como es el caso, por último gracias a la propiedad `frameborder="0"` establecemos que el marco que contiene al iframe no tenga borde.

El resultado final de esta integración en los cuatro escenarios de EMATIC se puede apreciar en las siguientes imágenes:

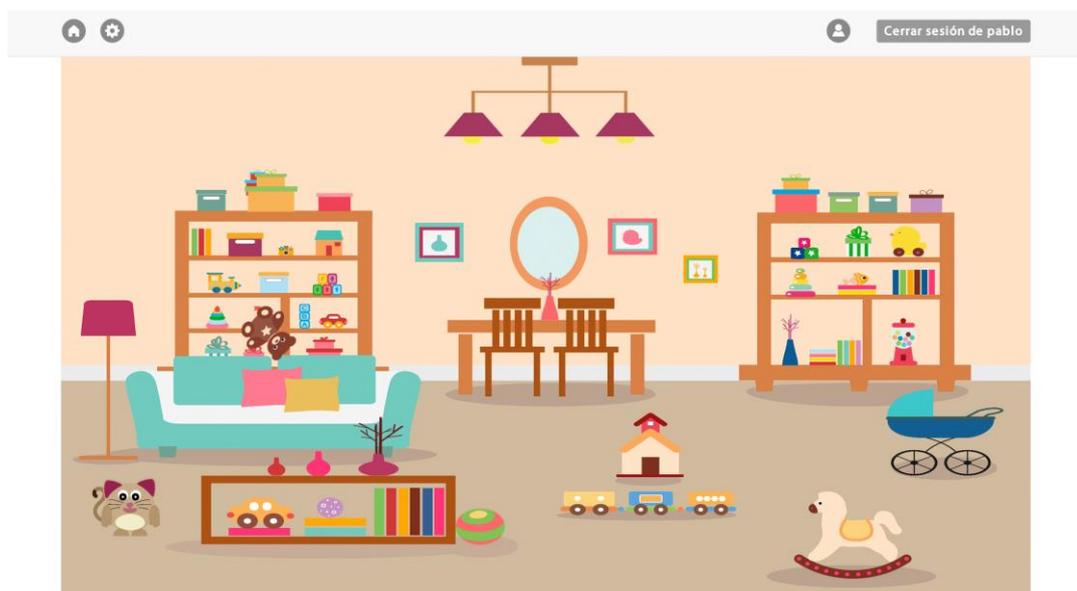


Figura 46. Integración del agente en el escenario Habitación

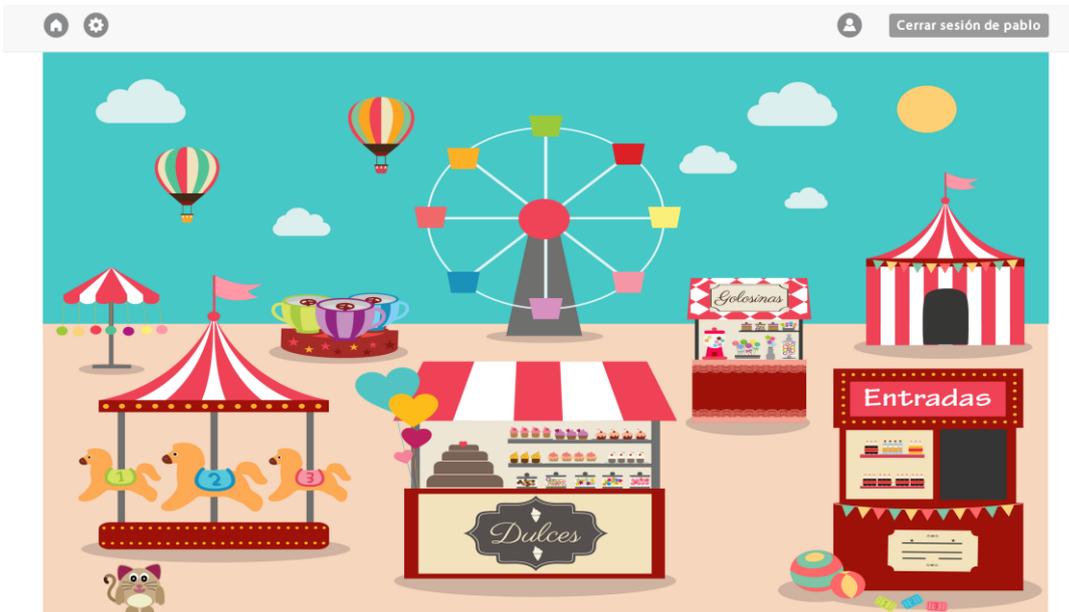


Figura 47. Integración del agente en el escenario Feria



Figura 48. Integración del agente en el escenario Supermercado

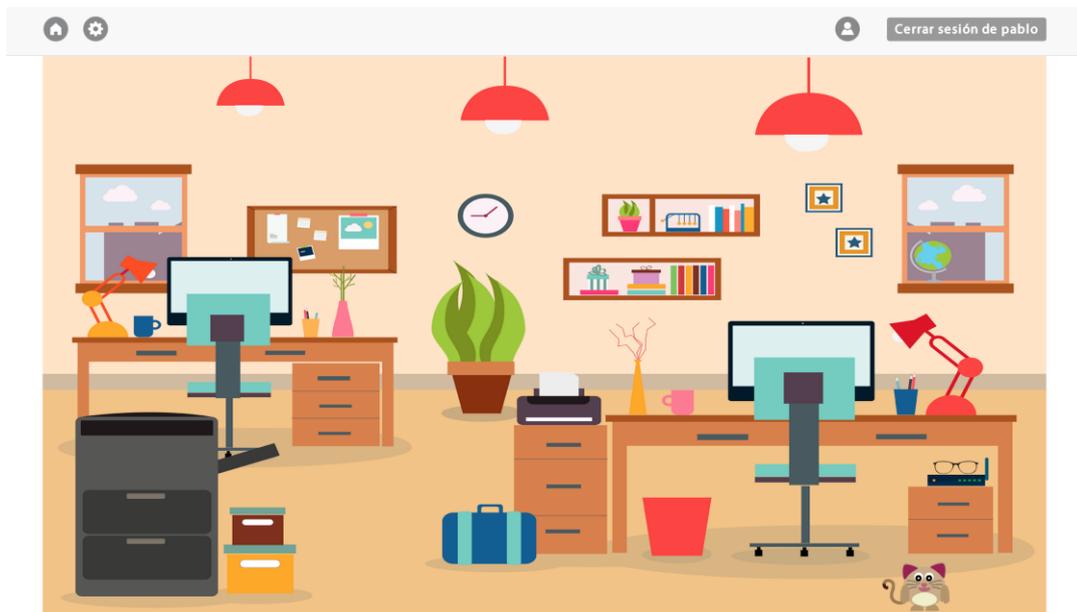


Figura 49. Integración del agente en el escenario Oficina

#### 4.2.6 Integración del agente en las actividades de EMATIC

El agente, al igual que en los escenarios, hace acto de aparición en cada una de las distintas actividades de EMATIC. Dado que este trabajo fin de grado se ha desarrollado en paralelo al de otro compañero, encargado de realizar las animaciones en todas las actividades, sólo se ha podido integrar las animaciones del agente en algunas actividades correspondientes a la categoría de clasificación incorporándose en el futuro al resto de las actividades.

Las actividades que ofrece EMATIC para los alumnos están agrupados en distintas categorías:

- Problemas
- Ordinalidad
- Orden
- Cardinalidad

- Reconocimiento de un número
- Contar
- Cuantificadores
- Correspondencia
- Relaciones de orden
- Clasificación

Para la integración del agente en las actividades, se ha seguido la metodología parecida y descrita en el punto anterior (4.2.5 Integración del agente en los escenarios de EMATIC).

Primero necesitamos publicar cada uno de los proyectos con las animaciones del agente con la opción “Publicar para el contenido para la Web”.

Una vez tengamos los proyectos publicados y ubicados por carpetas nos vamos a la carpeta que contiene el proyecto de EMATIC, desarrollado en Django, para integrar las animaciones.

