



UNIVERSITAT
POMPEU FABRA

ESCOLA SUPERIOR POLITÈCNICA
ESTUDIS D'INFORMÀTICA

*Projecte Fi de
Carrera*

**Diseño, implementación y
evaluación de un juego
educativo basado en
puzles con scaffolding
enfocado a las redes de
ordenadores**

Tomás Bueno Marín

Curs 2010-2011

ENGINYERIA TÈCNICA
EN INFORMÀTICA
DE SISTEMES

Director:
JAVIER MELERO

Diseño, implementación y evaluación de un juego educativo basado en puzles con scaffolding enfocado a las redes de ordenadores

Tomás Bueno Marín

Proyecto Final de Carrera

Director: Javier Melero

Data: Junio 2011

Engeniería Técnica en Informática de Sistemas

Universitat Pompeu Fabra

Agradecimientos

Para conseguir realizar este proyecto de forma satisfactoria, una serie de personas en mayor o menor medida han ayudado para que esto se pudiera conseguir.

Primeramente, la familia siempre es un apoyo importante para aquellos momentos en los que el desánimo se puede apoderar de ti. Tener un apoyo que te permita siempre estar animado y hacerte más fácil las cosas es muy importante y merece ser agradecido.

Al inicio del proyecto, Patricia del GTI me presentó a mi tutor y me explicó los proyectos que en el grupo de investigación se realizaban. Fue un buen punto de partida para decidir el proyecto que realizaría.

A Johan, un ex profesor de la UPF, que hizo el esfuerzo de venir un día a la universidad sin ninguna necesidad. Gracias a su experiencia pude debatir con él ideas sobre qué temas tratar en el juego que pudieran ser interesantes.

Agradezco al instituto INS Lluís Companys, en especial a Catherine, las facilidades puestas para poder hacer la evaluación del juego de forma inmediata.

Agradezco a Mireia, por un lado, por ser el puente y punto de ayuda para poder realizar la evaluación en el instituto cuando otras opciones no pudieron ser. Por otro lado, su soporte durante el transcurso de todo el proyecto ha sido muy importante para mí y sólo le puedo estar agradecido.

Finalmente, una mención especial al tutor del proyecto, Javi Melero. Primeramente, por ser un tutor que desde el primer día hasta el último del proyecto ha estado constantemente animando, ayudando y siempre con su buen sentido del humor, para realizar las diferentes partes del proyecto. Además, la paciencia que ha tenido conmigo ya que seguramente varias veces le habré llenado el correo y siempre ha contestado inmediatamente, comprometiéndose mucho con el proyecto. No tengo ninguna queja, sino todo lo contrario, le estoy muy agradecido. ¡Gracias Javi!

¡Muchas gracias a todos!

Resumen

En los últimos años, el sector de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) está contemplando cómo va creciendo la demanda de profesionales y, a la vez, el número de matriculaciones universitarias está cayendo. Esta situación está comenzando a ser alarmante dentro del mundo de las empresas y profesionales de este campo.

Con el fin de buscar una solución, se ha demostrado que existen una serie de metodologías pedagógicas basadas en la teoría Constructivista que, combinadas con la tecnología software necesaria, pueden incrementar el nivel de interés de los estudiantes por el mundo de las TIC. A pesar de ello, actualmente hay una escasez de herramientas que implementen dichas metodologías pedagógicas y que proporcionen al mismo tiempo los mecanismos necesarios para dar apoyo a los estudiantes durante el aprendizaje de conceptos TIC. Una posible solución a este problema es la creación de juegos educativos que implementen este tipo de metodologías y que integren mecanismos de *scaffolding*, es decir, mecanismos de apoyo al aprendizaje del estudiante.

Dentro de este marco, siguiendo la propuesta de un modelo conceptual que define los elementos necesarios para crear juegos basados en puzles con *scaffolding*, el propósito que tiene este proyecto es dar a conocer conceptos relacionados con las TIC mediante la implementación de un juego educativo con la intención de despertar el interés de los estudiantes por esta área. En concreto, el proyecto se basa en el diseño, implementación y evaluación de un juego educativo dentro del área de las redes de ordenadores que proporcione mecanismos de ayuda a los estudiantes para guiarlos a que alcancen soluciones correctas.

Palabras clave: TIC, Constructivismo, Juegos Educativos, Juegos basados en Puzles, *Scaffolding*, Redes de Ordenadores.

Resum

En els darrers anys, el sector de les TIC (Tecnologies de la Informació i de la Comunicació) està veient com va creixent la demanda de professionals i, a la vegada, el nombre de matriculacions universitàries està caient. Aquesta situació comença a ser alarmant dins del món de les empreses i dels professionals del sector.

Amb la finalitat de trobar una solució, s'ha demostrat que existeixen una sèrie de metodologies pedagògiques basades en la teoria Constructivista que, combinades amb la tecnologia *software* necessària, poden incrementar el nivell d'interès dels estudiant pel món de les TIC. No obstant això, actualment hi ha una escassetat d'eines que implementin aquestes metodologies pedagògiques i que proporcionin alhora els mecanismes necessaris per donar suport a l'estudiant durant el procés d'aprenentatge de conceptes TIC. Una possible solució a aquest problema és la creació de jocs educatius que implementin aquest tipus de metodologies i que integren mecanismes d'*scaffolding*, és a dir, mecanismes de suport a l'aprenentatge de l'estudiant.

Dins d'aquest marc, seguint la proposta d'un model conceptual que defineix els elements necessaris per crear jocs basats en puzles amb *scaffolding*, l'objectiu que té aquest projecte és donar a conèixer conceptes relacionats amb les TIC mitjançant la implementació d'un joc educatiu amb la intenció de despertar l'interès dels estudiants per aquesta àrea. En concret, el projecte es basa en el disseny, la implementació i l'avaluació d'un joc educatiu de l'àrea de les xarxes d'ordinadors que proporciona mecanismes d'ajuda als estudiants per guiar-los per tal que aconseguixin solucions correctes.

Paraules clau: TIC, constructivisme, jocs educatius, jocs basats en puzles, *scaffolding*, Xarxes d'ordinadors

Abstract

In recent years, the field of ICT (Information and Communication Technology) is seeing how the demand of professionals grows and the number of college registrations falls at the same time. This situation seriously affects the world of companies and professionals of this field.

In order to find a solution, it has been shown that there are several teaching methods based on the Constructivist theory which combined with the necessary software technology can increase the student's interest in ICT education. However, currently there is a shortage of tools that implements these teaching methodologies and provides at the same time the necessary mechanisms to give support to students during the learning of ICT-related concepts. A possible solution to this problem is to create educational games that implement such methods and also integrate scaffolding mechanisms (i.e. mechanisms to give support during the learning process).

Within this context, we follow the proposal of a conceptual model that defines the necessary elements to create puzzle-based games with scaffolding. The aim of this project is to engage students in ICT-related concepts through the implementation of an educational. Specifically, the project is focused on the design, implementation and evaluation of an educational puzzle-based game, which integrating supportive learning mechanisms to guide students, within the area of computing networks.

Keywords: ICT, Constructivism, Educational Games, Puzzle-based Games, Scaffolding, Computing Networks

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 13 |
| 1.1 Contexto..... | 13 |
| 1.2 Objetivos del proyecto | 15 |
| 1.3 Metodología..... | 16 |
| 1.3.1 Organización conceptual..... | 16 |
| 1.3.2 Tres pilares básicos | 16 |
| 1.3.3 El usuario | 16 |
| 1.3.4 La interactividad del método..... | 17 |
| 1.4 Planificación del proyecto..... | 17 |
| 1.5 Estructura de la memoria | 20 |
| 2. Métodos de aprendizaje basados en el Constructivismo | 21 |
| 2.1 Introducción..... | 21 |
| 2.2 Aprendizaje colaborativo | 21 |
| 2.2.1 Definición | 21 |
| 2.2.2 Características | 22 |
| 2.3 Aprendizaje basado en Problemas | 22 |
| 2.3.1 Definición | 22 |
| 2.3.2 Características | 22 |
| 2.3.3 Flujo de actividades | 23 |
| 2.4 Aprendizaje basado en Proyectos | 23 |
| 2.4.1 Definición | 23 |
| 2.4.2 Características | 24 |
| 2.5 Aprendizaje por Indagación..... | 24 |
| 2.5.1 Definición | 24 |
| 2.5.2 Características | 25 |
| 2.5.3 Flujo de actividades | 25 |
| 2.6 Aprendizaje Cognitivo..... | 26 |
| 2.6.1 Definición | 26 |
| 2.6.2 Características | 26 |
| 2.6.3 Flujo de actividades | 27 |
| 3. Modelado de juegos basados en puzles que integran <i>Scaffolding</i> | 29 |
| 3.1 Juegos educativos | 29 |
| 3.2 Scaffolding | 30 |
| 3.2.1 Técnicas de scaffolding..... | 30 |
| 3.3 Explicación del modelo..... | 31 |
| 3.3.1 Modelo de agregación..... | 31 |
| 3.3.2 Modelo de estructura..... | 32 |
| 4. Diseño de la aplicación | 33 |
| 4.1 Escenario de nuestro juego | 33 |
| 4.2 Modelo de roles de usuario | 33 |
| 4.2.1 Introducción..... | 33 |
| 4.3 Modelo de tareas del usuario | 34 |
| 4.4 Modelo de casos de uso | 35 |
| 4.5 Modelo de contenidos | 36 |
| 4.5.1 Interfaz de la teoría de la fase | 36 |
| 4.5.2 Interfaz de la pantalla principal de la fase..... | 37 |
| 4.5.3 Interfaz de la pantalla de conclusiones de la fase..... | 38 |
| 5. Implementación del juego | 39 |
| 5.1 Tecnología utilizada..... | 39 |
| 5.2 Explicación del juego..... | 39 |
| 5.2.1 Scaffolding aplicado en el juego..... | 40 |
| 5.3 Explicación detallada de la implementación..... | 40 |
| 5.3.1 Fase 1 del juego | 41 |
| 5.3.2 Fase 2 del Juego..... | 42 |
| 5.3.3 Fase 3 del juego | 44 |
| 6. Evaluación | 47 |
| 6.1 Introducción..... | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 6.2 Descripción del Experimento | 47 |
| 6.3 Resultados | 49 |
| 6.3.1 Sensación de Aprendizaje | 50 |
| 6.3.2 Dificultad para llegar a una solución..... | 50 |
| 6.3.3 Tipo de <i>scaffolding</i> | 51 |
| 6.3.4 Aspectos positivos y negativos | 52 |
| 6.4 Discusión..... | 53 |
| 7. Conclusiones y Trabajo Futuro | 55 |
| 7.1 Conclusiones | 55 |
| 7.2 Trabajo Futuro..... | 56 |
| 7.3 Conclusiones personales | 56 |
| 8. Referencias..... | 59 |
| 9. Apéndices | 65 |
| 9.1 Carta para el Instituto | 65 |
| 9.2 Cuestionario Versión con Scaffolding | 66 |
| 9.3 Cuestionario Versión sin Scaffolding..... | 67 |
| 9.4 Tablas de Respuestas de los Estudiantes | 68 |
| 9.4.1 Respuestas cuestionario con scaffolding | 68 |
| 9.4.2 Respuestas cuestionario sin scaffolding | 69 |

Listado de Figuras

| | |
|---|---------|
| Figura 1. Gráfico del número de matriculados en carreras universitarias | pág. 13 |
| Figura 2. Gráfico del número total de matriculados en carreras TIC | pág. 14 |
| Figura 3. Esquema representativo de la metodología a usar | pág. 17 |
| Figura 4. Planificación inicial del proyecto | pág. 18 |
| Figura 5. Planificación final del proyecto | pág. 19 |
| Figura 6. Esquema del flujo de actividades del aprendizaje basado en problemas | pág. 23 |
| Figura 7. Esquema del flujo de actividades del aprendizaje por indagación | pág. 26 |
| Figura 8. Representación gráfica del modelo de agregación | pág. 31 |
| Figura 9. Representación gráfica del modelo de estructura | pág. 32 |
| Figura 10. Gráfico del modelo de roles de usuario | pág. 34 |
| Figura 11. Gráfico del modelo de tareas del usuario | pág. 35 |
| Figura 12. Gráfica del diagrama de flujo de los casos de uso | pág. 35 |
| Figura 13. Gráfica de la estructura de la interfaz en la teoría de la fase | pág. 37 |
| Figura 14. Gráfica de la estructura de la interfaz de la pantalla principal | pág. 37 |
| Figura 15. Gráfica de la estructura de interfaz de las conclusiones | pág. 38 |
| Figura 16. Imagen de la portada del juego | pág. 41 |
| Figura 17. Imagen de la introducción de la fase 1 | pág. 41 |
| Figura 18. Imagen de la pantalla principal de la fase 1 | pág. 42 |
| Figura 19. Imagen de las conclusiones de la fase 1 | pág. 42 |
| Figura 20. Imagen de la introducción de la fase 2 | pág. 43 |
| Figura 21. Imagen de la pantalla principal de la fase 2 | pág. 43 |
| Figura 22. Imagen de las conclusiones de la fase 2 | pág. 44 |
| Figura 23. Imagen de la introducción de la fase 3 | pág. 44 |
| Figura 24. Imagen de la pantalla principal de la fase 3 | pág. 45 |
| Figura 25. Imagen de las conclusiones de la fase 3 | pág. 45 |
| Figura 26. Fotografía 1: Evaluación en el instituto | pág. 48 |
| Figura 27. Fotografía 2: Resolviendo dudas durante la evaluación en el instituto | pág. 48 |
| Figura 28. Gráficos resultantes de la sensación de aprendizaje | pág. 50 |
| Figura 29. Gráficos resultantes de la dificultad para llegar a una solución | pág. 51 |
| Figura 30. Gráficos resultantes de los tipos de <i>scaffolding</i> | pág. 51 |

Listado de Tablas

| | |
|---|---------|
| Tabla 1. Número de matriculados en carreras universitarias | pág. 13 |
| Tabla 2. Número de matriculados en carreras TIC | pág. 14 |
| Tabla 3. Fuentes de datos para la evaluación | pág. 49 |
| Tabla 4. Resumen resultados obtenidos | pág. 50 |

1. Introducción

En este capítulo se hace una introducción al contexto del Proyecto Final de Carrera (PFC). Primeramente se analizan las estadísticas de los últimos años en cuanto al número de matriculados en carreras universitarias relacionadas con las TIC. Posteriormente, se analizan los objetivos que desea cumplir el proyecto y la metodología que se llevó a cabo durante la realización de éste. A continuación, se presenta una planificación del tiempo para desarrollar el proyecto, realizada al inicio del mismo y comparada con la planificación que finalmente se llevó a cabo. Por último, se explica la estructura que se sigue en la memoria del PFC.

1.1 Contexto

Actualmente estamos ante una situación en la cual se necesita de más personas que pongan interés en un ámbito tan potente como las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación). La demanda de personas relacionadas con las TIC por parte de las empresas del sector es cada vez más acentuada; el desajuste entre oferta y demanda provoca que tanto investigadores y educadores como empresas busquen soluciones a este problema. Se necesitan jóvenes que estudien carreras dedicadas a esta área para que puedan integrarse posteriormente al mundo de las TIC y de esta manera fortalecerlo. El problema que existe es que el número de matriculados en las universidades (en este caso serán analizadas las de ámbito estatal) sufre un descenso desde hace unos años. Esto no deja de ser algo preocupante para un sector que mira atentamente cuál es el futuro que le espera [12, 28].

A continuación se analizarán los datos estadísticos que se han extraído del Instituto Nacional de Estadística (INE) [25]. En la Tabla 1 se pueden observar las matriculaciones en todas las carreras, tanto en universidades públicas como privadas, entre los cursos 2003 y 2009.

| Cursos | Total de estudiantes matriculados en todas las carreras |
|-----------|---|
| 2008/2009 | 1.391.253 |
| 2007/2008 | 1.396.607 |
| 2006/2007 | 1.410.440 |
| 2005/2006 | 1.433.016 |
| 2004/2005 | 1.446.879 |
| 2003/2004 | 1.488.575 |

Tabla 1. Número de matriculados en carreras universitarias

Se puede observar una tendencia a la baja del número de personas matriculadas (ver Figura 1); en 5 años ha habido un descenso de 238.53 matriculaciones, lo que supone un 6,5%.

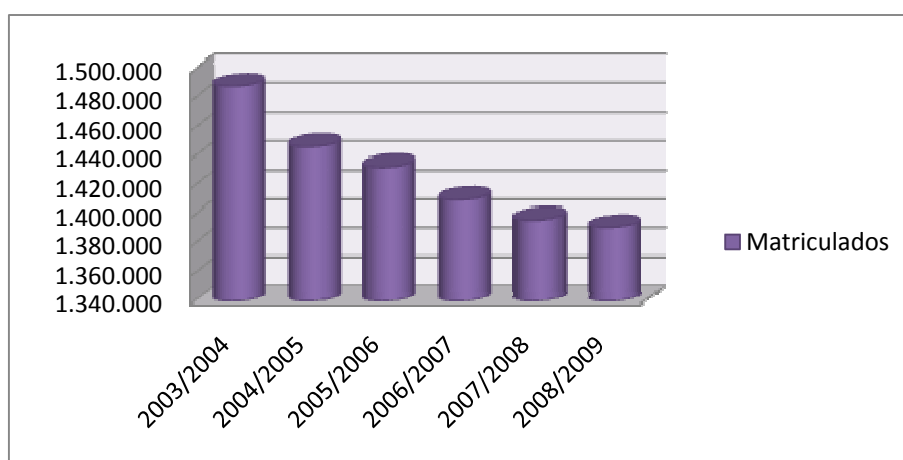


Figura 1. Gráfico del número de matriculados en carreras universitarias

Centrándonos en el contexto de las TIC, la Tabla 2 se focaliza en las carreras de ingenierías técnicas y superiores de Informática y Telecomunicaciones. Se aprecian los datos por carrera y curso, y además el total de matrículas de todas las titulaciones por curso.

| Cursos | Ing. Técnica Informática de Sistemas | Ing. Técnica Informática de Gestión | Ingeniería Informática | Ing. Técnica. Telecomos | Ingeniería Telecomos | Total TIC |
|-----------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------|
| 2008/2009 | 24.394 | 22.598 | 22.224 | 15.387 | 14.357 | 98.960 |
| 2007/2008 | 26.043 | 24.659 | 24.688 | 16.631 | 15.766 | 107.787 |
| 2006/2007 | 28.493 | 27.210 | 27.782 | 17.930 | 17.505 | 118.920 |
| 2005/2006 | 30.569 | 30.197 | 29.847 | 18.996 | 18.888 | 128.497 |
| 2004/2005 | 32.281 | 32.768 | 31.154 | 19.175 | 19.963 | 135.341 |
| 2003/2004 | 34.544 | 34.931 | 31.369 | 19.479 | 20.808 | 141.131 |

Tabla 2. Número de matriculados en carreras TIC

En este caso, se evidencia el descenso constante que sufren las carreras relacionadas con las TIC (ver Figura 2). En 5 años ha habido un descenso de 42.171 personas (31,1%) que cursaba alguno de los estudios universitarios antes citados. Mientras que en el curso 2003/2004 un 9,5% decidía cursar, entre todas las carreras posibles que ofrecen las universidades españolas, alguna de las carreras mencionadas en la Tabla 2, en el curso 2008/2009 el porcentaje era del 7,1%. Teniendo en cuenta que hablamos de un periodo de tiempo de 5 años, la diferencia de porcentaje es elevada.

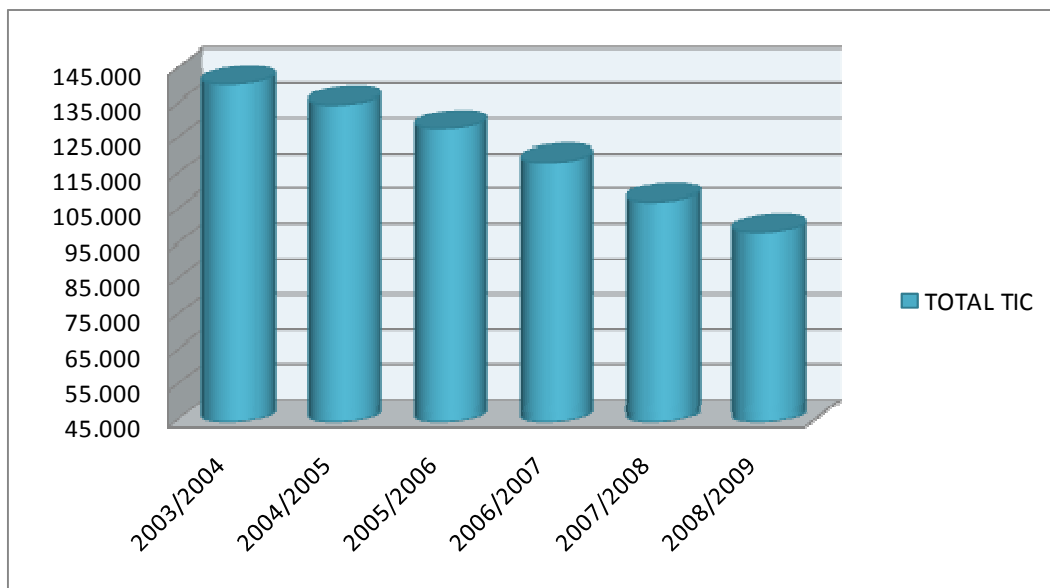


Figura 2. Gráfico del número total de matriculados en carreras TIC

Este pronunciado descenso de los matriculados en carreras relacionadas con las TIC, como se ha podido constatar, ha puesto de manifiesto que parece haber una tendencia a la baja de personas que se dedicarán al mundo de las TIC.

Tal como hace referencia Stephenson (2009), las universidades no pueden esperar a que el cambio de tendencia se produzca de manera automática, sin hacer ningún esfuerzo; quedarse parado creyendo que los estudiantes se matricularán más en estas carreras y todo cambiará es precipitarse al fracaso [43]. Por eso, convendría, según este autor, coger un punto clave o pivote en la educación, por ejemplo el k-12 (designación norteamericana que hace referencia a la suma de educación primaria y secundaria), para empezar a fomentar en estos cursos el aprendizaje por parte de los estudiantes de los diferentes conceptos relacionados con el citado campo de las TIC. Además, dentro de este contexto, numerosos investigadores aconsejan un cambio en la

metodología de aprendizaje tradicional por un aprendizaje activo por parte del estudiante más acorde con los hábitos de los estudiantes de hoy en día [43].

