



Universidad  
Carlos III de Madrid  
[www.uc3m.es](http://www.uc3m.es)

Programa de Doctorado  
en Ciencia y Tecnología Informática

Tesis Doctoral

**Un Modelo Conceptual Para El Diseño De  
Videojuegos Educativos**

Autor:

Mario Rafael Ruiz Vargas

Directores:

Dra. Paloma Díaz Pérez

Dr. Telmo Zorraonandia Ayo

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA

Leganés, Diciembre de 2014.



Tesis Doctoral

**Un Modelo Conceptual Para El Diseño De  
Videojuegos Educativos**

Autor:

Mario Rafael Ruiz Vargas

Directores:

Dra. Paloma Díaz Pérez

Dr. Telmo Zarraonandia Ayo

Firma del Tribunal Calificador:

Nombre y Apellido

Firma

Presidente: Dr. Manuel-Alonso Castro Gil

\_\_\_\_\_

Vocal: Dr. Jesús Ángel Velázquez Iturbide

\_\_\_\_\_

Secretario: Dra. Teresa Onorati

\_\_\_\_\_

Calificación: \_\_\_\_\_

Leganés, 10 de Diciembre de 2014.



*A Mayra y Karla.*



## Agradecimientos.

Esta tesis, como muchas otras, es el resultado de un largo tiempo de arduo trabajo, dedicación y esfuerzo. Proceso en el que muchas personas me han acompañado y me han brindado su apoyo para poder culminarla; aunque mi gratitud no puede reducirse a estas líneas, intentaré mencionarlos a todos.

En primer lugar, agradezco a mis directores de tesis Paloma y Telmo de quienes he aprendido muchísimo y sin su ayuda no hubiera sido posible llegar hasta aquí. Quiero también mostrar mi agradecimiento a Nacho (Dr. Aedo), que siempre me ayudó y brindó todo tipo de facilidades durante el desarrollo de esta tesis.

Valoro de un modo especial a Telmo, gracias por todos estos años de arduo trabajo, por exigirme a realizar el trabajo bien hecho y por hacerme repetir un párrafo infinidad de veces, por tus palabras de ánimo que me ayudaron a seguir adelante, gracias por tu tiempo y por tu dedicación.

A mis compañeros de universidad y de despacho: Dani, Juanma, Javi, Lorena, Teresa, Jorge, Guille, Sergio, Andrea y Pablo, con quienes compartí los mejores y no tan buenos momentos; siempre hicieron que mi estancia lejos de mi país fuera menos difícil, gracias por esa amistad incondicional que nunca entendió de fronteras. Quiero mostrar un agradecimiento especial a Chema, que siempre me animó a seguir hasta el final, y como dejar de mencionar tus fiestas de cumpleaños que fueron y seguirán siendo las mejores, eres un gran tipo!.

Gracias enormes a mi familia, por su constante presencia, apoyo y cariño que siempre me brindaron. A mis padres, Rafael y Gladis, por estar siempre pendientes y por motivarme a seguir hasta alcanzar el objetivo. A mi tío Mario, un hombre ejemplar, quiero decirle que sin él este sueño que ahora estoy por finalizar, no hubiera sido posible, gracias infinitas. A Mayra, mi esposa, amiga y compañera de fórmula. A mi hija Karlita, por acompañarme en esta aventura y por brindarme su amor ilimitado, sepan que todo este esfuerzo es por ustedes. A mi hermana y a toda la familia, que siempre han creído en mí!.

Gracias a todos!!

Mario Rafael





# Abstract

This thesis falls within the set of works related to processes of computer-assisted learning, and more specifically within those that make use of video games to achieve educational goals, also known as educational or serious games. Although various studies suggest that the use of computer based educational games can bring significant benefits in terms of student motivation and interest, the broad adoption of this technology in the field of education has been hampered by the lack of models, methods and tools that help to reduce the high costs traditionally associated with the creation of this type of artifacts and the difficulty of obtaining elements that combine properly the educational and recreational purpose of the game.

The design of a successful educational videogame is a task that requires technical knowledge and a variety of skills in the different aspects involved in the design of videogames, which increases over time due to the complexity and sophistication of current technologies. The ultimate goal of this thesis is to assist educators in the design of videogames that can support educational activities. To this end, this thesis proposes a conceptual model for educational videogames that allows to specify designs that are easily customizable and reusable. A model with these characteristics will serve as support for the videogame design speeding up its definition through the reuse of parts and components of previous designs. The proposed model takes into consideration educational videogame aspects recognized frequently in the literature as fundamental to get an educational and entertaining gaming experience, and defines a set of entities of design through which the educator can describe a particular design for each of them. Moreover, the organization of the elements of the model facilitates the reuse of design parts of other educational videogames, what will make it possible the generation of new variants of the same game, used to match different learning purposes or domains.

The completeness of the model and the ability to reuse and adapt the designs have been demonstrated through a case study consisting of the design of a set of educational videogames for the preparation of children in home and school risks. The validity of the model and its ability to allow the specification of videogames that serve its ludic and educational purpose was confirmed through a second

case of study in which students and teachers of a primary school of Madrid made use of several video games, implemented from designs developed in the first case.

The model proposed could serve as a base for the further development of design methods and tools that could support educators and designs during the production phase, for example by means of tools and platforms to create and interpret game designs specified in terms of the elements of the model.

# Resumen

La presente tesis doctoral se enmarca dentro del conjunto de trabajos relacionados con procesos de enseñanza-aprendizaje asistido por ordenador, y más concretamente en aquellos que hacen uso de videojuegos como medio y soporte para alcanzar las metas didácticas propuestas. A pesar de que distintos estudios sugieren que el uso de juegos de ordenador dentro de los procesos de aprendizaje puede reportar importantes beneficios en términos de motivación del alumno e incrementar el interés de los alumnos por el tema de estudio; la adopción de esta tecnología en el ámbito educativo se ha visto obstaculizada por la falta de modelos, métodos y herramientas que ayuden a reducir los elevados costes tradicionalmente asociados con la creación de este tipo de artefactos y la dificultad de obtener elementos que asocien de manera adecuada el propósito educativo y lúdico del juego.

El diseño de un videojuego educativo exitoso es una tarea que requiere de conocimientos técnicos y una variedad de habilidades en los diferentes aspectos que implica su diseño, y que aumenta con el tiempo debido a la complejidad y sofisticación de los actuales videojuegos. El objetivo final de esta tesis es asistir a educadores en el proceso de diseño de videojuegos que puedan dar soporte a actividades educativas. Con este fin, se propone un modelo conceptual para videojuegos educativos que permita especificar diseños de este tipo de artefactos de software que sean fácilmente adaptables y reusables. Un modelo de estas características servirá de soporte a la tarea de diseño del videojuego al permitir acelerar su definición a través de la reutilización de partes y componentes de diseños previos. El modelo propuesto toma en consideración los aspectos de un videojuego educativo considerados como más significativos en la literatura para conseguir una experiencia de juego educativa y lúdica, y define para cada uno de ellos, un conjunto de entidades de diseño a través de los cuales el educador puede describir un determinado diseño. Por otra parte, la organización de los elementos del modelo facilita la reutilización de las piezas de diseño previos de videojuegos educativos, lo que hará posible la rápida reproducción de nuevas variantes del mismo juego, que se pueden utilizar para que coincidan con diferentes propósitos de aprendizaje o dominios.

La completitud del modelo y la capacidad de reutilización y adaptación de los diseños especificados en términos de sus elementos, ha sido demostrada a través de un caso de estudio consistente en el diseño de un conjunto de videojuegos educativos para la preparación de niños en los procedimientos de respuesta a situaciones de emergencia. La validez del modelo y su capacidad para permitir la especificación de videojuegos que sirven a su propósito lúdico y educacional fue constatada a través de un segundo caso de estudio en el que estudiantes y alumnos de un colegio de primaria de Madrid hicieron uso de varios videojuegos implementados a partir de los diseños desarrollados en el primer caso.

El modelo propuesto podrá servir como punto de partida para el desarrollo de métodos de diseño y herramientas que den soporte de una manera más directa a educadores y diseñadores no solo durante la fase inicial de diseño, sino también a lo largo de la fase de producción, a través de herramientas de autoría, motores y plataformas de juego que puedan interpretar diseños especificados en términos de los elementos del modelo.

# Tabla de Contenido

|  |      |
|--|------|
| Abstract.....  | v    |
| Resumen.....   | vii  |
| Lista de Tablas.....   | xv   |
| Lista de Figuras.....  | xvii |
| 1. Introducción .....  | 1    |
| 1.1. Introducción y contexto.....  | 1    |
| 1.2. Objetivos y aportaciones .....  | 4    |
| 1.3. Metodología de la investigación .....                                     | 6    |
| 1.3.1. Determinación del problema .....  | 6    |
| 1.3.2. Formulación de las hipótesis .....                                      | 6    |
| 1.3.3. Validación de las hipótesis .....                                       | 7    |
| 1.3.4. Análisis de los resultados .....  | 7    |
| 1.4. Estructura del documento .....  | 8    |
| 2. Estado de la cuestión.....  | 9    |
| 2.1. Beneficios de los videojuegos aplicados a la educación .....              | 11   |
| 2.2. Aprendizaje formal, no formal e informal.....                             | 13   |
| 2.3. Clasificación de los videojuegos.....                                     | 15   |
| 2.4. Heurísticas asociadas al diseño de videojuegos.....                       | 18   |
| 2.5. Modelos para el diseño de videojuegos.....                                | 20   |
| 2.5.1. Modelo de entrada-proceso-resultado .....                               | 20   |
| 2.5.2. Modelo <i>GameFlow</i> .....  | 21   |
| 2.5.3. Marco de trabajo MDA ( <i>Mechanics – Dynamics – Aesthetics</i> ) ..... | 22   |
| 2.5.4. Modelo de juego experimental.....                                       | 22   |

|  |    |
|--|----|
| 2.5.5. Modelo de tres capas para el diseño de videojuegos educativos para la web.....              | 24 |
| 2.5.6. <i>Game object model</i> (GOM) .....  | 24 |
| 2.5.7. Modelo de diseño de videojuegos de acción.....  | 26 |
| 2.5.8. Ciclo de interacción adaptado para videojuegos.....   | 27 |
| 2.5.9. Modelo de multimedia atractiva para niños.....  | 28 |
| 2.6. Resumen .....   | 29 |
| 3. Planteamiento general del problema.....   | 31 |
| 3.1. Diseño y desarrollo de un videojuego educativo.....   | 32 |
| 3.1.1. Diseño y desarrollo empleando herramientas no específicas para videojuegos educativos ..... | 32 |
| 3.1.2. Diseño y desarrollo empleando herramientas específicas para videojuegos educativos .....    | 33 |
| 3.2. Identificación del problema y contribución esperada.....                                      | 35 |
| 4. Modelo conceptual de diseño de videojuegos educativos .....                                     | 37 |
| 4.1. Análisis de las distintas heurísticas de evaluación y modelos de diseño de videojuegos .....  | 38 |
| 4.2. Modelo para el diseño de videojuegos educativos. ....   | 43 |
| 4.2.1. Mecánica .....  | 45 |
| 4.2.2. Retos.....  | 47 |
| 4.2.3. Escenario.....  | 49 |
| 4.2.4. Caracterización.....  | 51 |
| 4.2.5. <i>Feedback</i> .....   | 54 |
| 4.2.6. Socialización.....  | 56 |
| 4.2.7. <i>Debriefing</i> .....   | 58 |
| 4.2.8. <i>Storyline</i> .....  | 60 |
| 4.2.9. Recompensa .....  | 63 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.10. Persistencia .....  | 65 |
| 4.2.11. Servicios .....   | 68 |
| 4.2.12. Interfaz del juego e interacción .....  | 70 |
| 4.3. Resumen.....   | 74 |
| 5. Evaluaciones del modelo .....  | 75 |
| 5.1. Diseño de pruebas de evaluación .....  | 76 |
| 5.2. Caso de estudio: diseño videojuegos educativos .....   | 78 |
| 5.2.1. Primer juego: “La casa peligrosa” .....  | 79 |
| 5.2.2. Segundo juego: “Elimina riesgos” .....   | 81 |
| 5.2.3. Tercer juego: “Evacuación en el colegio” .....   | 83 |
| 5.2.4. Diseño de variantes de los juegos.....   | 85 |
| 5.2.5. Discusión .....  | 85 |
| 5.3. Implementación de los juegos.....  | 87 |
| 5.3.1. Primer paso: Inicio y personalización del avatar.....  | 87 |
| 5.3.2. Segundo paso: Selección del pueblo (Conjunto de mini-juegos)   | 88 |
| 5.3.3. Tercer paso: Selección del mini-juego .....  | 89 |
| 5.3.4. Mini-juego 1: “La Casa Peligrosa” .....  | 90 |
| 5.3.5. Mini-juego 2: “Elimina riesgos” .....  | 91 |
| 5.3.6. Mini-juego 3: “Evacuación en el colegio” .....   | 92 |
| 5.3.7. Mini-juego 4, 5 y 6: “El colegio peligroso!”, “Elimina riesgos en el cole” y “Evacuación en el hogar”..... | 93 |
| 5.4. Evaluación de la calidad de los juegos. ....   | 95 |
| 5.4.1. Diseño del experimento .....   | 96 |
| 5.4.1.1. Comprobación del conocimiento inicial.....   | 96 |
| 5.4.1.2. Preparación y establecimiento del contexto.....  | 96 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.4.1.3. Sesiones de juego .....  | 97  |
| 5.4.2. Instrumentos de evaluación .....   | 98  |
| 5.5. Resultados de la evaluación del modelo .....   | 100 |
| 6. Conclusiones .....   | 103 |
| 6.1. Conclusiones .....   | 103 |
| 6.2. Aportaciones .....   | 106 |
| 6.3. Líneas de trabajo futuras .....  | 107 |
| 6.3.1. Uso del modelo como soporte del proceso de ideación inicial del juego por un equipo multidisciplinar. ....                                     | 107 |
| 6.3.2. Desarrollo de un lenguaje de modelo visual de diseños de videojuegos educativos. ....  | 107 |
| 6.3.3. Herramientas para la generación automática de videojuegos educativos a partir de diseños especificados mediante los elementos del modelo. .... | 108 |
| Referencias bibliográficas .....  | 109 |
| Anexos.....   | 119 |
| Anexo I. Publicaciones Relacionadas.....  | 119 |
| I.1 Designing Educational Games Through a Conceptual Model Based on Rules and Scenarios.....  | 119 |
| I.1.1. Cita Completa.....   | 119 |
| I.1.2. Abstract .....   | 119 |
| I.2 Combining Game Designs for Creating Adaptive and Personalized Educational Games.....  | 152 |
| I.2.1 Cita Completa.....  | 152 |
| I.2.2 Abstract .....  | 152 |
| I.3. Designing Educational Games By Combining Other Games Designs. ....   | 167 |
| I.3.1 Cita Completa.....  | 167 |



|  |     |
|--|-----|
| I.3.2 Abstract.....  | 167 |
| I.4. Safety Villages: a computer game for raising children’s awareness of risks. ....  | 179 |
| I.4.1 Cita Completa.....   | 179 |
| I.4.2 Abstract.....  | 179 |
| I.5. Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños..... | 188 |
| I.5.1 Cita Completa.....   | 188 |
| I.5.2 Resumen .....  | 188 |
| I.6. Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning. ....   | 203 |
| I.6.1 Cita Completa.....   | 203 |
| I.6.2 Abstract.....  | 203 |
| I.7. Modelling Computer Game Based Educational Experience for Teaching Children about Emergencies. ....                                    | 215 |
| I.7.1 Cita Completa.....   | 215 |
| I.7.2 Abstract.....  | 215 |
| I.8. Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños..... | 219 |
| I.8.1 Cita Completa.....   | 219 |
| I.8.2 Resumen .....  | 219 |
| I.9. A game model for supporting children learning about emergency situations.....   | 230 |
| I.9.1 Cita Completa.....   | 230 |
| I.9.2 Abstract.....  | 230 |
| Anexo II. Plataformas de desarrollo de videojuegos.....  | 239 |
| II.1. Criterios de selección .....   | 239 |

|  |     |
|--|-----|
| II.2. Tipos de plataformas .....                             | 241 |
| II.3. Comparativa de motores de juego en entornos 3D.....    | 242 |
| II.4. Comparativa de entornos Web 3D.....                    | 243 |
| II.5. Comparativa de Mundos Virtuales 3D.....                | 244 |
| II.6. Conclusiones de la evaluación de las plataformas ..... | 248 |

# Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1: Resumen de las problemáticas identificadas .....  | 36 |
| Tabla 2: Resumen de las características de los videojuegos consideradas en la literatura como más relevante durante la experiencia con videojuegos. .... | 41 |
| Tabla 3: Entidades de diseño para la definición de la mecánica básica de un juego. ....  | 46 |
| Tabla 4: Entidades de diseño para la definición de los retos propuestos en un juego. ....  | 47 |
| Tabla 5: Entidades de diseño para la definición de escenarios de juego. ....   | 49 |
| Tabla 6: Entidades de diseño para la definición de los personajes del juego....  | 53 |
| Tabla 7: Entidades de diseño para la definición de los mecanismos de <i>Feedback</i> .....   | 55 |
| Tabla 8: Entidades de diseño para la definición de los mecanismos de Socialización.....  | 57 |
| Tabla 9: Entidades de diseño para la descripción de las actividades de Debriefing .....  | 60 |
| Tabla 10: Conjunto de entidades de diseño para la descripción de la narrativa .....  | 62 |
| Tabla 11: Entidades de diseño del componente de recompensa. ....   | 64 |
| Tabla 12: Resumen de las características incluidas en la persistencia.....   | 67 |
| Tabla 13: Entidades de diseño para la definición de Servicios del juego .....  | 69 |
| Tabla 14: Entidades de diseño para la definición del componente de Interface e Interacción del juego.....  | 71 |
| Tabla 15: Resumen de las pruebas de evaluación, sus objetivos y los artefactos evaluados.....  | 77 |
| Tabla 16: Resumen de la definición de componentes utilizados en el videojuego “La Casa Peligrosa” .....  | 80 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 17: Resumen de la definición del conjunto de elementos utilizados en el videojuego “Elimina riesgos”.....       | 83  |
| Tabla 18: Resumen de la definición del conjunto de elementos utilizados en el juego “Evacuación en el colegio”. ..... | 84  |
| Tabla 19: Lista de juegos desarrollados. ....   | 85  |
| Tabla 20: Resumen de las entidades de diseño reutilizadas del juego “La Casa Peligrosa”.....                          | 86  |
| Tabla 21: Respuestas a los cuestionarios de las estudiantes reunidas durante la evaluación de usuarios. ....          | 100 |
| Tabla 22: Respuestas a los cuestionarios de los educadores reunidas durante la evaluación de usuarios. ....           | 101 |
| Tabla 23: Comparativa de motores de juegos 3D.....  | 245 |
| Tabla 24: Comparativa de motores de juegos en entornos web 3D.....  | 246 |
| Tabla 25: Comparativa de motores de juegos de Mundos virtuales.....   | 247 |

# Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Modelo de entrada-proceso-resultado de Garris (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002). .....                             | 21 |
| Figura 2: Modelo de juego propuesto por Kiili (Kiili, K., 2005b) .....   | 23 |
| Figura 3: Modelo de tres capas para el diseño y evaluación de videojuegos propuesto por Fu et al. (Fu, F. L. F., & Yu, S. C., 2008). .....   | 24 |
| Figura 4: Esquema del <i>Game Object Model</i> (Amory, A., & Seagram, R., 2003). .....   | 25 |
| Figura 5: Modelo para el diseño cualitativo de videojuegos propuesto por Fabricatore (Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R., 2002)..... | 26 |
| Figura 6: Ciclo de interacción adaptado para videojuegos propuesto por Barendregt et al. (Barendregt, W., & Bekker, M. M., 2004).....        | 27 |
| Figura 7: Modelo de diseño multimedia para niños propuesto por Said en (Said, N. S., 2004).....  | 28 |
| Figura 8: Modelo para la descripción de la mecánica .....  | 46 |
| Figura 9: Modelo para la definición de retos del juego .....   | 48 |
| Figura 10: Modelo para la definición del escenario del juego .....   | 51 |
| Figura 11: Modelo para la descripción de las características de los personajes   | 54 |
| Figura 12: Modelo para descripción del mecanismo de <i>Feedback</i> del juego. ....  | 56 |
| Figura 13: Modelo para describir la definición de socialización. ....  | 58 |
| Figura 14: Modelo para la descripción de actividades de <i>Debriefing</i> .....  | 60 |
| Figura 15: Modelo para la descripción del <i>Storyline</i> .....   | 63 |
| Figura 16: Modelo para la descripción de las recompensas definidas en el juego .....   | 65 |
| Figura 17: Modelo para la descripción de las características de la Persistencia. ....  | 68 |
| Figura 18. – Modelo para la descripción de servicios.....  | 70 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 19: Modelo para la descripción del mecanismo de interacción del juego ..... | 72 |
| Figura 20: Modelo para la descripción del interface del juego. ....                | 73 |
| Figura 21: Captura de pantalla del juego “La casa peligrosa”. ....                 | 81 |
| Figura 22: Captura de pantalla de inicio del juego.....                            | 87 |
| Figura 23: Captura de la pantalla de personalización del avatar .....              | 88 |
| Figura 24: Captura de la pantalla principal del juego.....                         | 89 |
| Figura 25: Captura de pantalla de uno de los pueblos incluidos en el juego ....    | 90 |
| Figura 26: Captura de pantalla del juego “La casa Peligrosa” .....                 | 91 |
| Figura 27: Captura de pantalla del juego “Elimina riesgos” .....                   | 92 |
| Figura 28: Captura de pantalla del juego “Evacuación en el colegio” .....          | 93 |
| Figura 29: Captura de pantalla del juego “Evacuación en el hogar” .....            | 94 |
| Figura 30: Evaluación de los juegos educativos en una escuela primaria. ....       | 97 |
| Figura 31: Evaluación de los juegos educativos en una escuela primaria. ....       | 98 |

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Introducción y contexto

La pasada década ha sido de especial importancia para el área de los juegos de ordenador. Además de consolidarse como una de las más importantes industrias de entretenimiento, su popularidad fuera del nicho de los llamados *hard-core gamers* se ha incrementado considerablemente. Al mismo tiempo, también ha ido creciendo el interés por explorar sus posibilidades de aplicación para otros propósitos distintos del entretenimiento, como la simulación (Prensky, M., 2001b; Toups, Z. O., Kerne, A., Hamilton, W., & Blevins, A., 2009) o la educación (Aldrich, C., 2005; Remission, 2010; UN/ISDR, 2010). La investigación sobre esta última área ha sido particularmente activa y, aunque algunos de los beneficios con los que habitualmente se les asocia son todavía objeto de debate, la eficacia de los videojuegos de ordenador para mejorar la motivación y aumentar el interés de los estudiantes en sus materias es reconocida (Ampatzoglou, A., & Chatzigeorgiou, A., 2007; Druckman, D., 1995; Virvou, M., & Katsionis, G., 2008).

Sin embargo, el uso de videojuegos en procesos educativos no está tan extendido como se esperaría, al considerar los beneficios que estos pueden aportar. Su popularización se ha visto hasta ahora frenada por varias barreras que diseñadores y educadores deben afrontar. En primer lugar, con el fin de no hacer demasiado evidente el carácter educativo del videojuego es necesario ofrecer al jugador una experiencia relativamente similar a la obtenida cuando juega con fines de entretenimiento. Sin embargo, la complejidad y sofisticación de este tipo de videojuegos crece cada día, no solo en términos de recursos gráficos y audiovisuales, sino también en lo referente a mecanismos de interacción y narrativa. Como consecuencia, a la hora de afrontar el diseño y desarrollo del videojuego educativo o bien se asumen los altos costes que puede conllevar obtener un producto de características semejantes a las que el jugador está acostumbrado a encontrar en los videojuegos comerciales (Adkins, S. S., & Insight, A., 2013), o se sacrifica esa semejanza con el fin de reducir los gastos, poniendo en riesgo o limitando la consecución de los beneficios que el videojuego reportaría en términos de motivación para el estudiante.

En segundo lugar, a la dificultad inherente al diseño y desarrollo de un videojuego que resulte entretenido se une, en el caso de los videojuegos educativos, la dificultad de conseguir que el jugador aprenda al mismo tiempo y logre los objetivos educativos fijados. Ambos objetivos, de entretenimiento y educativo, deben estar cuidadosamente balanceados para poder ser satisfechos al mismo tiempo y no acabar ofreciendo una experiencia donde el juego es únicamente un mero envoltorio de la actividad de aprendizaje (Fabricatore, C., 2000; Prensky, M., 2001c). Más aún, el diseño de esta última debe ser cuidado de tal forma que se consiga romper los límites del "círculo mágico" creado por la actividad realizada en el espacio virtual (Huizinga, J., 1971), de modo que el jugador sea consciente de que debe transferir el conocimiento adquirido al mundo real (Wechselberger, U., 2009). Estas dificultades han generado la necesidad de contar con modelos conceptuales que faciliten el proceso de diseño de videojuegos que puedan ser empleados como soporte a los procesos educativos, tales como los reportados en (Amory, A., & Seagram, R., 2003; Kiili, K., 2005b; Westera, W., Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., & Wopereis, I. G. J. H., 2008). A pesar de la valiosa contribución de estos trabajos a la comprensión de las experiencias educativas basadas en videojuegos, la mayoría de estas heurísticas de diseño y modelos son difíciles de utilizar en la práctica. Esto es debido, principalmente, a que en la mayoría de los casos se presentan en forma de directrices de alto nivel, no fácilmente traducibles en elementos específicos del juego. De hecho, notaciones y modelos que llenen el vacío entre los modelos teóricos y los diseños técnicos son precisamente lo que se necesita para facilitar



la producción de diseños de calidad y proporcionar apoyo en la reutilización de sus componentes básicos

La presente tesis tiene como objetivo promover y facilitar el uso de los videojuegos como soporte a los procesos de aprendizaje, ofreciendo un modelo que sirva de guía en el proceso de diseño de un videojuego educativo. El modelo proporcionará una abstracción que simplifique la descripción del sistema, que incluya elementos fundamentales identificados en la literatura sobre juegos educativos, y que permita la reutilización y adaptación de partes de un diseño, simplificando y acelerando el proceso de creación de los juegos. El modelo será diseñado teniendo en cuenta las características de los videojuegos educativos consideradas más a menudo como significativas a la hora de obtener experiencias motivadoras, divertidas y educativas.

## 1.2. Objetivos y aportaciones

Con el propósito de aprovechar los beneficios derivados del empleo de los videojuegos como herramientas educativas, es necesario disponer de lenguajes y herramientas que no solamente agilicen el proceso de diseño e implementación del videojuego, sino que, además, faciliten la integración en el equipo de diseño de otros tipos de perfiles, como por ejemplo, el del experto en pedagogía o el experto en el dominio de conocimiento.

Como primer paso hacia ese objetivo, esta tesis tiene como fin la definición de un modelo que sirva de guía en el proceso de diseño de videojuegos educativos que proporcionen soporte a procesos de aprendizaje. El modelo incluirá un conjunto de entidades de diseño que podrán ser empleadas para definir aquellos componentes del videojuego educativo considerados como más significativos en la literatura, proporcionando un nivel de abstracción que simplifique la descripción del sistema y que pueda servir como guía a su posterior implementación. Este nivel de abstracción puede utilizarse como mecanismo para facilitar la comunicación entre equipos multidisciplinares.

Con este fin se plantea el siguiente objetivo general de la tesis:

- Definir un modelo que proporcione un conjunto de entidades de diseño que puedan ser configuradas y combinadas entre sí para describir diseños de videojuegos educativos que sirvan como soporte en los procesos de aprendizaje.