A continuación, modificamos el *template* base.html, y esto lo hacemos porque en esta vista se recoge todos los bloques principales del proyecto y desde el que se extiende en las demás vistas (actividades), entonces añadimos el bloque agente (Figura 50).

```

<!-- Begin page content -->
<div class="container">
  <!-- Bloque para la inserción del agente -->
  <div id="agente">
    {% block agente %}
    {% endblock %}
  </div>

```

Figura 50. Código CSS de un bloque para la inserción del agente

Como se puede apreciar en la figura anterior, también se ha creado una clase CSS para mostrar el agente correctamente dentro de la estructura

HTML de cada una de las actividades. El fichero que editamos para añadir nuestra clase CSS es el fichero *interfaz.css* ubicado en la carpeta *media/css*.

```
/* Agente */
. agente {
    width: 190px;
    margin-top: -52px;
    margin-left: -51px
}

/*Escenarios*/
. escenarios {
    position: relative;
    padding-bottom: 56.25%;
    overflow: hidden;
    margin-top: -13px;
}

. escenarios iframe {
    position: absolute;
    top: 0;
    left: 0;
    width: 100%;
    height: 100%;
}

. agente-actividades {
    position: relative;
    padding-bottom: 56.25%;
    overflow: hidden;
    margin-top: -13px;
}

. agente-actividades iframe {
    position: absolute;
    top: 0;
    left: 0;
    width: 100%;
    height: 100%;
}
```

Figura 51. Código CSS para el agente en las actividades y los escenarios

Ahora creamos un fichero HTML de nombre “agente.html” y lo guardamos en la carpeta *Templates*, la finalidad de este fichero va ser la inclusión de cada proyecto con la animación del agente gracias a la etiqueta `<iframe>`, incrustando un documento HTML dentro de un documento HTML principal como es el caso, por último gracias a la propiedad `frameborder="0"` establecemos que el marco que contiene al `iframe` no tenga borde.

```
<iframe src="/media/agente/gato.html" class="agente"> </iframe>
```

Figura 52. Código del fichero agente.html

Por último sólo nos queda por modificar cada fichero HTML correspondiente a una actividad cualquiera, y añadir un bloque con nombre “agente” que incluirá el fichero agente.html creado anteriormente.

```
{% block content %}
<div class="row">
  <div id="container" class="col-md-12" style="display: none;"></div>
  <div id="dim"></div>
</div>
{% endblock %}

{% block agente %}
{% include "agente.html" %}
{% endblock %}

{% block footer %}
{% include "footer.html" %}
{% endblock %}
```

Figura 53. Código asociado a la integración del agente dentro de una actividad

The screenshot shows a web interface for an activity titled "Agrupa por géneros" (Group by genres). The interface is divided into three main sections:

- Header:** A light pink bar with the title "Agrupa por géneros" and a cartoon cat icon on the right. The browser address bar shows "(ID: 1) Agrupar elementos no idénticos" and a "Cerrar sesión de pablo" button.
- Main Content:** A large area divided into two columns:
  - Cajas (Boxes):** A light blue background containing several colorful boxes (red, orange, green, blue) with green checkmarks, indicating they are correctly placed.
  - Botes (Bottles):** A light green background containing three bottles (yellow, pink, green) with green checkmarks, indicating they are correctly placed.
- Footer:** A light grey bar with the text "EMATIC - Universidad de La Laguna" and two buttons: "Volver a intentarlo" (Return to attempt) and "Pasará al siguiente ejercicio" (Go to the next exercise).

Figura 54. Integración final del agente en una de las actividades de EMATIC

## Capítulo 5. Conclusiones y Trabajos Futuros

Hoy en día existen muchas plataformas Web de e-learning. Sin embargo, no hay muchas centradas en la enseñanza de matemáticas por medio del juego para niños y niñas con dificultades de aprendizaje. Por lo tanto, EMATIC es un proyecto de gran importancia para una gran cantidad de empresas destinadas al sector infantil: escuelas, centros especializados, hospitales y otras muchas instituciones.

Después de la realización de este trabajo fin de grado y de las diferentes investigaciones realizadas, creo conveniente hacer hincapié la importancia de los agentes virtuales inteligentes aplicados a un entorno educativo. He llegado a la conclusión de que el uso de los agentes en este tipo de ámbitos no se encuentra aún demasiado explotado como lo debería ser, puesto que la interacción agente-usuario puede ser fundamental en el desarrollo escolar de alumnos con necesidades especiales.