Las metodologías de aprendizaje activo están basadas en la teoría del Constructivismo, que consiste en que el estudiante disponga de autonomía y capacidad para tomar decisiones, y de habilidad para realizar razonamientos óptimos, debatir, investigar; en definitiva, que desarrolle aptitudes importantes para obtener una educación más completa [32].

Actualmente se han propuesto y aplicado de forma exitosa en las TIC los métodos de aprendizaje, basados en el Constructivismo, siguientes: aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje por indagación, aprendizaje cognitivo.

Sin embargo, se ha observado que hay una falta de herramientas que implementen dichas metodologías de aprendizaje y que además pongan en práctica mecanismos de ayuda que den soporte a los estudiantes durante el aprendizaje de conceptos TIC [31].

Por este motivo, el diseño e implementación de herramientas que integren mecanismos de apoyo para el aprendizaje dentro del campo de las TIC puede suponer una mejora para la problemática mencionada. En concreto, a la hora de llevar a cabo la implementación de dichas metodologías, el aprendizaje basado en juegos se posiciona como una buena solución que se adecua a los hábitos de los estudiantes de hoy en día. El aprendizaje basado en juegos tiene como objetivo principal formar, investigar y hacer que los estudiantes aprendan. Lo que diferencia a los juegos educativos del resto es cómo se focalizan en los resultados del aprendizaje para poder lograr mejorar el rendimiento de quienes lo usan [47].

Además se puede mejorar la experiencia de aprendizaje utilizando mecanismos de apoyo (conocidos con el nombre de *scaffolding*, en inglés) que promuevan que los estudiantes adquieran competencias para el manejo de la información y traten de desarrollar las capacidades de comprensión de conceptos, razonamiento, organización, comunicación y aplicación [10].

Teniendo en cuenta todos estos factores, este Proyecto Final de Carrera se centra en el diseño, implementación y evaluación de un juego, basado en un método de aprendizaje activo, más concretamente el método de aprendizaje basado en problemas, para ampliar los conocimientos de las TIC en los estudiantes de secundaria.

1.2 Objetivos del proyecto

Dado el contexto al que se enfrenta este proyecto, el objetivo que pretende alcanzar es poder invertir la actual situación de constante decrecimiento de estudiantes que deciden estudiar carreras pertenecientes a las TIC. Quizá con un poco más de información, sería posible la entrada de un mayor número de profesionales en el sector.

Este proyecto, con el objetivo de resolver esta problemática, está basado en el análisis, diseño e implementación de un juego educativo en el área de las redes de computadores para estudiantes de secundaria. A la hora de elegir el tema, se tuvo en cuenta el contexto cultural y social en el que nos encontramos actualmente. En un mundo en el que todos estamos intercomunicados y en el cual tenemos un gran acceso a todo tipo de información, es necesario analizar de qué modo ocurre esto y qué características tienen una serie de elementos con los que estamos en constante contacto y de los que simplemente se hace un uso, sin darles la debida atención y sin tener en cuenta el potencial que poseen.

Otros objetivos derivados del objetivo principal mencionado en el apartado anterior son: conocer las diferentes metodologías de aprendizaje activo basadas en el constructivismo y los mecanismos de *scaffolding* que se pueden aplicar en estas metodologías.

El proyecto, que será evaluado con estudiantes de secundaria, considera que existe una mayor receptividad en edades tempranas a la hora de proporcionar una serie de conocimientos. Despertar el interés en esas edades, y no en edad ya universitaria o postescolar, puede repercutir

positivamente en que el alumno vaya teniendo la inquietud por saber más acerca de determinadas áreas, en este caso tecnológicas. Consecuentemente, estaría desarrollando así un potencial profesional para el sector de las TIC.

Finalmente, se podría demostrar si los juegos, en este caso educativos, que implementan algún mecanismo de *scaffolding* son herramientas potenciales para el aprendizaje. Los métodos de aprendizaje en los cuales el profesor daba mucha información y los estudiantes debían memorizarla se están quedando obsoletos. Sin embargo, los juegos, que en este proyecto estarán basados en puzzles, dan una visión de diversión, por lo que logran captar una mayor atención y consiguen una mejor receptividad. Esto provoca que los estudiantes muestren una mayor implicación, lo cual contribuye a una amplia adquisición de conocimientos y de forma más profunda.

1.3 Metodología

La metodología que se usará para realizar este proyecto será la de usabilidad (ver Figura 3). Esta metodología destaca el factor de usabilidad en la interacción entre humanos y sistemas interactivos, determinante a la hora de desarrollar o mejorar la seguridad, la utilidad y la eficiencia de los productos interactivos basados en ordenadores. Esta metodología está centrada en el usuario, que son las personas de las cuales se puede extraer la información que se necesita para que el proyecto llegue a ser óptimo. A continuación serán explicadas las fases del proceso que tendrá el proyecto [19].

1.3.1 Organización conceptual

En esta fase se trata de identificar las necesidades y requerimientos previos de nuestro proyecto. Tener los conceptos claros sobre qué se quiere obtener y cómo se puede realizar facilita el planteamiento de la metodología del proyecto.

1.3.2 Tres pilares básicos

- **Análisis/Diseño/Implementación/Instalación:** En lo referente al análisis y al diseño, se buscará qué es lo que los estudiantes, es decir, los futuros usuarios del juego que será desarrollado, requieren de una aplicación de este tipo; dicho de otra forma, se averiguará qué pueden considerar importante en un juego educativo de estas características para obtener los mejores resultados a nivel de incorporación de conocimientos. Primeramente se evaluarán las ideas principales de las cuales partir para el posterior diseño e implementación. Finalmente se instalará el juego educativo en las aulas de un colegio para que los estudiantes puedan hacer uso.
- **Prototipo:** Se realizará un prototipo que posteriormente será evaluado. Con éste se podrán extraer unas primeras conclusiones sobre el potencial de la aplicación, la eficiencia y la usabilidad que posee. En caso de que se identificaran ciertos puntos a mejorar del prototipo, se podrían modificar para el diseño final.
- **Evaluación:** Esta etapa es seguramente de las más importantes debido a que es la etapa de la cual se extraen el mayor número de conclusiones de este proyecto. De esta fase esperamos obtener una serie de reflexiones que ayuden a entender mejor el problema que se planteaba inicialmente en el proyecto. También esperamos saber si la aplicación educativa consigue cumplir con el propósito para el que estaba diseñada, es decir, incentivar el nuevo conocimiento de conceptos relacionados con las TIC y, en el caso del proyecto, de las redes de computadores. La evaluación está presente en la mayor parte del diseño e implementación de la aplicación.

1.3.3 El usuario

La importancia que se le debe dar al usuario tiene que ser primordial. Es obligatorio que el usuario esté inmerso en el centro de análisis, desarrollo e implementación. Consecuentemente, durante la fase de diseño del prototipo se realizarán una serie de cuestionarios con los que poder

averiguar cuáles son las necesidades del usuario potencial de la aplicación. Con esta información se hará el desarrollo de la aplicación que posteriormente será evaluada por los usuarios.

1.3.4 La interactividad del método

Esta fase indica la evolución por la cual se ve afectada el proyecto. En el proyecto se empieza desde una idea original, a partir de la cual surge el proyecto, y teniendo una idea de solución ideal. A medida que se va desarrollando el proyecto, la resolución de éste va teniendo una serie de matices y diferencias respecto a/en relación con la solución ideal propuesta de forma previa. Es así como se constituye la solución definitiva.

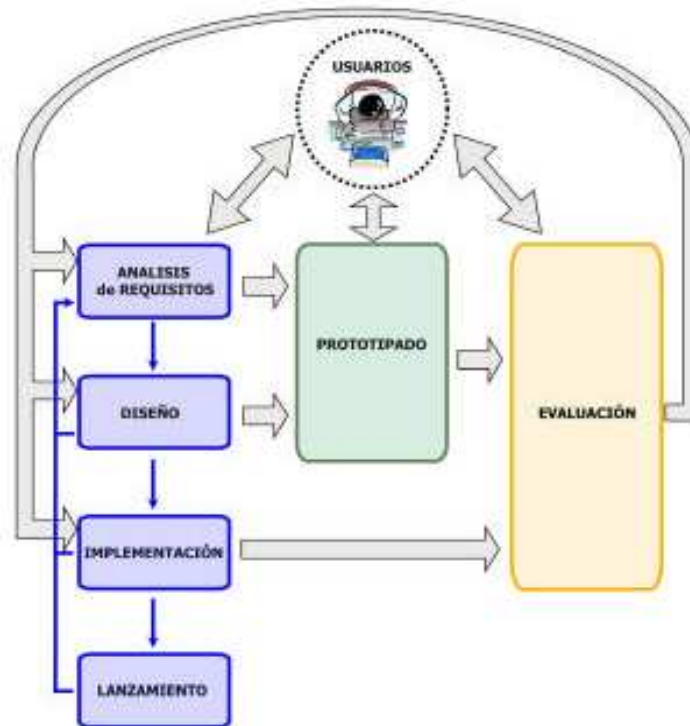


Figura 3. Esquema representativo de la metodología a usar [19].

1.4 Planificación del proyecto

A la hora de plantear la planificación del proyecto era necesario saber cómo estaría estructurado éste. En principio, la estructura consistía en un primer trimestre para la elaboración del contexto, incluyendo descripción de métodos de aprendizaje, metodología y juegos educativos; un segundo trimestre para el diseño e implementación del juego educativo; y un tercer trimestre para la evaluación del juego, extracción de conclusiones y finalizar la redacción de la memoria.

Una vez definida de forma previa la estructura del proyecto, para realizar la planificación se tuvo en cuenta el tiempo que se podía dedicar al proyecto durante el año, en función de la disponibilidad horaria, tanto laboral como académica. A partir de ahí, se consideró que en aproximadamente un mes se podría finalizar todo lo relacionado con el contexto. A continuación, en un mes se debería hacer un análisis para el diseño del juego, incluyendo la adquisición de ideas y algún cuestionario a usuarios. Seguidamente, a la parte de implementación, que se consideró que sería la que llevaría más tiempo, se dedicarían aproximadamente unos tres meses. Finalmente, el último mes y medio estaría destinado a la evaluación del juego en un colegio, obtener conclusiones y terminar la redacción de la memoria final.

A partir de esta idea inicial del trabajo que se desarrollaría para realizar el proyecto, se elaboró la siguiente tabla, en la cual se puede observar la dedicación en días y entre qué franjas de tiempo se irían realizando las diferentes fases (ver Figura 4).

| Nombre | Duración | Inicio | Terminado |
|---|-------------------|----------------------|-----------------------|
| ☐ Análisis Contexto PFC | 20 days? | 14/10/10 8:00 | 10/11/10 17:00 |
| Estadísticas | 3 days? | 14/10/10 8:00 | 18/10/10 17:00 |
| Métodos de aprendizaje | 13 days? | 25/10/10 7:00 | 10/11/10 17:00 |
| ☐ Diseño Juego | 17 days? | 11/11/10 8:00 | 3/12/10 17:00 |
| Adquisición de ideas | 7 days? | 11/11/10 8:00 | 19/11/10 17:00 |
| Diseño final | 10 days? | 22/11/10 8:00 | 3/12/10 17:00 |
| ☐ Implementación Juego | 101 day... | 3/12/10 8:00 | 22/04/11 17:00 |
| Implementación | 86 days? | 3/12/10 8:00 | 1/04/11 17:00 |
| Revisión de errores y perfeccionamiento | 15 days? | 1/04/11 17:00 | 22/04/11 17:00 |
| ☐ Evaluación Juego | 29 days | 22/04/11 8:00 | 1/06/11 17:00 |
| Avaluación prototipo i cuestionario | 16 days | 22/04/11 8:00 | 13/05/11 17:00 |
| Analisis Datos | 13 days | 16/05/11 8:00 | 1/06/11 17:00 |
| ☐ Memoria Final | 12 days? | 2/06/11 8:00 | 17/06/11 17:00 |
| Redacción Versión Final Memoria | 12 days? | 2/06/11 8:00 | 17/06/11 17:00 |
| Entrega Memoria | 0 days | 17/06/11 17:00 | 17/06/11 17:00 |

Figura 4. Planificación inicial del proyecto

Una vez realizado el proyecto, a continuación serán explicados los cambios respecto a la planificación inicial. Como se puede observar en la Figura 5, las principales tareas son:

- Análisis y Contexto:

Esta parte del proyecto ha sido la más larga de realizar. Esto es debido a que primeramente fue necesario contextualizar a qué problemática nos enfrentábamos, lo cual requería buscar noticias y estadísticas para poder ver el descenso de personas que entraban al mundo de las TIC. Por otra parte fue necesario analizar los métodos de aprendizaje activos en profundidad (*scaffolding* y las diferentes técnicas que existen) y analizar los juegos basados en puzles.

Para este apartado del proyecto ha habido dificultades; el hecho de analizar incontables artículos para poder tener un conocimiento sólido acerca de lo que se iba a analizar fue una de las más importantes. Por lo tanto, a la hora de describir los métodos de aprendizaje activo se tardó más de lo planificado inicialmente para que la información que estuviera en la memoria fuera muy cuidada. Además, el método de *scaffolding* y sus técnicas fue información que no resultó fácil de encontrar; por lo tanto, la búsqueda que se tuvo que realizar para este apartado fue exhaustiva. El resto de información que se ha tratado en esta fase del juego ha sido realizada como se esperaba.

- Diseño del juego:

Esta fase del proyecto tenía como objetivo organizar qué información aparecería en el juego, cómo se dispondría esta información en la pantalla y cómo adaptar el juego al método de aprendizaje que iba a seguir. Esta fase se realizó según lo esperado, sin contratiempos.

- Implementación del juego:

En esta etapa del desarrollo del proyecto era necesario aprender el lenguaje que se iba a usar (en concreto Flash) e implementar el juego una vez realizado el diseño. Esta fase tuvo una serie de dificultades, como el hecho de tener que aprender un nuevo lenguaje de programación y una vez aprendido poder realizar de forma correcta y fidedigna el diseño planteado previamente.

- Evaluación del juego:

Esta fase fue planificada para ser realizada en el último mes. Buscar un colegio que aceptara hacer las pruebas no fue del todo fácil. Una vez logrado esto, realizar la evaluación mediante una serie de cuestionarios se hizo según lo previsto.

- Memoria final:

Esta fase del proyecto, que fue la última, se destinó a acabar y completar la memoria final. En general, la memoria era lo suficientemente completa para no tener que hacer muchos más retoques y, de esta forma, poder entregarla.

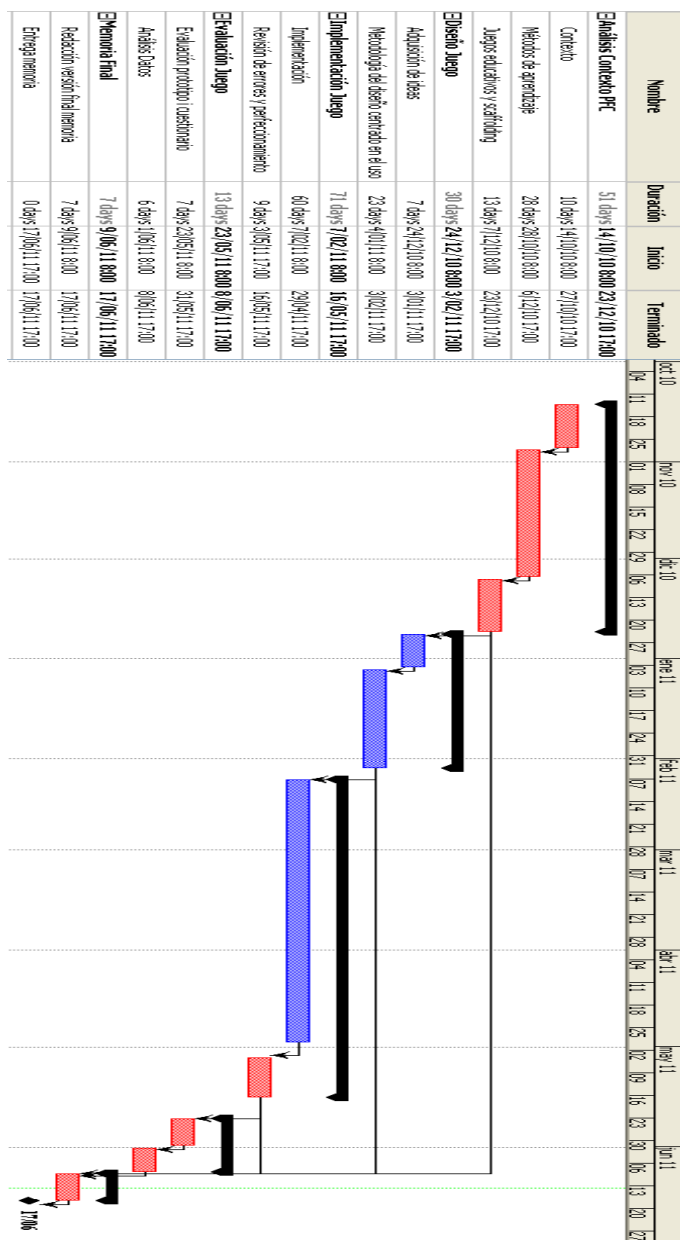


Figura 5. Planificación final del proyecto

1.5 Estructura de la memoria

Para llevar a cabo la memoria del PFC se ha seguido la siguiente estructura. Primeramente ha sido necesario definir el contexto a partir del cual surge el proyecto, un contexto, como se ha explicado anteriormente, en el que hay un descenso de interés por estudiar carreras relacionadas con las TIC y el cual plantea si los métodos de aprendizaje tradicionales empleados son los correctos.

A partir de este planteamiento, en el Capítulo 2, se hace un análisis exhaustivo de los métodos de aprendizaje basados en la teoría Constructivista como alternativa a los métodos de aprendizaje tradicionales. Se explican los diferentes métodos como el colaborativo, el basado en problemas, el basado en proyectos, por indagación y finalmente el aprendizaje cognitivo. En cada uno de éstos se analiza su definición, los requisitos y características que tienen, el flujo de actividades en los que están basados, si disponen de ello, y los diferentes métodos con soporte de las TIC.

Una vez vistos los diferentes métodos, en el Capítulo 3, se analiza cómo los juegos constituyen una herramienta que puede abordar e implementar un método de aprendizaje basado en el Constructivismo de forma adecuada, además cómo con el soporte del *scaffolding* puede mejorar la experiencia de aprendizaje en los alumnos. Se analiza el significado del término *scaffoldin*, las aplicaciones de éste con el soporte de las TIC y que técnicas de *scaffolding* existen, en concreto dos: *question prompts* y *hints*.

A continuación, en el Capítulo 4, se analiza cómo se ha realizado el diseño del juego, es decir, cuál era el escenario a partir del cual surgía el juego. Después de definir este punto de partida, se analizan los modelos de roles de usuario, de tareas de usuario, de casos de uso y cómo está estructurada la interfaz. Una vez explicado el diseño se concreta cómo ha sido la implementación del dicho juego, la tecnología usada y por qué ha sido la usada, y una explicación detallada (acompañada de imágenes) de las diferentes fases y escenas del juego (Capítulo 5). Tras la descripción de la implementación, en el Capítulo 6, se explica cómo se ha llevado a cabo la evaluación del juego implementado, analizando, además, los resultados obtenidos de dicha evaluación.

Finalmente, en el Capítulo 7, se describen las principales conclusiones extraídas de este Proyecto y las posibles líneas de trabajo futuro.

2. Métodos de aprendizaje basados en el Constructivismo

En este capítulo se analizan los diferentes métodos de aprendizaje basados en la teoría Constructivista. En concreto describimos: el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje por indagación y el aprendizaje cognitivo. De cada método se ofrece una breve definición y se explica, además, cómo las TIC pueden dar soporte al método. Además, se analizan las características de cada método y el flujo de actividades que lo caracterizan.

2.1 Introducción

Primeramente es necesario definir que la teoría Constructivista del aprendizaje, como idea original, se basa en el hecho de que la persona va teniendo una construcción propia de conocimientos a partir de la interacción con diferentes factores. El aprendizaje Constructivista se realiza a través de un proceso mental que lleva a la adquisición de nuevos conocimientos a partir de unos conocimientos previos mediante la interacción con otros. Los objetivos que tiene el aprendizaje constructivista son dotar al alumno de autonomía y de capacidad para tomar decisiones, y de habilidad para realizar razonamientos óptimos, debatir, investigar; en definitiva que desarrolle aptitudes importantes para obtener una educación más completa [32]. A continuación serán presentados los métodos de aprendizaje más significativos basados en esta teoría.

2.2 Aprendizaje colaborativo

2.2.1 Definición

En primer lugar es conveniente analizar las diferentes definiciones que los investigadores dan al concepto de aprendizaje colaborativo:

- Salinas (2000) señala que el aprendizaje colaborativo es la adquisición de destrezas y actitudes que ocurren como resultado de la interacción en grupo [40].
- Para Panitz (1997) la premisa básica del aprendizaje colaborativo es la construcción del consenso a través de la cooperación de los miembros del grupo. Cada miembro respeta y destaca las cualidades y contribuciones del resto, compartiendo autoridad y aceptando la responsabilidad de las acciones del grupo [38].
- Gros (2000) agrega que en un proceso de aprendizaje colaborativo las partes se comprometen a aprender algo juntas. Lo que debe ser aprendido sólo puede conseguirse si el trabajo del grupo es realizado en colaboración. Es el grupo el que decide cómo realizar la tarea, qué procedimientos adoptar, cómo dividir el trabajo y qué tareas realizar. La comunicación y la negociación son claves en este proceso [21].
- Dillenbourg (1999) amplía la definición aportando que es una situación en la cual dos o más (puede significar un pequeño grupo, una clase, una comunidad, etc.) aprenden (puede significar seguir un curso, un material de curso, resolver problemas, etc.) algo juntos (puede significar cara a cara, mediante un ordenador, de forma sincronizada, etc.) [11].

En concreto, el aprendizaje colaborativo con soporte computacional es el método de aprendizaje mediante el cual dos o más personas, interactúan mediante reflexiones o toma de decisiones con el propósito de aprender nuevos conocimientos y usando diferentes recursos informáticos como soporte. Existen unas premisas para que se produzca aprendizaje colaborativo con soporte computacional [49]: a) Se realiza mediante procesos telemáticos a través de una construcción colectiva; b) El computador es usado como mediador; c) Se genera conocimiento a través de la interacción profesor-alumno-alumno.

2.2.2 Características

A continuación serán presentadas las características más destacables del aprendizaje colaborativo [11, 49].