En cuanto a las aportaciones significativas que surgen como resultado del proceso de investigación asociado al desarrollo y evaluación de esta tesis, cabe destacar las siguientes:

- Un modelo conceptual para la definición de videojuegos educativos.
- Un videojuego educativo que sirva como prueba de concepto y que pueda ser utilizado como soporte a un caso específico de aprendizaje, es decir, la formación y educación de niños en situaciones de riesgo o emergencia.

La presente tesis se ha desarrollado dentro del contexto del proyecto UrThey (TIN2009 09687), financiado por el Plan Nacional de Investigación y Ciencia del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, y entre cuyos objetivos se encuentra el de explorar las posibilidades de uso de herramientas 2.0 avanzadas en la preparación de comunidades en situaciones de emergencia, y el empleo de juegos sociales para mejorar la capacidad de reacción en estas situaciones de los colectivos más vulnerables, como por ejemplo el de los niños. Cabe destacar

también que el desarrollo de la tesis ha dado lugar a las siguientes publicaciones, incluidas en el Anexo I:

- Mario Rafael Ruíz Vargas, Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz y Ignacio Aedo. "Modelling Computer Game Based Educational Experience For Teaching Children About Emergencies", en Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. 2010. (ICALT).
- Mario Rafael Ruíz Vargas, Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz y Ignacio Aedo. "Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños", en Proceedings of the XI Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (ADIE), SINTICE, p. 117-123. 2010.
- Telmo Zarraonandia, Mario Rafael Ruíz Vargas, Paloma Díaz y Ignacio Aedo. "A game model for supporting children learning about emergency situations", en Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM). 2010.
- Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz, Ignacio Aedo y Mario Rafael Ruíz Vargas. "Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning", en Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). 2011.
- Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz, Ignacio Aedo y Mario Rafael Ruíz Vargas. "Designing educational games through a conceptual model based on rules and scenarios", Multimedia Tools and Applications. ,Ed: Springer US ,1-25, 2014.

## 1.3. Metodología de la investigación

En este apartado se describen brevemente las diferentes secciones planificadas que se llevarán a cabo para la realización de esta tesis, tomando como referencia la metodología de investigación presentada en (Sierra, R., 2003), y que consta de los siguientes pasos:

- Determinación del problema.
- Formulación de las hipótesis.
- Validación de las hipótesis.
- Análisis de los resultados.

### 1.3.1. Determinación del problema

La primera fase del trabajo tiene por objetivo determinar el problema que se abordará. Esta tarea se realiza a través de los siguientes pasos o etapas:

- Descripción y definición del contexto del problema y los motivos que proporcionaron el origen de la tesis (Véase el capítulo 1).
- Elaboración del estado de la cuestión, durante el cual se lleva a cabo un análisis de los potenciales beneficios derivados del uso de videojuegos en la educación, tanto para las modalidades de aprendizaje formal como para el informal, así como de las principales propuestas de modelos y heurísticas de evaluación de videojuegos educativos existentes en la literatura (Véase el capítulo 2).
- Definición del problema: tomando como punto de partida el estudio realizado, se analizarán las principales carencias y problemáticas identificadas en los modelos de diseño de videojuegos educativos actuales, definiendo de manera concreta el problema abordado en esta tesis (Véase el capítulo 3).

### 1.3.2. Formulación de las hipótesis

La segunda fase de trabajo comprenderá las siguientes tareas:

- Formulación de los objetivos a alcanzar en este trabajo y de las aportaciones que se espera alcanzar a su finalización. (Véase el capítulo 3).

- Diseño de una solución que pueda ser verificable, y que en este caso consistirá en un modelo que reúna un conjunto de entidades de diseño a partir de las cuales sea posible realizar descripciones de diseños de videojuegos educativos. (Véase el capítulo 4).

### 1.3.3. Validación de las hipótesis

Con el fin de demostrar tanto la consecución de los objetivos planteados, como la utilidad y factibilidad de la solución propuesta se empleará un conjunto de métodos de evaluación que combinan tanto pruebas experimentales como observacionales (Véase el capítulo 5):

- Con el fin de probar la completitud del modelo, así como la adaptabilidad y reusabilidad de los diseños especificados mediante sus elementos, se desarrollará un caso de estudio consistente en el diseño de un conjunto de videojuegos educativos empleando el modelo conceptual propuesto.
- Con el fin de demostrar que el modelo propuesto permite definir videojuegos educativos que satisfagan sus propósitos lúdico y pedagógico, se llevará a cabo una evaluación con usuarios de los videojuegos desarrollados durante la primera prueba de evaluación. Concretamente los usuarios que participarán en la experiencia serán alumnos y profesores de una escuela de primaria.
- Finalmente se llevará una última prueba de evaluación en la que se utilizarán las opiniones de los participantes de la experiencia previa para corroborar la completitud y validez del modelo propuesto.

### 1.3.4. Análisis de los resultados

En esta etapa se presentarán las principales conclusiones alcanzadas a partir del análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de evaluación y de la propia labor de investigación realizada a lo largo de todo el trabajo, y se detallarán posibles líneas de ampliación del mismo. (Véase el capítulo 6).

## 1.4. Estructura del documento

En este apartado se describe el contenido y estructura del documento, especificando brevemente el contenido de cada capítulo.

**Capítulo 1: Introducción.** Se inicia con el contexto, en el cual se plasman las principales razones que motivan la tesis, los objetivos a desarrollar, así como la descripción de la metodología de investigación a seguir.

**Capítulo 2: Estado de la cuestión.** Incluye una revisión de temas relacionados con el uso de modelos para el diseño de videojuegos y las investigaciones que se han realizado en relación al tema de esta tesis.

**Capítulo 3: Planteamiento del problema.** Se definirá de manera detallada el problema y las aportaciones previstas.

**Capítulo 4: Descripción del modelo.** Se presentará el modelo propuesto para superar los problemas identificados en el capítulo anterior.

**Capítulo 5: Evaluación de la solución propuesta.** Se describirán las diferentes pruebas de evaluación realizadas para comprobar la validez de la solución propuesta.

**Capítulo 6: Descripción de las conclusiones obtenidas.** Se realizará la comprobación de los objetivos propuestos en el trabajo, y se presentarán las principales conclusiones obtenidas y las futuras líneas de investigación.

**Anexo I.** Artículos derivados de esta tesis

**Anexo II.** Selección del motor de videojuegos para “Ciudad Segura”.

# Capítulo 2

## Estado de la cuestión

En este capítulo se revisa el marco conceptual del presente trabajo de investigación, describiendo el conjunto de investigaciones, propuestas e ideas previas que delimitan el contexto del problema abordado por esta tesis doctoral. En primer lugar, se distingue entre aprendizaje formal, no formal e informal y se explica cuáles son sus principales características, entre las que destaca el carácter voluntario de los dos últimos tipos de aprendizaje. Es precisamente ese carácter voluntario lo que permite que para este tipo de enseñanza los videojuegos sean de especial utilidad, ya que entre los beneficios asociados a su uso dentro del sector de la educación, destaca especialmente el aumento de la motivación del alumno.

Debido a la gran variedad de videojuegos existentes, en el siguiente epígrafe se describirán varias formas de clasificarlos. Además, se estudiarán diferentes tipos de clasificaciones de videojuegos a partir de las características y uso de las heurísticas asociadas al diseño de videojuegos. A continuación, se detallan algunas de las principales heurísticas de diseño y evaluación de videojuegos, y se describen modelos propuestos a lo largo de los últimos años que servirán como

punto de partida para el desarrollo de la propuesta del modelo. Además, se investigarán los factores esenciales de los videojuegos hasta lograr completar un conjunto de características relevantes para desarrollar videojuegos de éxito.

La información obtenida mediante la investigación se relacionará y constatará con el objetivo de conocer los factores esenciales de los videojuegos, permitiendo completar un conjunto de particularidades relevantes en el desarrollo de videojuegos exitosos. Se busca que dichas bases teóricas coadyuven al establecimiento de las características básicas para los videojuegos educativos orientados a los niños. Toda esta información se relaciona para dotar de las características necesarias al modelo, el cual considerará las diferentes perspectivas de diseño y los elementos esenciales que deben tomarse en cuenta durante el proceso de diseño de un videojuego.



## 2.1. Beneficios de los videojuegos aplicados a la educación

Distintas investigaciones sobre la utilización de videojuegos como soporte o complemento de procesos de enseñanza-aprendizaje han revelado la utilidad de los mismos a la hora de facilitar la comprensión de conceptos o fomentar el desarrollo de distintas habilidades (Dawson, C. R., Cragg, A., Taylor, C., & Ben, T., 2007; Gee, J. P., 2003; Mcfarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y., 2002; Papert, S., 1998; Prensky, M., 2003; Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., Orvis, K. L., & Conkey, C., 2009). Así por ejemplo, los juegos que permiten la interacción entre jugadores de manera que puedan competir o colaborar entre sí, pueden ser de utilidad a la hora de desarrollar habilidades sociales como el trabajo en equipo o la comunicación.

Por otro lado, los videojuegos han sido empleados también con éxito en procesos de aprendizaje en los que se perseguía el desarrollo de destrezas concretas relacionadas con el lenguaje, las matemáticas o la lectura (Griffiths, M., 2002). Es interesante destacar que el desarrollo de estas habilidades se puede llevar a cabo, no solo mediante actividades de aprendizaje específicas desarrolladas dentro del juego con ese fin, sino a través de la propia interacción del jugador con elementos del juego como contadores, marcadores, mensajes o diálogos (Griffiths, M., 2002). De igual forma, la capacidad de los videojuegos para proveer al jugador de *feedback* directo sobre las acciones realizadas, o de distintas perspectivas sobre la situación y desarrollo de la partida en cada momento, pueden servir como soporte al desarrollo de habilidades más complejas como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, colaboración, flexibilidad, adaptabilidad, iniciativa y autodirección (The Partnership for 21st Century Skills, 2010). Esta capacidad ha sido explotada con éxito en la formación de distintas áreas y disciplinas como la medicina, la ciencia, la economía, la formación militar o formación en prevención de riesgos (Klein, R., 2009; Macedonia, M., 2002; Mcgrath, D., & Hill, D., 2000; McGrath, D., Hunt, A., & Bates, M., 2005; Prensky, M., 2001a).

En cualquier caso, e independientemente de su valor pedagógico para una habilidad o disciplina concreta, los videojuegos ofrecen la ventaja de resultar más atractivos al estudiante que otros recursos educativos, aumentando su motivación e incrementando el interés en la materia de estudio (Druckman, D., 1995; Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzel, C. D., & Whitehill, B. V., 1992; Ravenscroft, A., & Matheson, M. P., 2002). Jugar a un videojuego es por definición divertido, por lo que la resistencia a participar en la experiencia de aprendizaje, o de continuar en ella, suele ser menor en el caso de un videojuego

que en el de una clase magistral. Esto es especialmente cierto en el caso de los estudiantes de menor edad, para los cuales los videojuegos constituyen un recurso educativo especialmente valioso (Gee 2003).

## 2.2. Aprendizaje formal, no formal e informal

Los términos aprendizaje formal, no formal e informal surgieron a finales de los sesenta, en un momento en el que existía la impresión de que los sistemas educativos tradicionales no estaban logrando adaptarse a los rápidos cambios socioeconómicos que se producían en muchas regiones del mundo. A pesar de que desde entonces han sido empleados para clasificar los distintos tipos de procesos educativos, la diferencia no siempre es clara y se presta a confusión (McGivney, V., 1999).

De acuerdo con las definiciones utilizadas por Colley en su informe sobre la cuestión (Colley, H., Hodkinson, P., & Malcolm, J., 2002) para la *Learning and Skills Development Agency of England*, el término **aprendizaje formal** suele aplicarse a aquellos procesos educativos que tienen una estructura y organización bien definida, unos objetivos de aprendizaje claros y que pueden ser impartidos en un centro de educación o formación oficial. En la mayoría de los casos este tipo de aprendizaje está asociado a la obtención de un título o algún tipo de certificado, pero desde el punto de vista del estudiante es un aprendizaje totalmente intencional. Un ejemplo de ello, es aquel que se desarrolla para la obtención de un título universitario.

Por otra parte, el término **aprendizaje no formal** generalmente se usa para referirse a procesos educativos que, si bien tienen asociados unos objetivos didácticos y exhiben cierto tipo de estructuración y organización, carecen del grado de oficialidad que el aprendizaje formal posee. Por ejemplo, este tipo de procesos posee en la mayoría de los casos un carácter voluntario, de tal forma que el alumno participa en ellos con el fin de enriquecer su conocimiento o desarrollar ciertas habilidades y capacidades específicas. Un curso de aprendizaje sobre el uso de desfibriladores podría ser un ejemplo de proceso de aprendizaje no formal.

Por último, el **aprendizaje informal** es aquel que ni tiene un fin específico, ni es estructurado, ni es intencional desde el punto de vista del alumno. Es, por así decirlo, el aprendizaje que tiene lugar de forma involuntaria como consecuencia propia de la experiencia en la vida cotidiana (Livingstone, D. W., 2001; Sefton-Green, J., 2003).

En términos generales, para esta investigación se va a considerar que el aprendizaje informal se orienta al aprendizaje que resulta de la participación del jugador con el videojuego en tiempo de ocio, y no como consecuencia de realizar una tarea dentro de un curso específico. Es pues, un aprendizaje que

surge como resultado de sus experiencias con el videojuego, por ejemplo, mediante el desarrollo de la coordinación o precisión en las acciones cuando interactúa con la mano y la vista o través del aprendizaje de nuevos conocimientos adquiridos durante el juego (Pelletier, C., & Oliver, M., 2006; Vavoula, G., & Bham, U. N. I., 2005). La preparación de niños en riesgos y situaciones de emergencia adoptan a menudo esta modalidad, siendo habitual que las agencias gubernamentales de protección civil de cada país (Club de Protección Civil Italiano, 2011; Dipartimento della Protezione Civile, 2011; FEMA, 2011) incluyan en sus páginas web diversos videojuegos con los que tratan de enseñar algunos principios y conceptos básicos de la material.

## 2.3. Clasificación de los videojuegos

Desde la décadas de los setenta y ochenta, los videojuegos han ido incrementando paulatinamente su popularidad hasta llegar a convertirse al día de hoy, en una actividad cotidiana de gran parte de la población, especialmente para las nuevas generaciones. Este crecimiento ha dado lugar al desarrollo de una de las más importantes industrias del entretenimiento. Durante este tiempo los videojuegos y la forma de jugarlos han ido evolucionando, integrando y haciendo uso de los distintos avances tecnológicos que han ido sucediendo, dando lugar a la aparición de numerosos géneros y tipos de videojuegos. Dada su amplia variedad, es posible establecer distintas clasificaciones atendiendo a diversos criterios y características.

Una de las más habituales, utiliza el número de participantes que intervienen en el juego y el tipo de relaciones que se establecen entre ellos. Teniendo en cuenta este criterio, se pueden clasificar en:

- **Videojuegos individuales (*single-player*):** aquellos en los que hay un único jugador que a menudo desafía a algún de tipo inteligencia artificial implementada en el juego.
- **Videojuegos multi-jugador (*multi-player*):** aquellos en los que participan más de un jugador. Según el tipo de relaciones que se establezcan entre los jugadores, los videojuegos pueden ser:
  - *Videojuego competitivo:* aquel donde el jugador trabaja para conseguir el éxito de manera individual.
  - *Videojuego colaborativo:* aquel en el que los jugadores se organizan en equipos y se ayudan mutuamente con el fin de alcanzar unos objetivos comunes.
  - *Videojuego cooperativo:* se distingue porque cada uno de los jugadores puede tener sus propios objetivos individuales, pero se unen en equipos con el fin de conseguir la ayuda necesaria para la consecución de objetivos comunes.

No obstante, otra forma común de clasificar un videojuego es atendiendo al género al que pertenece, que a su vez puede estar relacionado con la forma que se juega, su propósito o el tipo de reglas que se establecen, entre otros aspectos. En la clasificación propuesta en (Rollings, A., & Morris, D., 2004) se distinguen los siguientes géneros de videojuegos :

- **Acción:** videojuegos donde predomina la acción y el movimiento, poniendo a prueba la rapidez de los reflejos del jugador.

- **Aventuras:** videojuegos en los que el jugador asume el control de uno o varios personajes que deberán llevar a cabo diversas acciones o resolver distintos *puzzles* para ir avanzando progresivamente a lo largo de una trama o historia.
- **Carreras de autos:** videojuegos donde los jugadores deben demostrar su destreza en la conducción de un determinado vehículo con el fin de alcanzar una meta.
- **Estrategia:** este tipo de videojuego conlleva la necesidad de que el jugador cree esquemas, dirija operaciones, maneje recursos y desarrolle planificaciones a largo plazo para conseguir determinados objetivos.
- **Videojuego de rol:** también conocidos como RPGs (*role-playing games*), son videojuegos en los que los jugadores asumen y desempeñan un determinado rol o personaje cuyas características y habilidades evolucionan a lo largo del juego.
- **Simulación:** videojuegos que reproducen en forma realista el funcionamiento de una actividad, vehículo o sistema.
- **Educativos y entrenamiento:** Su mecánica puede abarcar cualquiera de los otros géneros. La finalidad central es trasladar algún tipo de información o conocimiento al jugador o mejorar las habilidades mentales de este.
- **Lucha:** videojuegos en los que el jugador debe pelear o ganar sucesivos combates contra distintos adversarios.
- **Puzzles:** Videojuegos en los que mediante algún tipo de problema, sea lógico, espacial o de algún otro tipo, se pone a prueba la destreza mental o alguna otra habilidad específica del jugador.
- **Musicales:** Videojuegos relacionados con la música, en los que el jugador debe bailar o simular tocar algún instrumento musical.
- **Deportes:** Videojuegos en los que se simula algún tipo de deporte, como el fútbol, baloncesto, golf, entre otros.
- **Juego de plataformas:** En este tipo de videojuegos, el protagonista debe avanzar a través de un escenario compuesto por diversas plataformas situadas en diferentes alturas.
- **Juegos de disparo:** videojuegos donde el eje central del juego consiste en abrirse camino a través de un escenario disparando a distintos enemigos.
- **Juegos mixtos:** Videojuegos en los que se mezclan características propias de varios géneros distintos.

A partir de esta clasificación de videojuegos, se puede definir una gama de características base que deben incorporarse en su diseño, pero esta visión sería

demasiado informal o simplista. Por tanto, es necesario recopilar más elementos que permitan incluir características o elementos a partir de pautas de diseño utilizados en la valoración de videojuegos, como los utilizados en las heurísticas de los videojuegos.

## 2.4. Heurísticas asociadas al diseño de videojuegos

En el área de la ciencia informática y, especialmente en el caso de los videojuegos, las pautas del diseño heurístico están orientadas a servir como herramientas de evaluación de la calidad del producto y como guías durante el proceso de diseño. A lo largo de los últimos años, han sido diferentes autores los que desde distintas perspectivas o haciendo uso de distintos enfoques, han propuesto heurísticas que pueden ser aplicadas al área de los videojuegos.

Uno de los primeros en tratar el tema fue Malone (Malone, T. W., 1982), quien propuso un marco de desarrollo para el diseño de experiencias educativas que motiven al alumno, haciendo especial hincapié en la importancia de factores intrínsecamente motivadores como el desafío, la curiosidad, el control y la fantasía; y en factores de motivación interpersonales como la cooperación, la competencia y la obtención de reconocimientos.

Por su parte, (Federoff, M. A., 2002) se centró en la evaluación de la jugabilidad de un videojuego, entendiendo como tal, la capacidad del videojuego de ofrecer una experiencia que entretenga, que divierta e involucre a los jugadores en la misma mecánica del juego. Propuso una heurística en la que los factores considerados como significativos para fomentar esta propiedad del juego se encuentran clasificados en tres grandes categorías según estén relacionados con la interfaz, la mecánica del juego o el *gameplay*.

También, centrándose en el análisis de la jugabilidad del videojuego (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004) propusieron la heurística HEP (*Heuristic Evaluation for Playability*), la cual elaboraron a través del análisis de las conductas de los jugadores y que clasifica los factores a evaluar en cuatro categorías:

- El *gameplay*, el conjunto de los problemas y desafíos a los que un jugador debe hacer frente para ganar una partida.
- La historia del juego, que incluye una visión de la narrativa o trama de la historia, así como el control de su avatar.
- La mecánica del juego, implica el uso de la inteligencia artificial, para permitir interactuar coherentemente con su medio ambiente del juego.



- La usabilidad, que se refiere a todos los elementos (ratón, teclado, *heads-up display* o mandos externos) que el usuario emplea para interactuar con el juego.

A modo de resumen, los distintos factores considerados en estas heurísticas, son:

- Historia: criterio que hace referencia a la línea narrativa incluida en el videojuego.
- Interfaz: se refiere al conjunto de imágenes, objetos gráficos, y en general, el entorno visual proporcionado por el videojuego.
- Interactividad: en este criterio se incluyen las acciones y operaciones que el jugador debe llevar a cabo para interactuar con el videojuego.
- Desafíos: define el conjunto de posibles objetivos que el jugador deberá tratar de alcanzar a lo largo del videojuego, así como el nivel de dificultad de los mismos.
- Fantasía: se refiere a la representación o evocación de objetos físicos que no están presentes y que promueven la motivación y el sentimiento de ilusión.
- Realimentación: se refiere al conjunto de aspectos relacionados con la capacidad del juego para generar el deseo de jugar nuevamente, a partir del propio acto de jugar. Puede incluir, por ejemplo, mecanismos de recompensa que se activen en función del rendimiento del jugador, o mecanismos para informar al jugador de su progresión.
- Curiosidad: este criterio se relaciona con la capacidad de generar expectativas e interés en el jugador por la satisfacción de objetivos o la superación de las metas propuestas.
- Control: representa los mecanismos provistos para permitir al jugador manejar las distintas opciones del videojuego.
- Mecánica del juego: se refiere al conjunto de reglas que rigen su dinámica del juego.
- Representación: se refiere a la forma en que los conceptos tratados en el juego son relacionados con objetos gráficos del mismo o de su interfaz.

A pesar de que muchas de las características y/o elementos que se abordan en la literatura analizada proporcionan un conjunto de elementos para el diseño de videojuegos, también es necesario considerar aspectos que permitan mejorar la selección y clasificación de dichos elementos en un proceso de diseño. En la siguiente sección se estudiarán modelos existentes utilizados en el diseño de videojuegos.

## 2.5. Modelos para el diseño de videojuegos

Diversos autores (Fullerton, T., Swain, C., & Hoffman, S., 2004; Henderson, J., 2006) se han referido a la necesidad de disponer de métodos, metodologías, herramientas de autoría y modelos que permitan aumentar la productividad de la tarea de diseño del videojuego y que garanticen su calidad. Para el caso específico de los videojuegos educativos esta necesidad es aún mayor, ya que no solo es preciso que el producto terminado satisfaga su fin lúdico, sino que también, debe servir a su propósito educativo.

A la hora de realizar sus propuestas de modelos de videojuegos son varios los autores (Fu, F. L. F., & Yu, S. C., 2008; Kiili, K., 2005b) que han tomado como punto de partida la teoría del flujo de Csikszentmihlayi (Csikszentmihalyi, M., 1991), quien describe el flujo como un estado de profunda inmersión en la tarea que se está desarrollando, lo cual a menudo conlleva un alto grado de absorción respecto al mundo que nos rodea y suele ser percibido como un premio o recompensa en sí mismo.

Otros autores (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002) en cambio, han desarrollado sus modelos tomando como base de los mismos el conjunto de características que según (Malone, T. W., 1981) hacen que una experiencia educativa sea intrínsecamente motivadora. En esta sección se describen algunos de los principales modelos de videojuegos propuestos a lo largo de los últimos años. Los cuatro primeros (Fu, F. L. F., & Yu, S. C., 2008; Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Kiili, K., 2005b; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) han sido desarrollados para el caso específico de los videojuegos educativos, mientras que los tres siguientes (Amory, A., & Seagram, R., 2003; Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R., 2002; Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004) tratan el diseño de videojuegos lúdicos, o al menos no necesariamente educativos, y los dos últimos (Barendregt, W., Bekker, M. M., & Speerstra, M., 2003; Said, N. S., 2004) han sido producidos para abordar el caso concreto de los videojuegos para niños.

### 2.5.1. Modelo de entrada-proceso-resultado

A partir de un exhaustivo estudio de la literatura referente al tema y tomando como punto de partida el trabajo de (Malone, T. W., 1982), (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002) concluyen que las características que describen un videojuego pueden ser clasificadas en seis categorías o

dimensiones: fantasía, reglas/objetivos, estímulos sensoriales, desafíos, misterio y control. El autor propone un modelo de aprendizaje (Figura 1) basado en videojuegos educativos, que toma como entrada del proceso de diseño las características deseadas para el juego y el contenido educativo de la instrucción. El modelo describe su experiencia del juego como un ciclo interactivo en el que el usuario enjuicia o valora la situación, desarrolla un comportamiento o acción y recibe una retroalimentación del sistema. El ciclo concluye con una fase de *debriefing*, en la que el jugador relaciona lo aprendido en el juego con el mundo real, y produce una serie de resultados que pueden incluir tanto el desarrollo de las habilidades técnicas o motoras del jugador, como el propio desarrollo cognitivo e incluso el desencadenamiento de ciertas reacciones afectivas. Varios autores han resaltado, la importancia de incluir algún tipo de actividad de *debriefing* que permita al estudiante aplicar dentro del mundo real, lo que se aprende en el videojuego (Crookall, D., 2010; Gee, J. P., 2009; Pivec, M., & Dziabenko, O., 2004).

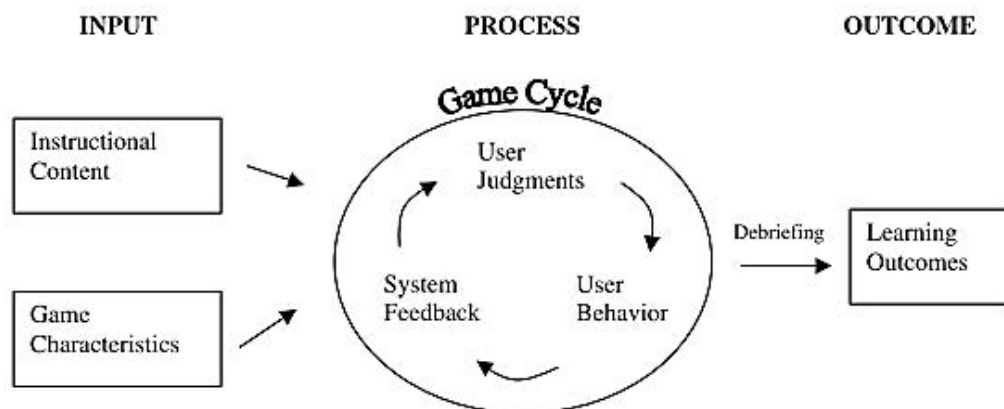


Figura 1: Modelo de entrada-proceso-resultado de Garris (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002).

### 2.5.2. Modelo *GameFlow*

El modelo propuesto en (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) se centra en los aspectos de los videojuegos que los hacen divertidos y placenteros a la hora de jugar. Los autores del modelo adaptan las características que, de acuerdo a la teoría de (Csikszentmihalyi, M., 1991), facilitan que se produzca el estado de flujo durante el desarrollo de una tarea para el caso específico de los videojuegos. Como resultado proponen un modelo que considera ocho elementos distintos: concentración, reto, habilidad, control, objetivos claros, realimentación,

inmersión y socialización. Para cada uno de estos elementos, el modelo GameFlow establece un objetivo general y un conjunto de criterios que pueden ser usados, tanto durante la tarea de diseño del videojuego como para facilitar su evaluación desde el punto de vista de la diversión o placer que aporta al jugador.