Principalmente lo que se ha realizado en este proyecto es un agente virtual inteligente incluido en la plataforma EMATIC, capaz de presentarse en los cuatro escenarios principales que dispone la plataforma y dar instrucciones como soporte para los usuarios. También realiza una animación de feedback así como también detecta la inactividad por parte del alumno y realiza una animación con el objetivo de que el usuario retome su atención.

Algunos trabajos futuros que pueden complementar lo que se ha desarrollado con el fin de mejorar la plataforma son:

- Crear una opción de configuración del agente donde incluir el resto de los agentes diseñados para que el usuario tenga la posibilidad de personalizarlo, añadirle accesorios, cambiarle el color, etc.
- Añadir una opción de accesibilidad de texto en burbuja para que todas las instrucciones que dé el agente puedan verse también a través de texto.

## Capítulo 6. Summary and Conclusions

Today there are many Web platforms for e-learning. However, just a few group from this kind of platforms are focused on teaching mathematics through games for children with learning difficulties. Therefore, EMATIC is an important project for a lot of companies intended for children's sector like schools, specialized centers, hospitals and many other institutions.

After the completion of this project and different researches that I've done, I should emphasize the importance of intelligent virtual agents applied to an educational environment. It is clear, therefore, that the use of agents in such areas is not yet too exploited as it should be, since the agent-user interaction may be essential in the educational development of students with special needs.

Above all, what I have done in this project is an intelligent virtual agent included in the EMATIC platform, this agent is able to be introduce himself in the four main scenarios and give instructions as support for users. Furthermore, the agent performs an animation of feedback and detects inactivity from the student and makes an animation with the goal of return the user's attention on the platform.

Some future works that can complement the project that I developed in order to improve the platform are:

- Create an agent configuration option and include the other agents designed, the user could have the ability to customize, add accessories, change the color, etc.
- Add accessibility options like bubble text. With this implementation the agent can give all instructions through text for people with special needs.

## Capítulo 7. Presupuesto

Este capítulo se describe una estimación detallada de los costes de realización de este trabajo fin de grado. Estos costes se presentan agrupados en diversas categorías.

Los grupos en los que se ha dividido los costes son:

- Costes del personal involucrado en el proyecto.
- Costes de elementos software y hardware.

Para el cálculo del presupuesto se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Los costes que se mostrarán estarán expresados en Euros a no ser que se especifique lo contrario.
- Se tomarán dos decimales para las cantidades económicas, redondeando en el caso de que sea necesario.

Además, al final del cálculo del presupuesto se pondrán las herramientas hardware utilizadas para la realización del proyecto, ya que el coste de los equipos aparecen dichos elementos.

### 7.1 Presupuesto Inicial

En este primer apartado del presupuesto vamos a indicar el presupuesto que se planteó al inicio del proyecto, para ello vamos proponer el coste del personal que se tenía pensado realizar junto con el material que se tenía pensado utilizar.

### 7.1.1 Coste personal

Para calcular el coste del personal se va a detallar la persona que han participado en el proyecto y el peso que ha llevado en él. El coste por hora de la persona del proyecto ha sido definido por un valor aproximado de lo que se está cobrando en la actualidad.

Nombre	Categoría	Euros/hora	Horas Totales	Coste Total
Diego Williams Aguilar Montaña	Ingeniero informático	20	300	6000 €
TOTAL:				6000 €

Tabla 2. Presupuesto inicial – Coste personal

### 7.1.2 Coste de los elementos software y hardware

El coste del material, en este apartado se refiere a los diversos equipos informáticos que se preveían necesarios para el desarrollo del trabajo de fin de grado. En la siguiente tabla se mostrará el producto y su precio.

Producto	Coste
Macbook Pro Retina 13"	1358 €
Apple Magic Mouse	69,99 €
Monitor Samsung LED 22"	169 €
Licencia Personal para IDE PyCharm (Editor Python)	89 €
TOTAL:	1685,99 €

Tabla 3. Presupuesto inicial – Coste elementos sw y hw

### 7.1.3 Coste total del proyecto

Por último, en este apartado se va a mostrar el coste total que se había planificado para el proyecto sumando el coste del personal y el coste de los equipos.