- Interactividad: En el aprendizaje colaborativo la interacción de cada agente del grupo es fundamental, ya que cada uno puede aportar opiniones, ideas y diferentes puntos de vista que, al ser intercambiados, producen que el proceso de aprendizaje se enriquezca.
- Sincronía de la interacción: Para crear nuevo conocimiento en el proceso de aprendizaje se requiere de métodos sincronizados, es decir, que permitan obtener respuestas inmediatas, que hagan que las personas que están interactuando con un ordenador, por ejemplo, puedan mantener un diálogo con la computadora y que mantengan vivo el interés y la motivación para seguir queriendo obtener nuevos conocimientos. Una vez obtenido el conocimiento a partir de esta interacción sincrónica, el individuo irá asimilando de manera progresiva los nuevos conocimientos adquiridos, hará un proceso de reflexión y de esta manera podrá obtener resultados más beneficiosos acerca de lo aprendido en la interacción realizada.
- La negociación: La negociación es el proceso mediante el cual dos o más personas intentan resolver u obtener una solución acerca de un problema, una tarea o un conflicto, procurando llegar a un punto en que las partes implicadas estén de acuerdo. En la negociación colaborativa, la negociación varía un poco del significado general que se le suele dar, ya que las diferentes personas tienen el mismo grado de autoridad en sus aportaciones, restando la imposición de una idea u opinión sobre el resto.

2.3 Aprendizaje basado en Problemas

2.3.1 Definición

El aprendizaje basado en problemas es un método mediante el cual los estudiantes, en colaboración entre ellos y con los profesores, deben resolver un problema definido. En este método de aprendizaje los profesores tienen un rol de facilitadores en los procesos que los estudiantes llevarán a cabo. Los estudiantes, por su parte, deberán analizar primeramente qué problema tienen, qué información necesitan para poderlo resolver o de qué información disponen como conocimientos previos, tanto de forma individual como grupal. Con estas premisas los estudiantes tendrán que ser capaces de profundizar en la búsqueda de la solución del problema, a la vez que irán adquiriendo durante el proceso nuevos conocimientos y desarrollando nuevas habilidades y el pensamiento crítico como procedimiento incluido dentro de la teoría constructivista a la que pertenece este método [13, 21, 26, 38, 40, 41].

El soporte de las TIC puede jugar un papel fundamental, ya que pueden proporcionar un acceso a la información que el estudiante requiera para resolver el problema, a través de Internet o de diferentes herramientas tecnológicas, como videojuegos o simulaciones, que pueden ofrecer un amplio abanico de fuentes de las cuales ayudarse. Hay herramientas, como Moodle, que también pueden ser de ayuda para crear foros y noticias o como plataforma para la evaluación del trabajo que vayan haciendo los estudiantes [2, 33, 45].

2.3.2 Características

A continuación serán presentadas las características más destacables del aprendizaje basado en problemas [4,44]:

- Aprendizaje focalizado en el estudiante: En este método de aprendizaje los estudiantes son los responsables de su propio aprendizaje. En consecuencia, deben ser conscientes de qué información disponen y de cuál requieren, es decir, qué tipo de información deberán buscar para poder resolver el problema.
- Los profesores hacen de guía: El profesor tiene el papel de contribuir a que los estudiantes entiendan mejor el problema que tienen que resolver y cómo pueden hacerlo. Con este objetivo, los profesores son los encargados de ayudar a que los estudiantes piensen de forma

crítica y de formular preguntas que hagan reflexionar al alumnado, siempre dándoles un papel protagonista.

- Los problemas forman el foco de organización y estímulo para los estudiantes: Los problemas plantean una serie de casos que los estudiantes se sienten retados a resolver. Para los estudiantes, el hecho de tener un desafío por delante provoca que aumente su motivación e implicación hacia la resolución del problema. Cuando los estudiantes han luchado por superar el desafío, a la vez que han trabajado juntos y discutido soluciones, los conocimientos que se adquieren son superiores.

2.3.3 Flujo de actividades

Para realizar un aprendizaje basado en problemas se tienen que cumplir una serie de pasos (Ver Figura 6) [16].

- Paso 1: Definir el problema: El profesor se enfrenta a los estudiantes con un problema hipotético. El profesor deberá hacer una investigación previa para comprobar que el material esté disponible y sea adecuado, para que los estudiantes puedan investigar el problema.
- Paso 2: Proponer hipótesis: Las hipótesis son conjeturas sobre posibles soluciones. En el aprendizaje basado en problemas, los estudiantes forman hipótesis basadas en discusiones en grupo, conocimientos previos o cualquier información obtenida hasta el momento. Las hipótesis durante el transcurso del aprendizaje serán evaluadas, aceptadas, rechazadas o modificadas, y podrán añadirse nuevas hipótesis para ser evaluadas.
- Paso 3: Recopilar y evaluar información: Los estudiantes, tomando la dirección de sus hipótesis, pueden explorar Internet o recursos multimedia para la adquisición de datos. Un aspecto importante de la recopilación de información es la evaluación de ésta.
- Paso 4: Síntesis y soluciones: Los estudiantes desarrollan sus soluciones. Deben discutir y llegar a un consenso sobre las diversas soluciones, para llegar a una solución que incorpore los aspectos más importantes de los diferentes puntos de vista. Finalmente, los estudiantes pueden escribir sobre sus propias posiciones y cómo han cambiado desde que fue propuesto el problema.

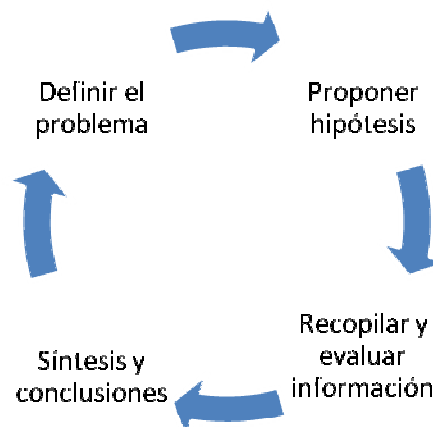


Figura 6. Esquema del flujo de actividades del aprendizaje basado en problemas

2.4 Aprendizaje basado en Proyectos

2.4.1 Definición

Es un método de aprendizaje mediante el cual los estudiantes crean conocimiento y comprensión usando la tecnología para resolver una serie de problemas y cuestiones. Los estudiantes se tendrán que involucrar en el diseño, crear debates de ideas, formular preguntas,

recopilar datos o sacar conclusiones, lo cual promueve el pensamiento creativo y de originalidad, mostrando las múltiples formas que hay para resolver un problema [15, 23, 34].

El aprendizaje basado en proyectos se aprovecha de las herramientas que ofrecen las TIC y de su potencial para dotar a los estudiantes de un medio con el que tengan un método de aprendizaje diferente. Los objetivos del aprendizaje basado en proyectos que utilizan las TIC son [23]: a) Desarrollar competencia con el objetivo de ampliar conocimientos y habilidades en los diferentes temas o conceptos que se trabajen en los proyectos; b) Mejorar las habilidades de investigación: con el soporte de las TIC se puede adquirir información de diversos lugares; c) Incrementar las capacidades de síntesis y análisis; d) Participación en el proyecto asumiendo responsabilidad individual y grupal por parte de los estudiantes, aprendiendo unos de otros; e) Aprender a usar las TIC, mejorando las habilidades y conocimientos previos a la realización del proyecto, para descubrir de este modo el potencial que posee; f) Autoevaluación del trabajo que realizan: las TIC permiten, mediante diferentes aplicaciones, realizar una autoevaluación más cómoda y eficaz; y, g) Trabajar en temas que tengan continuidad y que sean relevantes.

2.4.2 Características

A continuación serán presentadas las características más destacables del aprendizaje basado en proyectos [15].

- El PBL es central, no es periférico al plan de estudios: Este criterio tiene dos conclusiones. En primer lugar, los proyectos pertenecen al plan de estudios y son los métodos de aprendizaje principales en los cuales los estudiantes pueden aprender diferentes conceptos. La segunda conclusión hace referencia a que aquellos proyectos que están fuera del plan de estudios no son ejemplos de PBL.
- El PBL se centra en la resolución de problemas: Para realizar bien un proyecto hace falta definir bien el problema a resolver; abordar los temas importantes de cada disciplina no es suficiente. También hay que tener en cuenta que los estudiantes llevan a cabo una serie de preguntas que, si se tienen en cuenta, harán que el proyecto sea más interesante y productivo.
- Los proyectos involucran a los estudiantes al hacer una investigación constructiva: Una investigación tiene el objetivo de que los estudiantes se involucren en ella, que creen conocimiento para obtener una resolución. Para todo ello es posible que haya que tomar decisiones, resolver problemas o hacer el diseño, todo con el fin de que los estudiantes generen conocimiento. Habría, pues, que poner una serie de dificultades para que los estudiantes tengan que ir más allá de aquello que ya saben o de aquello de lo que ya disponen e incorporen así nuevos conceptos.
- Los proyectos son impulsados por los estudiantes: Una de las máximas de PBL es dotar de más autonomía a los estudiantes en estos proyectos, potenciar la toma de decisiones y conseguir que no necesiten de la supervisión de otra persona, a diferencia de los antiguos métodos usados en el aprendizaje hasta ahora.
- Los proyectos son reales, no como en la escuela: Los proyectos deben aportar una sensación de autenticidad a los estudiantes. Para hacerlo tienen que incluir diferentes tareas, papeles que los estudiantes desempeñen, establecer qué personas colaboran y qué contexto hay. De esta manera, el PBL se focaliza en una serie de casos reales de la vida que proporcionan mayor autenticidad.

2.5 Aprendizaje por Indagación

2.5.1 Definición

Este método se centra en que los estudiantes se planteen preguntas y busquen las respuestas para que adquieran un nuevo conocimiento y puedan hacer una reflexión posterior del mismo [1, 6, 37].

Las tecnologías ofrecen un amplio abanico de posibilidades para que se produzca un aprendizaje basado en la investigación. Algunas de ellas son [27]: a) Mejorar el interés y la motivación de cara a realizar con mayor eficiencia el proceso de aprendizaje, a la vez que la responsabilidad y la disciplina de la que tiene que hacer uso el estudiante; b) Proporcionar un amplio acceso a la información vía web o diferentes recursos electrónicos, dotando de una gran flexibilidad a los proyectos que van a investigar; c) Permitir una serie de representaciones en las cuales el estudiante sea una parte activa y que estén sujetas a la manipulación por parte de éste, proporcionando una mejora en las habilidades físicas, emocionales y cognitivas. Estas representaciones pueden ser simulaciones o videojuegos en los cuales los estudiantes van dirigiendo su aprendizaje; y, d) Permitir la interacción del estudiante con la información mediante formas visuales diferentes.

2.5.2 Características

A continuación serán presentadas las características más destacables del aprendizaje por indagación [37].

- Activación de los conocimientos previos: Los estudiantes se involucran en la investigación que realizarán. Por esta razón, comparten los conocimientos de los que ya disponían previamente y los tienen presentes para conectar con el problema que tendrán que solucionar.
- Proporcionar información: Los docentes dotan de información a los estudiantes para que puedan profundizar en la disciplina de la cual harán la investigación. Obteniendo más conocimientos gracias a los materiales y otras vías, ayuda a la hora de formular una serie de preguntas que deberán resolver.
- Definición de lo que se espera de los estudiantes: Se espera que cada estudiante desarrolle una serie de habilidades y capacidades en cada fase de la investigación para obtener soluciones y conclusiones de las preguntas inicialmente formuladas. Por ejemplo, obtener la idea principal, definir una pregunta inicial, cooperar a nivel de grupo o usar la tecnología, entre otras.
- Definición del tema o pregunta general: Es necesario proponer un tema general a los estudiantes, quienes requerirán de información acerca de él. A partir de la información que puedan obtener de diferentes materiales como los antes citados, podrán formular una serie de preguntas más específicas con las cuales podrán desarrollar la investigación a partir del tema general inicialmente dado.
- Obtención de resultados: A partir de un marco de investigación los estudiantes exponen las conclusiones y las posibles respuestas que hayan encontrado a la pregunta formulada inicialmente. A la hora de mostrar estos resultados, se apoyan en ejemplos, estadísticas o razonamientos, lo cual dota de mayor solidez a la investigación realizada.

2.5.3 Flujo de actividades

El flujo de actividades del aprendizaje por indagación viene representado por la Figura 7. La primera fase está formada por una o varias preguntas que guían el trabajo a través del tema a indagar. No tienen una respuesta única ni correcta, sino que son de carácter abierto, promoviendo así el debate y la reflexión sobre el contenido a tratar. La segunda fase, la de investigación, está compuesta por una serie de materiales (artículos, presentaciones, etc.) que ayudan al alumnado a dar respuesta a la pregunta de la etapa anterior. Posteriormente el alumnado debe crear un artefacto fruto de su investigación, para que en la cuarta fase sea criticado por sus iguales. El proceso finaliza con una reflexión personal alrededor de los aprendizajes más significativos alcanzados en cada tema [27].

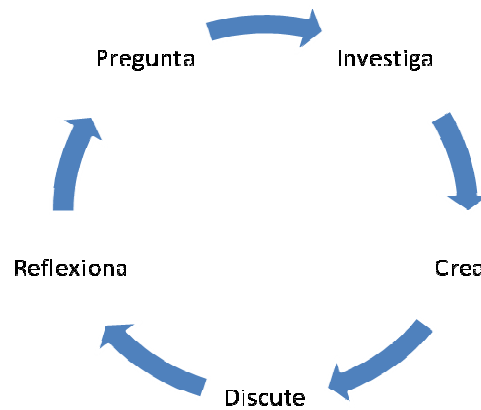


Figura 7. Esquema del flujo de actividades del aprendizaje por indagación

2.6 Aprendizaje Cognitivo

2.6.1 Definición

Se entiende por cognición la habilidad que tienen los seres humanos para procesar información a partir de la percepción proveniente de los sentidos, las experiencias y los factores subjetivos que permiten valorarla [46]. El aprendizaje cognitivo, pues, es un método de aprendizaje mediante el cual el estudiante practica a través de la participación en una actividad y con la ayuda o colaboración de un profesor y de otros estudiantes. Es importante que el estudiante se sumerja en un mundo con contextos reales, implicándose en casos auténticos, interpretando así la realidad, desarrollando las diferentes tareas o la resolución de problemas e incorporando de esta manera nuevos conocimientos [7, 10, 36].

En el aprendizaje cognitivo, el soporte de las TIC puede ser de mucha ayuda para mejorar los conocimientos que adquieren los estudiantes. No hay que mostrar necesariamente contenidos estáticos, sino una plataforma mediante la cual los profesores puedan guiar a los alumnos y que entre ellos se proporcionen recíprocamente conocimientos, sistemas de tutoría inteligente y creación de casos auténticos; establecer una serie de elementos en los cuales el profesor facilita e indica unos pasos a seguir, y los estudiantes son los que interactúan y generan conocimiento [5, 10, 36].

2.6.2 Características

A continuación serán presentadas las características más destacables del aprendizaje basado en proyectos [7].

- Visibilidad del pensamiento: En el aprendizaje cognitivo es importante que el pensamiento o los conocimientos, tanto por parte del docente como de los estudiantes, sean visibles y accesibles de alguna manera para el conjunto de alumnos. Que sean visibles se puede conseguir de varias maneras: mediante la lectura, por escrito o resolviendo problemas. El hecho de que sean visibles y accesibles permite que profesores y estudiantes puedan practicar, observar y, de esta manera, aprender diferentes conocimientos.
- Contextualizar las tareas: Los estudiantes estaban acostumbrados a realizar tareas o resolver problemas en un lugar de trabajo muy concreto: la escuela o el centro de estudios. El aprendizaje cognitivo se caracteriza por ofrecer el contexto real de aquello que se está haciendo. Esta contextualización en la cual los estudiantes perciben todos los elementos de forma real produce que, en primer lugar, el estudiante muestre una implicación y motivación mayores hacia la tarea que va a realizar, y que, a continuación, pueda entender mejor a dónde quiere llegar y cómo puede hacerlo. Esto se debe al hecho de que si el

estudiante ya ha podido observar un elemento real, tangible y acabado puede hacerse una idea más próxima de lo que tendrá que realizar.

- **Generalización de tareas:** Tradicionalmente se tiende a enseñar a los alumnos a realizar una serie de tareas concretas. El peligro que tiene para los estudiantes es que si posteriormente se encuentran en situaciones con circunstancias diferentes a las que les han enseñado a realizar en una tarea pueden verse indefensos. Para mejorar esta situación el aprendizaje cognitivo ofrece un aprendizaje más global de las habilidades del estudiante, aplicando de esta manera una serie de conocimientos clave para que pueda desarrollar diferentes tareas en situaciones diferentes, sabiendo en qué momento puede aplicar o no las habilidades adquiridas.

2.6.3 Flujo de actividades

A continuación serán presentadas seis fases que se dan en el aprendizaje de habilidades cognitivas requeridas para que se produzca aprendizaje cognitivo [5, 10, 24, 36].

1. **Modeling:** Trata de demostrar la manera como se realiza una tarea a través del profesor mediante ejemplos y procesos. De esta manera el estudiante, a través de la observación, puede fijarse en cómo un experto en la disciplina desarrolla una actividad y expone una serie de casos que pueden ser relevantes para los estudiantes.
2. **Coaching:** El profesor presta atención a los estudiantes mientras realizan alguna tarea, lo que le permite extraer la información necesaria para proporcionar ayuda; esta ayuda puede consistir en sugerencias, comentarios o recordatorios. Así puede guiar a los estudiantes durante el proceso de lo que están haciendo.
3. **Scaffolding y fading:** Hace referencia al soporte que proporcionan los profesores a los estudiantes, ya sea prestando ayuda o aportando alguna sugerencia. Ejemplos de este tipo de soporte pueden ser pistas, avisos, o recordatorios, entre otros. A medida que el proceso se va desarrollando, la ayuda inicial del profesor se va reduciendo –de aquí el término fading–, dando paso a una mayor independencia del estudiante.
4. **Articulation y reflection:** Método mediante el cual los estudiantes deben expresar sus pensamientos y conocimientos al resolver un problema mediante el diálogo, analizando o realizando comparaciones. A la hora de expresar se produce reflexión si se da una comparación con el resto de conocimientos que manifiestan el resto de estudiantes y el profesor, evaluando de esta manera los conocimientos.
5. **Exploration:** Este método busca que los estudiantes resuelvan los problemas de forma independiente, pero a partir de unos objetivos o metas iniciales mediante una serie de estrategias que los profesores proponen para que los estudiantes puedan llegar a sus propias conclusiones y, de esta manera, resolver los problemas existentes.
6. **Embedding:** Se invita a que los estudiantes puedan asimilar diferentes conceptos y habilidades mediante casos reales, como pueden ser textos, vídeos, etc.

3. Modelado de juegos basados en puzles que integran *Scaffolding*

En este capítulo primeramente se analizan los juegos educativos y la funcionalidad que éstos tienen en el proceso de aprendizaje. A continuación, se hace hincapié en el *scaffolding* como un soporte eficiente para el aprendizaje y se presentan las diferentes técnicas más utilizadas que de éste existen. Finalmente, se explica el modelo usado para diseñar posteriormente el juego. Este modelo se caracteriza por definir juegos educativos basados en puzles con soporte de *scaffolding*.

3.1 Juegos educativos

Los juegos educativos están diseñados con el propósito de resolver un problema. Aunque este tipo de juegos pueden ser divertidos, su objetivo principal no es otro que formar, investigar o hacer publicidad. Lo que diferencia a los juegos educativos del resto es cómo se focalizan en los resultados del aprendizaje para poder lograr mejorar el rendimiento de quienes lo usan [47].

Para que un estudiante aprenda todo lo que un determinado software educativo puede enseñarle, debe hacer uso del sistema durante un número de horas que puede llegar a ser considerable. Lograr que un sistema educativo sea atrayente para sus usuarios no es una tarea sencilla. Se cree que los agentes pedagógicos aumentan la motivación del usuario al transmitir la sensación de que hay un ente que se preocupa por sus avances. Sin embargo, esto puede no ser suficiente. Se pueden obtener ideas sobre cómo motivar al usuario a continuar usando la aplicación en el área de los videojuegos. El usuario está motivado esperando ver hasta dónde le conduce el juego. Algo equivalente ocurre en los programas educativos donde los conceptos del dominio a enseñar están claramente delimitados, pues la naturaleza del dominio mismo fuerza a la aplicación a terminar cuando el modelo del usuario indica que éste sabe todo lo que el sistema es capaz de enseñarle [20].

La recompensa de un juego es llegar al final; sin embargo, al empezarlo, este objetivo está bastante lejos. Por eso, muchos juegos añaden pequeños premios al final de ciertos niveles. Quitando estas recompensas, los juegos mantienen también la atención del usuario utilizando una historia de fondo. En los productos de entretenimiento suele existir un hilo conductor a lo largo de todo el juego que le da la idea de unidad. Los videos que se muestran entre niveles son parte de la historia, que presenta al usuario el siguiente reto en el que se va a ver envuelto. Por lo tanto, se puede considerar que para que un sistema de enseñanza consiga ser tan divertido como un juego, es importante romper la sensación de que la aplicación es un conjunto independiente de ejercicios. En vez de eso, primeramente el usuario debe tener la sensación de control sobre el juego y, además, debería haber algún tipo de relación entre los diferentes ejercicios que se proponen en el juego para que el estudiante perciba cierta coherencia en la aplicación. Algo similar ocurre en algunos juegos de éxito. Para lograrlo, la idea es construir un guión entretenido que disponga de un objetivo que esté claramente definido y al cual se pueda llegar respetando una serie de reglas. La historia creada por ese guión está dividida en fases o niveles, siendo cada uno de ellos uno de los ejercicios planteados por el sistema. El guión hace también de “pegamento” entre todos los ejercicios. Cuando el sistema considera, basándose en el modelo del usuario, que el alumno ha aprendido lo suficiente, lleva la historia a su final, lo que le indica al usuario que la partida ha terminado y su proceso de aprendizaje también. Aunque la historia construida sea más o menos fija, cada una de las fases continúa siendo un ejercicio seleccionado por el módulo pedagógico en función de los avances del usuario. Es decir, la historia genera una excusa lúdica, más o menos cableada, que incita al usuario a afrontar una nueva fase, pero el nivel en sí se elige dinámicamente para adaptarlo al estudiante [17, 20].