### 2.5.3. Marco de trabajo MDA (*Mechanics – Dynamics – Aesthetics*)

Con el fin de proveer a desarrolladores, académicos e investigadores una metodología formal que facilite el estudio y el diseño de un videojuego, y al mismo tiempo cubrir la brecha existente entre el diseño de un videojuego y su implementación, (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004) proponen el marco de trabajo MDA (*Mechanics Dynamics Aesthetics*). El marco se basa en la idea de que los videojuegos pueden ser tratados como artefactos de software y que lo importante es el comportamiento que tiene lugar durante el juego más que los recursos que van siendo presentados sucesivamente al jugador. El estudio y el diseño del videojuego, se lleva a cabo a través de varios niveles de abstracción o perspectivas:

- Mecánica: que describe los componentes particulares de un juego desde el punto de vista de sus algoritmos y estructura de los datos.
- Dinámica: que se relaciona con el comportamiento en ejecución de la mecánica que se genera a partir de las distintas interacciones del usuario.
- Estética: que está relacionada con la respuesta emocional que se produce por el jugador al entrar en contacto con el videojuego al interactuar con él. Para describir este último componente, se propuso un vocabulario que incluye los términos sensación, fantasía, narrativa, desafío, compañerismo, descubrimiento, expresión y sumisión.

### 2.5.4. Modelo de juego experimental

Con el fin de producir experiencias que sean a la vez educativas y divertidas para el alumno, (Kiili, K., 2005a, 2005b) propone un modelo donde el diseño de videojuegos se integra con conceptos de la teoría de flujo (Csikszentmihalyi, M.,

1991) y de la teoría del aprendizaje experiencial (Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C., 2000). El objetivo del modelo es asociar jugabilidad con aprendizaje experimental, de forma que se produzca un estado de flujo en el jugador.

El modelo (Figura 2) describe el aprendizaje como un proceso cíclico a través de la experiencia en el mundo virtual del juego, compuesto de un banco de retos y de dos bucles: generación de ideas y experimentación. Durante el primero, el jugador desarrollaría las ideas que orientan a las soluciones de los retos propuestos, y durante el segundo, las pondría en práctica experimentándolas en el mundo del juego.

Para facilitar que se produzca la experimentación del estado de flujo, el juego debe proveer objetivos claros e información de retroalimentación sobre las acciones que el jugador desarrolla. Además, el autor destaca la importancia de otros factores como la recompensa y el premio, el sentido de control y la necesidad de situar el juego en el contexto de una historia.

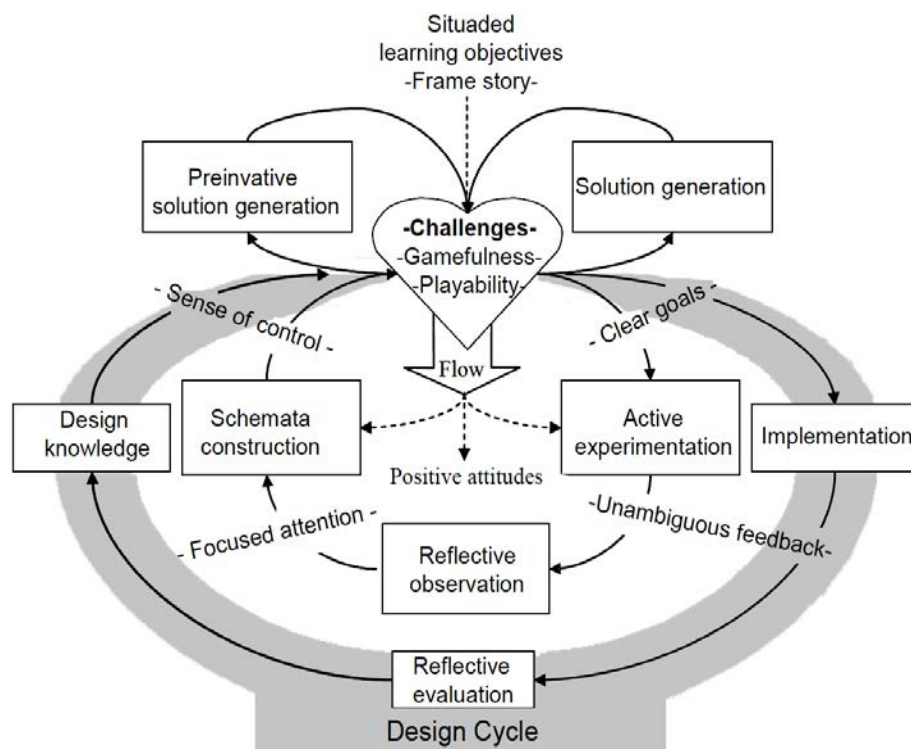


Figura 2: Modelo de juego propuesto por Kiili (Kiili, K., 2005b)

### 2.5.5. Modelo de tres capas para el diseño de videojuegos educativos para la web

Los autores (Fu, F. L. F., & Yu, S. C., 2008) propusieron un modelo que organiza el proceso de diseño de videojuegos en tres etapas o niveles (Figura 3). En el primero se ubica la capa pedagógica, en la cual se especifican los objetivos curriculares, los objetivos del juego, los conocimientos y habilidades previas requeridas. El segundo nivel, corresponde a la capa de diseño del propio videojuego y en él se incluye la definición del estilo de juego, la definición de las tareas a realizar y la definición de la interfaz. Por último, en el tercer nivel se asocian las tareas y el diseño de la interfaz del juego con la obtención de cuatro factores considerados como determinantes en la consecución del flujo (Csikszentmihalyi, M., 1991): placer, reto, desarrollo de habilidad y concentración.

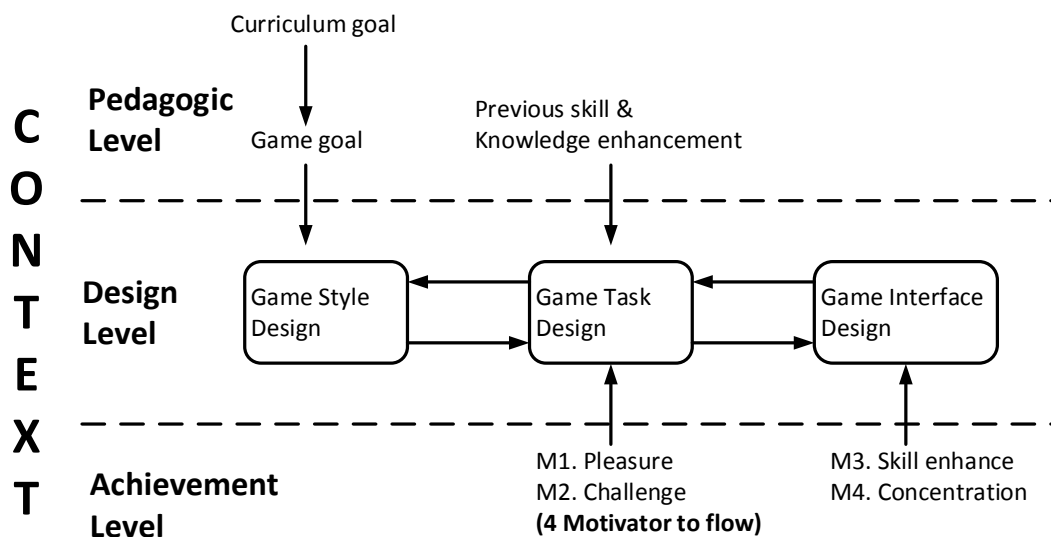


Figura 3: Modelo de tres capas para el diseño y evaluación de videojuegos propuesto por Fu et al. (Fu, F. L. F., & Yu, S. C., 2008).

### 2.5.6. Game object model (GOM)

Este modelo teórico conocido por sus iniciales como GOM (Amory and Seagram, 2003), fue desarrollado sobre la base de la teoría constructivista y aplicando algunos de los principios del paradigma de programación orientada a objetos. El modelo establece relaciones entre dimensiones pedagógicas del aprendizaje y los elementos del diseño del videojuego. Considera el diseño como

una combinación de componentes que son descritos a través de un conjunto de interfaces abstractas y concretas, estando relacionadas las primeras con la definición de los objetivos de aprendizaje, mientras que las segundas se refieren a los medios provistos para alcanzar dichos objetivos. La base del desarrollo del juego sería la definición del *storyline*, a lo largo del cual se enlazan los objetivos de aprendizaje y que además es dividido en distintos actos y escenas.

La Figura 4, describe el esquema principal del modelo. Tal y como se observa en la figura el juego estaría definido por un componente principal, *Game Space*, asociado con cuatro interfaces abstractas: *play*, *exploration*, *challenges* y *engagement*. Este componente principal se encuentra compuesto de un espacio de visualización (*Visualization Space*) que hereda las interfaces de su componente padre, añade otros nuevos abstractos como *critical thinking* o *discovery*, o concretos como *Story line*, y se subdivide de nuevo en otros componentes como *Elements* y *Problems*.

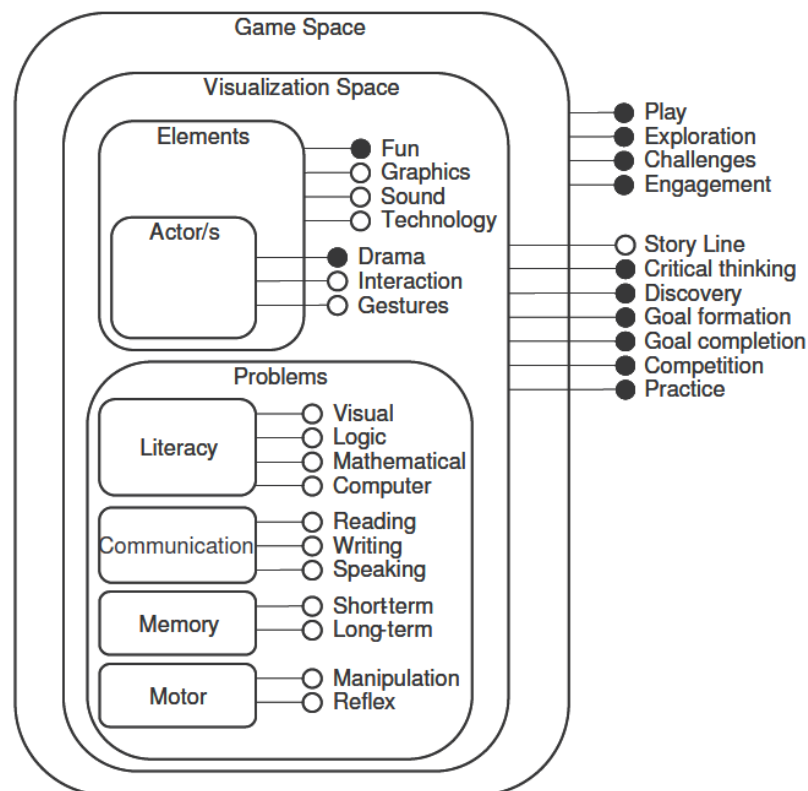


Figura 4: Esquema del *Game Object Model* (Amory, A., & Seagram, R., 2003).

### 2.5.7. Modelo de diseño de videojuegos de acción

A partir de un estudio realizado sobre 39 videojuegos de acción, en el que se recogieron las opiniones de 53 jugadores sobre los aspectos de un juego de acción que son considerados más importantes para aumentar la jugabilidad, (Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R., 2002) proponen un modelo que estructura de forma jerárquica dichos conceptos (Figura 5).

Las principales categorías identificadas son las *entidades*, donde se engloban tanto a los personajes del juego controlados por el jugador, como aquellos controlados por la propia máquina, el escenario en el que estas entidades interactúan entre sí, y la jerarquía de objetivos que los jugadores deben tratar de alcanzar. Todos los elementos planteados en el modelo pueden considerarse como elementos funcionales, ya que todos proveen soporte a alguna de las funciones del juego.

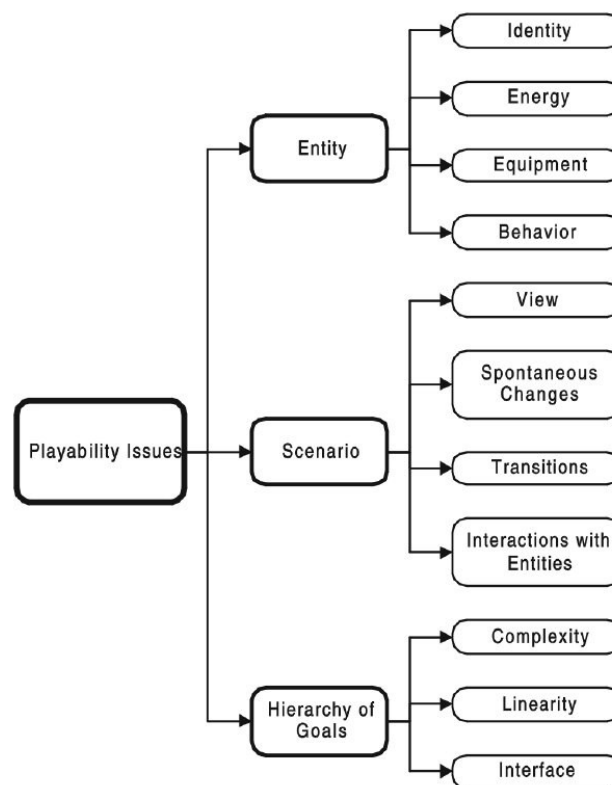


Figura 5: Modelo para el diseño cualitativo de videojuegos propuesto por Fabricatore (Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R., 2002).



### 2.5.8. Ciclo de interacción adaptado para videojuegos

En (Barendregt, W., & Bekker, M. M., 2004) se propone un marco de desarrollo que organiza las directrices de diseño de videojuegos para niños, pero que puede ser extrapolado para el caso de videojuegos dirigidos a cualquier otro usuario. La propuesta se basa en el modelo teórico de acción de (Norman, D. A., & Draper, S. W., 1986) y en el Modelo del Ciclo de Interacción (Andre, T. S., Hartson, H. R., Belz, S. M., & McCreary, F., 2001) desarrollado a partir del mismo fin de describir la interacción entre un usuario y cualquier tipo de producto o sistema. De esta forma, Barendregt y Bekke (2004) adaptan ese ciclo al diseño de la interacción en un videojuego (Figura 6) considerando que dicha interacción se inicia con una fase de planificación en la que el jugador debe primero entender cuáles son los objetivos del juego (*determining goal*), y a continuación determinar las acciones que debe llevar a cabo para alcanzar esos objetivos (*translation*). Una vez comprendidas cuáles son esas acciones, el jugador comenzaría una segunda fase durante la cual las llevaría a cabo (*physical actions*) y, una vez realizadas, una tercera fase, en la que el jugador debe analizar y evaluar los mensajes de realimentación que recibe por parte del videojuego para determinar si, el resultado de las acciones realizadas es el esperado y si progresa hacia el objetivo.

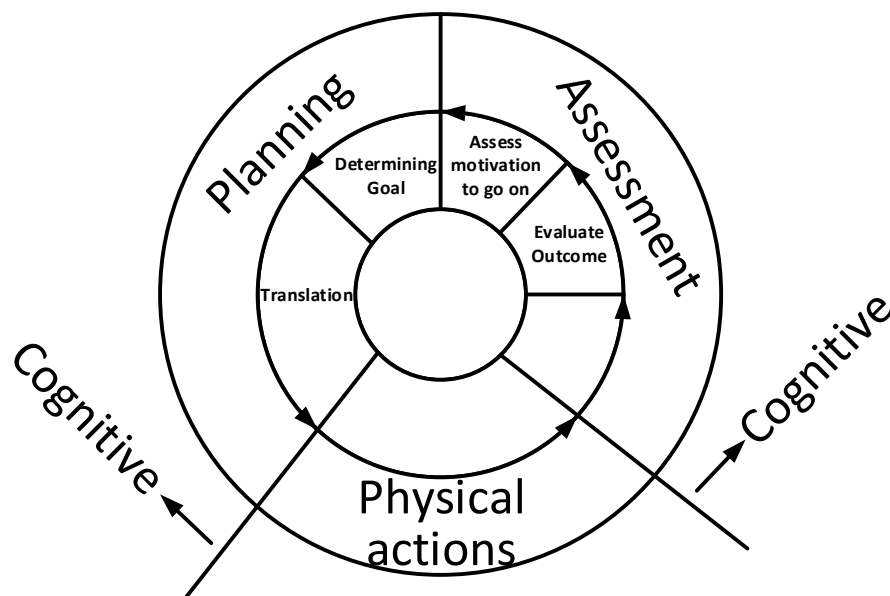


Figura 6: Ciclo de interacción adaptado para videojuegos propuesto por Barendregt et al. (Barendregt, W., & Bekker, M. M., 2004).

### 2.5.9. Modelo de multimedia atractiva para niños

En (Said, N. S., 2004) se propone un modelo para el diseño de aplicaciones multimedia que resulten atractivas para niños, este puede ser utilizado para el caso específico del diseño de videojuegos como artefactos multimedia. Tal y como se muestra (Figura 7), el modelo considera seis características de diseño significativas: simulación, construcción, inmediatez, realimentación, metas y compromiso. Los niños interactúan con la aplicación a varios niveles siendo el más bajo de todos el correspondiente a las habilidades físicas o motoras, mismo nivel en el que resultan de especial importancia los mecanismos de interacción y realimentación implementados. Por otra parte, el nivel más alto corresponde al desarrollo y aplicación del modelo mental y a la consecución de objetivos, el cual estaría relacionado con la simulación, cuando el niño desempeña acciones como si fuese otra persona o rol; la construcción, cuando el niño crea y desarrolla y además, con su propia experiencia pasada, así como al ejecutar las acciones.

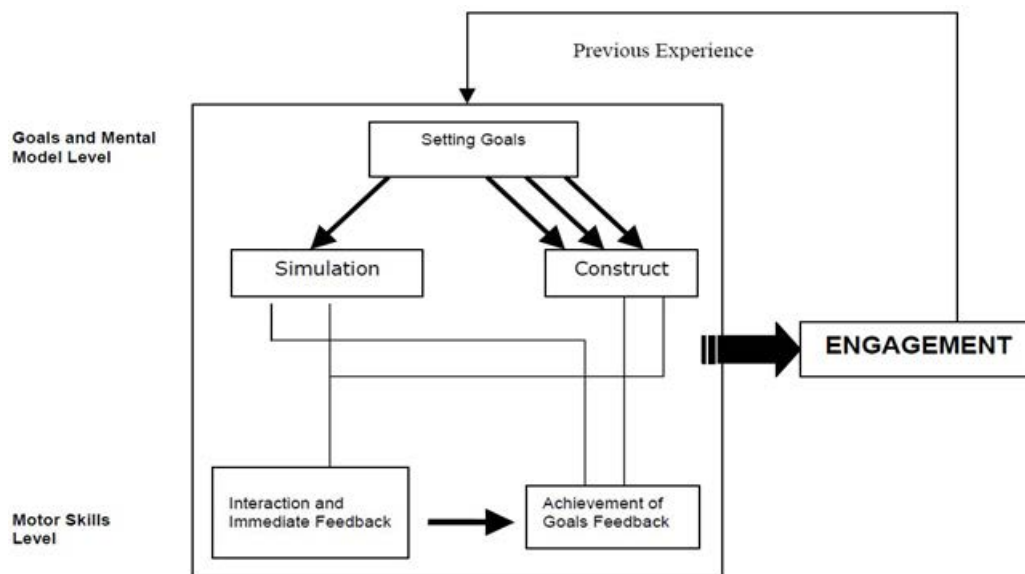


Figura 7: Modelo de diseño multimedia para niños propuesto por Said en (Said, N. S., 2004).

## 2.6. Resumen

En este capítulo se han analizado diversas investigaciones y trabajos desarrollados en el área de la enseñanza asistida por ordenador y relacionadas en distinta medida con el uso del videojuego como recurso educativo. En primer lugar se describieron algunos de los principales beneficios que el uso de este tipo de artefacto de software puede brindar al ser utilizado como recurso educativo y se presentaron distintas modalidades o tipos de procesos de aprendizaje en el que los videojuegos pueden servir de diferente manera. Dada la amplia diversidad de tipos de videojuegos existentes en la actualidad se presentaron dos clasificaciones distintas de los mismos en función de las relaciones entre los participantes de una partida y el género del juego. A continuación y en las siguientes subsecciones se han presentado distintas heurísticas y modelos conceptuales de videojuego educativo, cada una de los cuales analizan este tipo de artefacto desde una perspectiva o enfoque distinto. El análisis de estos trabajos revela cómo alguno de los aspectos relacionados con el diseño del videojuego, aparecen de manera recurrente en la mayoría de ellos, independientemente de la perspectiva o enfoque desde el cual es llevado a cabo. De igual forma, hemos podido constatar como la mayoría de estos trabajos constituyen una aproximación puramente teórica al estudio de los videojuegos educativos, no habiendo dado lugar al desarrollo de métodos o herramientas con un uso práctico a la hora de diseñar este tipo recurso educativo. Todo esto nos lleva a concluir, que si bien el tema de esta tesis ha sido ya objeto de considerable estudio, aún son necesarias propuestas de notaciones y modelos que llenen el vacío existente entre las heurísticas y modelos puramente teóricos y los diseños técnicos que puedan ser utilizados en la práctica.



# Capítulo 3

## Planteamiento general del problema

La presente tesis doctoral se enmarca dentro del conjunto de trabajos relacionados con el diseño y desarrollo de videojuegos educativos. A pesar de los beneficios mencionados al inicio del capítulo anterior, el uso de videojuegos como soporte a procesos educativos no está tan extendido como se esperaría. Con el fin de identificar las principales carencias y problemas que puedan estar dando lugar a esta situación, en este capítulo se analizarán las distintas opciones que un educador puede adoptar a la hora de crear un videojuego que sirva para la enseñanza en una determinada materia, y se describirán las contribuciones que se esperan obtener a la finalización de esta tesis.

## 3.1. Diseño y desarrollo de un videojuego educativo

A la hora de afrontar el proceso de diseño y desarrollo de un videojuego educativo, el educador o diseñador puede adoptar dos enfoques distintos: emplear herramientas propias del videojuego comercial o de entretenimiento, es decir no específicas del videojuego educativo, o emplear herramientas específicas para el diseño y desarrollo de videojuegos educativos. En los siguientes apartados se describen ambas opciones.

### 3.1.1. Diseño y desarrollo empleando herramientas no específicas para videojuegos educativos

En la actualidad, si un educador desea disponer de un videojuego desarrollado a medida para una determinada materia, deberá enfrentarse en la mayoría de los casos a un proceso de diseño y desarrollo largo y costoso (Adkins, S. S., & Insight, A., 2013). Implementar un videojuego es una actividad multidisciplinar que requiere conocimientos avanzados de programación, animación, comunicación en red, dispositivos de interacción, música, etc. Es por ello que el coste de desarrollo de un videojuego comercial ha ido creciendo exponencialmente en las últimas décadas. Así, según el estudio de (Furtado, A. W. B., 2012), en los años 80 el proceso que va desde el desarrollo del concepto inicial a la implementación final de un videojuego, solía ser aproximadamente de 3 meses y podía ser llevado a cabo por un único programador que se encargaba también del diseño gráfico, *artwork*, etc. Por el contrario, en el 2005 el tiempo estimado de desarrollo de un videojuego comercial solía ser de 4 años, siendo necesaria la colaboración de un equipo de programadores, diseñadores gráficos, artistas, actores, músicos, entre otros perfiles, y conllevando un coste medio de alrededor de 10 millones de dólares.

Evidentemente, no todos los juegos educativos necesitan exhibir la complejidad y cuidado gráfico y narrativo ofrecido por un videojuego comercial, por lo que es probable que los costes de producción sean bastante menores que esas cifras. Una manera de reducir estos costes es hacer uso de motores de juego ya existentes, pero con ediciones libres limitadas como Unreal Engine (Epic Games, I., 2014) o Unity (Unity, T., 2014), que encajen con el género del videojuego a desarrollar. En cualquier caso la programación de este tipo de *frameworks* de desarrollo suele ser extremadamente compleja, siendo necesaria

la contratación de programadores expertos con conocimiento específico en el motor a utilizar. Estos costes, sumados a los asociados a la compra de la licencia del motor y a los del diseño de las animaciones y aspecto gráfico del juego, hacen que incluso siguiendo este enfoque el diseño y desarrollo de un videojuego para la enseñanza de una materia específica, sea inasumible para la mayoría de los educadores, especialmente cuando se compara con los costes asociados al empleo de otros enfoques pedagógicos o alternativas al uso de videojuegos.

En cualquier caso, es necesario tener en cuenta que a las dificultades propias del diseño y desarrollo de un videojuego comercial, hay que añadir la complejidad de conseguir que el artefacto final cumpla su propósito pedagógico. Por una parte, será necesario establecer de qué forma se van a entrelazar los aspectos pedagógicos y técnicos cuando el modelo de videojuego subyacente no proporciona abstracciones y mecanismos adecuados para ellos. Por otro lado, es muy probable que sea necesario incluir en el equipo de diseño no sólo a programadores y artistas, sino también a pedagogos y expertos en la materia o el dominio específico a enseñar. Más aún, dados los diferentes perfiles y jergas utilizadas por los integrantes del equipo habrá que establecerse vías y mecanismos de comunicación específicos que garanticen que el producto final satisfaga tanto el propósito educativo perseguido como el meramente lúdico.

### 3.1.2. Diseño y desarrollo empleando herramientas específicas para videojuegos educativos

Existen en el mercado algunas herramientas específicamente desarrolladas para permitir a los educadores el desarrollo de sus propios videojuegos, entre las que destacan e-Adventure (Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B., 2007; Torrente, J., del Blanco, Á., Cañizal, G., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B., 2008) y Storytec (Göbel, S., Salvatore, L., Konrad, R. A., & Mehm, F., 2008).

La primera ha sido desarrollada por el grupo de investigación <e-UCM> de la Universidad Complutense de Madrid, y tiene por objetivo permitir a los educadores crear aventuras educativas de tipo *point and click* para entornos de *e-learning*. <e-Adventure> consta de dos aplicaciones: una herramienta de autoría, que permite al educador diseñar el juego y exportarlo en formato XML, y un motor de ejecución, que interpreta y ejecuta dichos diseños. El editor ha sido diseñado teniendo en cuenta las necesidades específicas de un instructor, buscando de esa manera evitar la necesidad de contar con un perfil técnico o

conocimientos de programación para su utilización (Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B., & Sierra, J. L., 2008). El entorno ha sido utilizado para soportar el desarrollo de juegos para el entrenamiento en procedimientos clínicos (Moreno-Ger, P., Blesius, C., Currier, P., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B., 2008), entre otros.

Por su parte, Storytec permite el desarrollo de historias interactivas y no lineales, de manera que en función de las acciones efectuadas en un determinado momento por el jugador, se activan diferentes caminos o líneas argumentales. De manera similar a <e-Adventure> cuenta con una herramienta de autoría y un motor. El primero de ellos incluye cinco componentes para la definición de la historia, las escenas, las acciones, propiedades de los elementos del juego y los recursos gráficos. Una vez generado, el diseño del juego es exportado en un formato específico de la herramienta denominado ICML, que puede ser interpretado posteriormente por el motor de ejecución para generar las partidas.