Descripción	Coste
Personal	6000 €
Equipos	1685,99 €
<b>COSTE TOTAL DEL PROYECTO:</b>	<b>7685,99 €</b>

Tabla 4. Presupuesto inicial – Coste total

Por lo tanto el proyecto, según el presupuesto inicial, el proyecto tendrá un coste de **7685,99 €**.

## 7.2 Presupuesto final

En este último apartado del presupuesto vamos a realizar el cálculo real que ha tenido finalmente el proyecto, especificando las horas reales que se han empleado para realizarlo y los materiales que finalmente se han utilizado. Este presupuesto final, sería lo que hubiera costado realmente el proyecto si se hubiera realizado en una empresa.

### 7.2.1 Coste personal

En este caso, al igual que en el coste del personal del presupuesto inicial, se va a detallar la persona que ha participado, la categoría, lo que cuesta a la hora la persona, las horas que ha trabajado en el proyecto y el coste total.

Nombre	Categoría	Euros/hora	Horas Totales	Coste Total
Diego Williams Aguilar Montaña	Ingeniero informático	20	380	7600 €
TOTAL:				7600 €

Tabla 5. Presupuesto final – Coste personal

### 7.2.2 Coste de los elementos software y hardware

Con el coste de los elementos software y hardware, en este apartado se han incrementado los costes, todos ellos necesarios según se ha ido desarrollando y se requerían más recursos para el desarrollo del proyecto.

Al igual que en el presupuesto inicial, se van a listar los productos junto a su precio.

Producto	Coste
Macbook Pro Retina 13"	1358 €
Apple Magic Mouse	69,99 €
Monitor Samsung LED 22"	169 €
Tablet Nexus 7	249 €
Licencia Personal para IDE PyCharm (Editor Python)	89 €
Licencia Adobe Creative Cloud x 3 meses para estudiante	59,97 €
TOTAL:	1994,96 €

Tabla 6. Presupuesto final – Coste elementos sw y hw

### 7.2.3 Coste total del proyecto

Por último, en este apartado se va a mostrar el coste total que supondría el proyecto sumando el coste del personal y el coste de los equipos.

Descripción	Coste
Personal	7600 €
Equipos	1994,96 €
<b>COSTE TOTAL DEL PROYECTO:</b>	<b>9594,96 €</b>

Tabla 7. Presupuesto final – Coste total

Por lo tanto, el presupuesto final del proyecto tiene un coste de **9594,96 €**.

## 7.3 Herramientas hardware

En este apartado se van a especificar las herramientas hardware que se han utilizado para el desarrollo del trabajo fin de grado.

### Macbook Pro Retina

El ordenador portátil que he utilizado para desarrollar la implementación del proyecto es un Macbook Pro con pantalla Retina de 13 pulgadas. Este portátil tiene las siguientes características:

- Procesador: 2.4 GHz Intel Core i5
- Memoria RAM: 8 GB 1600 MHz DDR3
- Disco duro: 256 GB
- Software: Mac OS X Mavericks 10.9.4

## **Monitor Samsung LED**

Se ha utilizado también un monitor que sirvió como como segundo escritorio para hacer todas las pruebas necesarias para agilizar la implementación del proyecto. Las características del monitor son las siguientes:

- Tamaño de pantalla: 22 pulgadas
- Tecnología de imagen: PLS con retroiluminación LED
- Contraste: Mega DCR (Estático 1000:1)
- Tiempo de respuesta: 5ms
- Resolución: Full-HD
- Salidas: HDMI

## **Tablet Google Nexus 7 (2012)**

El Nexus 7 es una tableta que funciona con el sistema operativo móvil Android. Se ha utilizado en el proyecto para poder verificar que todo el contenido animado creado funcionase con este dispositivo táctil. Las características de esta tableta son las siguientes:

- Pantalla de 7 pulgadas IPS con resolución de 1280x800 píxeles, con protección Corning Gorilla Glass
- Procesador Nvidia Tegra 3 de 1.3 GHz de cuatro núcleos
- 1 GB DDR3 RAM
- NFC
- Wi-Fi b/g/n con Bluetooth
- Giroscopio y acelerómetro
- Versión sistema operativo Android 4.4 KitKat™