3.2 Scaffolding

A pesar de los beneficios mencionados anteriormente, el problema con el diseño de la mayoría de juegos está relacionado, por un lado, con el tiempo requerido por los estudiantes al interactuar con los juegos; y, por el otro lado, en mostrar que los juegos mejoran el rendimiento de los estudiantes en el aprendizaje formal. Por esta razón, un aspecto crucial en el aprendizaje basado en juegos es el considerar el diseño de ayuda, *feedback* i pistas que asistan a los estudiantes a lo largo de su aprendizaje. En este sentido el rol de *scaffolding* es de gran importancia a la hora de ayudar a los estudiantes a proveerles soporte durante el proceso de aprendizaje.

Por tanto, el soporte ofrecido a los estudiantes se conoce como “técnicas de *scaffolding*”, que promueven que los estudiantes desarrollen competencias para el manejo de la información y traten de desarrollar las capacidades de comprensión de conceptos, razonamiento, organización, comunicación y aplicación. Por esta razón los profesores son las personas encargadas de proporcionar una serie de avisos y consejos, y de tutorizar a los estudiantes para que puedan mejorar sus habilidades en el manejo de la información. En el *scaffolding* la función tutorial del profesor debe evolucionar hacia una transferencia progresiva del control sobre el aprendizaje del estudiante, característica que dota de responsabilidad y motivación a los para aprender. Durante ese proceso el docente trata de orientar con el fin de conseguir las metas y objetivos planteados inicialmente por los estudiantes. De otra manera, el hecho de que los problemas sean complejos, no triviales y de respuesta abierta lo complicaría más [5, 10, 48, 50].

Para realizar el proceso de *scaffolding*, las TIC pueden ser de gran ayuda, ya que puede dar una plataforma de la cual tanto profesores como estudiantes se beneficiarán. Los educadores se han interesado por herramientas basadas en ordenador debido a la dificultad de poder asistir y realizar el *scaffolding* de forma individualizada, ya que las clases normalmente son grandes y es una tarea difícil de gestionar. Estas herramientas informáticas proporcionan ayuda extra a los estudiantes y recoger una serie de información de cada uno de ellos que puede ser de gran interés. Con esta información los profesores pueden saber de forma más específica cuáles son los problemas que tiene cada estudiante con alguno de los conceptos [29, 51].

3.2.1 Técnicas de scaffolding

A la hora de que se produzca *scaffolding* existen diversas técnicas en las cuales los profesores pueden basarse para desarrollar el aprendizaje. A continuación describimos las dos técnicas de *scaffolding* más utilizadas:

- Las *question prompts* (formulación de preguntas) se han encontrado efectivas para ayudar a los estudiantes a prestar atención y a hacer un seguimiento de su aprendizaje a través de la elaboración de preguntas. Un tipo de formulación de preguntas son las *procedural prompts*, tales como “un ejemplo de esto...” y “otra razón que es buena...” para el *scaffolding* de estudiantes, con procedimientos o propuestas específicos para ayudarles a planificar su escritura. Por otro lado se ha enfatizado el rol que tienen las *question prompts* en el *scaffolding* metacognitivo. En este sentido las preguntas se clasifican en tres categorías metacognitivas: planificación, monitorización y evaluación, las cuales están relacionadas con el modelo general de resolución de problemas (identificación del problema, búsqueda de una solución, implementación y evaluación). Teniendo en cuenta todo esto, las *question prompts* podrían servir de guía para resolver un problema mal estructurado gracias a la obtención de respuestas como explicaciones e interferencias y la construcción de argumentos convincentes [18].
- Las *hints* o pistas hacen referencia a una serie de sugerencias que se pueden proporcionar a los estudiantes en el transcurso de la enseñanza mediante un método innovador. Durante el *scaffolding* realizado en cualquier método innovador de aprendizaje, efectuar *hints* puede ayudar a los alumnos a encontrar la solución adecuada al problema inicial del cual se parte. Las pistas no pretenden dar la información para que los estudiantes puedan resolver de

forma directa el problema que tengan en frente, sino simplemente orientar hacia dónde deben dirigir los esfuerzos a la hora de encontrar una solución. En función del estudiante y el problema a resolver, las *hints* pueden ser diferentes ya sea en forma de texto, imágenes o sonidos con el propósito de servir de ayuda a los estudiantes. De esta manera se puede proporcionar una ayuda más personalizada a cada usuario [35].

3.3 Explicación del modelo

Teniendo en cuenta estos factores, en este PFC nos centraremos, en el desarrollo de juegos educativos que integren técnicas de *scaffolding*. En concreto, dentro de los juegos educativos, nos focalizaremos en los juegos basados en puzle (*puzzle-based games*, en inglés). Los juegos basados en puzle [35] son un tipo de juegos educativos mediante los cuales se incita al usuario a afrontar diferentes fases y niveles para obtener una mayor motivación y, consecuentemente, una mayor recepción a la adquisición de nuevos conocimientos. En este tipo de juegos se muestran diferentes elementos que están interrelacionados, buscando que los estudiantes encuentren las relaciones correctas entre los diferentes elementos de los que disponen.

Más en concreto, el objetivo para el diseño de los juegos basados en puzles utilizaremos el modelo conceptual [31] que radica en proporcionar un marco de elementos que permitan describir el diseño de *puzzle-based games* que utilicen *scaffolding* como soporte para los estudiantes. A continuación, se describe el modelo conceptual mediante dos representaciones diferentes: el modelo de agregación y el modelo de estructura.

3.3.1 Modelo de agregación

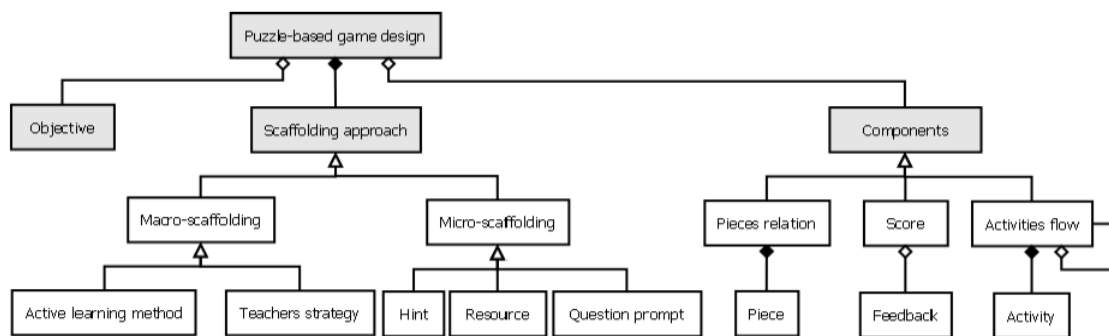


Figura 8. Representación gráfica del modelo de agregación

La Figura 8 representa las relaciones de agregación y especializaciones entre las diferentes clases abstractas del modelo conceptual. Muestra así cómo el diseño de los *puzzle-based games* proporciona, por un lado, un enfoque de *scaffolding* y, por otro lado, dispone de diferentes elementos o piezas del *puzle* que permitan al estudiante resolver las actividades para el aprendizaje que en el juego se propongan.

El modelo muestra dos niveles de agregación semántica (los dos niveles horizontales de color gris). En un nivel más alto está el diseño del *puzzle-based game* el cual agrega objetivos, mecanismos de *scaffolding* y los diferentes componentes usados que forman parte del juego.

En lo referente al *scaffolding*, éste se clasifica en *macro-scaffolding* y *micro-scaffolding* en función del grado en que se aplique en el juego. En este sentido, *macro-scaffolding* puede estar definido por un método de aprendizaje activo (p.ej.: *Problem-based learning*, *Inquiry-based learning*...) o por estrategias específicas definidas por los profesores (p.ej.: aumentar la dificultad en alguna tarea). Por su parte, el *micro-scaffolding* puede estar implementado en el juego como una pista, recursos o formulando una pregunta.

En cuanto a los componentes se refiere, los juegos están basados en flujos de actividades formadas por actividades simples que pueden tener asociadas un *feedback* o puntuación y que, además, se componen de diferentes piezas de puzles (junto con sus relaciones) para dar solución a las actividades planteadas.

3.3.2 Modelo de estructura

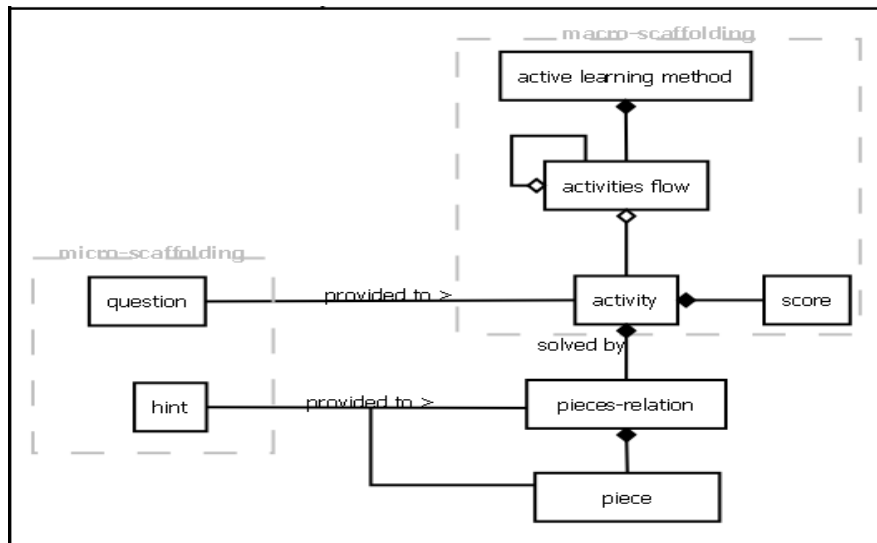


Figura 9. Representación gráfica del modelo de estructura

Tal como aparece en la Figura 9, este modelo se centra en observar las diferentes relaciones funcionales entre las diferentes clases vistas anteriormente. El máximo objetivo del diseño de los *puzzle-based games* es que tanto el macro- como el micro-*scaffolding* se realizan para el estudiante. El macro-*scaffolding* es proporcionado de forma que un método de aprendizaje activo define el flujo de actividades del juego. Cada actividad está asociada a una puntuación de la misma, y son los estudiantes los que tienen que jugar con las diferentes piezas o componentes para llegar a la solución de la actividad que se propone en el juego. Por otro lado, el micro-*scaffolding* debería de guiar al alumno para encontrar la solución correcta a un problema concreto; este soporte puede estar en forma de pista o de pregunta.

4. Diseño de la aplicación

Este capítulo describe los pasos que fueron necesarios realizar para diseñar el juego. En primer lugar, hubo que establecer cuál sería el escenario del juego. Seguidamente, para diseñar el juego se fueron detallando los distintos modelos definidos en la metodología del diseño centrado en el uso: los roles de usuario, los casos de uso, las tareas de usuario, y el modelo de contenidos.

4.1 Escenario de nuestro juego

Un profesor de la asignatura Arquitectura de Redes que enseña en una clase de 3º de ESO pretende que sus alumnos tengan conocimientos de diferentes conceptos de redes. El profesor, en los cursos anteriores en los que había impartido la asignatura, usó un método de aprendizaje tradicional. Sin embargo, en este curso se dispone a usar un método de aprendizaje activo, más concretamente, el aprendizaje basado en problemas, que se estructura en: formulación de pregunta → creación de hipótesis → evaluación → conclusiones. Podrá obtener así el objetivo que pretende la asignatura en cuestión.

La asignatura tiene el objetivo de que los alumnos adquieran conocimiento de los diferentes pasos que son necesarios y se producen desde el momento en el que cualquier persona ha contratado el servicio de Internet hasta que el objeto en cuestión hace uso de él, por ejemplo, para hacer algo tan frecuente como una búsqueda en un explorador. Para ello utilizará un juego en el cual se podrán desarrollar una serie de actividades referentes a este contexto. Estas actividades estarán divididas en tres niveles, los cuales irán desde conceptos más genéricos a ejemplos concretos, y cuya dificultad tenderá a ir incrementándose.

La primera fase pretende que el estudiante conozca el camino que realiza Internet una vez contratado el ADSL, desde un Proveedor de Servicios de Internet (ISP) hasta llegar a nuestro módem.

En la segunda fase, el juego enlaza con el final de la fase previa en la que el Internet había llegado a nuestro módem. En esta etapa se pretende explicar cómo podemos conectarnos a un navegador desde el módem para realizar cualquiera de las acciones que las personas llevamos a cabo en Internet.

Finalmente, en la tercera fase el juego vuelve a enlazar con el final de la fase previa en la que un usuario hace una búsqueda en un navegador. En esta fase se pretende explicar de qué forma se establece la conexión con una página web que, obviamente, reside en otro ordenador. Para ello, se hace un ejemplo de protocolo para enviar información entre dos ordenadores (ARQ con *piggybacking*).

Una vez los alumnos hayan hecho uso del juego, el profesor tendrá que evaluar cuáles han sido las mayores dificultades que han tenido y los conceptos que han aprendido con la aplicación a medida que han ido superando los diferentes niveles.

4.2 Modelo de roles de usuario

4.2.1 Introducción

Un rol de usuario es una colección abstracta de necesidades, intereses, expectativas, comportamientos y responsabilidades que caracterizan una relación entre un tipo de usuario, el cual es una abstracción, no una persona real, y el sistema con el que interactúa [3]. Un mapa de rol de usuario define quién y cómo utilizará el sistema en los diferentes roles, representando de esta forma las relaciones entre éstos. Hay diferentes tipos de relaciones [3]:

- Afinidad: roles similares en estilo de interacción, expectativas, características comunes.
- Clasificación: se utiliza para representar una versión más especializada en un rol.

- Composición: aquellos roles que combinan características de varios roles.

En la Figura 10 se puede observar un gráfico acerca de los roles de usuarios existentes en el juego:

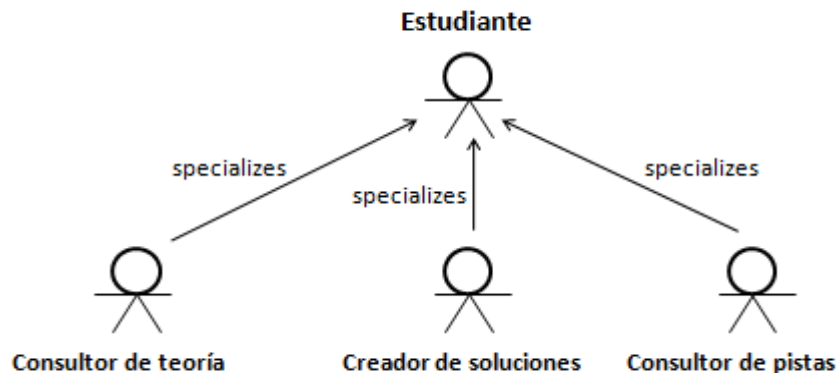


Figura 10. Gráfico del modelo de roles de usuario

Rol estudiante: es el rol principal a partir del cual se van desarrollando las actividades. Debido a que el juego va destinado a ellos, desde éste se derivan tres especificaciones:

- Consultor de teoría: este rol pertenece al estudiante, que durante el transcurso de la fase requiere consultar la teoría para entender mejor la problemática y saber cómo resolverla. La teoría puede ser consultada en todo momento por el usuario sin que las acciones que ya haya llevado a cabo, se vean modificadas.
- Consultor de pistas: este rol se da cuando el usuario, para poder resolver la actividad que se le plantea, analiza las pistas que el juego le proporciona. Cada objeto con el que el estudiante puede interaccionar, tiene asociada una pista que puede ser consultada por el estudiante
- Creador de soluciones: es un rol basado en encontrar la solución a la pregunta que el juego formula de forma inicial, las tareas que realiza este rol son ir haciendo propuestas de soluciones, para ello disponen de una serie de objetos y sus *targets*, con los cuales puede interaccionar por tal de encontrar la respuesta correcta a las relaciones.

4.3 Modelo de tareas del usuario

En el modelo de tareas del usuario se busca analizar qué es lo que los usuarios intentarán realizar con el sistema y las diferentes opciones de que el sistema dispone para que los usuarios puedan llevar a cabo distintas interacciones [3].

En la Figura 11 se puede observar de forma gráfica cómo está estructurado el modelo de tareas del usuario. A partir de la utilización de un juego se puede ver cómo hay un nivel que especifica cuáles son las principales tareas que el usuario puede llevar cabo.

Primeramente, las tareas empiezan por el inicio del juego, el usuario a partir de esta parte en la cual se explica en qué consistirá el juego, pasa a la teoría de la fase que se va a realizar. En esta teoría, se explica de forma resumida que se va a tratar en la fase. A continuación, el usuario se dirige a la pantalla principal del juego. En esta pantalla, el usuario tiene una serie de objetos. En estos objetos con pasar el ratón por encima aparece una pista, en forma de breve descripción del objeto que puede ser consultada por el usuario. Arrastrando los objetos se van completando uniones o relaciones, para cada uno que es arrastrado y soltado, se actualiza la puntuación. Si las uniones están completadas correctamente, se pasaría a la pantalla de conclusiones. En el caso de que no estén correctamente colocados los objetos, se sigue en la pantalla principal, además existe la opción de consultar la pantalla teoría estando en la pantalla principal, en cualquier momento, sin que esto afecte a los objetos ya colocados o la fase ya completada.

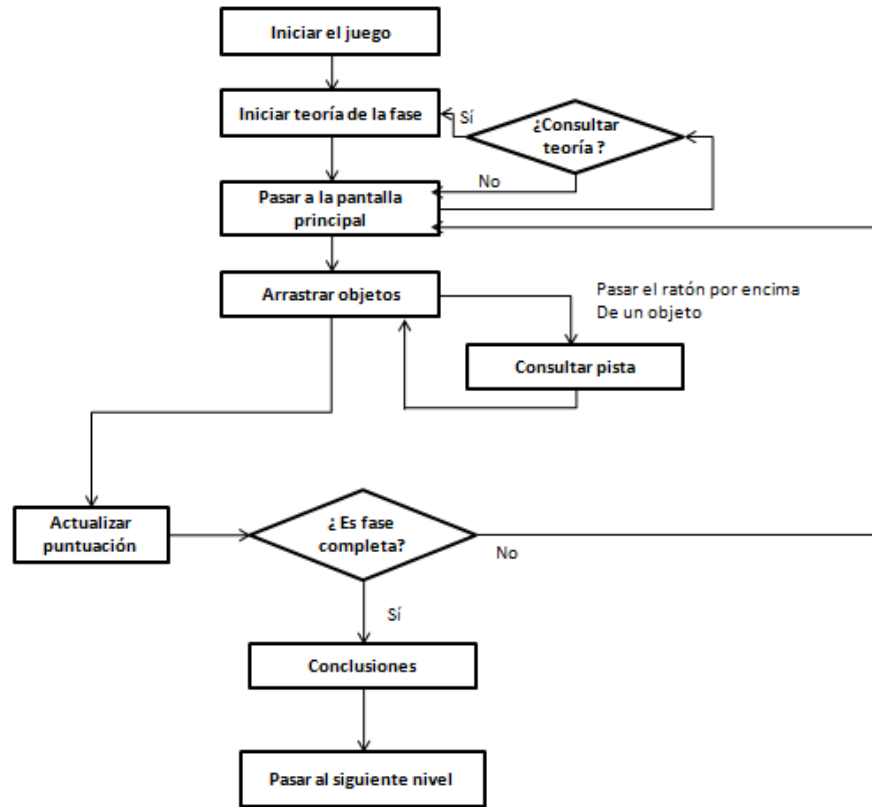


Figura 11. Gráfico del modelo de tareas del usuario

4.4 Modelo de casos de uso

Los casos de uso representan formalmente las acciones que realizan el usuario con el sistema y las respuestas a estas acciones que ofrece el sistema. De esta manera se separan claramente las responsabilidades e intereses del usuario de los del sistema [3].

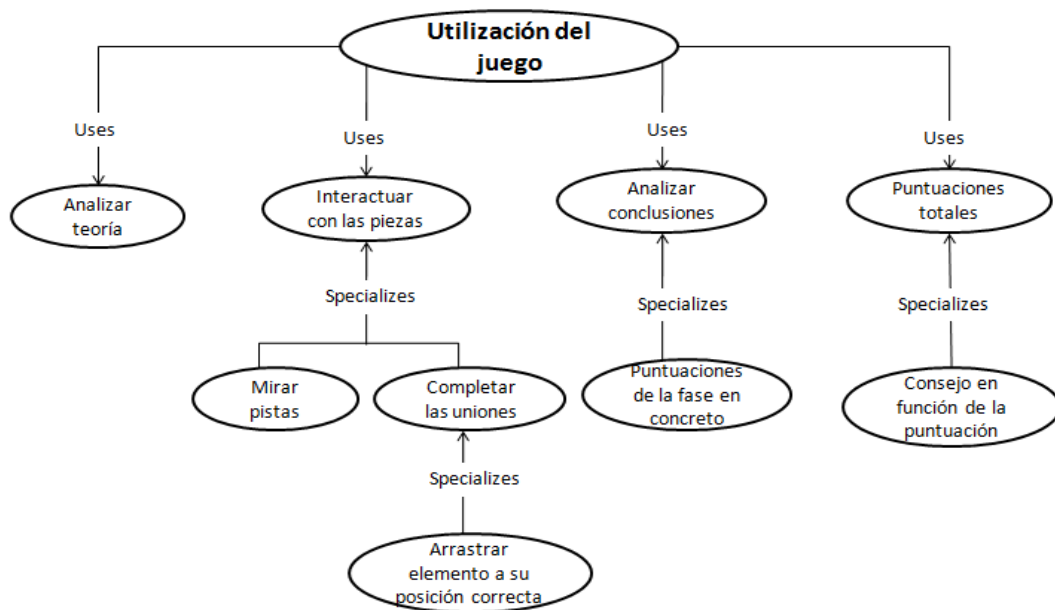


Figura 12. Gráfica del diagrama de flujo de los casos de uso

A continuación, se explica narrativa de casos de uso para una fase, pero aplicable al resto de fases del juego, en base al diagrama de casos de uso de la Figura 12:

User intention

Se selecciona pasar a la fase.

Se selecciona pasar de la pantalla de teoría de la fase.

Mirar teoría.

Arrastra elementos y soltarlos

System Responsibility

Inicio del juego.

Muestra la introducción de la fase en cuestión.

Muestra la pantalla principal de la fase.

En el caso de que el usuario quiera volver a ver la teoría, se queda guardado como había dejado el juego

Si al soltar el elemento la posición es correcta coge el elemento y lo deja bien puesto; si es incorrecto, lo vuelve a poner a su

User intention

Mirar pistas.

Arrastrar todos los objetos a su posición correcta.