Tanto <e-Adventure> como Storytec constituyen valiosas aportaciones al problema de desarrollo de videojuegos educativos, al conseguir poner en manos de los educadores las herramientas necesarias para permitir que lleven a cabo por sí mismos, la mayoría de las actividades relacionadas con la creación del juego. Sin embargo, las dos se centran en un único género de videojuego, la aventura gráfica, lo que excluye su utilización en el caso de juegos donde se entrene la capacidad de respuesta o destreza del jugador como aquellos del género *arcade* o de carreras; donde se evalúe la capacidad de estrategia del usuario a la hora de gestionar recursos; la colaboración entre jugadores o la capacidad de seguir un determinado ritmo o secuencia de interacción con los dispositivos de entrada. Además, dado que los editores de ambas herramientas se encuentran enfocados al diseño de juegos de este género específico, queda en manos del propio usuario la responsabilidad de incluir o no en el diseño del videojuego elementos que favorezcan el aprendizaje durante la partida o la motivación del jugador a seguir en el videojuego.



## 3.2. Identificación del problema y contribución esperada

La Tabla 1, muestra un resumen las distintas problemáticas identificadas que un educador afronta a la hora de desarrollar un videojuego educativo. Estos problemas y en general la situación descrita en los anteriores apartados, nos permiten concluir que los educadores no disponen aún de un conjunto de herramientas y plataformas que les capaciten a diseñar y desarrollar distintos tipos de videojuegos educativos por sí mismos, sin requerir de asistencia técnica o experta a lo largo del proceso. Por otra parte, a pesar de la importancia de las contribuciones descritas en el Capítulo 2 a la hora de entender las experiencias educativas basadas en el uso de videojuegos, todos esos modelos y heurísticas de diseño ofrecen poco soporte para su aplicación en la práctica.

Con objeto de mejorar esta situación, en la presente tesis se propondrá un modelo de diseño de videojuegos educativos compuesto por un conjunto de entidades que permitan guiar la descripción de videojuegos que satisfagan tanto, su propósito educativo como el lúdico. La selección del conjunto de entidades a incluir, se llevará a cabo tomando como punto de partida, aquellos aspectos o componentes del diseño que más frecuentemente son señalados en la literatura como significativos para una experiencia de estas características, de tal manera que se garantice que el diseño final del juego exhiba esas características. Este modelo podría servir de base para el desarrollo de métodos y herramientas que apoyen la escritura de historias para ambientes de aprendizaje complejos y promuevan la reutilización de piezas de diseño de juegos educativos, acelerando así el proceso de diseño.

Se espera que el modelo resultante, dé soporte al diseño y desarrollo de videojuegos educativos de tres maneras distintas:

1. Puesto que el diseño del videojuego será descrito en términos de las entidades del modelo, los diseñadores se verán obligados a prestar atención a aspectos y características técnicas y pedagógicas que de otra manera podrían ser obviados
2. La descripción del videojuego en términos de entidades de diseño separadas, facilitará la adaptación y reutilización de segmentos o partes del diseño, permitiendo de esta forma acelerar y simplificar los procesos relacionados al mismo.

3. El modelo propuesto, podrá servir como base para el desarrollo de un lenguaje de descripción de videojuegos educativos que pueda ser interpretado por plataformas de ejecución.

| <b>Problemática</b> | <b>Descripción</b>  |
|---------------------|---|
| <b>P1</b>           | Alto coste de diseño y desarrollo de un videojuego educativo empleando las herramientas y métodos propios de los videojuegos comerciales.                                 |
| <b>P2</b>           | Falta de soporte para incluir en el diseño del videojuego los elementos que favorezcan el aprendizaje y la motivación del alumno.   |
| <b>P3</b>           | Falta de un lenguaje para la especificación de diseños de videojuegos educativos que pueda servir como soporte a la comunicación de un equipo de diseño multidisciplinar. |
| <b>P4</b>           | Herramientas de autoría disponibles para el diseño de videojuegos educativos restringidos al género de videojuego de aventura.  |

Tabla 1: Resumen de las problemáticas identificadas

# Capítulo 4

## Modelo conceptual de diseño de videojuegos educativos

En este capítulo se describe el modelo conceptual propuesto, que servirá de guía al proceso de diseño de videojuegos educativos. El modelo se compone de un conjunto de entidades de diseño a partir de las cuales se llevará a cabo la descripción de los diseños. Los distintos tipos de entidades, han sido seleccionadas teniendo en cuenta las características más frecuentemente señaladas en la literatura como importantes, a la hora de producir una experiencia de juego divertida y educativa.

## 4.1. Análisis de las distintas heurísticas de evaluación y modelos de diseño de videojuegos

Tal y como se ha visto en el capítulo 2, son muchos los autores que a lo largo de las últimas tres décadas han analizado y tratado de comprender el entretenimiento y la motivación que se derivan del uso de los videojuegos de ordenador. Así por ejemplo, Federoff (Federoff, M. A., 2002) y Desurvire (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004), presentan dos diferentes conjuntos de heurísticas que tienen por objeto permitir la evaluación de la jugabilidad ofrecida por un determinado videojuego. En el caso de la propuesta de Federoff, los distintos aspectos a evaluar se presentan agrupados en tres categorías que hacen referencia a elementos del videojuego relacionados con su interfaz, mecánica y retos que un jugador debe superar. Por el contrario, la heurística propuesta por Desurvire, hace especial énfasis en la importancia de la historia, la mecánica, la usabilidad y la jugabilidad. Algunos de los aspectos del juego que aparecen en estas heurísticas son también considerados en la lista de Prenksy (Prensky, M., 2001b) de las doce características que hacen que los videojuegos sean entretenidos, y en la que se incluyen la diversión, el juego, las reglas, los objetivos, la interactividad, la adaptación, los resultados y la realimentación, la condición de victoria, el desafío, la resolución de problemas, la interacción con el ordenador e integración con otros jugadores, la representación y la historia.

Por otro lado, otros autores han tomado como punto de partida la teoría del flujo propuesta por Csikszentmihlayi (Csikszentmihalyi, M., 1975). Según este autor el estado de flujo, es un estado de profunda implicación e inmersión en la tarea que se está llevando a cabo, que por las propiedades de recompensa que proporciona su alcance suele constituir un fin en sí mismo. Siguiendo esta idea, Sweester (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) adaptó la teoría de flujo para el caso de los videojuegos de ordenador y propuso un modelo de ocho elementos para alcanzar el disfrute de un videojuego en el que se contemplan la concentración, el desafío, el desarrollo de habilidades, el ejercicio de control, objetivos claros, realimentación, inmersión y la interacción social. En el caso específico de los videojuegos educativos, Kiili (Kiili, K., 2005b) propone un modelo desarrollado a partir de conceptos propios de la teoría de flujo, de la teoría del aprendizaje experimental y del propio diseño de videojuegos, señalando como elementos clave para el éxito del videojuego, el que en su diseño se haya considerado una realimentación inmediata, metas claras y desafíos adecuados para el nivel de habilidad del jugador. Entre otros factores también menciona el proveer un

argumento entretenido, el uso de gráficos apropiados e incorporar sonidos para optimizar la carga cognitiva.

Otro enfoque popular a la hora de llevar a cabo el análisis de los videojuegos educativos, es centrarse en los factores que promueven la motivación de los jugadores para aprender. Malone (Malone, T. W., 1981) por ejemplo, propuso un marco para diseñar experiencias de aprendizaje motivadoras que considera por una parte factores de motivación intrínseca a nivel individual, como el reto, la curiosidad, el control y la fantasía, así como otros factores motivacionales a nivel interpersonal, como la cooperación, la competencia y el reconocimiento. A partir de estas ideas y después de una exhaustiva revisión de la literatura sobre el tema, Garris (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002) llega a la conclusión de que las características de los videojuegos pueden ser descritas en términos de seis grandes dimensiones o categorías: fantasía, reglas, estímulos sensoriales, desafío, misterio y control. Además, el mismo autor propone describir la experiencia de juego a través de un ciclo iterativo de valoración-comportamiento-retroalimentación, en el cual se incluye además una fase específica de reflexión o *debriefing*. De hecho, la importancia de incluir en el videojuego algún tipo de actividad que permita al alumno reflexionar sobre lo que aprende en el videojuego y su posibilidad de aplicación en el mundo real, ha sido destacada por varios autores (Crookall, D., 1995; Leemkuil, H. H., 2006; Peters, V. A. M., & Vissers, G. A. N., 2004).

En cualquier caso, tal y como señala Fabricatore en (Fabricatore, C., 2000), centrarse sólo en los aspectos motivacionales del videojuego puede dar lugar al desarrollo de videojuegos que carezcan de cohesión entre la tarea cognitiva y el juego en sí. Con el fin de aprovechar al máximo el valor educativo de los juegos, este autor propone diseñar videojuegos en los que las tareas de aprendizaje estén contextualizadas de forma que sean percibidas como un elemento más dentro del videojuego y no como un complemento o un adherido al mismo.

Por último, otros autores han abordado el problema desde la perspectiva del videojuego como artefacto software. Así, en (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004) se propone el marco MDA (*Mechanics-Dynamics-Aesthetics*) que diferencia entre mecánica, dinámica y estética del videojuego. Los autores de este trabajo proponen además un vocabulario para describir este último componente que incluye términos como la sensación, fantasía, narrativa, desafío, compañerismo, descubrimiento, expresión y sumisión. Para el caso concreto de los videojuegos educativos, Amory (Amory, A., & Seagram, R., 2003) propone un modelo teórico basado en el paradigma de la programación orientada a objetos, y en el que se establecen relaciones entre las dimensiones pedagógicas

de aprendizaje y los elementos de diseño del juego. La base del diseño y desarrollo del videojuego, la constituye la definición de una historia vinculada a los objetivos de aprendizaje y que puede ser refinada y dividida en episodios, actos o escenas.

La Tabla 2, resume las características y propiedades más frecuentemente consideradas en estos trabajos de investigación como significativas en la experiencia con videojuegos. Tal y como se muestra en la tabla, los distintos enfoques o perspectivas del análisis aparecen organizados en cuatro columnas, mientras que los aspectos de los videojuegos que aparece recurrentemente señalados en estos análisis como significativos para la experiencia, aparecen organizados en filas.

|                              | <b>Jugabilidad</b>  | <b>Teoría de Flujo</b>                              | <b>Motivación</b>   | <b>Artefacto Software</b>   |
|------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Objetivos / Retos</b>     | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) | (Federoff, M. A., 2002; Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981) | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)                                 |
| <b>Historia / Relato</b>     | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a)                                  | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  | (Amory, A., & Seagram, R., 2003; Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004) |
| <b>Control / Interacción</b> |   | (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)                   | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981)                        | (Amory, A., & Seagram, R., 2003)  |
| <b>Feedback</b>              | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  |   |
| <b>Socialización</b>         | (Prensky, M., 2001c)  | (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)                   | (Malone, T. W., 1981)   | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)                                 |
| <b>Caracterización</b>       | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001c)                        |   | (Prensky, M., 2001c)  | (Amory, A., & Seagram, R., 2003)  |

|                     |   |  |   |  |
|---------------------|---|--|---|--|
| <b>Mecánica</b>     | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002) |  | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)  |
| <b>Recompensa</b>   | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001c)    |  | (Malone, T. W., 1981)   |  |
| <b>Fantasía</b>     |   |  | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981)  | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)  |
| <b>Debriefing</b>   | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001d)    |  | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002)   |  |
| <b>Persistencia</b> | (Federoff, M. A., 2002)   |  |   |  |
| <b>Otros</b>        | (Prensky, M., 2001c): diversión, juego y adaptación                     | (Kiili, K., 2005a): optimizado la carga cognitiva (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005): concentración e inmersión | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004): puntos de vista (Malone, T. W., 1981): curiosidad (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002): estímulos sensoriales y misterio | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004): sensación, descubrimiento, expresión y presentación |

Tabla 2: Resumen de las características de los videojuegos consideradas en la literatura como más relevante durante la experiencia con videojuegos.

Por un lado, es interesante observar que muchas de estas características aparecen repetidamente, independientemente de la perspectiva del análisis, el propósito del modelo o la heurística aplicada. De esta manera, la mayoría de los autores destacan la importancia de proponer retos apropiados al jugador, de intentar integrar el juego en una historia o relato, y de proporcionar elementos de interacción, mecanismos de realimentación y algún componente de socialización entre los jugadores. Desgraciadamente las guías o recomendaciones sobre cómo capturar estas características en el diseño de un videojuego educativo, son a menudo presentadas de forma excesivamente

conceptual y abstracta. Así por ejemplo, las heurísticas de Federoff (Federoff, M. A., 2002), Desurvire (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004) y Sweetser (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005) vienen dadas en forma de líneas generales como “crear una gran historia” o “las reglas del juego deben ser justas”. De manera similar, Prensky (Prensky, M., 2001c) y Malone (Malone, T. W., 1982) proponen listas de características esenciales que debe tener un juego y recomendaciones que pueden ser de gran utilidad para validar la calidad de un diseño o para detectar problemas no tan aparentes en el mismo. En cualquier caso, los ejemplos de diseños que exhiben estas características son descritos de forma narrativa y sin considerar ni esquematizar las posibles y en algunos casos complejas inter-relaciones e interacciones que se pueden dar entre las diferentes propiedades y características del juego. Los modelos de Hunicke (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004), Garris (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002) y Kiili (Kiili, K., 2005b) van más allá, enmarcando o asociando estas características y propiedades del juego con distintas fases del proceso de diseño o de las propias partidas. En cualquier caso, siguen proporcionando poca ayuda a la hora de llevar a cabo la descripción de estas características. Dado que al igual que en los otros trabajos mencionados previamente, los ejemplos proporcionados son descritos de forma completamente descriptiva. Esto hace que resulte difícil conseguir la adaptación o reutilización de las partes de estos diseños. Más aún, se podría argumentar que se deja al criterio del propio diseñador considerar si las propiedades y recomendaciones se encuentran realmente incluidas en el diseño o no. De hecho, sólo el modelo propuesto por Amory (Amory, A., 2007) especifica relaciones claras entre el conjunto de elementos utilizados para describir el juego. En cualquier caso, el uso de conceptos de Programación Orientada a Objetos como base del modelo, hace que este sea difícilmente entendible por personas con un bajo perfil técnico, como puede ser el caso de un educador.



## 4.2. Modelo para el diseño de videojuegos educativos.

El modelo propuesto tiene por objeto proporcionar herramientas de ayuda a los equipos multidisciplinarios en el diseño de videojuegos educativos, facilitando la descripción de sus componentes en el proceso de diseño, y promoviendo la reutilización de estos componentes, así como su adaptación para la aplicación en otros videojuegos. El modelo no se centra en los retos y problemas específicos asociados con un género de juego; más bien reúne y organiza las características que la literatura de videojuegos considera a menudo como significativas dentro de la producción de una experiencia de videojuego atractivo, divertido y educativo. Por tanto, los diseños de videojuegos tendrán que ser descritos en términos de estas características, descripciones que pueden ser implementadas utilizando las técnicas y los componentes específicos del género en particular al que pertenece el videojuego.

La selección de los tipos de entidades de diseño que se incluirán en el modelo, se ha basado en la frecuencia que se les considera como significativas para los juegos educativos en la literatura (véase la Tabla 2), y en la facilidad con la que se les puede hacer corresponder con los componentes específicos de un diseño de juego que se puede reutilizar. De esta manera, el uso de las puntuaciones, premios y la posibilidad de personalizar el avatar o desbloquear nuevas etapas, son soluciones frecuentemente utilizadas para implementar un mecanismo de recompensa en un juego que puede ser fácilmente adaptado y reutilizado en un nuevo juego. Por el contrario, la fantasía es un aspecto que se entrelaza con muchos otros, como el diseño de los personajes o el diseño del entorno virtual, y que está estrechamente relacionado con la experiencia subjetiva del jugador. Esto hace difícil diseñar soluciones reutilizables para esta función, por lo que no se ha incluido en el modelo. Por último, algunos de los aspectos más cercanos a la implementación, como el diseño de las escenas, los servicios y descripciones de la interfaz también se incluirán dado que son aspectos considerados elementos básicos de la especificación de cualquier videojuego (Rollings, A., & Morris, D., 2004).

Teniendo en cuenta estos criterios se han seleccionado un total de 12 aspectos o características fundamentales de un videojuego educativo:

1. **Mecánica:** define los elementos o entidades principales del juego y las acciones e interacciones entre ellas que pueden tener lugar a lo largo de la partida.

2. **Retos:** define las metas que las distintas entidades deberán tratar de lograr durante el juego, junto con las situaciones o eventos que deberán evitarse.
3. **Escenario:** describen el espacio virtual y las representaciones que serán utilizadas para encarnar las entidades definidas en la mecánica.
4. **Caracterización de personajes:** definición de la identidad y características de los personajes que toman parte en el juego y que representan sus entidades principales.
5. **Feedback:** define los elementos y procedimientos que se utilizarán en cada momento para dar a conocer al jugador las consecuencias de sus acciones, su grado de progreso hacia los objetivos y en general, el estado y situación actual de la partida.
6. **Socialización:** establece los mecanismos de comunicación e interacción entre jugadores que el juego soportará.
7. **Debriefing:** actividades que no forman parte del juego en sí y cuyo fin es hacer recapacitar al jugador sobre lo que ocurre en el juego y relacionarlo con la actividad en el mundo real.
8. **Storyline:** define el contexto y el argumento del juego, ordenando los objetivos que se propondrán al jugador en distintas secuencias o episodios.
9. **Recompensa:** conjunto de premios que se activan en función de los logros y acciones del jugador y que tienen por fin aumentar su motivación de progresar en el juego.
10. **Persistencia:** conjunto de mecanismos que el juego implementará para permitir o no al jugador afrontar los desafíos en varias sesiones de juego, y que establecerán el conjunto de información que se mantendrá entre ellas.
11. **Servicios:** herramientas y aplicaciones incluidas en el juego, con el fin de dar soporte a otros elementos de diseño o de enriquecer y aumentar las posibilidades ofrecidas por el juego.
12. **Interfaz del juego e Interacción:** define el conjunto de medios, tanto de entrada como de salida, de los que el jugador dispondrá para comunicarse con el juego.

En el resto de la sección, se describirán el conjunto de entidades de diseño propuestas, con el fin de describir cada uno de estos aspectos de un videojuego educativo.

### 4.2.1. Mecánica

La definición de la mecánica básica de un videojuego, constituye el punto de partida a la hora de definir el mismo. La mecánica determina qué es lo que puede suceder durante una partida y aunque es posible representarla de distintas formas, como por ejemplo mediante matrices de interacción, lo más habitual es utilizar para ello máquinas de estado finitas, que permiten capturar las interrelaciones existentes entre los distintos elementos del juego (Rollings, Andrew, & Morris, D., 2003). En el modelo propuesto para la definición de mecánicas de juego, se considerarán tres elementos fundamentales: entidades que participan en el juego, acciones que las entidades pueden realizar y eventos (véase la Tabla 3).

- **Entidades:** se considerarán como tales, cualquier elemento del juego que el diseñador considere relevante en el desarrollo de una partida y su definición podrá ir acompañada de un conjunto de atributos que concreten sus características y propiedades, y una serie de estados válidos que permitan representar las diferentes situaciones por las cuales la entidad pueda pasar o encontrarse. Opcionalmente, las entidades podrán llevar a cabo acciones, que pueden tener como consecuencia cambios en los atributos y estados de la propia entidad o de otras entidades del juego.
- **Eventos:** el diseñador puede incluir en la definición de la mecánica un conjunto de eventos o situaciones que se puedan dar en el juego y que considere relevantes para su desarrollo. Estos eventos pueden definirse en relación con la situación actual de las entidades, es decir con los valores de sus atributos o estados, o bien con las acciones que ejecutan.

La Tabla 3, resume las distintas entidades de diseño propuestas para la definición de la mecánica de un juego y la Figura 8, representa de forma gráfica las distintas relaciones existentes entre ellas. A través de estas entidades, un diseñador podría describir, por ejemplo, una mecánica de juego en la que participen las entidades “niño”, “objeto” y “caja”. Los niños pueden llevar a cabo las acciones “mover”, “recoger objetos” y “poner objeto en caja”, mientras que objetos y cajas tienen un atributo que especifica su tipo. Las cajas además poseen dos estados para determinar si están llenas o vacías.

| Componente: (1) <i>Mecánica</i> |  |
|---------------------------------|--|
| Entidad de diseño               | Definición   |
| (1.1) Entidad juego             | Elementos del juego relevantes para el desarrollo de una partida.  |
| (1.1.1) Atributo                | Propiedad o característica de una entidad del juego. Cada atributo viene definido por un rango de valores que puede adoptar, un valor inicial y el valor actual adoptado en cada momento de la partida.  |
| (1.1.2) Estado                  | Describe posibles situaciones en las que la entidad puede encontrarse a lo largo del juego.  |
| (1.1.3) Acción                  | Describe una operación que la entidad puede realizar. Como resultado de la ejecución de una acción, los atributos o estado actual de la entidad que las ejecuta o bien de la entidad sobre la que se lleva a cabo la acción, pueden ser modificados. |
| (1.2) Evento                    | Sucesos o situaciones que se producen durante el juego. La activación de un evento puede asociarse a la modificación de los atributos o estado actual de la entidad o la ejecución de acciones.  |
| (1.2A) Evento Entidad           | Se activan en función de la ejecución de acciones, valores de atributos y estados que adoptan las entidades.   |
| (1.2B) Evento General           | Se activan por otro tipo de condiciones, como límites de tiempo, acción directa del usuario, etc.  |

Tabla 3: Entidades de diseño para la definición de la mecánica básica de un juego.

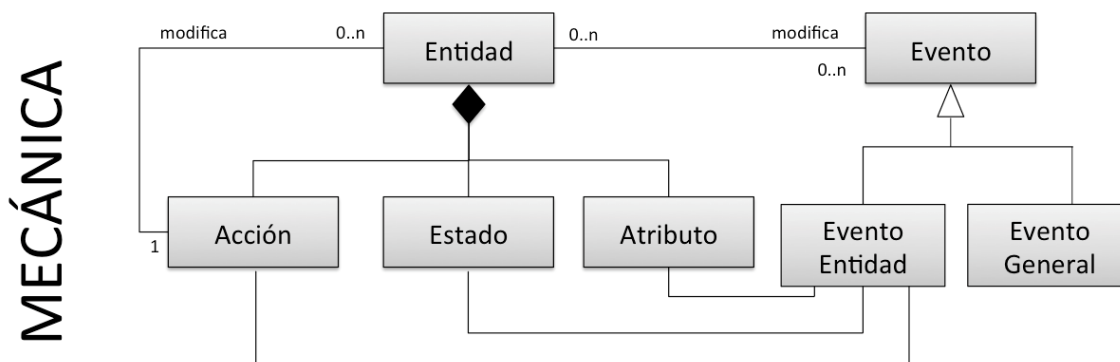


Figura 8: Modelo para la descripción de la mecánica

### 4.2.2. Retos

Otras características frecuentemente señaladas en la literatura como especialmente importante a ser consideradas en el diseño de un videojuego, es la definición clara y precisa de un conjunto de objetivos a alcanzar por el jugador que sean adecuados a la capacidad y habilidad concretas del mismo. La propuesta de un conjunto de metas que no concuerdan con el perfil del jugador pueden conducir al abandono del juego, ya sea porque los objetivos son percibidos como inalcanzables o demasiado difíciles, o porque son demasiado sencillos y por tanto el juego no implica un reto o desafío. Por otro lado, es igualmente importante la comunicación de los objetivos al jugador, de tal manera que en cada momento conozca perfectamente cuáles son las metas concretas que debe perseguir. A partir de una mecánica de videojuego dada, es posible obtener distintos videojuegos simplemente variando los objetivos que los jugadores deben lograr. Es por ello que los elementos del sub-modelo de objetivos, permiten a los diseñadores describir las metas del juego en función de los eventos, acciones, estados y atributos especificados en la mecánica del videojuego. Así, a partir de la mecánica del juego descrita en la sección 2.1.A, se podría plantear como objetivo "lograr que el niño recoja la mayor cantidad de objetos de un tipo determinado". Este objetivo se puede asociar con el objetivo de aprendizaje "aprender a identificar", y podría ser utilizado en un juego en el que los niños tienen que encontrar objetos que podrían ser la causa de un accidente, por ejemplo.

| <b>Componente: (2) Retos</b> |  |
|------------------------------|--|
| <b>Entidad de diseño</b>     | <b>Definición</b>  |
| (2.1) Reto                   | Describe una situación que el jugador debe perseguir o evitar. Su definición puede incluir diversos umbrales de satisfacción de la meta. |
| (2.1A) Objetivo              | Meta que el jugador debe tratar de alcanzar.   |
| (2.1B) Fallo                 | Situación que el jugador debe tratar de evitar.  |
| (2.2) Objetivo educativo     | Meta educativa asociada a la consecución de un reto en el juego.   |
| (2.3) Restricción            | Establece una limitación en los recursos con que el jugador cuenta a la hora de perseguir los objetivos en el juego.                     |

Tabla 4: Entidades de diseño para la definición de los retos propuestos en un juego.

Por otro lado sería igualmente posible partiendo de la misma mecánica, proponer un juego donde el jugador deba "lograr que el niño introduzca objetos del mismo tipo en las cajas " o "lograr llenar la mayor cantidad de cajas posible". Estos objetivos podrían estar asociados con el objetivo de aprendizaje "aprender a asociar", y podrían ser utilizados en un juego en el que los niños aprenden a reciclar basura doméstica. Además, los diseñadores también pueden requerir definir objetivos o eventos negativos que el jugador debe tratar de evitar, como "evitar poner un objeto en una caja que no coincida con su tipo".

Por último y con el fin de conseguir adecuar el nivel de dificultad del objetivo propuesto a la habilidad de un determinado jugador, la definición de los objetivos del juego puede verse complementada con la especificación de un conjunto de restricciones que establecerían límites sobre la forma en que el objetivo debe ser satisfecho. Por ello, una de las restricciones que más frecuentemente suele aparecer en los juegos es la definición de un límite en el tiempo disponible para alcanzar la meta. Estas restricciones pueden asociarse además con los elementos que definen la mecánica básica del juego, de forma que se pueda limitar el número de veces que el jugador lleve a cabo una acción, o variar la velocidad a la que se mueven los enemigos, por ejemplo.

La Tabla 4, muestra las entidades de diseño propuestas para la descripción de los retos del juego y la Figura 9, describe las relaciones existentes entre ellas. Tal y como se muestra en la figura, los retos se definen a través de eventos que capturan distintas situaciones que se pueden dar durante el juego.