## Referencias

- [1] Sistema de Tutoría Inteligente. *Definición*. Obtenido de [http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent\\_tutoring\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_tutoring_system)
- [2] A. Jiménez., A. V. Raúl Antonio. *Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes*, 2004. Obtenido de [http://www.dlsiis.fi.upm.es/docto\\_lsiis/Trabajos20032004/Aguilar.pdf](http://www.dlsiis.fi.upm.es/docto_lsiis/Trabajos20032004/Aguilar.pdf)
- [3] Wooldridge, M. and Jennings, N. R.: *Intelligent agents: Theory and practice*, 1995. Obtenido de <http://eprints.soton.ac.uk/252102/1/ker95-scanned.pdf>
- [4] Adobe Edge Animate CC. *Acerca de*, 2014. Obtenido de <http://creative.adobe.com/es/products/animate>
- [5] Google Web Designer. *About*, 2014. Obtenido de <http://www.google.com/webdesigner/>
- [6] Adobe Edge Inspect. *Acerca de*, 2014. Obtenido de <https://creative.adobe.com/es/products/inspect>
- [7] Adobe Illustrator CC. *Acerca de*, 2014. Obtenido de <https://www.adobe.com/es/products/illustrator.html>
- [8] I. M, Sergio. *Entendiendo cómo trabaja Django*, 2012. Obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/editorial/curso-django-entendiendo-como-trabaja-django/>
- [9] Twitter. *Características*, 2014. Obtenido de [http://es.wikipedia.org/wiki/Twitter\\_Bootstrap](http://es.wikipedia.org/wiki/Twitter_Bootstrap)
- [10] Conocimiento Abierto. *Qué es Twitter Bootstrap y cómo aprender a usarlo*, 2014. Obtenido de <http://conocimientoabierto.es/que-es-twitter-bootstrap-y-como-aprender-a-usarlo/657/>

- [11] Bitbucket. *Definición*, 2014. *Obtenido de*  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Bitbucket>
- [12] Dropbox. *Definición*, 2014. *Obtenido de*  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Dropbox>

## Bibliografía

- Adobe Edge Animate CC. *Crea contenidos web animados e interactivos*, 2012. Obtenido de  
<http://www.video2brain.com/es/cursos/edge-animate-cc>
- Adobe Edge Animate CC. *Tutorials*, 2014. Obtenido de  
<http://helpx.adobe.com/creative-cloud/learn/tutorials/animate.html>
- Animaciones en HTML5 con Adobe Edge Animate. *Realiza animaciones HTML5 para la web del mañana*, 2012. Obtenido de  
<http://www.video2brain.com/es/cursos/animaciones-en-html5-con-adobe-edge-animate>
- Bitbucket. *Bitbucket Documentation Home*, 2014. Obtenido de  
<http://confluence.atlassian.com/display/BITBUCKET/Bitbucket+Documentation+Home>
- Bootstrap. *Manual de Bootstrap*, 2014. Obtenido de  
<http://getbootstrap.com/>
- C. L. Carlos. *El futuro de las tecnologías digitales aplicadas al aprendizaje de personas con necesidades educativas especiales*, 2012. Obtenido de  
<http://www.um.es/ead/red/32/carlos.pdf>
- C. Marlon. *Animación e interactividad con HTML5 con Adobe Edge Animate CC*, 2014. Obtenido de  
<http://www.udemy.com/edge-animate/?dtcode=ai0XFFH1qHcK>
- Django Project. *Manual de Django 1.3.1*, 2011. Obtenido de  
<https://docs.djangoproject.com/en/1.3/>
- Dropbox. *Más información*, 2014. Obtenido de  
<https://www.dropbox.com/es/>

G. Tom. *Learn the Fundamentals of Adobe Edge Animate*, 2013.  
Obtenido de

[http://www.udemy.com/learn-the-fundamentals-of-adobe-edge-  
animate/?dtcode=9IIVHnD1qHcK](http://www.udemy.com/learn-the-fundamentals-of-adobe-edge-animate/?dtcode=9IIVHnD1qHcK)

G. R. Celia., P. Cristina *Agente Virtual Inteligente aplicado a un  
entorno educativo*, 2012. Obtenido de

[http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm  
/revista\\_impresa/vol\\_II\\_num\\_2/inv\\_4\\_chatbot.pdf](http://www2.camino.upm.es/Departamentos/matematicas/revistapm/revista_impresa/vol_II_num_2/inv_4_chatbot.pdf)