Conclusiones de la fase.

System Responsibility

Posición inicial. Además actualiza la puntuación en función de si es correcto o no.

Pasando el ratón por encima de un objeto, ofrece la pista.

Fase superada.

Exponer conclusiones y puntuación de la fase realizada.

4.5 Modelo de contenidos

El modelo de contenidos es una representación abstracta de los contenidos de los diferentes espacios de interacción de un sistema y las relaciones entre ellos. El contenido de cada espacio de interacción son aquellos elementos que se necesitan para completar los casos de uso que el espacio soporta [3].

Para el diseño de la interfaz del juego ha habido que definir una estructura a seguir muy detallada; en concreto, se ha aplicado la siguiente estructura, dividida en 3 partes.

4.5.1 Interfaz de la teoría de la fase

Como se puede apreciar en la Figura 13, la imagen representa la estructura de lo que muestra la interfaz a la hora de dar la teoría en cada fase. Esta pantalla se muestra de forma previa a la

pantalla principal y no tiene otro objetivo que dar una explicación teórica de los conocimientos que se pretende que los usuarios consigan al finalizar la fase. Es por esto por lo que simplemente se contextualiza la fase en el ámbito de las redes, se da una explicación y, finalmente, se presenta una imagen que complementa la información.

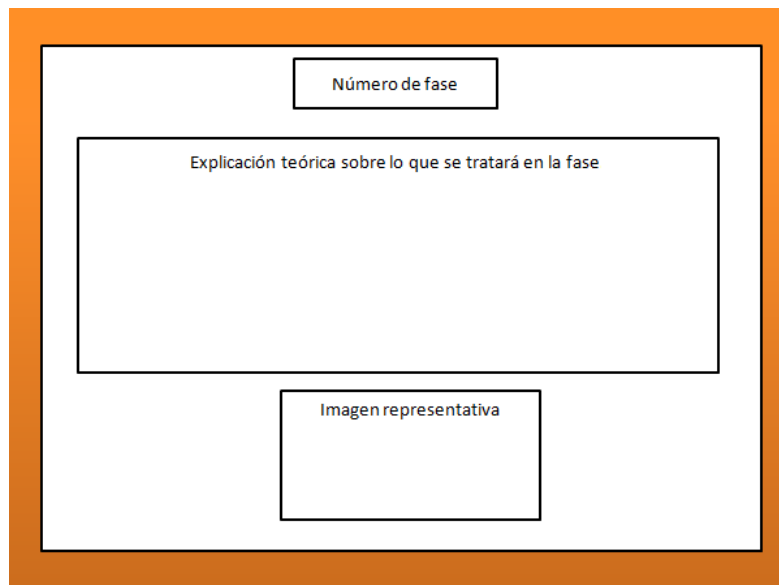


Figura 13. Gráfica de la estructura de la interfaz en la teoría de la fase

4.5.2 Interfaz de la pantalla principal de la fase

En la Figura 14 se puede observar la estructura de la interfaz de la pantalla principal de una fase, que es aplicable al resto. En la parte central-superior se puede apreciar dónde se dispone la pregunta que tiene como objetivo resolver la fase. En la parte izquierda se encuentra el menú de objetos; estos objetos son componentes que el usuario puede arrastrar y soltar para ir completando las diferentes uniones que se realizan en la parte central de la interfaz. Al pasar el ratón por encima de los objetos, se ofrece en forma de pista en la parte derecha de la interfaz una breve explicación sobre de qué se trata el objeto para que el usuario pueda tener más información que le permita encontrar la solución correcta. Finalmente, en la parte superior derecha se puede observar la puntuación; ésta se va actualizando a medida que el usuario va realizando las diferentes acciones con los objetos, ofreciendo así un *feedback* constante sobre lo que hace el usuario.

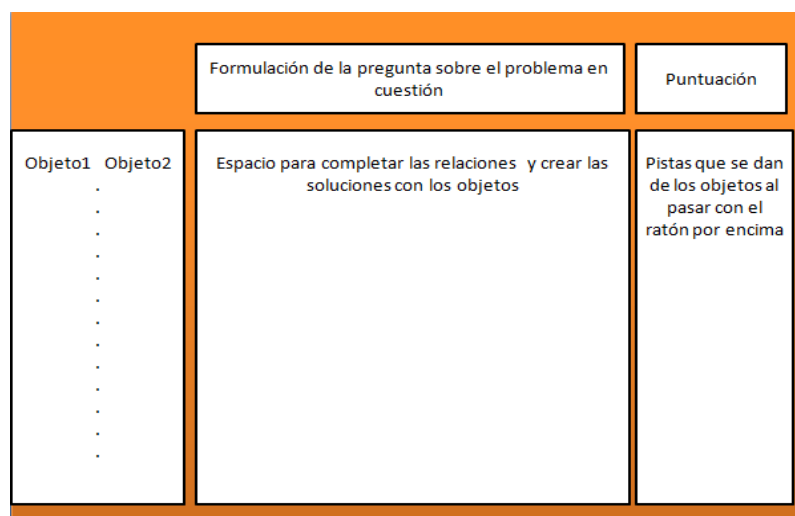


Figura 14. Gráfica de la estructura de la interfaz de la pantalla principal

4.5.3 Interfaz de la pantalla de conclusiones de la fase

Como se puede observar en la Figura 15, esta pantalla hace un análisis de las conclusiones de la fase. En ella aparece el personaje que se usa de guía durante todo el juego y comenta en forma de conclusión qué es lo que se ha visto y aprendido en la fase realizada. Esta pantalla es mostrada una vez se ha realizado correctamente la pantalla principal de la fase.

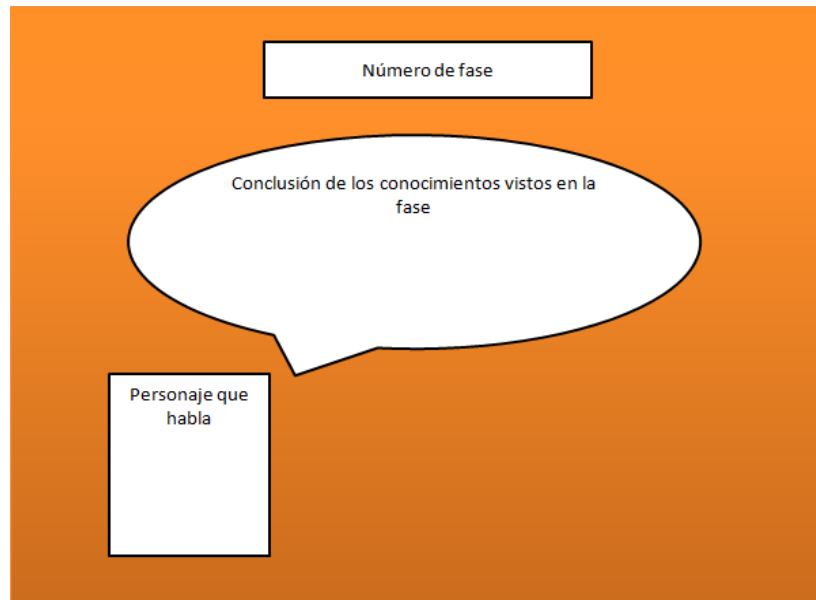


Figura 15. Gráfica de la estructura de interfaz de las conclusiones

5. Implementación del juego

En este capítulo se describe cómo ha sido implementado el juego realizado. Se analiza primeramente cuál ha sido la tecnología utilizada y el porqué de esta decisión. Seguidamente se explica el juego y en qué método de aprendizaje está basado. Finalmente, de forma más detallada, se presentan cada una de las partes de las que consta el juego.

5.1 Tecnología utilizada

A la hora de implementar el juego era importante determinar cuál sería la tecnología más adecuada, es decir, la que se adaptase mejor a las necesidades y a la idea que teníamos de lo que sería el juego. A continuación son analizadas las siguientes tecnologías [9]:

- **Adobe Flash:** es una aplicación en forma de estudio que trabaja sobre fotogramas. Está destinada a la producción y entrega de contenido interactivo para las diferentes audiencias alrededor del mundo sin importar la plataforma. Es actualmente desarrollado y distribuido por Adobe Systems y utiliza gráficos vectoriales e imágenes ráster, sonido, código de programa, flujo de vídeo y audio bidireccional. Utiliza como lenguaje orientado a objetos ActionScript, usado especialmente para hacer aplicaciones web animadas y de esta manera ampliar las funciones que ofrece Adobe flash por sí mismo.
- **Adobe Flex:** es el término con el que se denomina a la tecnología que da soporte al desarrollo de las aplicaciones RIA (Rich Internet Applications). Este tipo de aplicaciones trata de combinar las ventajas de las aplicaciones web y las aplicaciones tradicionales, aportando diferentes componentes que facilitan una serie de interacciones simples. Al igual que Flash, utiliza ActionScript como lenguaje orientado a objetos.
- **Librería java .dojo:** Dojo es un *framework* que contiene APIs y widgets (controles) para facilitar el desarrollo de aplicaciones Web que utilicen tecnología AJAX. Resuelve asuntos de usabilidad comunes como pueden ser la navegación y detección del navegador, soportar cambios de URL en la barra de URLs para luego regresar a ellas (*bookmarking*) y la habilidad de degradar cuando AJAX/JavaScript no es completamente soportado en el cliente.

Una vez definidas las siguientes tecnologías, se explica una pequeña comparativa entre las dos tecnologías más importantes:

Flash vs. Flex: Mientras que Flash está orientado hacia el diseño y la programación de sitios web, Flex está se decanta más la programación de aplicaciones, o lo que llaman desde Adobe, “RIA’s”. Por este motivo Flash está quizá más orientado a diseñadores que Flex. Dado que Flex es más nuevo, da un sentido más intuitivo a la hora de realizar aplicaciones que con Flash serían más difíciles. Sin embargo, tiene un inconveniente bastante importante por el mero hecho de ser tan reciente, ya que, aprender lenguaje tan nuevo, en especial para realizar este proyecto, significa que encontrar ejemplos, buenos manuales y herramientas online que puedan ser de ayuda es mucho más difícil. Por lo que ha podido ser comprobado, esto no pasa con Flash, dado que es una tecnología que lleva bastante tiempo en el mercado y es una de las más usadas.

A partir de toda esta información, la opción elegida fue usar Flash.

5.2 Explicación del juego

El juego que será realizado durante este proyecto se caracterizará por ser un juego basado en puzles, explicado anteriormente, en el cual los estudiantes tendrán que juntar una serie de elementos. Al tratarse de redes, en el juego que será elaborado en este proyecto intervendrán routers, direcciones IPs, puertos de red, navegadores o tramas, entre otros.

Como se ha explicado anteriormente, se usará la estructura del aprendizaje basado en problemas; es decir, primeramente se formula una pregunta, el alumno intenta llegar a la

solución correcta, la aplicación lo evalúa y corrige la hipótesis, y se extraen unas conclusiones tanto por parte del profesor como del alumno acerca de los conocimientos aprendidos. Además, el juego dispondrá del correspondiente *scaffolding* mediante *hints*.

El juego estará dividido en tres fases que intentarán explicar cómo un proveedor de servicios de Internet proporciona Internet a un particular, cómo éste puede llegar a usarlo y en qué se basa toda conexión entre una persona y, por ejemplo, una página web de la que ésta hace uso.

El juego será presentado de forma inicial por un personaje llamado Álex, una persona joven de diecisiete años, edad aproximada de los alumnos a los cuales está destinado el juego. El objetivo es transmitir una sensación de naturalidad sin la necesidad de que tenga que guiarlos alguien con un nivel de estudios muy superior y que dispone ya de ciertos conocimientos que quiere compartir para que los alumnos a los que va dirigido puedan también obtenerlos. Este personaje estará presente durante todo el juego proporcionando información que pueda ser de ayuda.

El juego sigue una cierta estructura que se va repitiendo en todas las fases. Para cada fase hay una explicación previa sobre de qué va a tratar la fase en cuestión; la pantalla principal en la cual se hacen las relaciones, y finalmente unas conclusiones en el caso que se haya superado la fase para que el estudiante pueda consolidar los conocimientos aprendidos, además de saber la puntuación realizada en la fase. A continuación será explicada de forma más detallada la implementación con imágenes del juego realizado.

5.2.1 Scaffolding aplicado en el juego

Una vez explicado el funcionamiento del juego, a continuación se detallará cómo se ha diseñado la información del *scaffolding* en el juego. Respecto a la información asociada a cada objeto, en las dos primeras fases, en las cuales los elementos son objetos físicos reales, se optó por dar una breve definición que pudiera describir de forma fidedigna qué es el objeto. En el caso de la tercera fase, como se trata de varias tramas, la información asociada que tienen es la lógica de cada trama en concreto ya que se creyó que es útil que el usuario pueda disponer de las diferentes lógicas de cada trama. Esto le permite tener más información a la hora de decidir en cada caso cuál es la más adecuada.

En lo que concierne a devolver los objetos a su posición inicial en caso de error, se decidió, al igual que con la puntuación, que el juego ofreciera un *feedback* a cada movimiento del usuario. En el caso de que ponga correctamente el objeto en su lugar, el juego lo coloca y actualiza la puntuación; en el caso contrario, se devuelve el objeto a su posición original y se actualiza la puntuación. De esta forma el usuario es consciente en todo momento de qué puntuación está obteniendo en base a sus aciertos y errores, a la vez que va conociendo en qué lugar va cada objeto.

Finalmente, se decidió que el usuario pudiera consultar la teoría en todo momento debido a que, aunque no es una información que haga resolver la fase, ofrece un contexto de los conceptos que se van tratar. Por lo tanto, es útil que el estudiante tenga acceso a esta información en cualquier momento. Además, se puede consultar esta información conservando la puntuación de la fase y los objetos que ya estén colocados correctamente, de forma que se ofrece una información ya dada pero sin cambiar el estado en el que se encuentra el usuario en la fase que está completando.

5.3 Explicación detallada de la implementación

A continuación se detallara como ha estado implementado el juego. En el apartado anterior ha sido analizada la estructura que ha tenido. Primeramente una portada como introducción del juego, seguidamente las tres fases, las cuales tienen: introducción, pantalla principal y conclusión; finalmente un final de juego con un resumen de puntuaciones totales y un pequeño consejo. A continuación unas imágenes del juego.

El juego empieza con una pantalla en la cual se presenta un personaje llamado Álex, que guía durante todo el juego y hace una introducción del juego. Tal como se ha explicado

anteriormente se ha buscado un personaje que diera una cierta normalidad, un joven cualquiera que ha aprendido conocimientos sobre las redes. El personaje a lo largo del juego irá dando ayuda a los estudiantes, para que éstos logren superar las distintas fases (ver Figura 16).

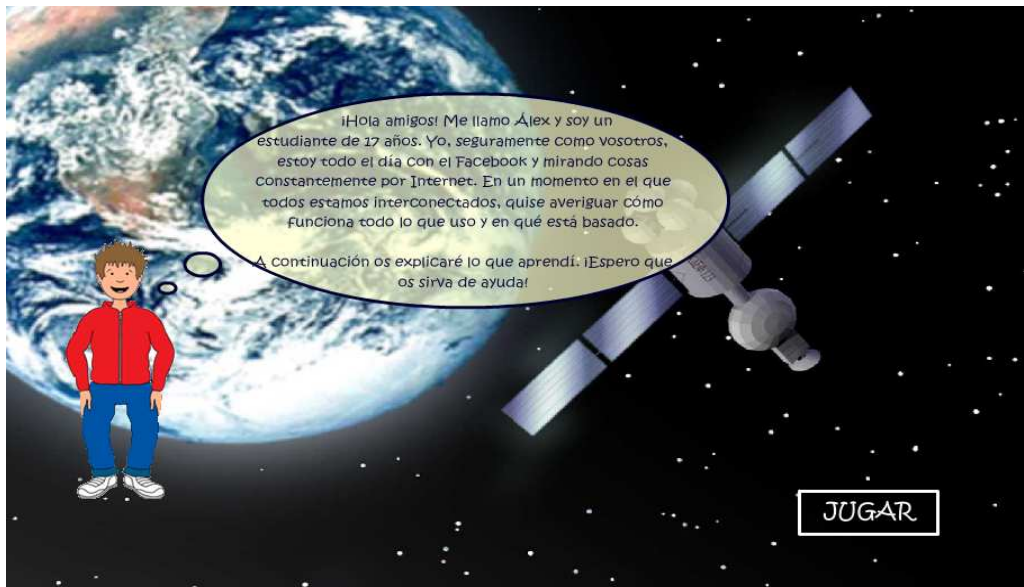


Figura 16. Imagen de la portada del juego

La portada da paso al inicio del juego, es decir a las diferentes fases:

5.3.1 Fase 1 del juego

En esta primera fase, hay una pantalla de introducción teórica (ver Figura 17) donde se explica como un proveedor de Servicios de Internet proporciona ADSL a un particular.

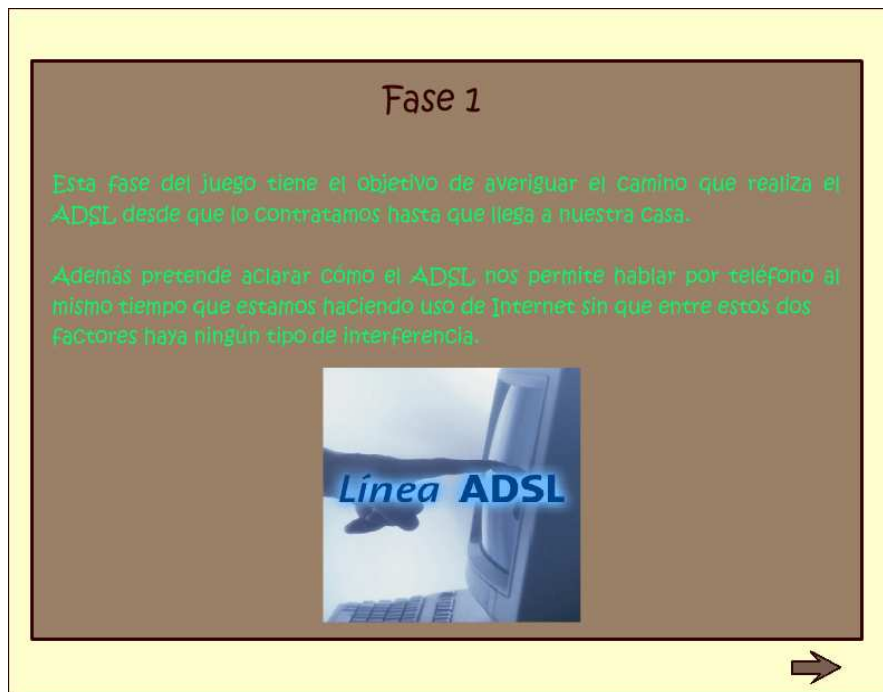


Figura 17. Imagen de la introducción de la fase 1

Una vez leída la teoría, pasamos a la Pantalla principal del juego donde se formula la pregunta "¿Cómo nos llega el ADSL a nuestras casas?". En el panel de los objetos con los cuales se puede

interactuar aparecen un PC, un módem, un icono referente a un ISP, un icono de wifi, un teléfono, un filtro splitter, una central proveedora local y un edificio.

La relación correcta para resolver la pregunta de la cual se parte es: “Un ISP tiene diversas centrales proveedoras locales. Mediante cableado llegan a edificios; en el edificio, mediante un filtro, se separa en línea telefónica y en Internet, que va a parar al módem” (ver Figura 18).

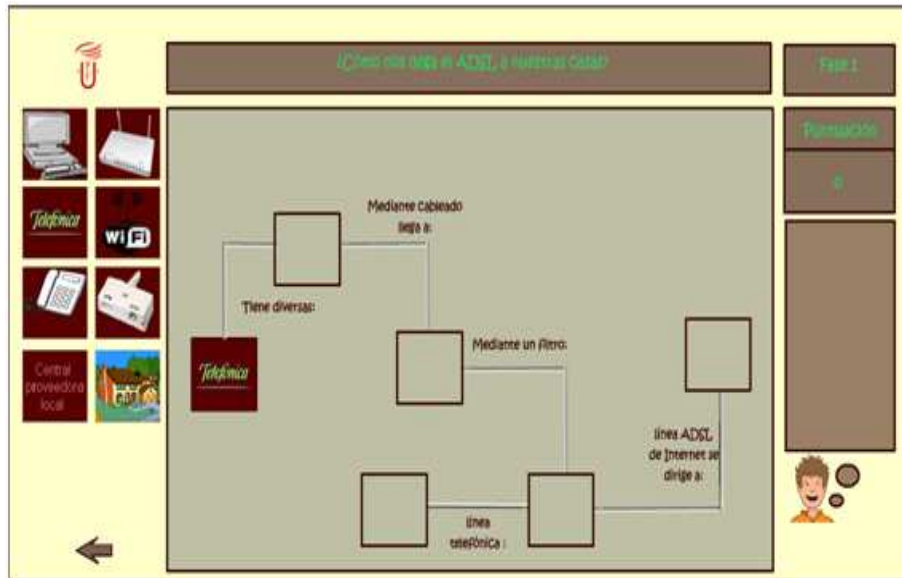


Figura 18. Imagen de la pantalla principal de la fase 1

Una vez acabada la primera etapa del juego se pasa a una pantalla de conclusiones donde se explica el resumen de los conceptos adquiridos en esta fase. Desde esta pantalla, se enlaza con la explicación teórica del siguiente nivel (ver Figura 19)



Figura 19. Imagen de las conclusiones de la fase 1

5.3.2 Fase 2 del Juego

Siguiendo la misma dinámica que en la fase 1, en la fase 2 se explica inicialmente de forma teórica (ver Figura 20), cómo cuando el usuario ya dispone de internet, cual es el proceso para poder navegar por internet.