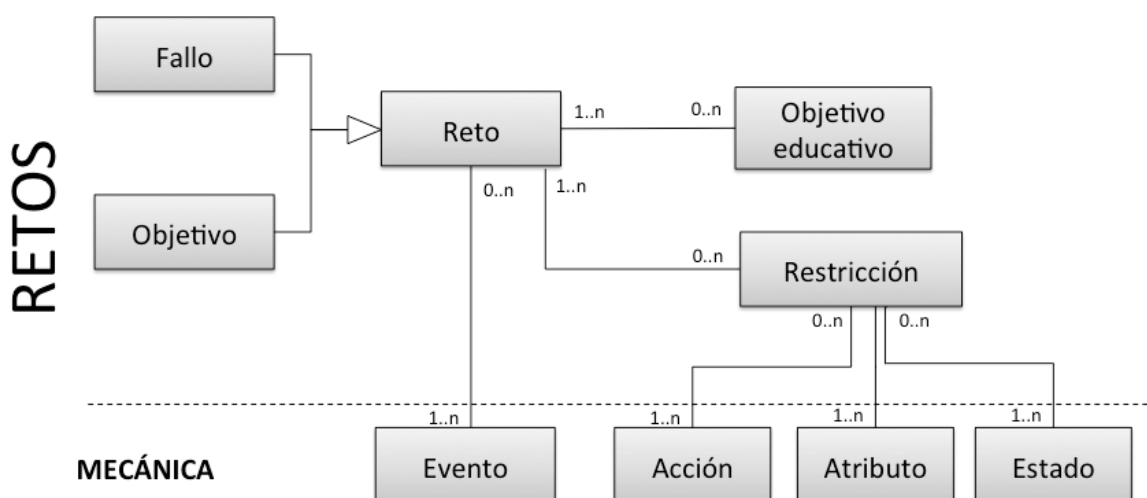


Figura 9: Modelo para la definición de retos del juego

### 4.2.3. Escenario

Una vez que el diseñador ha definido la mecánica básica del juego, deberá describir un conjunto de escenas en las que el juego podrá tener lugar. Cada escena describe un espacio virtual en el que las entidades del juego desarrollarán sus acciones y proporciona un conjunto de modelos gráficos que sirven tanto para representar las entidades, como para definir la ambientación del juego, aumentando de esta manera el grado de inmersión del jugador en el mismo.

| Componente: (3) <i>Escenario</i>     |   |
|--------------------------------------|---|
| Entidad de diseño                    | Definición  |
| (3.1) Mapa                           | Conjunto de escenas entrelazadas que conforman el escenario del juego.  |
| (3.1.1) Escena                       | Conjunto de elementos multimedia utilizados para describir el entorno virtual en el que el juego tiene lugar.   |
| (3.1.1.1) Entidad. Escena            | Agrupación de elementos multimedia considerados como una unidad y con los que el jugador puede interactuar. Cada entidad está asociada a una entidad de juego que define sus atributos, estados, acciones, así como sus reacciones a los distintos eventos del juego. |
| (3.1.1.2) Entidad. <i>Background</i> | Agrupación de elementos multimedia considerados como una unidad que no posee capacidad de interacción pero que sirve para ambientar la escena.  |
| (3.1.2) Enlace                       | Define una conexión entre varias escenas que permitirá al jugador navegar de una a otra. Son representados a través de alguna entidad incluida en la escena.  |
| (3.1.2.1) Contexto                   | Elemento multimedia que asociado a la escena sirve para ambientarla y crear cierta atmósfera.   |

Tabla 5: Entidades de diseño para la definición de escenarios de juego.

La descripción de una escena puede cubrir diversos aspectos incluyendo el tipo de dimensiones de la misma (2D, 2D isométrico o 3D), el tipo de perspectiva (primera, segunda o tercera persona), el área de visión de la escena (adelante / atrás / arriba / abajo / izquierda / derecha), posiciones de la cámara, imágenes de fondo y los objetos o entidades con los que el jugador podría interactuar.

Respecto a estos últimos, es posible distinguir dos tipos distintos: aquellos con los que el jugador no puede interactuar, pero que proporcionan ambientación a la escena y aquellos que serán utilizados para representar entidades definidas en la mecánica del juego y, que por tanto, estarán asociados con un conjunto de recursos gráficos, de audio o de animación que permitan representar todos los posibles estados que la entidad del juego pueda adoptar. De esta forma y siguiendo el ejemplo de la sección anterior, para representar una caja podrá ser necesario contar con recursos gráficos que permitan visualizar su aspecto cuando está cerrada, abierta, llena, vacía, etc.

Por otro lado, cuando para un mismo juego se haya definido más de una escena puede ser necesario establecer enlaces entre ellas que determinen la forma en que los jugadores pueden navegar de unas a otras. De manera análoga a los enlaces de hipermedia, los enlaces entre escenas pueden tener dirección y estar asociados con una entidad de escena, como por ejemplo una puerta o ventana, que determinaría la forma y condiciones necesarias para activar la navegación. El conjunto de escenas y enlaces conformará el mapa del juego.

Por último, la definición de la escena puede ser enriquecida mediante un conjunto de recursos de video, imagen, sonido o texto que pueden ser útiles para contextualizar las acciones que surjan en las escenas. De esta forma, por ejemplo, si una escena representa el salón de una casa, podríamos tener vídeos asociados que representen secuencias de acciones cotidianas que se desarrollan habitualmente en este espacio o imágenes previas o posteriores a situaciones de riesgo que puedan producirse en dicho lugar.

En la Tabla 5, se detallan las distintas entidades de diseño propuestas para la descripción de un escenario, mientras que la Figura 10 representa las distintas relaciones existentes entre ellas. Tal y como se muestra en la figura cada “entidad escena” se relaciona con una o más entidades de juego a las que representa.



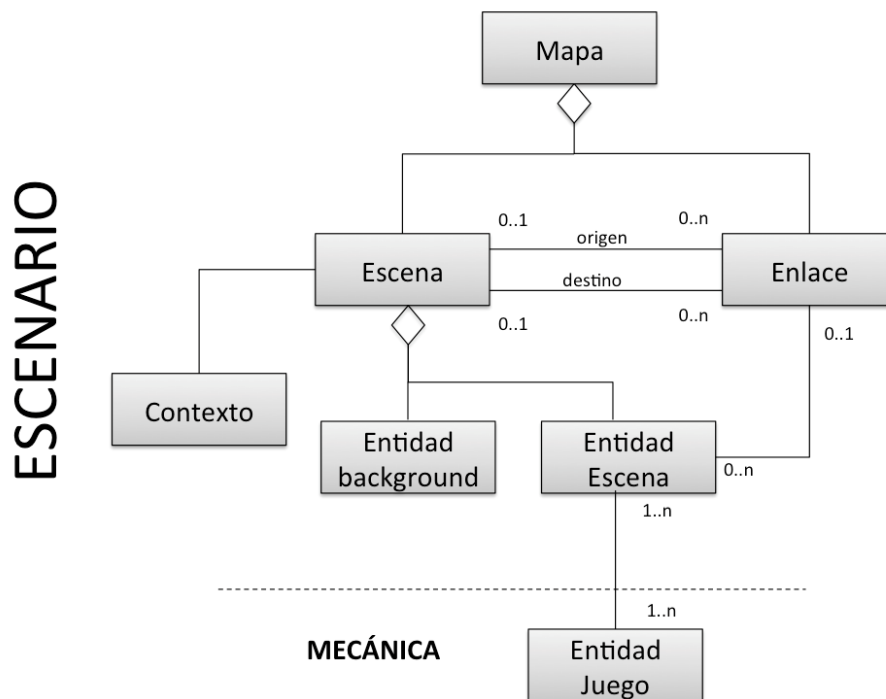


Figura 10: Modelo para la definición del escenario del juego

#### 4.2.4. Caracterización

La inclusión en el juego de personajes carismáticos y de avatares con los que el jugador se identifique son técnicas habitualmente utilizadas para aumentar la motivación del jugador (Feilitzen, C. v., & Linné, O., 1975; Klimmt, C., Hefner, D., & Vorderer, P., 2009; Morningstar, C., & Farmer, F. R., 2008). Es de mucha importancia, proporcionar a los diseñadores herramientas necesarias para poder llevar a cabo descripciones de los personajes del juego, que puedan abarcar tanto aspectos relativos a su apariencia, como a sus habilidades, personalidad o incluso evolución a lo largo del juego. De estos tres aspectos, la apariencia del personaje suele ser la más determinante para lograr la identificación, por lo que debe ser especialmente cuidado y se tiene que hacer uso de recursos gráficos que permitan conseguir una representación del personaje adecuada para tanto para el tono del juego como para el perfil del jugador. Así por ejemplo, en el diseño de los personajes de juegos dirigidos a niños de corta edad se suele utilizar representaciones gráficas cercanas a los dibujos animados que el niño está acostumbrado a ver. Por otra parte, para facilitar la identificación del niño con su avatar, se recomienda que éste personifique a un niño de similares

características al jugador pero de una edad ligeramente superior (Ducheneaut, N., Yee, N., Wadley, G., & Alto, P., 2009; Li, D. D., Liau, A. K., & Khoo, A., 2013; Trepte, S., & Reinecke, L., 2010). De igual forma, suele ser aconsejable que el diseño del aspecto para los distintos personajes sea consistente entre sí, de tal manera, que personajes de una misma raza, oficio o tipología presenten rasgos similares que faciliten al jugador su identificación.

En relación con la descripción de las habilidades y comportamientos, es necesario tener en cuenta que cada personaje deberá estar asociado a alguna entidad de juego de las previamente definidas en la mecánica básica. Dicha entidad determinará cuáles son las acciones que puede hacer el personaje, cuáles son los estados que puede adoptar y cómo se efectúa la transición de un estado a otro. El control de la entidad podrá estar o bien en manos de uno de los jugadores PCC (*Player Controlled Character*) o bien será llevado a cabo automáticamente por el propio ordenador NPC (*Non-Player Character*). En este último la descripción de un comportamiento del personaje supondrá la definición de un conjunto de reglas que determinen cuál ha de ser la siguiente acción a efectuar en aquellos casos en los que la mecánica del juego permita la posibilidad de escoger entre varias. Dependiendo del grado de sofisticación del juego y de la necesidad de simular un comportamiento inteligente, estas reglas pueden ser implementadas en forma de un conjunto de eventos que determinen cuándo se dispara, o bien a través de algún algoritmo o técnica propia del área de inteligencia artificial.

Por otra parte, también es posible enriquecer la descripción tanto de los NPCs como de los PCCs mediante otros comportamientos o acciones no relevantes para el desarrollo del propio juego, pero que pueden servir para mejorar la ambientación o aumentar el realismo. Así por ejemplo, se pueden definir acciones y gestos que denoten impaciencia en un personaje cuando el jugador no lleva a cabo una acción. Una adecuada definición del aspecto y comportamiento suele ser suficiente para comunicar al jugador, distintos aspectos de la personalidad de un personaje. Sin embargo algunos tipos de juegos, como por ejemplo los de tipo rol, pueden requerir una definición más precisa de la personalidad. Uno de los mecanismos más comunes para llevar a cabo este tipo de definición, suele ser el uso de tablas de atributos y características para cada una de las cuales al personaje se le habrá asignado un valor. Dichos valores podrán ser utilizados para determinar el comportamiento del personaje, las consecuencias de sus acciones, el tipo de objetos que puedan utilizar, etc., y pueden ser establecidos bien de manera fija para todo el juego o

bien permitir su modificación y evolución en función de las acciones realizadas o del progreso del personaje.

| <b>Componente: (4) Caracterización</b>   |  |
|--|--|
| <b>Entidad de diseño</b>                 | <b>Definición</b>  |
| (4.1) Personaje                          | Conjunto de modelos gráficos utilizados para representar a uno de los protagonistas del juego. Cada entidad está asociada a una entidad de juego que define sus atributos, estados, acciones, así como sus reacciones a los distintos eventos del juego. |
| (4.1A) Personaje NPC                     | Personaje utilizado para representar una de las entidades del juego no controladas por el jugador.   |
| (4.1B) Personaje PCC                     | Personaje utilizado para representar una de las entidades del juego controladas por el jugador.  |
| (4.1.1) Componente Personaje             | Parte de la definición de un personaje. La definición de un personaje puede incluir cualquier número de complementos de los cuáles solo algunos se encontrarán activos en un momento determinado del juego.  |
| (4.1.1A) Comp. Anatomía                  | Componente del personaje que define una determinada parte del cuerpo.  |
| (4.1.1B) Comp. Equipamiento              | Componente que define una herramienta, arma o utensilio que el componente puede llevar y/o utilizar.   |
| (4.1.1C) Comp. Complemento               | Componente que define ciertas indumentarias o accesorios que el personaje puede llevar.  |
| (4.1.1D) Comp. Comportamiento Automático | Regla o algoritmo definido en función de los eventos del juego que dispara la activación de ciertos complementos del cuerpo, equipamiento o complemento.   |
| (4.1.1E) Comp. Atributos                 | Define un conjunto de atributos que caracterizan al personaje. Opcionalmente estos atributos pueden relacionarse con los atributos de la entidad de juego que el personaje representa.   |
| (4.1.1F) Comp. Habilidades               | Define un conjunto de habilidades que caracterizan al personaje. Opcionalmente estas habilidades pueden relacionarse con las acciones de la entidad de juego que el personaje representa.  |
| (4.2) IA                                 | Regla o algoritmo que dispara la activación de acciones de la entidad del juego, en función de cierta estrategia definida con el fin de alcanzar cierto objetivo del juego.  |

Tabla 6: Entidades de diseño para la definición de los personajes del juego.

Siguiendo estas ideas la Tabla 6, recoge la definición de las distintas entidades de diseño propuestas para la caracterización de los personajes del juego. Las relaciones entre las distintas entidades se recogen en el diagrama de la Figura 11.

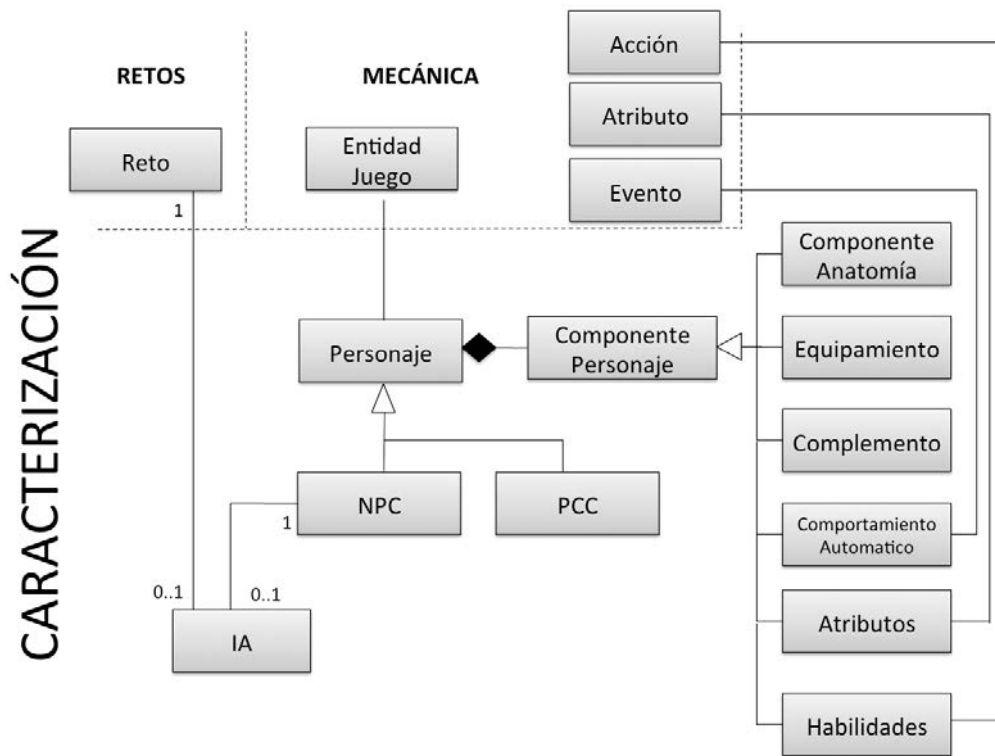


Figura 11: Modelo para la descripción de las características de los personajes

#### 4.2.5. Feedback

Una de las claves para conseguir mantener la concentración del jugador y fomentar la sensación de flujo, consiste en implementar mecanismos adecuados que proporcionen información de *feedback* al jugador sobre las acciones que lleva a cabo y el estado actual en el que se encuentra en el videojuego (Kiili, K., 2005b; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005). Un diseño adecuado de este tipo de mecanismos, permitirá al jugador evaluar cuál es su situación actual dentro del juego y las consecuencias de sus acciones, facilitando así, la toma de decisiones que permitan progresar hacia los objetivos marcados. Además de este *feedback* asociado a los objetivos del juego, suele ser habitual en los juegos educativos encontrarnos otro tipo de *feedback* que tiene por finalidad principal dar soporte al principio educativo del juego, suministrando información adicional que

contribuya a la adquisición de conocimiento y al logro de los objetivos educativos. Existen distintas maneras de hacer llegar al jugador la información de *feedback*. Una de las más habituales es mediante mensajes explicativos transmitidos a través de texto o audio. Este tipo de *feedback* permite dar al jugador la información deseada de forma detallada y precisa que por lo general, será adecuado cuando hay mucha información que comunicar en tipos o momentos del juego en los que la acción puede ser interrumpida momentáneamente sin perjuicio del desempeño del objetivo. Otra opción a menudo utilizada en los videojuegos actuales es recurrir a los propios personajes del videojuego a la hora de transmitir la información, consiguiendo de esta forma una integración más natural y realista del mecanismo de retroalimentación en el propio juego.

En cualquier caso en aquellos juegos o situaciones cuya dinámica no permita al jugador detenerse a leer o escuchar un mensaje completo es más conveniente utilizar otras formas de *feedback* más inmediatas, como por ejemplo símbolos, imágenes o sonidos que representen la información que se desea transmitir. Así por ejemplo, los sonidos generados para acompañar a una lucha suelen servir al jugador para obtener una idea del éxito o fracaso de sus acciones. Por otra parte, los marcadores de puntuación, los premios o las personalizaciones específicas de los avatares utilizados pueden ser considerados igualmente como formas de *feedback*, ya que sirven para informar al jugador sobre el nivel de progreso respecto al objetivo del juego

| Componente: (5) <i>Feedback</i>   |   |
|-----------------------------------|---|
| Entidad de diseño                 | Definición  |
| (5.1) <i>Feedback</i>             | Información de realimentación para el jugador sobre el estado de la partida.                              |
| (5.1.A) <i>Feedback</i> Juego     | Información proporcionada con el fin de mantener y aumentar la motivación en el juego.                    |
| (5.1.B) <i>Feedback</i> Educativo | Información proporcionada con el fin de reforzar la consecución de los objetivos de aprendizaje marcados. |
| (5.1.1) Condición de Activación   | Condición que dispara la activación de la información de <i>feedback</i> .                                |
| (5.1.2) Entidad <i>Feedback</i>   | Elemento del juego utilizado para representar la información de <i>feedback</i> .                         |

Tabla 7: Entidades de diseño para la definición de los mecanismos de *Feedback*

En la Tabla 7 y la Figura 12, se detallan las distintas entidades de diseño propuestas para la descripción de los mecanismos de *feedback* de un juego, así como las relaciones existentes entre ellas.

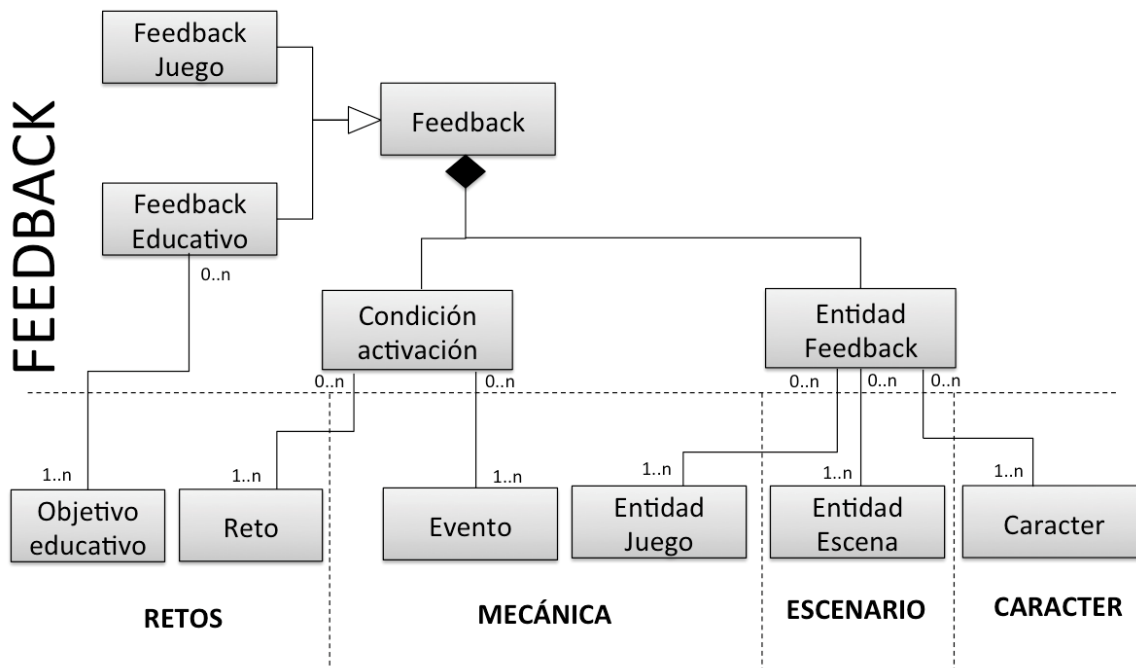


Figura 12: Modelo para descripción del mecanismo de *Feedback* del juego.

#### 4.2.6. Socialización

Actualmente casi todos los videojuegos permiten que los jugadores interactúen de alguna forma con otros jugadores dentro del propio entorno virtual del juego. Incluir algún tipo de componente que dé soporte a la socialización entre jugadores, es sumamente importante para el caso de los videojuegos educativos, ya que no solo puede contribuir a incrementar la motivación de los jugadores sino que además proporcionaría la base para el desarrollo del aprendizaje como ejercicio socio-cultural, en línea con el concepto Vygotskiano de didáctica (Vygotsky, L. S., 1967). A la hora de describir juegos que admitan la modalidad *multijugador* puede ser conveniente permitir al diseñador definir distintos roles que al ser asociados con los jugadores determinen el conjunto de entidades que quedarán bajo su control. Más aún, puede ser conveniente determinar que el rol que el jugador adopte será el que determine el conjunto de objetivos a perseguir. Así por ejemplo, se puede definir

un juego donde un jugador adopte el rol de invasor y tenga por objetivo defender una fortaleza, mientras otro jugador adopta el rol de defensor y su objetivo sea evitar que la fortaleza sea destruida. Los roles pueden ser a su vez organizados en distintos grupos que se asocian con las mismas o distintas entidades y objetivos. En este sentido y siguiendo el mismo ejemplo, se podría asignar a un mismo jugador el control de varios equipos de defensa de fortaleza propia y de ataque a fortaleza contraria. Si se toma como punto de partida esta asignación de objetivos a los jugadores, roles y grupos, el diseñador puede definir experiencias de juego muy distintas dependiendo del tipo de relaciones que establezca entre los jugadores de acuerdo a los objetivos planteados. De tal forma, por ejemplo, se puede determinar que los jugadores deban competir entre sí por la consecución de un mismo objetivo o bien, que por el contrario, deban colaborar, de tal manera que al menos uno de ellos logre su satisfacción. También, se pueden asignar distintos objetivos a cada jugador y fomentar la cooperación para alcanzar la satisfacción del conjunto de todos ellos.

Por otra parte, e independientemente de la definición de roles establecida, siempre que haya más de un participante en el juego será necesario establecer reglas que limiten y definan la forma en que se sincronizará la ejecución de las acciones de cada jugador. Estas reglas logran establecer que todos los jugadores puedan interactuar entre ellos, ejecutando las acciones de sus entidades de forma simultánea, o que por el contrario se deban seguir ciertos turnos y un orden establecido a seguir a la hora de activarlas. Las reglas de sincronización podrán definirse a varios niveles, según tengan en cuenta las acciones de los jugadores en concreto, o bien se establezcan en relación con roles y grupos, y podrían tener asociadas restricciones como por ejemplo límite de tiempo dentro del turno.

| <b>Componente: (6) <i>Socialización</i></b> |  |
|---|--|
| <b>Entidad de diseño</b>                    | <b>Definición</b>  |
| (6.1) Grupo                                 | Agrupación de roles que o bien cooperan, compiten o colaboran en la consecución de ciertos retos.                  |
| (6.1.1) Rol                                 | Define el papel que un jugador desempeñará en el juego, especificando qué entidades controla y qué retos persigue. |
| (6.2) Regla sincronización                  | Establecen el orden en que grupos y roles ejecutarán sus acciones durante el juego.                                |

Tabla 8: Entidades de diseño para la definición de los mecanismos de Socialización.

La Tabla 8 y la Figura 13, describen el conjunto de entidades de diseño que el modelo propuesto recoge con el fin de permitir al diseñador describir el modo en que los jugadores van a interactuar durante el juego.

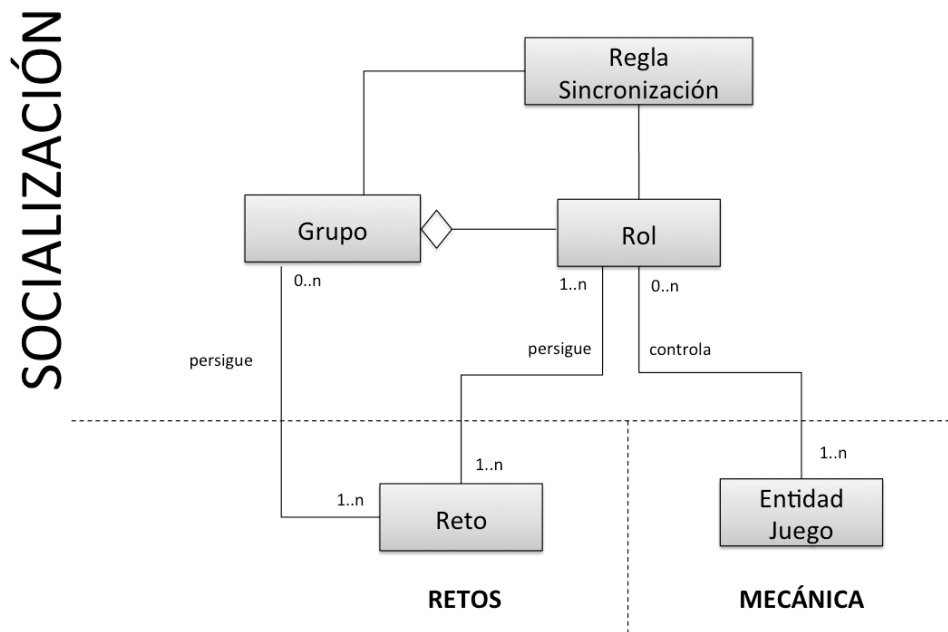


Figura 13: Modelo para describir la definición de socialización.

#### 4.2.7. Debriefing

El término *debriefing* hace referencia al proceso durante el cual los participantes de un proceso educativo reflexionan y analizan sobre la actividad desarrollada, asociando lo aprendido con conceptos previamente conocidos, y formando hipótesis que puedan ser verificadas en experiencias futuras (Warrick, D. D. D., Hunsaker, P. L., Cook, C. W., & Altman, S., 1979). Entre los distintos modelos de sesión de *debriefing* destaca el propuesto en (Stolovitch, H. D., 1990), donde el proceso se divide en seis etapas:

- (1) visión general
- (2) delineación de información factual a partir de las actividades desarrolladas
- (3) generación de inferencias
- (4) establecimiento de paralelismos y diferencias entre lo sucedido en el entorno del entrenamiento y el mundo real
- (5) creación de generalizaciones
- (6) discusión sobre las posibles formas en que se aplica lo aprendido.



Por otra parte, en (Lederman, L. C., 1992) se propone un modelo de *debriefing* más sencillo que distingue únicamente tres fases:

- (1) reflexión y análisis, durante la cual los participantes deliberan sobre lo acontecido;
- (2) intensificación y personalización, donde se insta a los participantes a reflexionar sobre la propia experiencia y sus implicaciones para ellos mismos; y por último,
- (3) generalización y aplicación, durante la que se estudia y extrapola lo aprendido a otros contextos.

Dado que la visión que pueda tener el alumno es personal y por lo tanto, incompleta, los procesos de *debriefing* a menudo suelen ser guiados por un facilitador que conduce el proceso de reflexión y asegura que se traten los aspectos más importantes de la experiencia. En ocasiones, puede ser conveniente que el proceso sea además desarrollado de forma conjunta entre todos los participantes de la experiencia, de forma que todos ellos razonen y compartan sus distintos puntos de vista y colaboren en el proceso de análisis (Peters, V. A. M., & Vissers, G. A. N., 2004).

En cualquier caso, también es posible diseñar actividades de *debriefing* que sean llevadas a cabo por el jugador de forma independiente, siempre y cuando se proporcione al mismo un conjunto de guías y directrices a aplicar durante las mismas (Fanning, R. M., & Gaba, D. M., 2007). Por otra parte y desde el punto de vista de los medios utilizados, se pueden distinguir entre actividades de *debriefing* orales, escritas o basadas en técnicas de observación, en las que por ejemplo, se hace uso de grabaciones de video o audio de la experiencia (Fanning, R. M., & Gaba, D. M., 2007).

En cuanto a su relación con el resto de los elementos del juego, lo más habitual suele ser que las actividades de *debriefing* se lleven a cabo una vez que la experiencia de juego ha concluido, pero también puede ser posible intercalar algunas de ellas entre distintas fases o etapas de una partida.

Tal y como se muestra en la Tabla 9 y la Figura 14, el modelo de actividades de *debriefing* propuesto distingue entre actividades individuales y colectivas, siendo posible que tanto unas como otras sean desarrolladas por los jugadores de forma oral o por medio escrito, y guiadas o no por instructor.

| Componente: (7) <i>Debriefing</i>    |   |
|--------------------------------------|---|
| Entidad de diseño                    | Definición  |
| (7.1) Actividad de <i>Debriefing</i> | Actividad propuesta con la finalidad de conseguir que el jugador reflexione sobre el desarrollo del juego, y que tiene por fin conseguir establecer asociaciones entre lo acontecido en el juego y el mundo real. |
| (7.1A) Individual                    | Actividad de <i>debriefing</i> que el jugador lleva a cabo de forma individual.   |
| (7.1B) Colectiva                     | Actividad de <i>debriefing</i> realizada en colaboración con todos los jugadores.   |

Tabla 9: Entidades de diseño para la descripción de las actividades de Debriefing

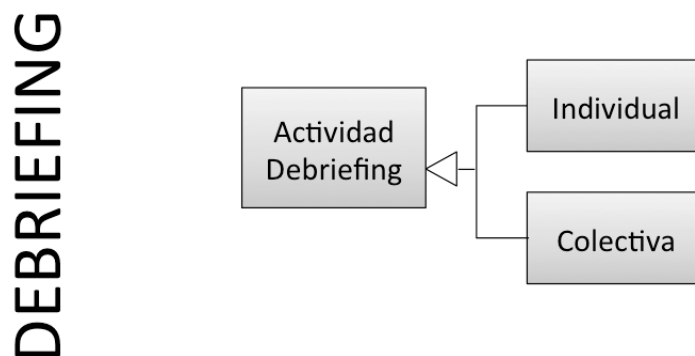


Figura 14: Modelo para la descripción de actividades de *Debriefing*.

#### 4.2.8. Storyline

Contextualizar el desarrollo del juego dentro de una historia, permite añadir a los factores intrínsecamente motivantes asociados al propio juego, el de la curiosidad del jugador por conocer la evolución de la historia. Una de las formas más sencillas de conseguir este efecto es delimitando el principio y fin del juego mediante elementos multimedia no interactivos, que al inicio sirvan para presentar el contexto en el que se sitúa la acción del juego y que al final presenten las consecuencias de las acciones y resultados obtenidos durante el mismo. Esta secuencia básica de introducción, juego y conclusión se puede

aplicar igualmente a la definición de distintas etapas o episodios del videojuego que queden enmarcados dentro de un relato más extenso. La narración se puede definir tanto de forma lineal, donde los episodios transcurran de forma secuencial uno detrás de otro, o bien puede adoptar formas más complejas, como estructuras arborescentes con bifurcaciones que se activan dependiendo de los resultados obtenidos en los episodios del juego o a partir de las elecciones del jugador, o incluso con bucles que obliguen a la repetición de ciertas partes de la historia hasta que se satisfaga una determinada condición.

Por otra parte, la definición de los episodios de la historia puede servir además para organizar la presentación de los objetivos o metas del juego. Con esto es posible para una misma definición de la mecánica básica del juego establecer un conjunto de objetivos distintos que se encuentren asociados con diferentes episodios de la historia, de tal forma que el jugador los vaya abordando siguiendo una determinada secuencia. Este tipo de enfoque es muy popular en los videojuegos actuales, ya que frecuentemente dividen la acción del juego en distintas “misiones” o “etapas”. Igualmente, es también posible que los episodios de una misma historia sean radicalmente distintos y que aunque entre ellos exista cierta continuidad narrativa, cada uno ofrezca una experiencia de juego distinta, obtenida a partir de una definición de mecánica de juego diferente.

Tanto en uno como en otro caso, será necesario establecer de antemano qué umbrales de satisfacción de los objetivos presentados van a ser los que determinen la conclusión del episodio y cuáles de ellos decidirán cuál debe ser la evolución de la historia y así escoger entre las posibles alternativas de conclusión o continuación. En el caso de los jugadores inexpertos, de acuerdo al grado de complejidad del juego, es posible que el jugador requiera una introducción a la mecánica del juego, para lo cual será útil poder definir un episodio introductorio que trabaje con una dinámica de persistencia diferente a la que se requiere durante el desarrollo de la trama del juego. Mecanismos de la partida introductoria que pueden requerir obligatoriedad o el no cumplimiento de ciertos objetivos. Un objetivo no determinante pero sí motivante puede ser por ejemplo, poseer algún artículo de vestuario, herramienta o accesorio. Estos episodios introductorios pueden brindar la oportunidad de ilustrar al jugador sobre las diferentes maneras que tiene para guardar el progreso dentro del videojuego.

| Componente: (8) <i>Storyline</i>     |  |
|--------------------------------------|--|
| Entidad de diseño                    | Definición   |
| (8.1) Secuencia                      | Conjunto de actividades y/o presentaciones no interactivas que se muestran al jugador siguiendo un orden fijo.   |
| (8.1.1) Fragmento Historia           | Representa una escena o tramo de la historia.  |
| (8.1.1A) Episodio                    | Fragmento de la historia representada mediante un juego. Cada episodio agrupa un conjunto del total de entidades de diseño del juego, siendo necesario que por lo menos incluya un rol que el jugador pueda desempeñar, una de sus entidades, un objetivo a perseguir y una escena en la que el juego pueda desarrollarse. |
| (8.1.1B) Fragmento No interactivo    | Elemento multimedia no interactivo que sirve de introducción o como conclusión de un episodio.   |
| (8.1.1C) Actividad <i>Debriefing</i> | Ver Entidad 7.1  |
| (8.2) Condición Continuación         | Regla que determina la siguiente secuencia que se representará al jugador en función de los resultados de los episodios jugados con anterioridad.  |

Tabla 10: Conjunto de entidades de diseño para la descripción de la narrativa

Por último, cabe destacar, que puede ser también conveniente permitir al diseñador variar el tipo de actividad de *debriefing* propuesta en función de los resultados obtenidos por el jugador en cierta etapa del juego. Atendiendo a estas ideas la Tabla 10 y la Figura 15, detallan el conjunto de entidades de diseño propuestas para la descripción de la narrativa del juego.

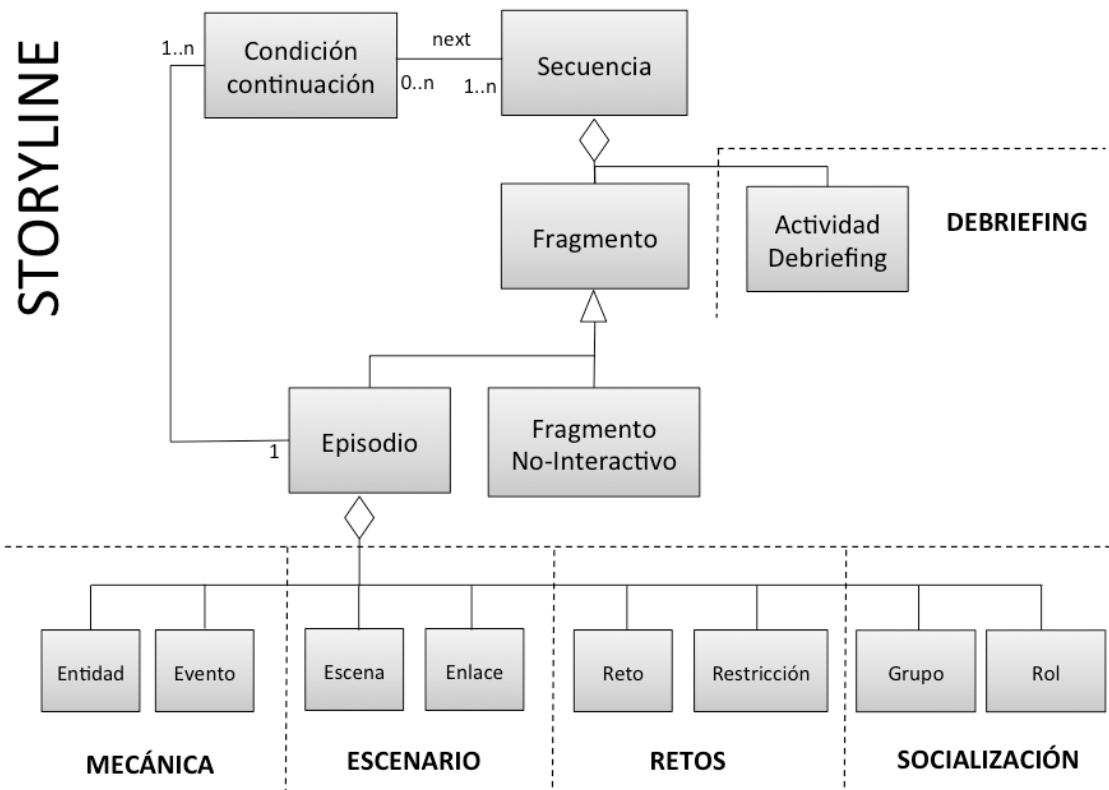


Figura 15: Modelo para la descripción del *Storyline*.

#### 4.2.9. Recompensa

Conocer cómo se va desarrollando la historia del juego, conseguir activar secuencias de imágenes o composiciones musicales, o la simple satisfacción de alcanzar un objetivo son algunos claros incentivos para mantener la motivación del jugador. En cualquier caso, además de estas formas de recompensa, es frecuente que los videojuegos hoy en día incluyan algún tipo de mecanismo más explícito para premiar al jugador, como puede ser por ejemplo, la acumulación de puntos, la posibilidad de explorar áreas secretas, la activación de juegos extra o de bonificación, o la capacidad de personalizar el avatar con ciertos objetos o permitir hacer uso de habilidades especiales.

La definición de los mecanismos de recompensa requiere describir por una parte, cuáles son las condiciones de activación de los mismos y por otra, definir los mecanismos de premio. Tanto las condiciones como los premios, pueden ser definidos únicamente en términos que hagan referencia a otros componentes de diseño. Así por ejemplo se pueden definir condiciones de activación de

recompensa en función de la satisfacción de cierto objetivo o la superación de cierto hito en la historia del juego. De igual manera, premios como la activación de un juego de bonificación, disponibilidad de equipamientos o complementos especiales para los personajes, o incluso el desbloqueo de una capacidad de acción especial, serán definidos en términos de elementos de narrativa, caracterización y mecánica de juego respectivamente, que inicialmente no están disponibles para el jugador y que son desbloqueados al satisfacerse la condición de recompensa. Así pues, si bien la definición de recompensas podría ser considerada como un aspecto transversal, que se encuentra entrelazado en la definición de otros elementos y componentes de la definición del juego, es conveniente recoger explícitamente qué elementos son considerados como parte íntegra de la definición del mismo y cuáles otros son mecanismos de recompensa o premios adicionales. Este enfoque facilitará tanto la evaluación del propio mecanismo implementado, como su personalización a distintos perfiles de usuario, o la comparación del grado de éxito de diversos jugadores en el juego.

En la Tabla 11, se definen las distintas entidades de diseño propuestas para la definición de recompensas en el juego; mientras que la Figura 16 refleja las relaciones entre dichas entidades y el resto de elementos de la definición del juego.

| <b>Componente: (9) <i>Recompensa</i></b> |  |
|--|--|
| <b>Entidad de diseño</b>                 | <b>Definición</b>  |
| (9.1) Condición Activación               | Describe una regla que activa una recompensa en función de la satisfacción de cierto reto o el alcance de un determinado hito en la historia.  |
| (9.2) Recompensa                         | Define el premio que se otorga al jugador.   |
| (9.2A) Desbloqueo                        | Permite el acceso a determinado fragmento de la historia o activa la disponibilidad de cierta entidad de juego, o parte de la definición de cierta entidad hasta el momento no disponible. |
| (9.2B) Premio                            | Permite la activación de algunos componentes del personaje hasta el momento no disponible.   |
| (9.2C) Marcador                          | Modifica el valor de un marcador cuyo valor refleja el éxito en la consecución de los retos del juego.   |

Tabla 11: Entidades de diseño del componente de recompensa.

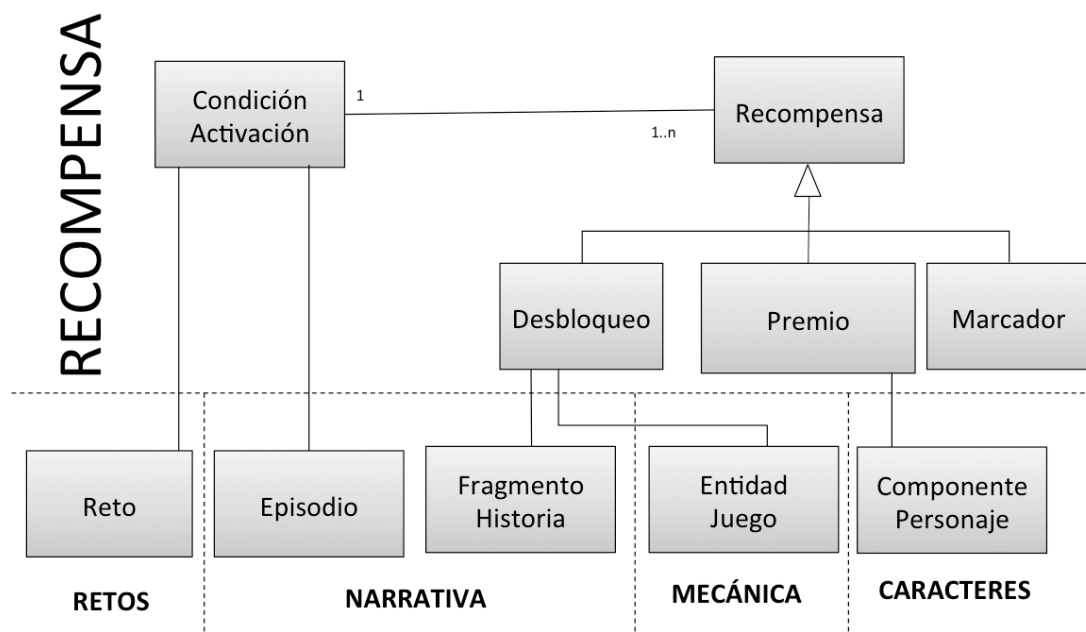


Figura 16: Modelo para la descripción de las recompensas definidas en el juego

#### 4.2.10. Persistencia

En contraposición a los videojuegos utilizados hace un par de décadas, los cuales ofrecían una experiencia de juego sencilla con pocos objetivos, mecánica repetitiva y duración limitada, los videojuegos actuales suelen proporcionar narrativas extensas y complejas, con varias tramas, objetivos y mecánicas que cambian a lo largo de la historia. Por este motivo, para evitar que decaiga la motivación del jugador al percibir la finalización del juego como demasiado difícil o inalcanzable, en muchos casos es indispensable ofrecer al jugador algún mecanismo que permita guardar toda o parte de la información relativa a una partida de forma que pueda ser recuperada con posterioridad para permitir continuar el juego. En cualquier caso, el almacenamiento y recuperación de la información de las partidas guardadas, no es el único mecanismo de persistencia que el diseñador pueda tener que considerar. Así, la vigencia del estado actual de las entidades del juego y los personajes, de sus distintos marcadores de puntuación, de los premios acumulados o habilidades conseguidas, puede implementarse de forma que sea mantenida a lo largo de toda la historia, limitada a uno o varios episodios de la misma, o incluso supeditada a la superación o fracaso de ciertos objetivos propuestos dentro un mismo episodio. Así pues, podemos hablar de tres tipos de persistencia: entre partidas, entre episodio y por episodio.

En lo referente a la definición de persistencia entre partidas, generalmente es necesario establecer cuáles de todos los elementos que componen la definición de un juego se podrán hacer persistir, cómo y cuándo se puede activar el almacenamiento o archivo de la información relativa a la partida actual, y cómo y cuándo se podrá activar su recuperación. En general, la elección de la información a persistir suele verse condicionada por el género al que el videojuego pertenece. De esta forma, en juegos de aventura o de rol, donde el mantenimiento de la continuidad de la historia es fundamental, es necesario almacenar el estado del juego prácticamente al completo. Por el contrario, en juegos de acción o plataforma es suficiente con almacenar el punto aproximado en el que se encuentra la historia y parte de la información relativa al estado actual del personaje. Así es como se consigue además penalizar a aquellos jugadores que interrumpen su partida haciendo perder su puntuación actual o algunas de las habilidades o premios conseguidos. Por otra parte, el género al que pertenece es también fundamental a la hora de definir el modo y momento en que la partida puede ser recuperada. En general, podemos distinguir tres métodos básicos: activación del almacenamiento a través de algún tipo de opción incluida en la interfaz del juego, establecimiento de distintos puntos de salvaguarda (puntos de guardado automático) o *save-points* a lo largo de la historia del juego y por último, la asociación de dichos métodos de salvaguarda con distintos objetos o personajes incluidos en el propio juego. La activación del almacenamiento en estos dos últimos casos, puede ser automática; de forma que el propio juego se encarga de almacenar el estado, una vez alcanzado el punto de salvaguarda, o bien manual cuando se ofrece al jugador la posibilidad de escoger entre guardar o no la partida. En cuanto a la recuperación, podemos distinguir entre recuperación exacta o aproximada según se recupere el estado del juego, tal y como se almacenó o bien se recupere en un estado cercano o semejante, como por ejemplo en el momento previo al inicio de un combate.

Por su parte, la persistencia entre episodios requiere determinar cuáles de los estados, marcadores y recompensas obtenidas por los jugadores se mantienen, cuáles son reinicializados y cuáles se pierden al finalizar cada episodio. En este caso es necesario distinguir dos situaciones distintas: cuando se pasa de un episodio a otro nuevo y cuando se repite el mismo episodio. En el primero de los casos, el tipo de decisión que se tome vendrá determinada por la mayor o menor diferencia entre la definición de los objetivos y de la mecánica del juego de cada episodio, de tal manera que algunos de los estados o marcadores puedan dejar de tener sentido a partir de cierto punto, si no van a volver a ser modificados. La evolución de la propia narración también puede ser determinante. Así por ejemplo, es posible que si los personajes del juego llegan



a una posada o a un oasis, se haga necesario recuperar o modificar sus estados automáticamente. También es posible definir marcadores que sean reinicializados al inicio de cada episodio, como por ejemplo un contador de monedas obtenidas, pero que tengan asociados acumuladores donde se refleje el total obtenido a lo largo de la partida. Por otra parte, para el caso donde el episodio a iniciar sea el mismo que acaba de terminar, la definición de la persistencia debe estar asociada a la condición de terminación del episodio. Así, si el episodio se repite porque el jugador ha fracasado en la consecución de los objetivos marcados, lo habitual es que sus estados, marcadores y habilidades se reinicien de forma que vuelva a comenzar desde cero.

| <b>Componente: (10) <i>Persistencia</i></b> |  |
|---|--|
| <b>Entidad de diseño</b>                    | <b>Definición</b>  |
| (10.1) Punto Interrupción                   | Describe un momento de la partida en que el estado del juego se persiste, se carga con información almacenada o se reinicia.   |
| (10.1A) Automático                          | Puntos de interrupción que se activan automáticamente, en función de la consecución de un reto o de la superación de un hito en la historia.                                       |
| (10.1B) Manual                              | Puntos de interrupción que el jugador activa explícitamente, por ejemplo por medio de una entidad específica del escenario.  |
| (10.1C) Punto salvaguarda                   | Puntos de interrupción en los que el estado de la partida o parte del mismo se almacena con el fin de poder ser recuperado posteriormente.   |
| (10.1D) Punto recuperación                  | Puntos de interrupción en los que se permite recuperar el estado de una partida anterior, o bien se reinician algunos de sus valores.  |
| (10.2) Estado Partida                       | Agrupación de elementos de la definición del juego cuyos valores actuales el diseñador desea puedan ser almacenados, recuperados o reiniciados en distintos puntos de una partida. |

Tabla 12: Resumen de las características incluidas en la persistencia.

Por último, para el caso de la persistencia en cada episodio, las condiciones que determinan si un estado, marcador o habilidad deja de mantener su valor se encontrará asociado con la consecución o fracaso de alguno de los objetivos o restricciones incluidos dentro de la definición del episodio. De esta forma, por ejemplo, un contador que informe sobre el número de objetos que faltan para alcanzar cierta habilidad deja de tener sentido una vez que dicha habilidad es conseguida. Tal y como se muestra en la Tabla 12 y la Figura 17, el modelo propuesto para la descripción del mecanismo de persistencia de un juego permite al diseñador agrupar distintos elementos del diseño de juego en ‘Estados’ cuyos valores se pueden almacenar, recuperar o resetear automáticamente o manualmente a través del propio jugador, en distintos puntos o momentos de la partida.

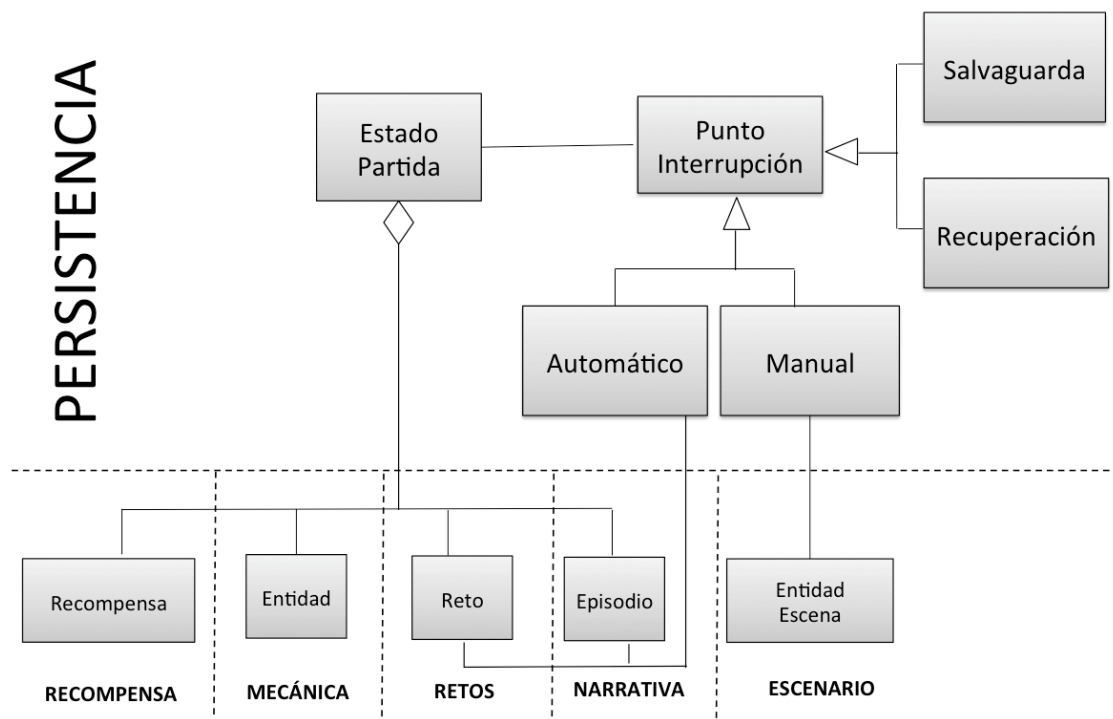


Figura 17: Modelo para la descripción de las características de la Persistencia.

#### 4.2.11. Servicios

La descripción de un videojuego puede incluir opcionalmente un conjunto de servicios que sirvan bien para soportar y concretar funcionalidades recogidas en la especificación de otros componentes de diseño o bien simplemente para enriquecer y aumentar las posibilidades ofrecidas por el juego. Así, por ejemplo,

un videojuego puede incluir servicios de mensajería o de *chat* que den soporte a los distintos tipos de comunicación entre participantes especificados en el componente de socialización, servicios de foro que sirvan para llevar a cabo ciertas actividades de *debriefing*, o servicios de ranking que den apoyo a mecanismos de recompensa previamente definidos. Por otra parte, también es habitual que los videojuegos actuales incluyan algún tipo de servicio de autenticación para identificar al jugador, mecanismos de publicación de resultados en redes sociales o servicios de personalización que permitan modificar ciertas características del juego, apariencia de los personajes, tipos de control o creación de escenarios (Mennecke, B. E., & Peters, A., 2013).

La especificación de un servicio para un videojuego debería incluir como mínimo una descripción general de las características del mismo y una lista de funcionalidades o puntos de acceso que determinen las posibles formas en que puede ser invocado. Así, por ejemplo, la descripción de un servicio de mensajería podía venir acompañada de la especificación de cierto límite de tiempo que debe ser satisfecho en cada entrega y de una lista de funcionalidades en las que se podría incluir la posibilidad de enviar un mensaje público, privado a un jugador o diferentes mensajes privados a varios jugadores, notificación de recepción e historial de envíos y respuestas. Siguiendo estas ideas, el modelo propuesto para la descripción del componente de servicios de juegos considera dos entidades que describen de forma general el servicio y las operaciones que puede soportar (Tabla 13). Estas operaciones pueden ser activadas por los jugadores a través de los propios personajes o elementos del escenario o bien mediante alguno de los componentes de la interfaz, pudiendo integrar su salida o resultado dentro de la propia escena del juego o en una de las vistas de la interfaz (Figura 18).

| <b>Componente: (11) <i>Servicio</i></b> |   |
|---|---|
| <b>Entidad de diseño</b>                | <b>Definición</b>                               |
| (11.1) Servicio                         | Describe de manera general un servicio          |
| (11.1.1) Operación                      | Detalle de operación soportada por el servicio. |

Tabla 13: Entidades de diseño para la definición de Servicios del juego

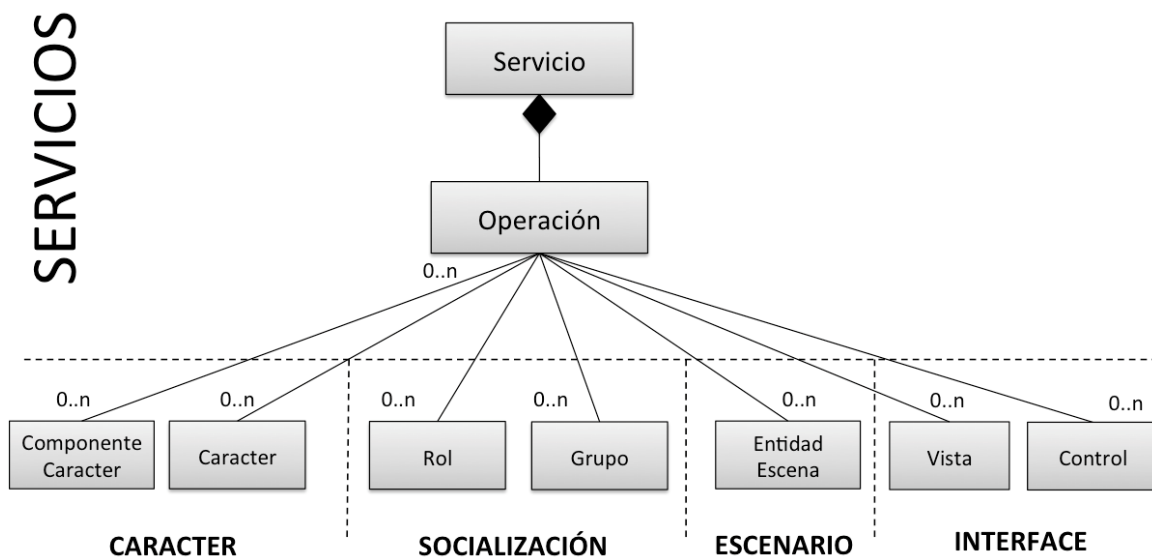


Figura 18. – Modelo para la descripción de servicios

#### 4.2.12. Interfaz del juego e interacción

La interfaz de usuario (UI) se considera generalmente como un factor de gran importancia en el diseño del juego, ya que tiene un impacto directo en la jugabilidad del producto final (Lewinski, J. S., 1999). Además, el diseño de los controles de un juego educativo plantea problemas específicos, debido a que esta característica no sólo tiene que ver con el impacto en la capacidad de juego, sino también si estas características se pueden utilizar para mejorar las capacidades de aprendizaje y habilidades específicas (Hong Ho, J., ZhiYing Zhou, S., Dong, W., & Low, A., 2009). Es por tanto necesario proveer al diseñador con elementos que permitan describir estos componentes de diseño del juego, especificando la manera en que los elementos de las escenas se presentarán en cada dispositivo, el tipo de interfaz utilizada para utilizar los servicios, o la manera en que el conjunto de acciones y gestos físicos realizados por el jugador en el mundo real se asignan y se traducen en acciones y eventos que tienen lugar en el mundo virtual en el que transcurre el videojuego.