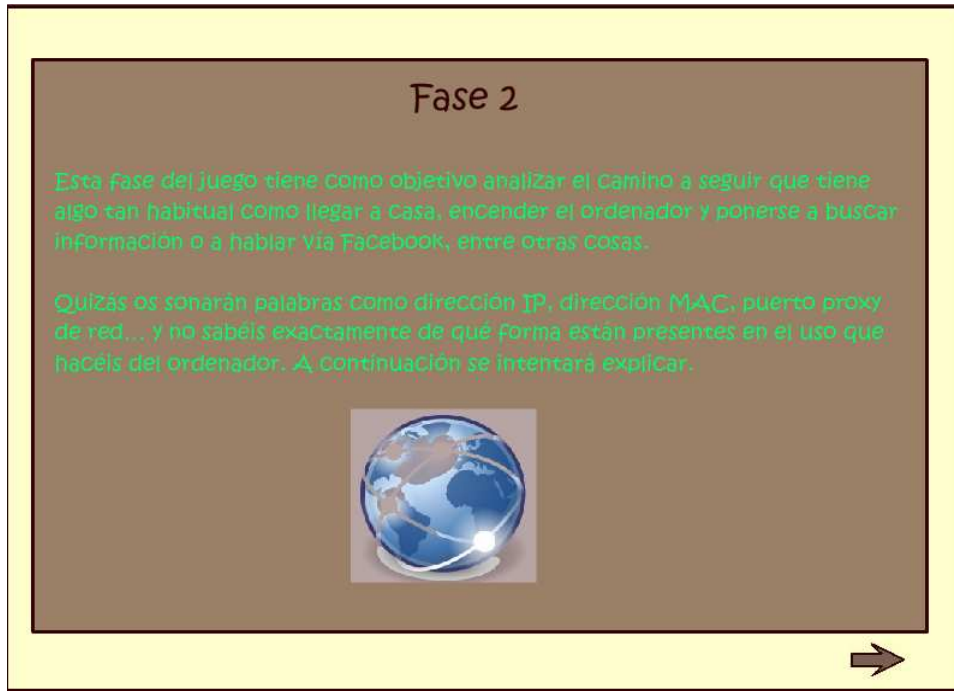


Figura 20. Imagen de la introducción de la fase 2

Una vez leída la teoría, pasamos a la Pantalla principal del juego donde se formula la pregunta “¿Qué camino debes seguir para navegar por Internet?”. En el panel de los objetos con los cuales se puede interactuar aparecen un PC, un módem, un navegador, un icono de wifi, un satélite, un puerto de red, una dirección IP y una dirección MAC.

La relación correcta para resolver la pregunta de la cual se parte es: “Un módem está conectado a nuestro ordenador; éste tiene una única dirección IP. Mediante un puerto de red exploramos a través de nuestro navegador.” (ver Figura 21)

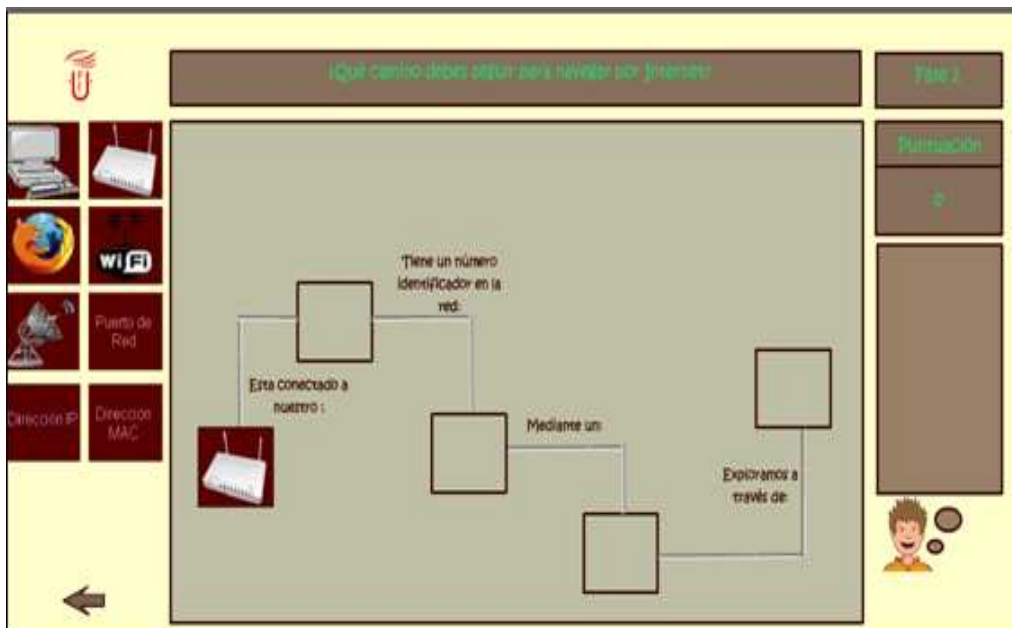


Figura 21. Imagen de la pantalla principal de la fase 2

Una vez acabada la segunda etapa del juego se pasa a una pantalla de conclusiones donde se explica el resumen de los conceptos adquiridos en esta fase. Desde esta pantalla, se enlaza con la explicación teórica del siguiente nivel (ver Figura 22).

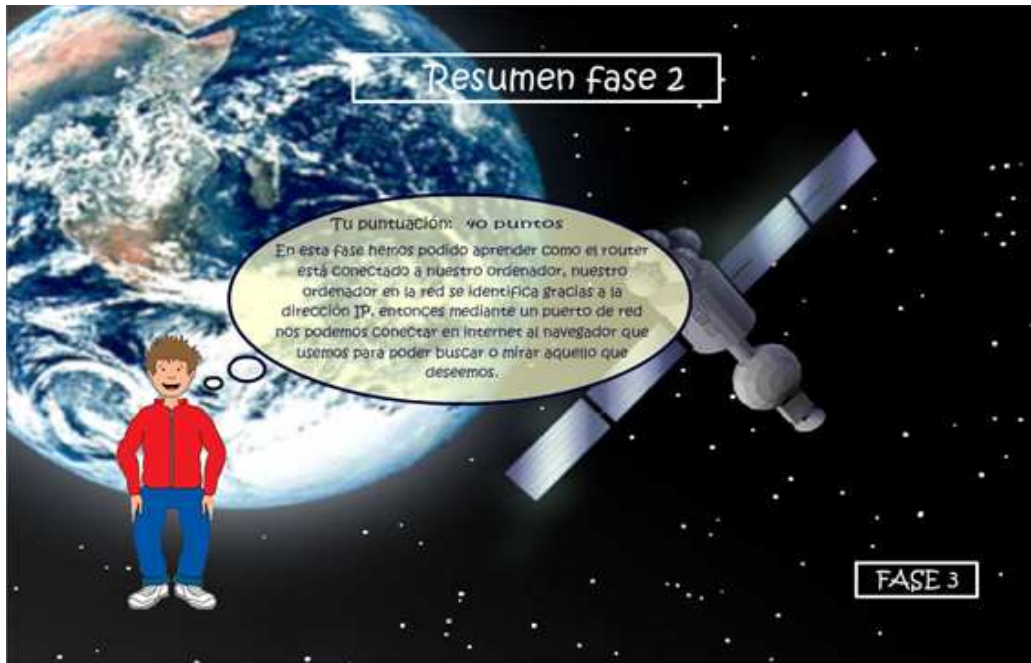


Figura 22. Imagen de las conclusiones de la fase 2

5.3.3 Fase 3 del juego

Siguiendo la misma dinámica que en la fase 1 y 2, en la fase 3 se explica inicialmente de forma teórica (ver Figura 23), cómo se hace un envío de cualquier archivo entre dos ordenadores.

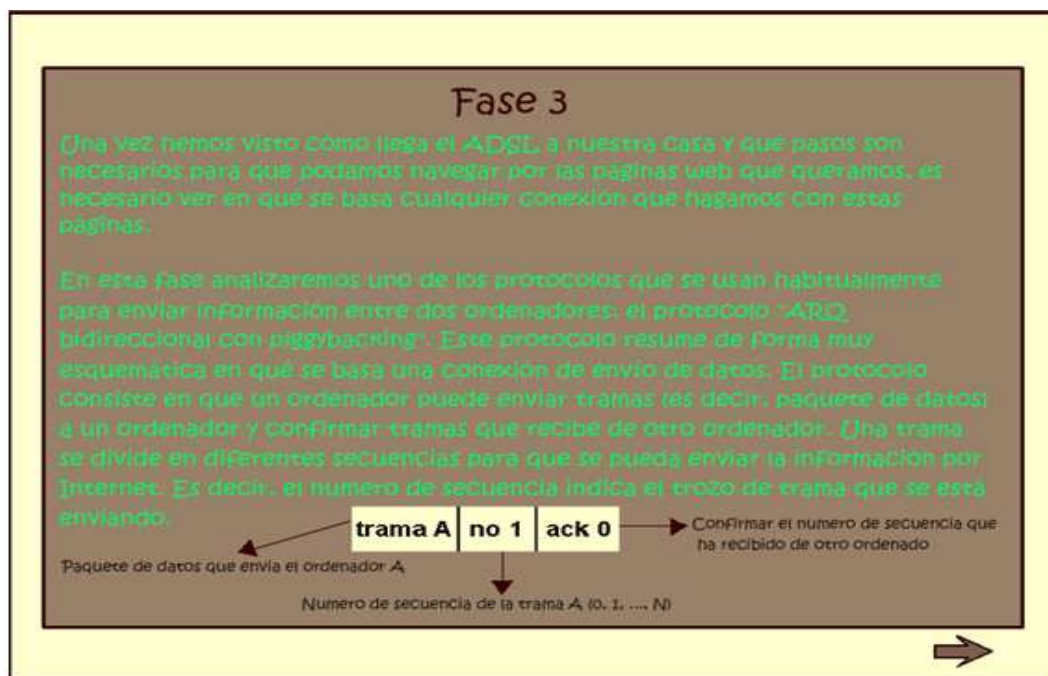


Figura 23. Imagen de la pantalla de introducción de la fase 3

Una vez leída la teoría, pasamos a la Pantalla principal del juego donde se formula la pregunta "El ordenador A y B tienen que enviarse datos entre sí. ¿Cómo se realiza el envío?". En el panel

de los objetos con los cuales se puede interactuar aparecen todas las combinaciones de número de tramas con sus confirmaciones, las tramas que esperan y las que envían.

La relación correcta para resolver la pregunta de la cual se parte es: “Se realiza el envío de tramas en el orden correcto entre los ordenadores A y B, y la confirmación de los números de secuencia de las tramas recibidos correctamente.” (ver Figura 24)

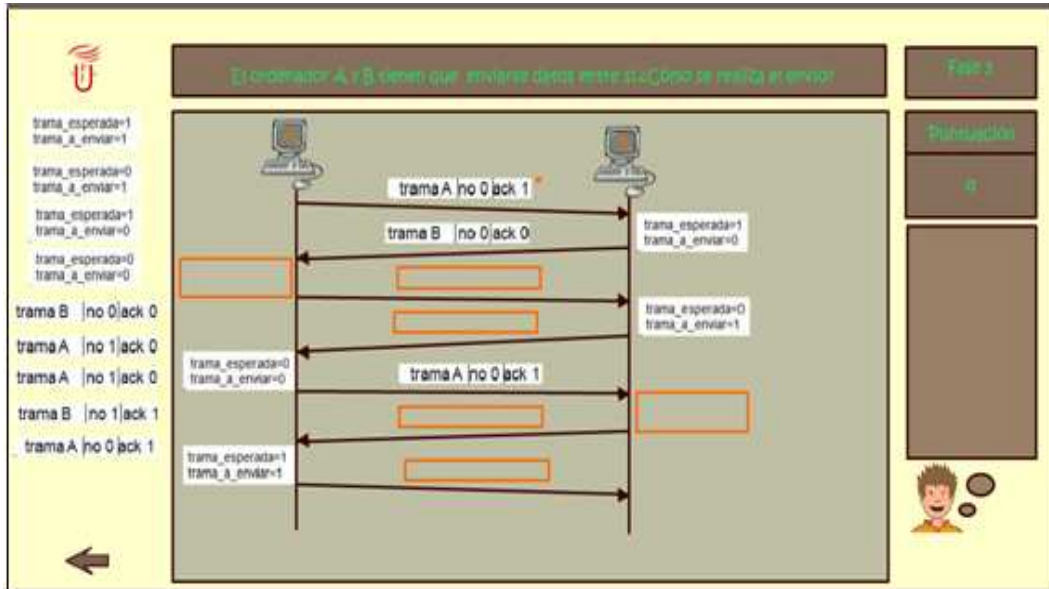


Figura 24. Imagen de la pantalla principal de la fase 3

Una vez acabada la tercera etapa del juego se pasa a una pantalla de conclusiones donde se explica el resumen de los conceptos adquiridos en esta fase. Desde esta pantalla, se enlaza con la explicación teórica del siguiente nivel (ver Figura 25).

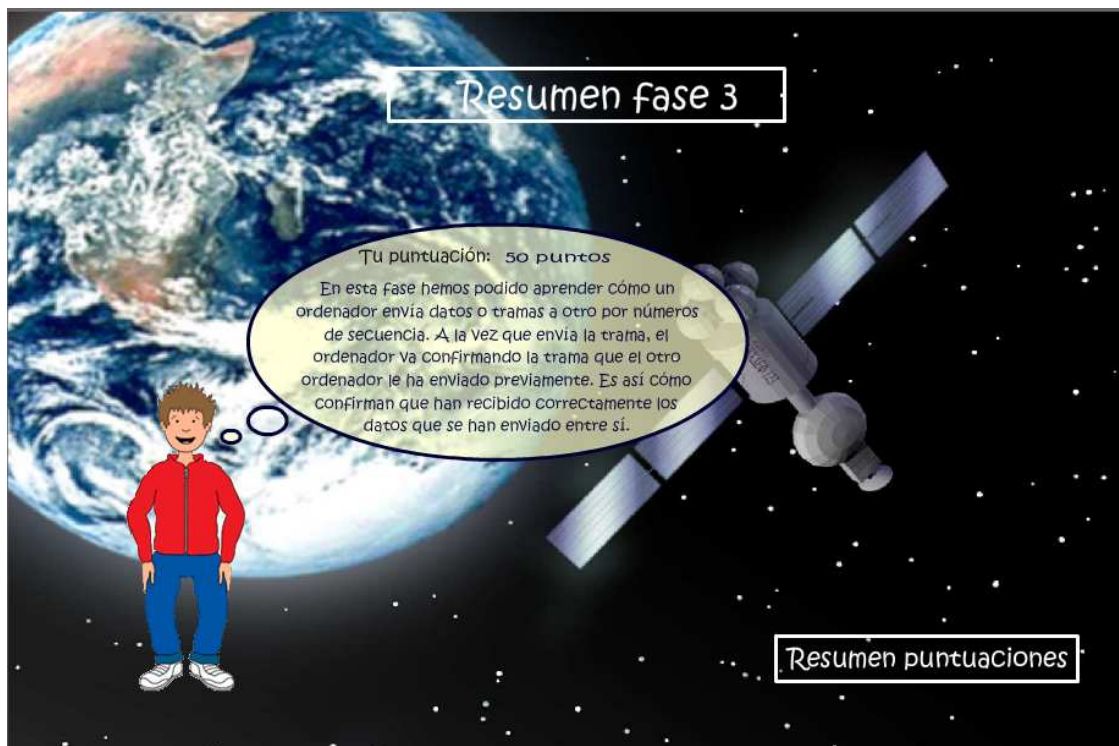


Figura 25. Imagen de las conclusiones de la fase 3

Finalmente con esta estructura que se ha podido observar en estas imágenes, se puede observar cómo se cumplen los requisitos de los juegos basados en puzles, con el método de aprendizaje basado en problemas. En primer lugar, se formula una pregunta inicial y se ponen a disposición del estudiante objetos y relaciones entre los elementos que debe completar, para lo cual dispone de frases de enlace que le sirven como guía. El estudiante dispone, además, de una información inicial acerca de la pregunta que se realiza y de una serie de *hints* dados por el personaje que se presentan en forma de información acerca de cada objeto, lo que le ayuda a completar satisfactoriamente las relaciones. Por último, existe una puntuación con la cual incentivar a conseguir los mejores resultados.

6. Evaluación

En este capítulo se analiza cómo se llevó a cabo la evaluación del juego. Primeramente, se explican las dos versiones que se utilizaron para realizar la evaluación. A continuación, se describe cómo se realizó la evaluación de forma detallada. Finalmente, se analizan los resultados que se pudieron extraer de la evaluación y se presentan las conclusiones pertinentes.

6.1 Introducción

En este capítulo del proyecto se llevará a cabo la evaluación del juego educativo desarrollado para alumnos de edades comprendidas entre 15 y 17 años. Para la evaluación, el proyecto parte de la hipótesis que los alumnos aprenden de forma más eficaz y óptima cuando los conocimientos vienen mediante un juego que integra un mecanismo de *scaffolding*.

Es por esto por lo que era necesario probar con estudiantes dos versiones del mismo juego:

- Una versión con *scaffolding*: La versión que se ha explicado en la implementación contiene *scaffolding* y se basa en el uso de una serie de técnicas. Primeramente, el usuario dispone en la fase principal de una descripción en forma de pista de cada objeto con el que puede; así, el usuario dispone de más información a la hora de decidir en qué lugar colocar cada objeto. Además, cada objeto da un *feedback* al usuario cuando lo arrastra y lo deposita en un *target*. Si es correcto, el objeto se queda en el *target* y actualiza sumando la puntuación; si el objeto no es colocado correctamente, vuelve a su posición original y resta puntuación.
- Una versión sin *scaffolding*: La versión del juego sin *scaffolding* mantiene el mismo diseño y estructura del juego con *scaffolding*. Las características que lo diferencian de la otra versión son, primeramente, que los objetos no tienen asociada ninguna descripción, es decir, el usuario dispone únicamente de la teoría como información para resolver la fase. Además, el usuario puede colocar los objetos en cualquier *target* sin que el sistema de ningún *feedback*. Esto provoca que el usuario no supere la fase hasta que no coloque todos los objetos en su lugar correcto a la vez

6.2 Descripción del Experimento

Para llevar a cabo la evaluación nos pusimos en contacto con el colegio INS Lluís Companys, situado en la población de Ripollet, mediante una carta (ver anexo 9.1) para ser si el centro estaba dispuesto a realizar dicha evaluación. Tras la aceptación, concretamos un día para realizar la prueba. El colegio dispuso un aula en la cual se tuvo que preparar el juego en los ordenadores que usarían los estudiantes. La clase estaba formada por un total de 19 alumnos de 3º ESO y se disponía de una hora de tiempo para realizar las pruebas previstas.

La actividad comenzó, primeramente, con una presentación a los alumnos participantes, explicando el contexto a partir del cual surgió el proyecto y las pruebas que se iban a realizar. Se explicó de forma general de qué trataba el juego, se indicó que el juego se realizaría de forma individual, se destacó la importancia de que el juego se hiciera manteniendo el silencio para que los estudiantes no pudieran hablar entre ellos, ya que de lo contrario los datos obtenidos no serían totalmente fiables. Además, se les explicó que era importante que leyeran la teoría en cada fase, ya que así les sería más fácil obtener la solución correcta.

A continuación se dividió a los alumnos en dos grupos: un grupo realizaría la versión del juego con soporte de *scaffolding* y el otro haría la versión del juego sin *scaffolding*. Los alumnos no dispusieron de un tiempo límite, pero sí que tenían un tiempo orientativo de unos veinte minutos para acabar el juego, de modo que se fue desarrollando hasta que todos los alumnos finalizaron el juego.

Al finalizar la prueba a cada alumno se le recogió la puntuación obtenida en la versión del juego que había realizado. Este dato será de utilidad para comprobar si los resultados obtenidos con el juego que integraba el mecanismo de *scaffolding* eran mejores o no. Además, se había diseñado un cuestionario para cada uno de los grupos y que puede ser consultado en el apéndice de la memoria (ver apéndices 9.2 y 9.3). En concreto se les preguntó si creían haber aprendido algo, si les había resultado difícil llegar a la solución correcta y si para llegar a él habían reflexionado previamente o simplemente lo habían hecho por prueba y error. También se les pidió que valoraran si el *scaffolding* les había sido útil o si les hubiera gustado otro tipo de ayuda para resolver el juego. Por último se les pidió que describieran los aspectos positivos y negativos del juego.

A continuación se presentan un par de fotografías realizadas durante el transcurso de la evaluación de los juegos en el instituto (ver Figura 26, 27).



Figura 26. Fotografía 1: Evaluación en el instituto



Figura 27. Fotografía 2: Resolviendo dudas durante la evaluación en el instituto

6.3 Resultados

Diferentes fuentes de datos se han utilizado en esta evaluación: a) se han tenido en cuenta las diferentes respuestas de los participantes en los cuestionarios, b) se han almacenado las puntuaciones obtenidas en el juego por los diferentes participantes, y c) se han anotado observaciones durante el experimento. En el apéndice 9.4 puede verse los datos recogidos de la experiencia. En la siguiente tabla (ver Tabla 3) se muestra el resumen de las fuentes de datos utilizadas en esta evaluación:

| Fuente de Dato | Tipo de Dato | Participantes sin <i>scaffolding</i> |
|----------------|---|--|
| Observaciones | Observaciones anotadas durante el experimento | [Observador] |
| Cuestionarios | Opiniones obtenidas de las respuestas de los participantes que han utilizado el juego con <i>scaffolding</i> (CS) y sin <i>scaffolding</i> (SS) | [Cuest-CS-X] [Cuest-SS-X] <i>Donde, X es el número de participante</i> |

Tabla 3. Fuentes de datos para la evaluación

Para llevar a cabo el análisis de los resultados, se ha seguido un método de evaluación mixta [8] combinando y triangulando [22] los datos cuantitativos y cualitativos obtenidos en las diferentes fuentes nombradas anteriormente. Los datos cuantitativos nos servirán para inferir cuáles son las tendencias de los participantes a la hora de usar con el juego, mientras que los datos cualitativos los utilizaremos para confirmar o rechazar estas tendencias, comprenderlas mejor e identificar posibles resultados.

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos de los cuestionarios:

| | Participantes con <i>scaffolding</i> | Participantes sin <i>scaffolding</i> |
|---|---|---|
| 1) Dificultad para llegar a la solución | En general fue difícil llegar a la solución del juego porque no tenían conocimientos previos sobre las redes de ordenadores. Los participantes, en la mayoría de casos, llegaron a la solución reflexionando en lugar de prueba y error. | |
| 2) Ayuda proporcionada | La mitad de los participantes opinaban que la ayuda proporcionada era suficiente. El resto de participantes, hubieran preferido haber tenido más pistas para resolver el juego | Los participantes en su mayoría opinaron que el juego debería disponer de alguna ayuda para poder resolver los ejercicios, por ejemplo, indicando donde se encuentra el error. |
| 3) Aspectos positivos | Respecto a los aspectos positivos, las respuestas de los estudiantes fueron diversas, si bien algunos resaltan lo que aprendieron, otros citan alguna fase en concreto como la primera, las puntuaciones, o el hecho de mover los objetos.. | Respecto a los aspectos positivos, las respuestas de los estudiantes resaltaron los conocimientos que aprendieron, que es entretenido, interesante, ingenioso y destacaron, entre las tres fases, la primera. |
| 4) Aspectos negativos | Los estudiantes destacaron como aspectos negativos que era un poco difícil encontrar la solución correcta, que había demasiados objetos para | Los estudiantes destacaron como aspectos negativos la dificultad que el juego tenía, destacando sobre todo la tercera fase. |

| | | |
|--|---|--|
| | colocar, y que tenían que leer demasiado. | |
|--|---|--|

Tabla 4. Resumen resultados obtenidos

6.3.1 Sensación de Aprendizaje

Al finalizar la prueba con el juego, una de las preguntas que contenía el cuestionario estaba relacionada con la sensación de aprendizaje con el objetivo de recoger la opinión de los participantes acerca de si habían aprendido algún concepto nuevo realizando el juego o no. Como se puede apreciar en la Figura 28, se observa gráficamente como el “sí” es predominante tanto en los participantes del juego con *scaffolding* como en los participantes del juego sin *scaffolding*.