Por ejemplo, dadas las descripciones una definición de interfaz, puede permitir a los jugadores interactuar simultáneamente con el contenido de una escena y un servicio de comunicación mediante el teclado y el ratón, mientras que otro podría estar concebido especialmente para dispositivos móviles minimizando la información presentada al jugador en cualquier momento y que sólo admite la interacción táctil.

| <b>Componente: (11) <i>Interface e Interacción</i></b> |  |
|--|--|
| <b>Entidad de diseño</b>                               | <b>Definición</b>  |
| (11.1) Dispositivo Físico                              | Dispositivo de entrada, salida o entrada/salida utilizado por el jugador para interactuar con el juego y/o visualizar el entorno virtual en el que tiene lugar.                                |
| (11.2) Componente Interface                            | Elemento de interface.   |
| (11.2A) Contenedor                                     | Elemento de interface compuesto, formado por una agrupación de otros elementos de interface, bien simples o compuestos.  |
| (11.2B) Componente IU Simple                           | Elemento de interface simple, que no puede ser dividido.   |
| (11.1.2B.1) Vista                                      | Elemento de interface simple de salida utilizado para mostrar las representaciones gráficas de los distintos elementos del juego así como la información de salida de servicios.               |
| (11.1.2B.2) Control                                    | Elemento de interface simple de entrada de información.  |
| (11.3) Comando   | Conjunto de interacciones físicas y/o virtuales utilizadas por el usuario para activar una acción de una entidad, una operación de un servicio o activar/desactivar componentes de personajes. |
| (11.3.1) Interacción Física                            | Describe una acción realizada a través de un dispositivo físico.   |
| (11.3.2) Interacción Virtual                           | Describe una acción realizada sobre un componente IU simple del entorno virtual del juego, como por ejemplo mover, pulsar, arrastrar, etc.   |

Tabla 14: Entidades de diseño para la definición del componente de Interface e Interacción del juego

La lista de entidades de diseño propuesta para describir los componentes de la interfaz y las relaciones existentes entre ellas quedan reflejadas en la tabla 14 y las figuras 19 y 20. Con respecto a la interfaz, el modelo distingue dos tipos básicos de entidades:

- *Contenedores*: hacen referencia a aquellos elementos de la interfaz que sirven para agregar y organizar otros ejemplos más simples, como pueden ser las ventanas, marcos o pestañas.
- *Elementos simples de interfaz*: por el contrario los elementos simples no pueden dividirse y se corresponderían con controles de interfaz de usuario como por ejemplo botones, casillas de verificación o deslizadores. Entre los elementos simples es posible distinguir:
  - *Vistas*, que tienen capacidad para mostrar representaciones gráficas o salidas de los otros componentes del juego
  - *Controles*, cuya funcionalidad esencial es permitir la captura de datos de entrada desde los jugadores.

En cuanto a la descripción de la interacción, el modelo permite al diseñador definir un conjunto de comandos posibles para activar las distintas acciones de las entidades de juego que el jugador controla o hacer uso de los servicios incluidos en la definición del juego. Estos comandos pueden corresponderse con:

- Interacciones realizadas directamente utilizando dispositivos físicos, como una combinación de teclas o el movimiento de un dispositivo que posea un acelerómetro, por ejemplo el Wii-mote.
- Interacciones virtuales, como pulsar, arrastrar y soltar; realizadas sobre componentes simples de la IU, que a su vez están asociados con distintos elementos del escenario del juego, por ejemplo.

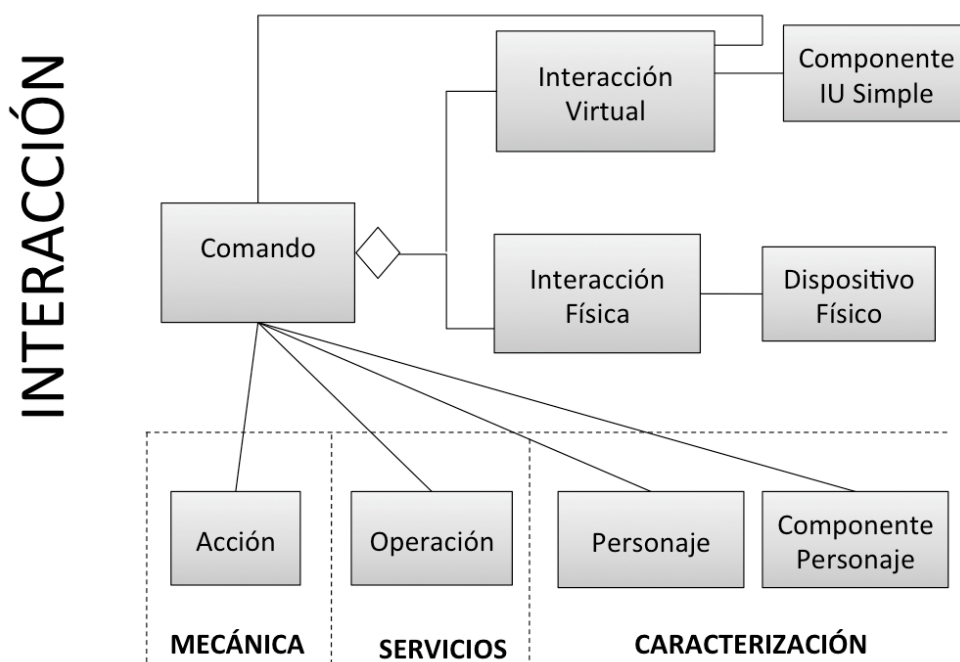


Figura 19: Modelo para la descripción del mecanismo de interacción del juego

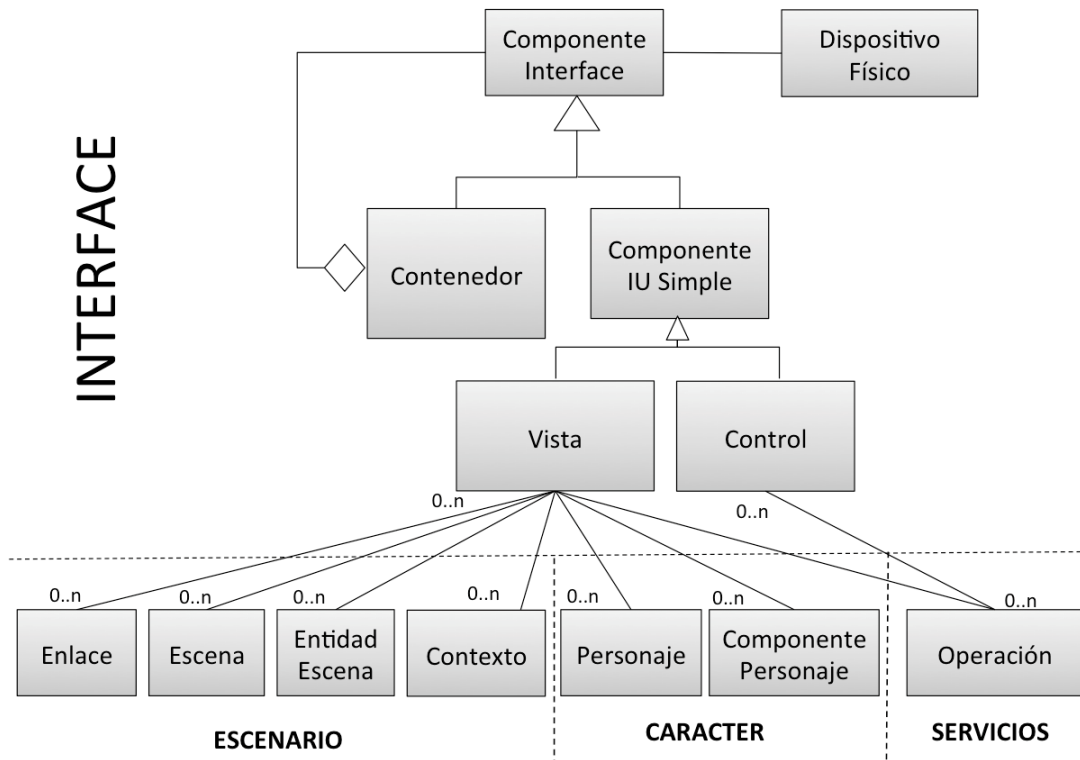


Figura 20: Modelo para la descripción del interface del juego.

### 4.3. Resumen

En este capítulo se ha presentado el modelo conceptual del videojuego educativo propuesto. Tal y como se ha descrito, el modelo consiste en un conjunto de entidades de diseño a través de las cuales se pueden describir 12 aspectos fundamentales del diseño de un videojuego educativo: mecánica, retos, escenario, personajes, *feedback*, socialización, *debriefing*, *storyline*, recompensas, persistencia, servicios, e interfaz e interacción. En el siguiente capítulo se describirán las pruebas de evaluación realizadas con el fin de comprobar la calidad del modelo propuesto.



# Capítulo 5

## Evaluaciones del modelo

En este capítulo, se presentarán las distintas pruebas de evaluación organizadas, con el fin de comprobar la calidad del modelo propuesto y su utilidad como herramienta de soporte al proceso de diseño. En primer lugar, se describirán los criterios que han guiado la selección de las pruebas de evaluación realizadas, especificando para cada una de ellas los objetivos perseguidos y artefactos evaluados. A continuación se presentará la primera evaluación realizada, consistente en un caso de estudio durante el que se diseñaron distintos videojuegos educativos. A partir de estos diseños, se desarrolló el juego de mini-juegos “Safety Villages” que fue utilizado en una segunda evaluación en la que participaron alumnos de primaria de un colegio de Madrid.

## 5.1. Diseño de pruebas de evaluación

Aunque diversos autores han propuesto distintos marcos y conjuntos de pautas para la evaluación de la calidad de modelos conceptuales (Krogstie, J., Lindland, O. I., & Sindre, G., 1995; Lindland, O. I., Sindre, G., & Solvberg, A., 1994; Moody, D. L., & Shanks, G. G., 1998), en la actualidad ninguna de ellas ha sido universalmente aceptada como principal recomendación para realizar este trabajo. De acuerdo con Moody (Moody, D., 2005) la calidad de un modelo conceptual puede definirse como "*la totalidad de sus características que inciden en su capacidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas*".

En el caso específico del modelo propuesto, esta necesidad es la de dar soporte a la producción de diseños de videojuegos educativos que sean fáciles de adaptar y reutilizar, ya que esto puede contribuir a reducir el esfuerzo asociado a la producción de nuevos diseños. La calidad semántica (Lindland, O. I., Sindre, G., & Solvberg, A., 1994) del modelo es otro criterio de calidad crítico, ya que si el modelo no ofrece una representación completa y válida de todos los elementos relevantes del dominio, el juego desarrollado a partir de él no podría servir bien a su propósito. De hecho, e independientemente del objetivo del esfuerzo de modelado, la completitud del modelo es siempre un factor de calidad clave, dado que sin él el resto de los factores de calidad no son realmente aplicables (Moody, D. L., & Shanks, G. G., 1994).

A fin de evaluar la satisfacción de estos factores de calidad se ha diseñado el sistema de las evaluaciones resumido en la Tabla 15. Como se muestra en la tabla, en primer lugar se desarrollará un caso de estudio en el que el modelo será utilizado como soporte y guía del proceso de diseño de un conjunto de videojuegos educativos.

Esta evaluación tiene por objeto demostrar la completitud del modelo y estimar su capacidad de producir diseños adaptables y reutilizables. En segundo lugar, y dado que la primera evaluación podría resultar invalidada en caso de que los juegos producidos no exhiban las características requeridas, es decir, no sirvan a sus propósitos educativos y lúdicos, se llevará a cabo una segunda experiencia en la que los usuarios de los juegos (educadores y estudiantes) ayudarán a corroborar este punto. Las opiniones obtenidas de los usuarios durante esta segunda evaluación servirán también para confirmar la validez del modelo.

|                         | MODELO     |         | DISEÑOS       |              | JUEGO                                     |
|-------------------------|------------|---------|---------------|--------------|---|
|                         | Compleitud | Validez | Adaptabilidad | Reusabilidad | Satisfacción objetivos lúdico y educativo |
| Caso de estudio         | X          |         | X             | X            |   |
| Evaluación con usuarios | X          | X       |               |              | X   |

Tabla 15: Resumen de las pruebas de evaluación, sus objetivos y los artefactos evaluados

## 5.2. Caso de estudio: diseño videojuegos educativos

La primera evaluación se desarrolló mediante un caso de estudio consistente en el diseño mediante el modelo de un conjunto de videojuegos que sirviesen para enseñar a niños a actuar en situaciones de emergencia. Un caso de estudio se define como una investigación empírica que investiga un fenómeno dentro de su contexto real (Yin, R. K., 2009) y es un método de evaluación que se ajusta a los requisitos de la investigación científica basada en el diseño (*Design Science Research*) (Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S., 2004).

Por otra parte, la preparación de los niños en riesgos y situaciones de emergencia es un proceso no formal que tiene lugar fuera del aula, y que por tanto constituye un escenario idóneo para evaluar el modelo propuesto. En este caso, los diseñadores de videojuegos deben combinar sus conocimientos sobre respuesta a emergencias, pedagogía y diseño de videojuegos con el fin de obtener una experiencia de juego que sea intrínsecamente motivadora, ya que los niños escogerán jugar a ella o no por decisión propia. Dado que el modelo organiza las características consideradas más a menudo como significativas de una experiencia educativa basada en videojuegos, se espera que pueda ser de utilidad como guía del proceso de diseño, asegurando que ningún aspecto fundamental o característica del juego es pasada por alto. Además, se espera que las entidades de diseño producidas puedan ser reutilizadas para facilitar la definición de variantes del videojuego. Esto reducirá el esfuerzo de tener que afrontar el desarrollo de cada diseño de videojuego educativo desde cero.

La experiencia fue realizada dentro del contexto del proyecto UrThey (TIN2009 09687), un proyecto financiado por el Plan Nacional de Investigación y Ciencia del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, entre cuyos objetivos se incluía la investigación las posibilidades de uso y el potencial que los *serious games* pueden ofrecer a la hora de entrenar en respuesta ante emergencias a aquellas comunidades y sectores más vulnerables, como por ejemplo los niños

A lo largo de las subsecciones siguientes, se describen tres diseños de videojuegos educativos específicos y algunas variantes que se elaboraron utilizando como guía el modelo propuesto. A partir de estos juegos, se creó el videojuego de mini-juegos “Ciudades Seguras” (*Safety Villages*). Estos juegos pueden ser utilizados tanto de forma individual como en modo multijugador, con o sin la supervisión de un educador o un adulto, y están específicamente destinados a niños de entre 6 y 11 años que acceden a través del sitio web de la

agencia de emergencias de un gobierno. Una vez concluido su diseño los juegos fueron implementados utilizando *OpenSpace* (OpenSpace, 2012), un editor que permite la creación de mundos virtuales isométricos en *Flash Player* (Adobe Systems Software Ireland, 2014), que posteriormente pueden ser cargados en el motor de juego *SmartFox Server* (SmartFoxServer, 2012) y accedidos por los jugadores mediante un navegador web.

### 5.2.1. Primer juego: “La casa peligrosa”

El primer juego fue llamado ‘La casa peligrosa’ (*Risky house!*) y está dirigido a ayudar a los niños en la identificación de objetos y situaciones que podrían ser el origen de accidentes domésticos. El diseño del juego se basó en el conjunto de entidades de diseño que se resumen en la Tabla 16. Las reglas del videojuego se corresponden con el juego clásico en el que los jugadores tienen que encontrar ciertos objetos o elementos escondidos en un lugar.

El escenario diseñado para el juego incluye diferentes habitaciones de una casa en la que están representados ciertos objetos peligrosos o que pueden ser causas de accidentes domésticos, tales como un aparato eléctrico en el cuarto de baño, un suelo mojado, una sartén sin vigilancia en la estufa, etc. Es importante señalar que las reglas especifican las entidades básicas del juego de manera conceptual y a alto nivel. En este caso, únicamente se define que en el juego participarán una Entidad Controlada por Jugador PCE (*Player Controlled Entity*) y algunos targets u “objetivos” que el jugador debe encontrar y marcar como señalados.

Definir las reglas de esta forma permite reutilizarlas en muchos contextos diferentes. Por ejemplo, en un determinado escenario la PCE podría ser representada por un “pirata” y los “objetivos” por “Tesoros” que el pirata debe encontrar. En el juego aquí descrito, por ejemplo, el PCE fue representado por el personaje "Niño" y los objetivos por riesgos los cuales se debían identificar.

Como resultado, a los jugadores se les ofreció una experiencia de videojuego en el que representaban el papel de un niño que tiene que encontrar todas las causas y orígenes de los accidentes domésticos. Cuando se juega en el modo multi-jugador los jugadores compiten para identificar más riesgos.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Mecánica</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entidades: “PCE”, “Meta”</li> <li>• Estados de los “Meta”: “identificado” y “no identificado”</li> <li>• Acciones del PCE: “moverse” y “identificar Meta”</li> <li>• Evento entidad: “Meta identificada”</li> </ul>  |
| <b>Retos</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo (G1): PCE deberá identificar las Metas</li> <li>• Restricción: Límite de tiempo</li> </ul>  |
| <b>Escenarios</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenas: cocina, baño, jardín...</li> <li>• Entidades (riesgos): sartén en fuego, piso mojado...</li> </ul>  |
| <b>Caracterización</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personaje PCC: niño, niña</li> <li>• Personaje NPC: oficial de policía</li> <li>• Componentes PCC: partes del cuerpo personalizables</li> </ul>  |
| <b>Feedback</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condición: cada vez que se identifica un target</li> <li>• <i>Feedback</i>: información acerca del peligro que supone ese objeto</li> </ul>  |
| <b>Socialización</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol: los jugadores toman los roles del personaje “Niño” y deben tratar de alcanzar el objetivo G1 compitiendo entre si</li> <li>• Reglas sincronización: acciones en tiempo real</li> </ul>  |
| <b>Debriefing</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad colectiva (D1): listar todos los riesgos identificados</li> </ul>  |
| <b>Storyline</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmento no interactivo: Introducción</li> <li>• Episodio: Finaliza cuando se logra (G1)</li> <li>• Actividad de <i>Debriefing</i> (D1)</li> </ul>  |
| <b>Recompensa</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcador: cuando se identifica un elemento añade 100 puntos</li> <li>• Premio: cuando se logra el G1 se añade una copa</li> </ul>  |
| <b>Persistencia</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de guardado: por juego</li> <li>• Estado partida: puntos y premios obtenidos</li> </ul>  |
| <b>Servicios</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio: mensajería, zoom,</li> </ul>   |
| <b>Interface e Interacción</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vistas: escena, pantalla de mensajes...</li> <li>• Botones de control: zoom, personalizar personaje, música on/off</li> <li>• Controles de texto: ingreso de mensajes</li> <li>• Contenedores: lienzos de las escenas, definición de los lienzos de los personajes</li> <li>• Interacción física: ratón(clic derecho, mover), teclado(presionar tecla)</li> <li>• Interacción virtual: seleccionar posición(lienzo), escribir(área de texto), presionar(botón)</li> <li>• Comandos de control: seleccionar posición(escenas), escribir(mensajes de entrada), presionar(botones)</li> </ul> |

Tabla 16: Resumen de la definición de componentes utilizados en el videojuego “La Casa Peligrosa”.

La Figura 23, muestra una captura de pantalla de la implementación final del juego, donde han sido marcadas las últimas implementaciones de algunos de los componentes del diseño. Por ejemplo, al jugador se le proporciona la información de *feedback* a través del personaje de un policía, mientras que el número de objetivos alcanzados es mostrado en la esquina derecha de la pantalla.

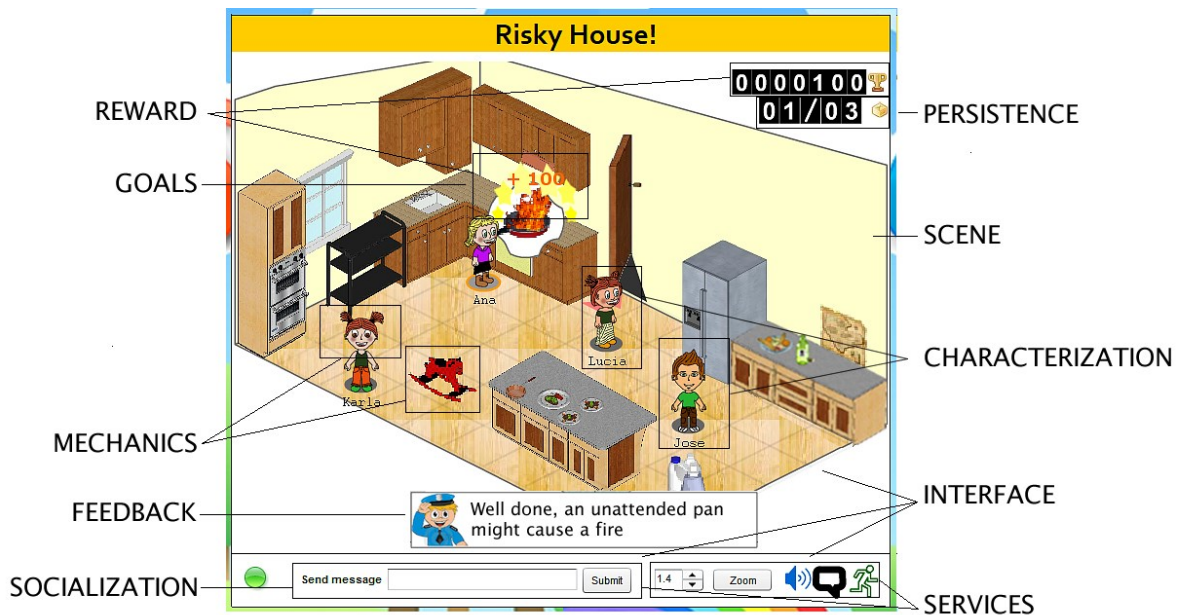


Figura 21: Captura de pantalla del juego “La casa peligrosa”.

### 5.2.2. Segundo juego: “Elimina riesgos”

Mientras que para los niños más jóvenes aprender a identificar los riesgos y mantenerse fuera de su alcance podría ser suficiente, los niños mayores pueden necesitar conocer también la mejor manera de proceder en cada caso para solucionarlos. Siguiendo este objetivo, se diseñó un segundo juego llamado "Elimina riesgos" (*Solve the Risks*). Tal y como se observa en la tabla 17, en el diseño del videojuego se reutilizaron distintas entidades de diseño empleadas en el primer videojuego. De esta manera, la mecánica de las nuevas reglas del juego establece que cada vez que el jugador marca un objetivo como encontrado debe responder a una pregunta relacionada a la situación del contexto del juego.

Además se asociaron nuevas reglas de *feedback* para permitir especificar esas preguntas y se añadió nueva actividad de *debriefing* donde se les pide a los jugadores recordar las respuestas dadas a las mismas durante el juego. Con el

fin de utilizar el videojuego en el escenario diseñado en el juego anterior, fue necesario ampliar su definición para incluir un nuevo servicio de *survey* a través del que se activan las preguntas sobre los riesgos representados en las escenas.

|                        |  |
|------------------------|--|
| <b>Mecánica</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entidades: “PCE”, “Meta”, “Pregunta”<sup>a</sup></li> <li>• Estados de los “Meta”: “identificado” y “no identificado”</li> <li>• <i>Estados de las preguntas: “contestada correctamente” y “contestada incorrectamente”<sup>a</sup></i></li> <li>• Acciones del PCE: “moverse” y “identificar Target”</li> <li>• Evento entidad: “Target identificado”</li> <li>• <i>Evento entidad: “Pregunta respondida correctamente”<sup>a</sup></i></li> <li>• <i>Evento entidad: “Pregunta respondida incorrectamente”<sup>a</sup></i></li> </ul> |
| <b>Retos</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo (G1): PCE deberá identificar las Metas</li> <li>• Restricción: Límite de tiempo</li> </ul>   |
| <b>Escenarios</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenas: cocina, baño, jardín...</li> <li>• Entidades (riesgos): sartén en fuego, piso mojado...</li> </ul>   |
| <b>Caracterización</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personaje PCC: niño, niña</li> <li>• Personaje NPC: oficial de policía</li> <li>• Componentes PCC: partes del cuerpo personalizables</li> </ul>   |
| <b>Feedback</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condición1: cada vez que se identifica un target</li> <li>• <i>Feedback1: información acerca del peligro que supone ese objeto</i></li> <li>• <i>Condición2: cuando se responde la pregunta<sup>a</sup></i></li> <li>• <i>Feedback2: información acerca de la respuesta brindada<sup>a</sup></i></li> </ul>   |
| <b>Socialización</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol: los jugadores toman los roles del personaje “Niño” y deben tratar de alcanzar el objetivo G1 compitiendo entre si</li> <li>• Reglas sincronización: acciones en tiempo real</li> </ul>   |
| <b>Debriefing</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad colectiva (D1): listar todos los riesgos identificados</li> <li>• <i>Actividad colectiva (D2): lista de todas las respuestas brindadas<sup>a</sup></i></li> </ul>   |
| <b>Storyline</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragmento no interactivo: Introducción</li> <li>• Episodio: Finaliza cuando se logra (G1)</li> <li>• Actividad de <i>Debriefing</i> (D1)</li> <li>• <i>Actividad de Debriefing (D2)<sup>a</sup></i></li> </ul>  |
| <b>Recompensa</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcador: cuando se identifica un elemento añade 100 puntos</li> <li>• Premio: cuando se logra el G1 se añade una copa</li> </ul>   |
| <b>Persistencia</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de guardado: por juego</li> <li>• Estado partida: puntos y premios obtenidos</li> </ul>   |
| <b>Servicios</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio: mensajería, zoom, <i>survey<sup>a</sup></i></li> </ul>  |



|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Interface e Interacción</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vistas: escena, pantalla de mensajes, <i>vista del servicio de encuesta</i><sup>a</sup></li> <li>• Botones de control: zoom, personalizar personaje, música on/off</li> <li>• Controles de texto: ingreso de mensajes</li> <li>• Contenedores: lienzos de las escenas, definición de los lienzos de los personajes</li> <li>• Interacción física: ratón(clic derecho, mover), teclado(presionar tecla)</li> <li>• Interacción virtual: seleccionar posición(lienzo), escribir(área de texto), presionar(botón)</li> <li>• Comandos de control: seleccionar posición(escenas), escribir(mensajes de entrada), presionar(botones)</li> </ul> |
|--------------------------------|---|

Tabla 17: Resumen de la definición del conjunto de elementos utilizados en el videojuego “Elimina riesgos”.