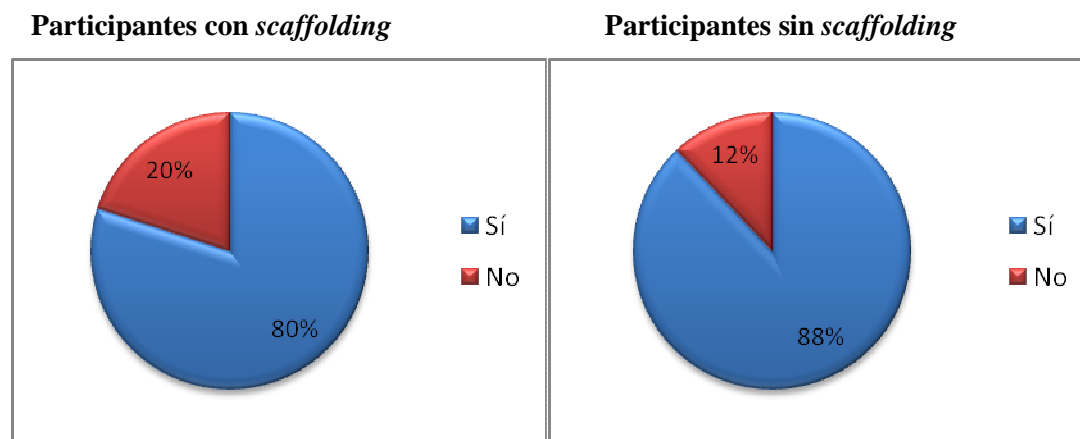


Figura 28. Gráficos resultantes de la sensación de aprendizaje

En el caso de los estudiantes que realizaron el juego con *scaffolding*, un 80 % (todos excepto 2) opinaron que habían aprendido conceptos. Entre los conocimientos que aprendieron cabe destacar que una amplia mayoría opinó haber aprendido “cómo llega Internet a casa” [Cuest-CS-1-2-3-5-6-9-10]. El recorrido realizado para que cada usuario pueda usar Internet [Cuest-CS-8]; y el hecho de “por qué el teléfono y el Internet no se interfieren” [Cuest-CS-1] fueron otro de los conceptos aprendidos por los participantes.

En el caso de los participantes sin *scaffolding*, 8 de los 9 participantes, dijeron haber aprendido conceptos relacionados también con aprender “como llega Internet a nuestras casas” [Cuest-SS-1-2-3-6-7-9] cual es el recorrido realizado para enviar información a través de la red [Cuest-SS-8] y el funcionamiento de las tramas de Internet [Cuest-SS-2].

Durante el desarrollo de la evaluación se pudo observar además cómo algunos participantes no tenían una cierta predisposición para aprender, lo cual resulta un hándicap a la hora de que realicen un juego cuyo objetivo fundamental es que ellos aprendan. Aunque inicialmente entraban de forma dispersa en la aula, una vez iniciaban el juego se notaba que algunos estaban concentrados solamente en el juego, cumpliendo uno de sus objetivos [Observador].

6.3.2 Dificultad para llegar a una solución

Por lo que respecta a la dificultad para llegar a una solución en la Figura 29, se observa gráficamente cómo tanto los participantes que han utilizado el juego con mecanismos de *scaffolding* como los que no han reflexionado previamente la solución, antes de llegar a ella mediante prueba y error.

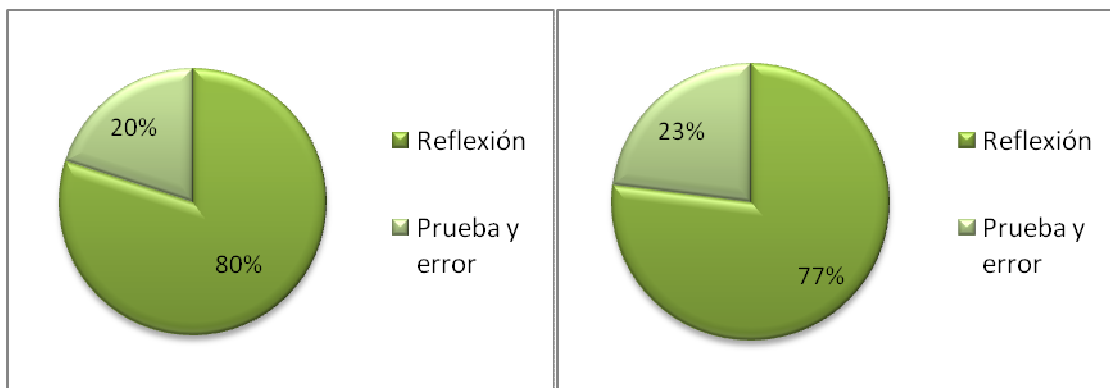
Participantes con *scaffolding***Participantes sin *scaffolding***

Figura 29. Gráficos resultantes de la dificultad para llegar a una solución

En el caso de los estudiantes que realizaron el juego con *scaffolding*, un 80 % (todos excepto 2) opinaron que habían utilizado el método de reflexión a la hora de resolver las diferentes fases. Aunque les resultó difícil encontrar la solución correcta, puesto que algunos no tenían apenas conocimientos sobre las redes [Cuest-CS-1-2-4-6-9-10], los estudiantes prefirieron reflexionar antes de ir probando al azar como hizo algún participante que desconocía totalmente el tema en cuestión.

En lo referente a los estudiantes que realizaron el juego sin *scaffolding*, un 77% (todos excepto 2) indicaron también que habían resuelto las diferentes fases del juego mediante la reflexión. Aún así, al igual que los participantes con *scaffolding*, les resultó difícil encontrar la solución bien porque no tenían conocimientos sobre redes [Cuest-SS-1-4-6-7-8], bien porque los ejercicios en sí les resultaron difíciles [Cuest-SS-3-5-9].

6.3.3 Tipo de *scaffolding*

En este apartado se pretende recoger la opinión de los estudiantes acerca de si a la hora de resolver los ejercicios planteados la ayuda que el juego con *scaffolding* utilizaba había sido útil. Además, también se pretende analizar si los participantes de los juegos sin *scaffolding* hubieran preferido tener algún tipo de ayuda. Como se puede observar en la Figura 30, se observa gráficamente cómo los participantes del juego con *scaffolding* opinan en su mayoría que la ayuda ha sido útil, mientras que los participantes sin *scaffolding* hubieran preferido algún tipo de ayuda.

Participantes con *scaffolding* (¿La ayuda ha sido útil?)

Participantes sin *scaffolding* (¿Algún tipo de ayuda?)

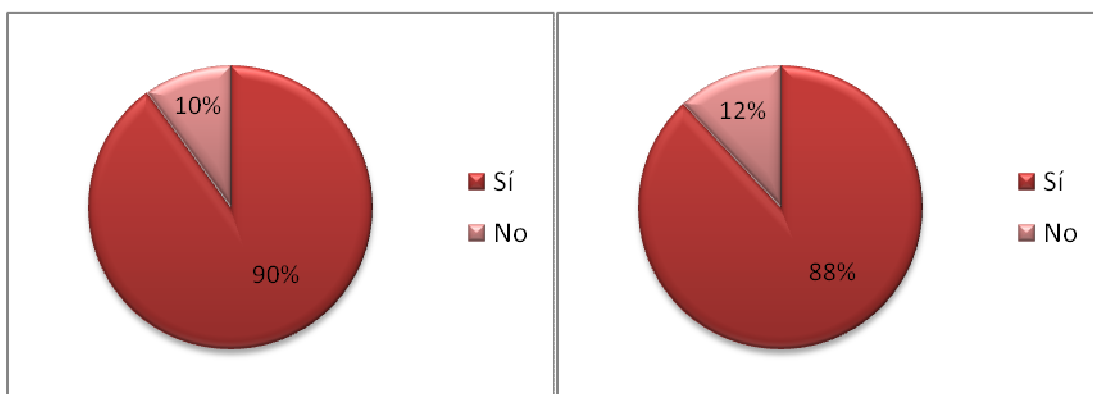


Figura 30. Gráficos resultantes de los tipos de *scaffolding*

En el caso de los estudiantes que realizaron el juego con *scaffolding*, 9 de los 10 participantes opinaron que la ayuda había sido útil. Los estudiantes consideraron que las pistas estaban bien [Cuest-CS-1-5-9-10], de hecho cabe destacar que en ningún momento precisaron la ayuda de la persona que controlaba la actividad [Observador], aunque en algunos casos hubieran deseado alguna pista extra [Cuest-CS-2-3-4-6-8]; una de las propuestas de pistas añadidas fue disponer de “un comodín que sirviera para guiarte más” [Cuest-CS-8]. Otro de los participantes destacó por ejemplo que “las pistas no se veían del todo bien” [Cuest-CS-7].

En el caso de los estudiantes que realizaron el juego sin *scaffolding*, 7 de los 9 participantes opinaron que sería necesaria algún tipo de ayuda. Esto se puede deber a que entre los participantes se han podido recoger diversas propuestas de ayuda como por ejemplo “un apoyo teórico” [Cuest-SS-1-4], requirieron de la ayuda personalizada como soporte para entender mejor la lógica o el camino para encontrar la solución [Observador], “que te dieran pistas de dónde se encuentra el error” [Cuest-SS-3-5-6], o, referente a las respuestas, “saber cuál está bien y cuál está mal”. Respecto a los participantes que apuntan que no es necesaria ninguna ayuda, uno apunta que “ya proporciona teoría” [Cuest-SS-2] como razón por la cual no lo consideran necesario.

6.3.4 Aspectos positivos y negativos

Finalmente, en este apartado se pretendía que los estudiantes apuntaran sus impresiones acerca del juego, es decir, cuáles habían sido los aspectos positivos y negativos que una vez acabado el juego habían podido notar.

Participantes con scaffolding

En cuanto a los aspectos positivos destacados por los participantes con *scaffolding* se refiere, observamos una gran variedad. Algunos destacan el haber aprendido cosas que no sabían [Cuest-CS-2-5] y otros alguna fase en concreto, sobre todo la primera [Cuest-CS-8-10]. Además, hay opiniones individuales que resaltan la apariencia del juego [Cuest-CS-1], que es entretenido [Cuest-CS-6], que el juego pone los objetos en su lugar [Cuest-CS-7], o el sistema de puntuaciones que el juego tiene [Cuest-CS-9]. Finalmente hay un participante que no destaca ningún aspecto positivo en concreto del juego [Cuest-CS-3].

En relación con los aspectos negativos mencionados por los participantes con *scaffolding*, destacan sobre todo la complejidad del juego [Cuest-CS-1-2-6]. Alguno indica también la fase en concreto que menos le ha gustado, como puede ser la segunda [Cuest-CS-4], y otro de los participantes resalta como aspecto negativo el hecho de que haya muchas opciones para elegir [Cuest-CS-7], o que hace falta leer demasiado antes de empezar el juego [Cuest-CS-9]. Finalmente una opinión indica que no encuentra ningún aspecto negativo al juego [Cuest-CS-10].

Participantes sin scaffolding

Observando los aspectos positivos entre los participantes que realizaron el juego sin *scaffolding*, hay gran variedad de aspectos destacables: los conocimientos que se aprenden [Cuest-SS-1], la primera fase como la más interesante [Cuest-SS-4-6-9] o que el juego es ingenioso y entretenido [Cuest-SS-3-7], para averiguar la solución. Incluso uno de los participantes indica que todo le ha gustado mucho [Cuest-SS-9].

De forma muy similar a los participantes con *scaffolding*, destacan como aspectos negativos la dificultad para llegar a la solución correcta [Cuest-SS-2-5-7], la ayuda que no ofrece el juego [Cuest-SS-1], e indican la tercera fase como la más compleja de solucionar [Cuest-SS-3-6-9]; en una opinión se destaca como aspecto negativo el hecho de que el juego reste puntos [Cuest-CS-7]. Finalmente hay una persona que indicó que no había encontrado ningún aspecto negativo [Cuest-CS-8].

6.4 Discusión

Una vez analizados y descritos los resultados a partir de la evaluación que se realizó en el instituto, tanto con el juego con *scaffolding* como con el de sin *scaffolding*, a continuación serán resumidas las conclusiones que se han podido extraer.

En las dos versiones del juego, si algo se puede concluir de forma clara es que los participantes han aprendido conceptos nuevos. El concepto que sobre todo han aprendido, coincidiendo que ha sido lo que más les ha gustado, ha sido aprender cómo Internet, del que ellos hacen uso diariamente, tiene un largo recorrido hasta que lo reciben y disfrutan en sus casas.

En cuanto a lo relacionado con el desarrollo de la evaluación, en que los estudiantes intentaban encontrar la solución, analizando los cuestionarios se observa cómo para encontrar la solución correcta e ir superando las distintas fases, en general, han usado el método de reflexión y no el de azar. Esto nos indica que el mecanismo de *scaffolding* utilizado, textos explicativos, no induce a los estudiantes a llegar a la solución mediante prueba y error.

Los estudiantes han puesto de manifiesto la dificultad para llegar a la solución correcta en alguna de las fases, sobre todo en la última fase, en la cual en ambas versiones del juego han encontrado más dificultades. Es por esto por lo que se puede concluir que proveer a los estudiantes con mecanismos de ayuda es importante para mejorar su aprendizaje.

En lo referente a la ayuda que ofrecía o no el juego, los participantes del juego con *scaffolding* en general encontraron bien la ayuda que se ofrece; no obstante, algunos participantes han resaltado el hecho de que hubiera sido mejor disponer de más pistas para resolver el juego. De aquí se puede extraer que el *scaffolding* utilizado posiblemente podría haber sido más efectivo. Por otro lado, los participantes del juego sin *scaffolding* en su mayoría destacan el hecho de que era necesaria algún tipo de ayuda para resolver las diferentes fases; subrayan que algunas pistas para poder resolver el juego les hubieran sido muy útiles.

Basándose en la puntuación obtenida, ha habido diferencia entre la versión con *scaffolding* (puntuaciones más altas) y sin *scaffolding* (puntuaciones más bajas), con lo cual se puede concluir que el *scaffolding* utilizado ha sido efectivo, aunque se podría mejorar de acuerdo con las necesidades de los estudiantes. Ha quedado suficientemente claro que la versión sin *scaffolding* no proporciona la ayuda suficiente para ser resuelta; consecuentemente, analizando las opiniones de los participantes se observa que hay una opinión generalizada de la necesidad de pistas

Finalmente, el juego, en el cual se destacan sobre todo la primera y la segunda fase como conocimientos que han aprendido, debería haber tenido una tercera fase diferente o explicada de otra forma para captar la atención de los participantes y que pudieran aprender los conocimientos que en ella se presentaban.

7. Conclusiones y Trabajo Futuro

7.1 Conclusiones

En este PFC se ha trabajado sobre el diseño, implementación y evaluación de un juego educativo basado en puzles con *scaffolding* enfocado a las redes de ordenadores. A continuación se describen las diferentes conclusiones que se han podido extraer con este Proyecto Final de Carrera. Se describirán los objetivos que el proyecto ha cumplido y cómo han sido realizados:

- *Entender cuál es el contexto al que se enfrentaba el proyecto, dado el constante decrecimiento de estudiantes que deciden estudiar carreras relacionadas con las TIC.* Para analizar este punto fue necesario comprobar el decrecimiento de estudiantes en un rango de unos seis años para saber cómo había sido el descenso. Se extrajeron las estadísticas del Instituto Nacional de Estadística corroborando de esta manera que el número de personas que cada año se matricula en carreras relacionadas con las TIC va disminuyendo de forma constante.
- *Analizar métodos de aprendizaje activos basados en la teoría constructivista y los beneficios que comportan respecto a los métodos de aprendizaje tradicionales.* En este punto se hizo un análisis detallado de los métodos de aprendizaje activos, en los cuales al alumno se le dota de autonomía y capacidad para tomar decisiones y adquirir así nuevos conocimientos. Los métodos descritos fueron en concreto: aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje por indagación y aprendizaje cognitivo. En cada uno de éstos se describieron sus requisitos, características y cómo con el soporte de las TIC se pueden llevar a la práctica, marcando así las diferencias respecto a los métodos de aprendizaje tradicionales que hasta el momento se están utilizando, en los cuales el usuario es una parte pasiva del proceso de aprendizaje.
- *Analizar los juegos educativos basados en puzles que integren scaffolding y de qué modo pueden ser útiles para el aprendizaje.* Primeramente se buscó entender cómo los juegos educativos basados en puzles tienen, por un lado, un potencial grande a la hora de ser usados para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos. Por otro lado, se analizó cómo el *scaffolding* es un soporte importante de cara a que los alumnos encuentren la solución correcta a los problemas que se les planteen. Finalmente, se juntaron juegos educativos basados en puzles con *scaffolding*, presentando dos modelos en los que se describen los elementos y las relaciones que en este tipo de juegos aparecen.
- *Diseñar un juego que como premisa fuera un juego educativo basado en puzles con soporte de scaffolding enfocado a las redes, usando el método de aprendizaje basado en problemas y que cubriera de forma satisfactoria con las necesidades de los estudiantes.* Para realizar el diseño del juego se tuvo en cuenta cuál sería el escenario real del juego, es decir, una clase de 3º de ESO en la que un profesor pretende que sus alumnos aprendan conceptos relacionados con las redes. A partir de aquí se fueron definiendo cuál sería el papel del estudiante en el juego, qué acciones se podrían realizar en él y cuál sería la disposición de los elementos. Esto último se realizó mediante los modelos de roles de usuario, tareas del usuario, casos de uso y modelo de contenidos.
- *Implementación del juego diseñado de acuerdo con las necesidades de los estudiantes.* Una vez elegida la tecnología adecuada, que en este caso fue Flash, a la hora de implementar el juego se intentó que éste cumpliera los requisitos que en el diseño se habían marcado, para que de esta manera los alumnos que lo probarán pudieran tener una experiencia de aprendizaje de conceptos de redes más satisfactoria. Para la evaluación se realizó otra versión del juego, es decir, una versión original con *scaffolding* y otra sin *scaffolding*, para que cuando fuera evaluado se pudiera constatar qué es más útil.
- *Evaluación de las dos versiones del juego para extraer puntos positivos y negativos del juego.* La evaluación realizada en un instituto, que pretendía obtener resultados a partir de la experiencia de que unos alumnos jugaran a la versión con *scaffolding* y otros a la de sin

scaffolding, fue satisfactoria. A través de unos cuestionarios se extrajeron las observaciones de los alumnos, en las cuales se puso en evidencia que aquellos estudiantes que realizaron el juego sin *scaffolding* tuvieron grandes dificultades para resolver el juego y expresaron la necesidad de algún soporte extra para encontrar la solución correcta. De todos modos, en ambas versiones una mayoría designó haber aprendido conceptos que no tenían o conceptos que desconocían.

7.2 Trabajo Futuro

Hay diferentes líneas en las cuales se le puede dar continuidad al PFC realizado. A continuación serán explicadas:

- Una vez se han podido extraer los resultados de la evaluación del juego diseñado durante el proyecto, sería importante aplicar los resultados obtenidos. La opinión del usuario es básica, en concreto la de los estudiantes, puesto que son una representación real del usuario final que tenía como objetivo el juego. Una vez ha quedado claro que el *scaffolding* es necesario en este tipo de juegos, sería interesante ir introduciendo cambios basándose en las opiniones de los estudiantes para dar una versión mejorada, consiguiendo un aprendizaje más efectivo.
- Otra línea de trabajo futuro respecto al proyecto realizado sería diseñar juegos con una carga de contenidos superior sin que esto desmotive a los estudiantes. En este PFC el concepto que entre los estudiantes quedó bien claro fue saber el camino que se realiza para que el internet llegue a casa. Puesto que dentro de las TIC el ámbito de las redes es muy grande, sería útil de cara a los estudiantes, poder realizar juegos con otros conceptos claves, dados el potencial y la importancia en el contexto social actual de las redes. Así podrían tener una opinión mejor formada de qué significan las redes dentro de las TIC y, consecuentemente, se incentivaría el interés por las tecnologías.
- Otra línea de trabajo futuro sobre el juego diseñado e implementado en este proyecto, sería aplicar diferentes técnicas de *scaffolding*, ya que en el proyecto solo ha sido implementada una técnica. Habiendo aplicado las diferentes técnicas se podría hacer una comparativa de cuales producen mejores resultados de aprendizaje.
- Una línea que no se trata en este proyecto y que podría ser útil sería que el papel de universidades, colegios, empresas, es decir, de todos los elementos necesarios para que el ámbito de las TIC vaya en ascenso, fueran más activos para alcanzar tal objetivo. Las universidades, colegios y empresas, entre otros, deben respaldar este cambio de tendencia existente, haciendo más esfuerzos para que a la hora de analizar los datos no lo hagan en forma de lamentación, sino de incentivo para dedicar más tiempo y recursos para tratar que cambie la situación.

7.3 Conclusiones personales

El proyecto realizado comportaba una serie de retos a superar de forma personal. Por una parte, uno de los motivos por los cuales fue elegido este proyecto fue el hecho de ver la situación actual a la que se enfrentaba como persona que forma y formará parte del ámbito de las TIC. En un ejercicio de responsabilidad es importante que toda persona que en mayor o menor medida esté implicada, pueda poner su grano de arena por revertir la situación.

Por otra parte, la educación es uno de los pilares más importantes en una sociedad. Tener la oportunidad de que el aprendizaje dé nuevos conocimientos, que el estudiante sea más activo en este proceso, que se implique más en aquello que le enseñan es básico desde todos los puntos de vista. Si el estudiante tiene una posición pasiva de cara al aprendizaje, no puede adquirir y consolidar conocimientos. Si el futuro estará en manos de las personas que están en edad de aprender, es importante mejorar los métodos de aprendizaje cuanto antes.

Aquellas personas que en edad escolar no lograron aprender todo lo que deseaban, analizando esto con el paso del tiempo, observan con cierta resignación este hecho. Sería importante que no siga pasando, que no se sigan teniendo estas sensaciones en un futuro, ya que la época de aprendizaje, sobre todo escolar, es algo que acompaña durante el resto de la vida.

Además, antes muchos conocimientos relacionados con las TIC no se enseñaban en la etapa escolar. Entonces, aquellas personas que posteriormente decidían realizar carreras universitarias relacionadas con éste ámbito lo hacían sobre todo por vocación. Es por esto por lo que es interesante poder ofrecer a los estudiantes desde edades tempranas diferentes conocimientos sobre las tecnologías, para que el estudiante sepa bien sus utilidades, beneficios o prácticas en el mundo real y así puedan tener una opinión mejor formada que sea de ayuda para posteriormente elegir su futuro.

El proyecto ha permitido consolidar una serie de conocimientos, aptitudes y habilidades que durante los estudios de ingeniería se van ofreciendo a los alumnos. Además, sintetiza la experiencia recogida durante la carrera y proporciona nuevos conocimientos acerca de cómo afrontar un proyecto de una cierta envergadura, que requiere de bastante tiempo y buen hacer.

8. Referencias

- [1] Audet, R. H. (2005), "Inquiry: A continuum of ideas, issues, and practices", En R. H. Audet, y L. K. Jordan (Eds.), Integrating inquiry across the curriculum (pp. 5-16). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- [2] Baturay, M. H., y Bay, O. F. (2010), "The effects of problem-based learning on the classroom community perceptions and achievement of web-based education students", Computers & Education, 55(1), 43-52.
- [3] Blat, J. (2010), "Josep Blat Home Page", Recuperado el 4 de mayo desde <http://www.dtic.upf.edu/~jblat/>.
- [4] Bueno, P., y Landa, V. (2004), "Aprendizaje Basado En Problemas: Problem-Based Learning", Theoria, vol. 13, 145-157.
- [5] Casey, C. (1996), "Incorporating Cognitive Apprenticeship in Multi-Media", Educational technology research and development, 44(1), 77-79.
- [6] Colburn, A. (2000), "An inquiry primer", Science Scope, 23 (6), 42-44.
- [7] Collins, A.; Seely, J. & Holum, A. (1991), "Cognitive apprenticeship: making things visible. American Educator", 15 (4), 2-18.
- [8] Creswell, J. W. (2003), "Research design: Qualitative, quantitative, and mixed method approaches", 2nd Ed., Sage Publications, Thousand Oaks, London, UK.
- [9] Cristalab.com (2011), "Foros de Diseño y Desarrollo Web", Recuperado el 13 de mayo de 2011, desde <http://foros.cristalab.com>
- [10] Dennen, V.P. (2004), "Cognitive apprenticeship in educational practice: research on scaffolding, modeling, mentoring, and coaching as instructional", Handbook of research on educational communications, 814-825.
- [11] Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? En P. Dillenbourg (Ed.), Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches (pp.1-19). Oxford: Elsevier.
- [12] Ediciones el PAIS, S.L. (2010), El país, Recuperado el 14 de octubre de 2010, desde http://www.elpais.com/articulo/internet/buscan/25000/ingenieros/elpeputec/20080506elpepunet_1/Tes

- [13] Educ.ar S.E. (2010), “Diseño Instruccional I: Fase de Planificación”, Recuperado el 12 de Noviembre de 2010, desde <http://www.educ.ar/educar/disenoinstruccional-i-estrategia-fase-de-planificacion.html>
- [14] Educational Broadcasting Corporation (2004), “Workshop: Inquiry-based Learning”, Concept to Classroom, Thirteen Editorial Online, Recuperado el 25 de octubre desde <http://www.thirteen.org/edonline/concept2class/inquiry/index.html>
- [15] Galeana, L. (2001), “Aprendizaje basado en Proyectos”, Universidad de Colima, Disponible en <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- [16] García-Famoso, M. (2005). Problem-based learning: a case study in computer science, Recent Research Developments in Learning Technologies, m-ICET2005.
- [17] Garris, R., Ahlers, R. & Driskell, J. E. (2002), “Games, motivation, and learning: a research and practice model”, *Simulation & Gaming*, 33, 441–467.
- [18] Ge, X. & Land, S.M. (2003), “Scaffolding students’ problem solving processes in an illstructured task using question prompts and peer interactions”, *Educational Technology Research and Development*, 51(1), 21–38.
- [19] Granollers, T., Lorés, J., y Perdrix F (2002), “Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad. Integración de la ingeniería del Software y de la Usabilidad”, COLINE 02: Investigación En Entornos De Interacción Colectiva, vol. 2002, Último acceso el 16 de Junio de 2010 desde <http://lsi.ugr.es/~mgea/workshops/coline02/Articulos/toni.pdf>
- [20] Gómez-Martín, M.A., Gómez-Martín, P.P, y González-calero, P.A. (2004), “Aprendizaje basado en juegos”, *Revista Icono*, 14 (4), 1-13.
- [21] Gros, B. (2000), “El ordenador invisible”, Barcelona: Gedisa.
- [22] Guba, E. G. (1981), “Criteria for assessing the trustworthiness of naturalistic inquiries”, *Educational Communication and Technology*, 29(2), pp. 75-91.
- [23] Houghton Mifflin’s (2009), “Project based Learning Space”, Background Knowledge and Theory, Disponible en <http://college.cengage.com/education/pbl/background.html>
- [24] Huang, S. T., Cho, Y. P., & Lin, Y. J. (2005), “ADDIE Instruction Design and Cognitive Apprenticeship for Project-based Software Engineering Education in MIS” En Proceedings of the 12th Asia-Pacific Software Engineering Conference, Taipei, Taiwan (pp. 652-662).
- [25] INE (2010), Instituto Nacional de Estadística. (National Statistics Institute), Recuperado el 15 de octubre de 2010, desde www.ine.es

[26] Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (2001). “Las estrategias y técnicas didácticas en el rediseño: El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica”, Disponible en <http://www.ub.es/mercanti/abp.pdf>

[27] Jorrín, I., Anguita, R., Rubia, B., Dimitriadis, Y., Ruíz, I., Marcos, J., Villagrà, S. (2007), “Lo que el Ojo no Ve: Un Estudio de Caso Basado en Procesos de Indagación Co(Wiki)laborativos”, RIED, vol. 2, 75-96. Disponible en <http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/volumendiez/lo-que-el-ojo-no-ve.pdf>

[28] La Vanguardia Ediciones S.L. (2010), Empleo magazine, Recuperado el 14 de octubre de 2010, desde <http://empleomagazine.clasificados.es/catalunya-tendra-un-28-menos-de-ingenieros-tic-en-el-2010>

[29] Lu, J., Lajoie, S., Wiseman, y J. (2010), “Scaffolding problem-based learning with CSCL Tools”, International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 5(3), 283-298.

[30] Melero, J., Hernández-Leo, D., & Blat, J. (2011). “Towards the Support of Scaffolding in Customizable Puzzle-based Learning Games”, En Proceedings of the 11th International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA), Santander, Spain, 254-257.

[31] Melero, J., Hernández-Leo, D., y Blat, J. “A Review of Learning Methods and Supporting Tooling in ICT Higher Education: Defining Different Types of Scaffolding”, Computers & Education (submitted).

[32] Monografias.com S.A. (2010), “Constructivismo”, Recuperado el 20 de octubre de 2010, desde <http://www.monografias.com/trabajos11/constru/constru.shtml>

[33] Moodle (2010), “Moodle”, Recuperado el 17 de noviembre de 2010 desde <http://moodle.org>

[34] Moursund, D. (1999). “Project-based learning using information technology”, International Society for Technology in Education, Second Edition, Eugene, OR.

[35] Muñoz-Merino, P.J., Delgado Cloos, C. (2009), “A software player for providing hints in problem-based learning according to a new specification”, Computer Applications in Engineering Education 17, 272–284 (2009).

[36] Murray, S., Ryan, J., & Pahl, C. (2003), “A Tool-mediated Cognitive Apprenticeship Approach for a Computer Engineering Course”, En Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, Greece (pp. 2-6).

[37] Northeastern Illinois University (2010), “Inquiry Based Learning: The benefits of Inquiry-based Instruction”, Recuperado el 27 de octubre de 2010 desde

<http://www.neiu.edu/~middle/Modules/science%20mods/amazon%20components/AmazonComponents2.html#benefits>

[38] Panitz, T., y Panitz, P., (1998), “Encouraging the Use of Collaborative Learning in Higher Education”, En J.J. Forest (ed.), *Issues Facing International Education*, June, NY, NY: Garland Publishing

[39] Pearson, J. (2006), “Investigating ICT using problem-based learning in face-to-face and online learning environments”, *Computers & Education*, 47(1), 56-73.

[40] Salinas, J (2000), “El aprendizaje colaborativo con los nuevos canales de comunicación”, En Cabero,J., Salinas,J. Duarte,A y Domingo, J. (Eds.), *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación*. Ed. Síntesis, Madrid. 199-228

[41] Sendag, S., & Odabasi, H. F. (2009) “Effects of an online problem based learning course on content knowledge acquisition and critical thinking skills”, *Computers & Education*, 53(1), 132-41.

[42] Servicio de Innovación Educativa (UPM) (2008), “Aprendizaje basado en Problemas”, Guías rápidas sobre nuevas metodologías, Disponible en http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf

[43] Stephenson, C. (2009), “It is a Pivotal Time for K-12 Computer Science”, *Communications of the ACM*, 52(12), 5.

[44] Stevens Institute of Technology (2010), “Space Engineer for a Day”, Disponible en <http://sites.google.com/site/ciese07030/Home/pbl-projectile-motion>

[45] Thomas, J. W. (2000), “A Review of Research on Project-based Learning”, Autodesk Foundation, San Rafael, CA, Recuperado 28 de octubre de 2010 des de http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf

[46] Wikipedia (2010), “Cognición”, Recuperado el 2 de noviembre desde <http://es.wikipedia.org/wiki/Cognición>

[47] Wikipedia (2010), “Serious Game”, Recuperado el 20 de Diciembre desde http://en.wikipedia.org/wiki/Serious_game

[48] Yelland, N., & Masters, J. (2007). “Rethinking scaffolding in the information age”, *Computers & Education*, 48(3), 362-382.

[49] Zañartu, L. M. (2003), “Aprendizaje Colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red”, Contexto Educativo, número 28. Disponible en <http://contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm>

[50] Zazueta M. A, y Herrera, L. F. (2003), “Andamio Cognitivo: Herramienta para el Proceso de Aprendizaje”, Universidad Autonoma de Campeche, Recuperado el 20 de noviembre desde www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.DescargaArticuloIU.descarga&tipo=PDF&articulo_id=10886

[51] Zydney, J. M. (2010), “The effect of multiple scaffolding tools on students’ understanding, consideration of different perspectives, and misconceptions of a complex problem”, Computers & Education, 54(2), 360-370.

9. Apéndices

9.1 Carta para el Instituto



Tomás Bueno Marín
Universitat Pompeu Fabra
tomas.buenom@gmail.com

Estimado/a Profesor/a

Soy Tomás Bueno Marín, actualmente estoy cursando Ingeniería Informática en la Universitat Pompeu Fabra y trabajando en mi proyecto final de carrera en colaboración con el Grupo de Tecnologías Interactivas (GTI, <http://gti.upf.edu>).

El foco principal de este trabajo es la creación de un juego educativo que proporcione mecanismos de ayuda (pistas) que faciliten a los estudiantes la comprensión de los conceptos principales de arquitectura de computadores. Nuestra meta es que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos mientras aprende diferentes conceptos de la materia y se divierten. Para ello, hemos creado dos versiones de un juego educativo orientado a las redes de ordenadores: una versión que contiene pistas que guían al estudiante durante el juego, mientras que la otra versión del juego carece de pistas.

Desearía consultarle si sería posible tomar una hora de clase para realizar un experimento con dicho juego educativo. El experimento consistiría en una actividad individual en la que dividiremos a los estudiantes en dos grupos para probar las dos versiones del juego que hemos diseñado (unos usarán el juego con pistas y otros usarán el juego sin pistas). Para realizar la actividad necesitaríamos un grupo orientativo de unos 15-20 estudiantes de curso de 3er o 4º ESO y un aula de ordenadores en la que cada estudiante pueda utilizar un ordenador. La dinámica de la actividad consistirá en dejar a los estudiantes jugar con el juego durante aproximadamente 20-30 minutos y posteriormente realizar un test durante unos 10 minutos en el que les pedimos su opinión personal. Por tanto, el objetivo del experimento es comprobar si el tipo de pistas ofrecidas por el juego son realmente útiles para aprender de forma más eficiente, mejorando el aprendizaje de los estudiantes.

Antes del experimento, si lo desean, tendríamos una reunión con ustedes para mostrarles el juego y explicarles los detalles del desarrollo de la sesión. Por supuesto ustedes tendrán acceso a los resultados del informe final en todo momento, les garantizamos la total confidencialidad de los datos y su institución aparecerá en los agradecimientos de mi Proyecto Final de Carrera.

A la espera de su respuesta, le agradezco de antemano su tiempo y consideración.

Muchas gracias,

Tomás.

9.2 Cuestionario Versión con Scaffolding

Evaluación del Experimento

Uso del Juego basado en Puzzles orientado a las Redes de Ordenadores

1. ¿Crees que has aprendido conceptos nuevos sobre las redes de ordenadores (Internet)?

Sí

No

2. Describe que conceptos has aprendido:

3. ¿Te ha sido fácil o difícil llegar a la solución correcta? ¿Por qué?

4. ¿El tipo de ayuda utilizada en el juego (es decir, las descripciones de cada uno de los elementos y el hecho de que los elementos volvieran al lugar inicial si están mal colocados) te ha ayudado durante el desarrollo del juego a encontrar la solución correcta?

Sí

No

5. ¿El mismo tipo de ayuda te ha hecho reflexionar a la hora de colocar las piezas en el juego o simplemente has llegado a la solución por prueba y error?

Reflexionar

Prueba y error

6. ¿Te hubiera gustado que el juego te proporcionara otro tipo de ayuda diferente? ¿Cuál?

7. ¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?

8. ¿Qué es lo que menos te ha gustado del juego?

¡Muchas gracias por tu participación!

9.3 Cuestionario Versión sin Scaffolding

Evaluación del Experimento

Uso del Juego basado en Puzzles orientado a las Redes de Ordenadores

1. ¿Crees que has aprendido conceptos nuevos sobre las redes de ordenadores (Internet)?

Sí

No

2. Describe que conceptos has aprendido:

3. ¿Te ha sido fácil o difícil llegar a la solución correcta? ¿Por qué?

4. ¿Cómo has llegado a la solución correcta? ¿Reflexionando previamente el tipo de pieza que ibas a colocar o simplemente has llegado a la solución por prueba y error?

Reflexionar

Prueba y error

5. ¿Te hubiera gustado que el juego te proporcionara algún tipo de ayuda? ¿Cuál?

6. ¿Qué es lo que más te ha gustado del juego?

7. ¿Qué es lo que menos te ha gustado del juego?

¡Muchas gracias por tu participación!

9.4 Tablas de Respuestas de los Estudiantes

9.4.1 Respuestas cuestionario con scaffolding

| ESTUDIANTES CON SCAFFOLDING | | | | | | | | |
|---|----------------|---|---|----------------------|------------------------------|---|--|---|
| Puntuación | Pregunta 1 | Pregunta 2 | Pregunta 3 | Pregunta 4 | Pregunta 5 | Pregunta 6 | Pregunta 7 | Pregunta 8 |
| | ¿Has aprendido | Describe los conceptos | Dificultad para llegar a solución | ¿Ayuda ha sido útil? | ¿Reflexión o prueba y error? | ¿Otro tipo de ayuda? | Aspectos positivos | Aspectos negativos |
| Fase 1: 0 Fase 2: 10 Fase 3: 10 TOTAL: 20 | Sí | Cómo llega el Internet a nuestro ordenador y por qué no interfiere el teléfono con Internet | Más bien difícil porque no tengo conocimientos en este tema | No | Reflexión | Ya está bien la ayuda que ha ofrecido | Que la apariencia sea adecuada con el tema | Que sea un poco complicado |
| Fase 1: 50 Fase 2: 10 Fase 3: 20 TOTAL: 80 | Sí | Cómo llega la información de Internet a casa | Difícil porque no sabía los conceptos de este tema | Sí | Prueba y Error | Estaba bien la ayuda, pero quizá alguna pista más | Que he aprendido cosas que no sabía | Que era un poco difícil y liso |
| Fase 1: -50 Fase 2: 30 Fase 3: 40 TOTAL: 20 | Sí | Desde dónde abrimos Internet y desde dónde nos llega | Depende de la fase y del juego si no he sabido hacerla | Sí | Reflexión | Que hubiera dado más pistas | No mucho | Un poco aburrido |
| Fase 1: -120 Fase 2: -20 Fase 3: 0 TOTAL: -140 | No | Nada | Difícil porque no sé nada sobre los ordenadores e Internet | Sí | Reflexión | Alguna pista más | La última fase | Las segunda fase |
| Fase 1: -70 Fase 2: -10 Fase 3: -10 TOTAL: -90 | Sí | Cómo llega Internet a casa | Difícil porque nunca me había parado a pensarla | Sí | Reflexión | No | Saber cómo llega Internet a casa | La de la dirección IP, etc. |
| Fase 1: -100 Fase 2: 30 Fase 3: 20 TOTAL: -50 | Sí | Dirección MAC, IP, cómo llega Internet a nuestras casas, etc. | Sí, porque no tenía ni idea. (Y uso ordenador cada día) | Sí | Reflexión | Más pistas | Es entretenido | Era un poco difícil |
| Fase 1: -60 Fase 2: -20 Fase 3: 20 TOTAL: -60 | No | | Me ha sido fácil | Sí | Prueba y Error | Las pistas no se veían del todo bien | Pone los objetos en su lugar | Que hubieses muchas opciones para colocar |
| Fase 1: 30 Fase 2: 10 Fase 3: -60 TOTAL: -20 | Sí | Desde dónde se conecta nuestro Internet y todo el recorrido hasta que nos llega | Era bastante difícil | Sí | Reflexión | Un comodín que sirviera para guiarte un poco más | Primera fase | El último juego costaba entenderlo |
| Fase 1: 0 Fase 2: 20 Fase 3: 50 TOTAL: 70 | Sí | Cómo se llega a tener Internet | Difícil porque no sabía casi nada | Sí | Reflexión | Me daba igual pero ha estado bien | Las puntuaciones | Leer demasiado antes de empezar la prueba |
| Fase 1: 0 Fase 2: 20 Fase 3: -10 TOTAL: 10 | Sí | Cómo llega Internet a casa | Difícil, porque había cosas que no conocía | Sí | Reflexión | No | Primera fase | Nada |

9.4.2 Respuestas cuestionario sin scaffolding

| ESTUDIANTES SIN SCAFFOLDING | | | | | | | |
|--|--|---|---|---|--|---|---|
| Puntuación | Pregunta 1 <i>¿Has aprendido conceptos?</i> | Pregunta 2 <i>Describe los conceptos</i> | Pregunta 3 <i>Dificultad para llegar a solución</i> | Pregunta 4 <i>¿Reflexión o prueba y error?</i> | Pregunta 5 <i>¿Tipo de ayuda?</i> | Pregunta 6 <i>Aspectos positivos</i> | Pregunta 7 <i>Aspectos negativos</i> |
| Fase 1: 20 Fase 2: 10 Fase 3: 30 TOTAL: 60 | Sí | Cómo llega Internet a casa y cómo se envían paquetes de datos | Difícil porque no tenía demasiada información sobre el tema | Reflexión | Sí, un apoyo teórico | Los conocimientos | La ayuda |
| Fase 1: -30 Fase 2: 40 Fase 3: 20 TOTAL: 30 | Sí | Cómo llega ads1 a casa. Las tramas de Internet | Difícil, porque costaba encontrar la solución y la lógica, pero se podía hacer, a mí es que me cuesta | Reflexión | Ya proporciono teoría, he aprendido cosas de Internet | Que te entretienes en averiguar la solución | Que sea difícil |
| Fase 1: 30 Fase 2: 40 Fase 3: -350 TOTAL: -280 | Sí | Cómo nos llega Internet a nuestro ordenador | El juego de las tramas era muy difícil | Reflexión | Sí, estaría bien que te dieran pistas de dónde se encuentra el error | Es ingenioso | El juego de las tramas |
| Fase 1: -40 Fase 2: 20 Fase 3: 40 TOTAL: 20 | Sí | El concepto de enviar datos a otro ordenador | Me ha sido difícil porque no tenía muchos conocimientos sobre esto | Reflexión | Sí, una pequeña explicación teórica más | La primera fase | La segunda fase |
| Fase 1: -1660 Fase 2: -30 Fase 3: -180 TOTAL: -1870 | No | | Difícil porque no las entendía | Reflexión | Sí, poniendo la respuesta correcta después de haberlo intentado varias veces | Los esquemas | Muy complicado llegar a la respuesta correcta |
| Fase 1: -50 Fase 2: 40 Fase 3: -30 TOTAL: -40 | Sí | Cómo llega Internet a casa | Difícil porque no sabía nada sobre esto | Prueba y error | Sí, saber cuál estaba bien y cuál mal | Primera fase | Última fase |
| Fase 1: -60 Fase 2: 20 Fase 3: -360 TOTAL: -300 | Sí | Cómo llega el Internet y cómo el ordenador se conecta a Internet | Difícil, porque tenía poquíssimos conocimientos sobre las redes | Reflexión | Sí, dando más pistas | Ha estado entretenido e interesante | Un poco complicado y restaba puntos |
| Fase 1: -20 Fase 2: 20 Fase 3: -30 TOTAL: -30 | Sí | Que para enviar un correo o información hacé falta un largo recorrido | Difícil, porque había muchos conceptos que desconocía | Reflexión | No | Todo me ha gustado mucho | Nada |
| Fase 1: -60 Fase 2: 40 Fase 3: 30 TOTAL: -10 | Sí | Cómo llega Internet a casa | Difícil, porque cuesta muchísimo | Prueba y error | Sí | La primera fase | La tercera fase |
| Alumna con problemas visuales, que tenía ayuda de una persona que va siempre a su lado | | | | | | | |