<sup>a</sup> Los elementos nuevos se muestran en cursiva.

### 5.2.3. Tercer juego: “Evacuación en el colegio”

Con el propósito de ayudar a los niños a que sean capaces de identificar las señales utilizadas para marcar las rutas de evacuación, se diseñó un tercer juego llamado “Evacuación en el colegio” (*Escape School*). En esta ocasión, el videojuego implementa las reglas del juego clásico en el que los jugadores tienen que encontrar la salida de un laberinto y donde el escenario se corresponde con el de un colegio.

De esta forma, el niño desplazará su avatar por distintos espacios dentro del colegio; tales como: aulas, jardines, patios; siempre tratando de seguir la ruta de evacuación que le lleve a la salida. Para lograrlo deberá ser capaz de identificar y comprender el significado de las distintas señalizaciones de rutas de evacuación situadas en cada espacio, o visitar los tableros que permiten consultar el plan de evacuación al completo.

La Tabla 18, resume los principales elementos del diseño del juego. A pesar de que la dinámica del juego era muy diferente de los dos anteriores y que se incluyeron algunos elementos totalmente nuevos, como un servicio de “mapa” que permitiese a los jugadores consultar el plan de evacuación del edificio, fue posible reutilizar distintas partes del diseño de los mismos.

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Mecánicas</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entidades: “PCE”, “<i>signos</i>”, “<i>mapas</i>”, “<i>salida</i>”<sup>a</sup></li> <li>• Acciones del PCE: “moverse”</li> </ul>   |
| <b>Retos</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetivo (G1): <i>el PCE deberá encontrar la “salida”</i><sup>a</sup></li> <li>• Restricción: Límite de Tiempo</li> </ul>  |
| <b>Escenarios</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escenas: <i>escuela, auditorio, salones de clases, área de juegos, jardín,...</i><sup>a</sup></li> <li>• Entidades: <i>señales, mapa de evacuación...</i><sup>a</sup></li> <li>• Elementos del contexto: <i>música de fondo, video mostrando situaciones tradicionales de la escuela</i><sup>a</sup></li> </ul>  |
| <b>Caracterización</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personaje PCC: niño, niña</li> <li>• Personaje NPC: <i>profesor</i></li> <li>• Componentes PCC: partes del cuerpo personalizables</li> </ul>   |
| <b>Feedback</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Condición: cuando no se está en la ruta de salida</i><sup>a</sup></li> <li>• <i>Retroalimentación: recomendación</i><sup>a</sup></li> </ul>   |
| <b>Socialización</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rol: los jugadores toman los roles del personaje “Niño” y deben tratar de alcanzar el objetivo G1 compitiendo entre si</li> <li>• Reglas sincronización: acciones en tiempo real</li> </ul>  |
| <b>Debriefing</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad colectiva (D1): <i>lista de todos los signos en el camino a la salida</i><sup>a</sup></li> </ul>   |
| <b>Storyline</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fragmento no interactivo: <u>Introducción</u></li> <li>2. Episodio: Finaliza cuando se logra (G1)</li> <li>3. Actividad de <i>Debriefing</i> (D1)</li> </ol>  |
| <b>Recompensa</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcador: <i>cuando se alcanza G1 se agregan 10 puntos por cada segundo remanente del límite de tiempo</i><sup>a</sup></li> <li>• Premio: cuando se logra el G1 añade una copa</li> </ul>  |
| <b>Persistencia</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto de guardado: por juego</li> <li>• Estado partida: puntos y premios obtenidos</li> </ul>  |
| <b>Servicios</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicios: mensajería, zoom, <i>servicio de mapa...</i><sup>a</sup></li> </ul>   |
| <b>Interface e Interacción</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vistas: escena, pantalla de mensajes...</li> <li>• Botones de control: zoom, personalizar personaje, música on/off</li> <li>• Controles de texto: ingreso de mensajes</li> <li>• Contenedores: lienzos de las escenas, definición de los lienzos de los personajes</li> <li>• Interacción física: ratón(clic derecho, mover), teclado(presionar tecla)</li> <li>• Interacción virtual: seleccionar posición(lienzo), escribir(área de texto), presionar(botón)</li> <li>• Comandos de control: seleccionar posición(escenas), escribir(mensajes de entrada), presionar(botones)</li> </ul> |

Tabla 18: Resumen de la definición del conjunto de elementos utilizados en el juego “Evacuación en el colegio”.

<sup>a</sup> Los elementos nuevos se muestran en cursiva.

#### 5.2.4. Diseño de variantes de los juegos

Como resultado del proceso de diseño de los juegos descritos se lograron 3 conjuntos de entidades de diseño que fueron reutilizados en la descripción de varias variantes de los juegos originales. La Tabla 19, muestra las distintas formas en que las mecánicas de juego y los escenarios se combinaron para crear los diferentes juegos. De esta forma, cambiando el escenario de los juegos y pasar de identificar riesgos y responder a preguntas por el de la escuela, se obtuvieron dos nuevas variantes del mismo juego. De igual forma, aplicando la mecánica del juego de evacuación al escenario de la casa se obtuvo un nuevo juego en el que los jugadores debían encontrar y seguir la ruta correcta de evacuación en ese tipo de edificio. Aunque estas nuevas combinaciones de entidades de diseño hicieran necesaria la introducción de ligeras modificaciones en los escenarios originales, tales como la introducción de representaciones de riesgos en el escenario de la escuela, o el servicio de mapa de la casa, fueron cambios relativamente sencillos y rápidos de realizar.

|                    | <b>Mecánica</b>             | <b>Escenario</b> | <b>Videojuego</b>          |
|--------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|
| <b>Originales</b>  | Busca y encuentra           | Casa             | La casa peligrosa!         |
|                    | Busca, encuentra y responde | Casa             | Elimina riesgos            |
|                    | Laberinto                   | Escuela          | Evacuación en el colegio   |
| <b>Variaciones</b> | Busca y encuentra           | Escuela          | El colegio peligroso!      |
|                    | Busca, encuentra y responde | Escuela          | Elimina riesgos en el cole |
|                    | Laberinto                   | Casa             | Evacuación en el hogar     |

Tabla 19: Lista de juegos desarrollados.

#### 5.2.5. Discusión

Como resumen, hay que destacar que únicamente en el caso del primer videojuego ("La Casa Peligrosa") fue necesario desarrollar desde cero todas las entidades de diseño del juego. Una vez se contó con ese conjunto inicial de elementos, el resto de diseños fueron producidos adaptando, extendiendo o reutilizando tal cual las entidades originales. En la Tabla 20, se recogen las distintas formas en que esta reutilización se llevó a cabo en los juegos "Elimina el riesgo" y "Evacuación en el colegio". Además, tal y como se explicó anteriormente, recombinaando el conjunto de elementos obtenidos en este

proceso, fue posible definir otras 3 variantes de estos juegos. Esto nos permite concluir que el modelo propuesto facilita la creación de diseños de videojuegos educativos fáciles de adaptar y reutilizar, lo cual indica que el uso del modelo como guía y soporte del proceso de diseño puede ayudar a reducir el tiempo requerido para completar el diseño de nuevos juegos educativos partiendo desde cero.

| Juego                      | Nuevos componentes   | Componentes reutilizados                                      |  |  |
|----------------------------|--|---|--|--|
|                            |  | Adaptación  | Extendidos   | Idénticos  |
| “Elimina riesgos”          |  |   | Mecánica<br><i>Feedback</i><br><i>Debriefing</i><br><i>Storyline</i><br>Servicios<br>Interface e Interacción | Retos<br>Escenario<br>Caracterización<br>Socialización<br>Recompensa<br>Persistencia |
| “Evacuación en el colegio” | Escenario<br>Retos<br><i>Feedback</i><br><i>Debriefing</i> | Mecánica<br>Caracterización<br><i>Storyline</i><br>Recompensa | Servicios<br>Interface e Interacción   | Socialización<br>Persistencia  |

Tabla 20: Resumen de las entidades de diseño reutilizadas del juego “La Casa Peligrosa”.

## 5.3. Implementación de los juegos.

Una vez concluido el proceso de diseño, se procedió a implementar un videojuego educativo basado en los diseños obtenidos que fue denominado “*Safety Villages*” o “Ciudades Seguras”. *Safety Villages* es un juego educativo multijugador del tipo “mini juegos” cuyo objetivo es ayudar a niños a identificar y resolver causas de accidentes domésticos y a identificar las señales indicadoras de rutas de evacuación. A lo largo del juego los jugadores recorren una serie de villas interconectadas cada una de las cuales contiene una serie de mini-juegos para el entrenamiento en una determinada materia o habilidad. Tal y como se mencionó en la sección 5.1, “*Safety Villages*” ha sido implementado mediante el motor de juegos *Open Space* y se puede jugar a través del navegador, no siendo necesario la instalación de software adicional. El juego se encuentra disponible tanto en castellano como en inglés.



Figura 22: Captura de pantalla de inicio del juego.

### 5.3.1. Primer paso: Inicio y personalización del avatar

En primer lugar y una vez el usuario se ha dado de alta en el juego, especificando un usuario y clave con los que va a identificarse (Figura 21), se ofrece al jugador la posibilidad de personalizar el avatar que será utilizado para representarlo en el juego (Figura 22). Más concretamente y siguiendo lo especificado en la definición del componente “Caracterización de personajes” de

los diseños previos, se ofrece al jugador la posibilidad de elegir el género de personaje, personalizar distintas partes del cuerpo del avatar, escoger su ropa o variar su color. Una vez el jugador está satisfecho con el diseño del avatar, pulsa el botón de grabar para asociar definitivamente la representación resultante con su cuenta de usuario.



Figura 23: Captura de la pantalla de personalización del avatar

### 5.3.2. Segundo paso: Selección del pueblo (Conjunto de mini-juegos)

Una vez que el jugador finaliza la personalización, o bien cuando se conecta al juego a través de una cuenta creada previamente, accede a la pantalla principal del juego donde se representan 3 pueblos o villas distintos y los avatares de los jugadores conectados en ese momento (Figura 24). Cada uno de los pueblos provee acceso a un conjunto de mini-juegos diferentes con un nivel de dificultad distinto. Así, cuando el jugador accede por primera vez al juego, únicamente puede acceder al pueblo correspondiente a los mini-juegos de menor dificultad, y a medida que consigue completarlos se irá desbloqueando progresivamente el acceso a las otras villas con juegos y obstáculos más complejos. Los jugadores pueden desplazar sus avatares por la pantalla mediante el método *point-and-click*, es decir, seleccionando con el ratón el punto

al que desean que su avatar se traslade y esperando entonces a que el personaje describa automáticamente una trayectoria que le lleve a esa posición. Por otra parte, los jugadores pueden comunicarse entre sí por medio de un servicio de chat, de tal manera que las frases introducidas en el campo de texto situado en la parte inferior de la pantalla, son visualizadas por el resto de jugadores como “globos de texto” que salen de la boca del correspondiente personaje. Para “entrar” a uno de los pueblos el jugador simplemente lo selecciona con el ratón, el personaje se desplaza hasta el mismo y a continuación se activa la pantalla del pueblo correspondiente.



Figura 24: Captura de la pantalla principal del juego

### 5.3.3. Tercer paso: Selección del mini-juego

El procedimiento a seguir para seleccionar el juego es parecido al seguido anteriormente para seleccionar el pueblo. Así, en la pantalla de selección de juego se muestran los avatares de los jugadores que actualmente están conectados en el juego en esa área, mientras que los distintos juegos disponibles se representan a través de diferentes tipos de casas o edificios de colegio, por ejemplo (Figura 25). Para activar un juego, el jugador desplaza su avatar hasta el edificio correspondiente. En ese momento se activa una pantalla de espera que muestra una habitación en la que puede esperar a otros jugadores que también deseen participar en esa partida. Una vez que todos los jugadores se

encuentran en dicha pantalla, uno de ellos recoge la llave que aparece en la esquina superior derecha de la habitación y abre la puerta de la misma, lo que da comienzo a la partida del juego. De darse el caso contrario, donde el jugador no desee iniciar un juego sino volver a la pantalla principal de selección de villa, simplemente dirige su personaje al edificio con forma ovalada.



Figura 25: Captura de pantalla de uno de los pueblos incluidos en el juego

#### 5.3.4. Mini-juego 1: “La Casa Peligrosa”

Tal y como se describió en la sección anterior, el objetivo de este juego es ayudar al niño a identificar posibles peligros en el hogar, ayudando de esta forma a evitar posibles accidentes. En modo mono-jugador, el jugador deberá identificar y seleccionar en un tiempo límite el mayor número de peligros en cada una de las cinco áreas o habitaciones de la casa, salón, cocina, jardín, cuarto de baño, dormitorio del niño y dormitorio de los padres. En caso de que el juego sea utilizado en modo multijugador, el ganador será aquel que consiga localizar un mayor número de peligros. En los niveles de dificultad más sencillos, el número de áreas donde localizar peligros aparece limitadas a solo una o dos, no existe límite de tiempo y en algunos casos el juego únicamente aparece en modo mono-jugador. Por el contrario, en los niveles más altos todas las opciones aparecen activadas y cuenta con un máximo de 12 jugadores que pueden competir simultáneamente en la misma partida.



El mecanismo de interacción es similar a las pantallas anteriores, activando el movimiento de los personajes al pulsar con el ratón sobre la posición a la que desea desplazarse. De igual manera para marcar un peligro como señalado el jugador debe desplazarse a una posición cercana y pulsar con el ratón sobre él.

La Figura 26, muestra una captura de pantalla del juego. Tal y como se observa en la imagen un policía aparecerá en pantalla para informar al jugador que ha localizado un peligro correctamente. El marcador de la partida actual y el número de partidas ganadas (número de copas) se muestra en la parte superior de la pantalla.



Figura 26: Captura de pantalla del juego “La casa Peligrosa”.

### 5.3.5. Mini-juego 2: “Elimina riesgos”

La Figura 27, muestra una captura de pantalla del juego “Elimina riesgos”. El mecanismo del juego es similar al de “La Casa Peligrosa” con la diferencia de que cada vez que un jugador señala un peligro, debe responder a una pregunta sobre el mismo, con el fin de marcarlo como solucionado e incrementar su puntuación. Los textos de las distintas preguntas y sus correspondientes respuestas son almacenados en ficheros XML y asociados con distintos niveles de dificultad, de manera que dependiendo del nivel actual de la partida se seleccionen preguntas más o menos complicadas de responder.

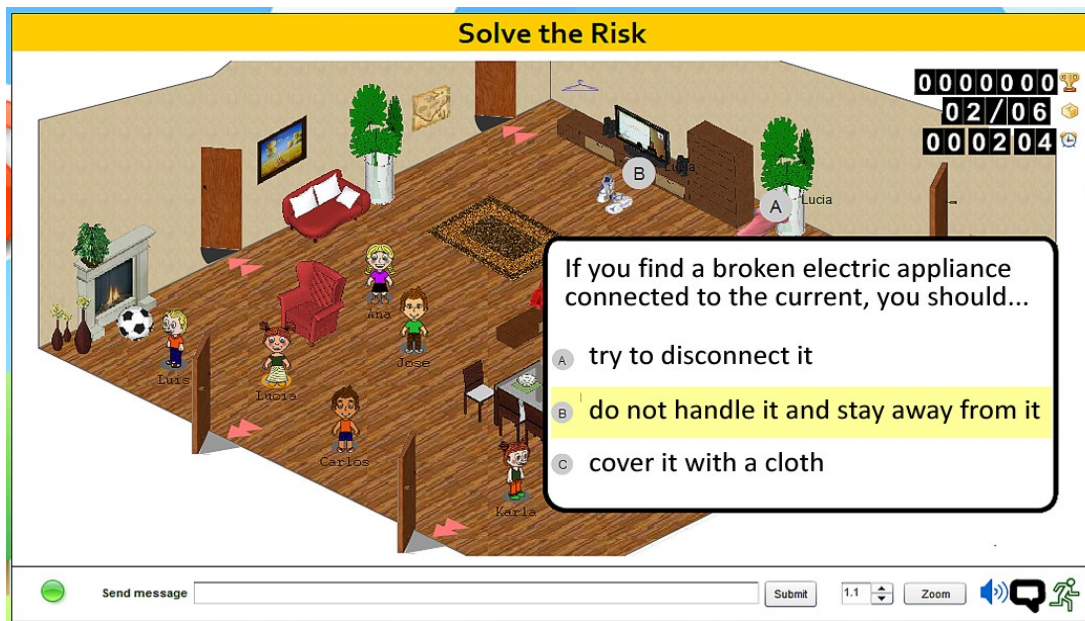


Figura 27: Captura de pantalla del juego “Elimina riesgos”.

### 5.3.6. Mini-juego 3: “Evacuación en el colegio”

El mini-juego “Evacuación en el colegio” (Figura 28) replica de nuevo el esquema de interfaz e interacción del resto de los juegos, situando en la zona inferior de la pantalla, el campo de texto con el introducir los mensajes de chat, el botón para hacer zoom, desactivar la música y el de salir de la pantalla. De igual forma los mensajes de *feedback*, que en este caso informan principalmente al jugador si se dirige en la dirección correcta, son proporcionados por el personaje del policía. Además se activa un servicio de mapa, mostrado en la parte izquierda de la pantalla, cuando el jugador selecciona alguno de los mapas de evacuación situados en los tableros de algunas de las aulas o salones del colegio.

Los espacios del colegio representados, incluyen distintos tipos de salones, aulas, patios y jardines. La dimensión del mapa y la ruta de evacuación a seguir varia de una partida a otra, teniendo en cuenta el nivel de dificultad al que se desea jugar la partida. Además, en la parte derecha de la pantalla es posible activar un historial de chat donde se puede consultar los últimos mensajes enviados por el resto de los jugadores.

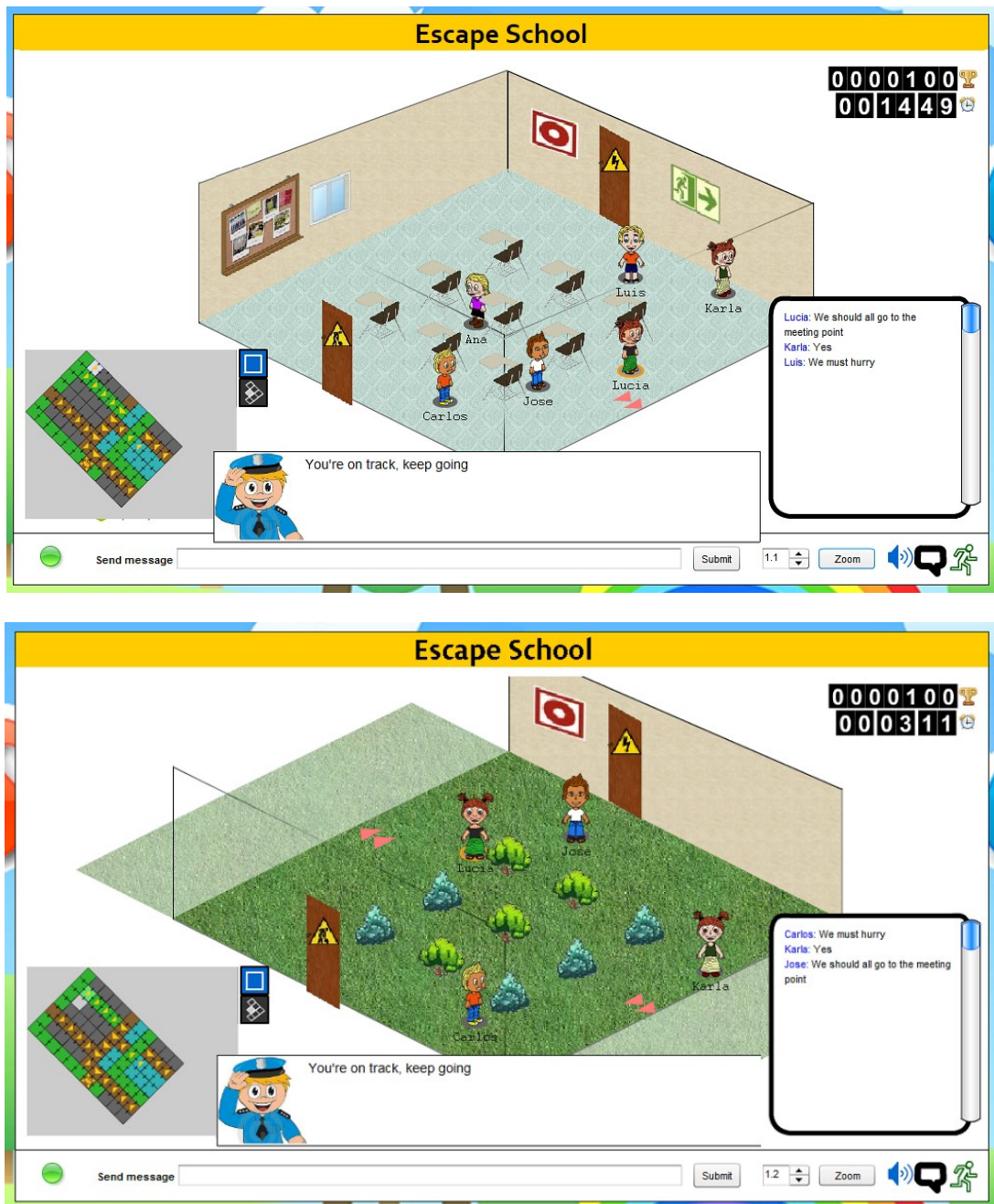


Figura 28: Captura de pantalla del juego “Evacuación en el colegio”

### 5.3.7. Mini-juego 4, 5 y 6: “El colegio peligroso!”, “Elimina riesgos en el cole” y “Evacuación en el hogar”

A partir de las variantes de los diseños de juegos descritas en la sección anterior, se desarrollaron otros tres mini-juegos. La implementación de cada uno

de estos mini-juegos, fue desarrollada a partir del ajuste de algunas de las mecánicas previamente desarrolladas a un nuevo escenario, siendo necesario en varios de los casos realizar algunos ajustes. Así, por ejemplo, para el mini juego “Evacuación en el hogar” (Figura 29), se desarrolló un nuevo servicio de mapa que permitía visualizar con mayor claridad la posición del resto de los jugadores dentro de la casa y mostrar sus nombres. La disposición del mapa en la pantalla también fue modificada, pasando a mostrarse en la zona de la derecha de la misma en lugar de a la izquierda.



Figura 29: Captura de pantalla del juego “Evacuación en el hogar”

## 5.4. Evaluación de la calidad de los juegos.

Una vez que el diseño y la implementación de los videojuegos concluyeron, se procedió a evaluar la calidad de los mismos. El objetivo de esta evaluación era, por una parte, confirmar si los juegos creados satisfacen tanto su propósito educativo como de entretenimiento. En la evaluación de juegos educativos, a menudo se desestima la comprobación de este último aspecto, asumiéndose que jugar es siempre divertido. Desgraciadamente, la experiencia lúdica que proporcionan algunos juegos educativos es muy limitada (Shen, C., Wang, H., & Ute, R., 2009), por lo que se consideró necesario tener en cuenta este aspecto. Por otra parte, la evaluación fue además utilizada para valorar la validez del modelo y confirmar la relevancia de todos los elementos utilizados en las descripciones de los diseños.

La evaluación se basó en un caso de estudio desarrollado en una escuela primaria de Madrid, donde se organizaron varias sesiones para que los estudiantes jugaran a los videojuegos educativos implementados bajo la supervisión y observación de sus profesores. Como base para la evaluación de la satisfacción del objetivo lúdico de los juegos, se emplearon las opiniones de los propios estudiantes, que fueron recogidas a través de un cuestionario al final de la sesión. Por otro lado, la evaluación de la eficacia de los juegos desde el punto de vista pedagógico, se basó en la opinión de los educadores del colegio, quienes clasificaron el valor educativo de los juegos en relación con la consecución de tres objetivos de aprendizaje: aprender a identificar los riesgos, aprender a tomar la acción correcta para cada uno de los riesgos, y aprender a identificar y seguir las rutas de evacuación. Este enfoque de evaluación fue preferido sobre la utilización de test de conocimiento a los estudiantes antes y después de la sesión ya que los resultados obtenidos mediante este método podían verse comprometidos no solo por los habituales riesgos de invalidez asociados con este método, como el efecto reactivo de las pruebas preliminares (Campbell, D. T., & Stanley, J. C., 1967), sino también por la dificultad de asegurar que la muestra de participantes brindaran el mismo nivel inicial de conocimientos sobre el tema. Esto se debía al hecho de que, por un lado, una pre-selección basada en calificaciones anteriores no era posible, ya que la preparación en los procedimientos de respuesta de emergencia no es parte del plan de estudios estándar, y que por otro lado, los educadores no nos hubiesen permitido seleccionar a los niños participantes en función de un examen inicial, ya que esto inevitablemente hubiese conducido a que algunos de ellos fuesen excluidos.

Finalmente, la relevancia de los elementos del modelo fue también evaluada a través de las opiniones de los educadores. Los educadores se consideraron como candidatos bien preparados para llevar a cabo esta evaluación, dado que son profesionales que tienen conocimiento de las preferencias y gustos de los alumnos.

#### 5.4.1. Diseño del experimento

Veinte estudiantes de cuarto y quinto curso, con edades comprendidas entre 8 a 11 años de edad y 8 educadores colaboraron en el estudio. Con el fin de facilitar la observación de la experiencia, los participantes se organizaron en dos grupos de 10 alumnos con 4 educadores asignados a cada uno. En esta sección se describe cómo se llevó a cabo el experimento.

##### 5.4.1.1. Comprobación del conocimiento inicial

En primer lugar, los estudiantes fueron llevados a la sala de ordenadores de la escuela, en ese lugar un miembro del equipo evaluó los conocimientos iniciales de los niños sobre el tema haciendo algunas preguntas acerca de los riesgos y las rutas de evacuación. De acuerdo con las respuestas dadas por los estudiantes a las preguntas formuladas por el educador para poner a prueba su conocimiento inicial antes de jugar, la mayoría de los estudiantes sabían algunos de los más conocidos riesgos domésticos. De esta manera, por ejemplo, sabían que una sartén sin vigilancia puede provocar un incendio, o que los juguetes en el piso pueden originar o producir caídas. Sin embargo, parecían no estar tan seguros acerca de los riesgos relacionados con los dispositivos eléctricos o cómo prevenir accidentes con los mismos. Los estudiantes sabían además que una ruta de evacuación indica el camino a seguir en caso de una emergencia, pero no estaban seguros acerca de cuál era el símbolo preciso que las representa.

##### 5.4.1.2. Preparación y establecimiento del contexto

A continuación, se asignó a cada uno de los niños un ordenador conectado a internet y con acceso al servidor del videojuego. Con el fin de establecer el contexto de la experiencia, los estudiantes vieron un video que ilustraba la importancia de ser capaz de identificar las posibles causas de los accidentes en el hogar. Concluida la presentación se les informó que iban a desempeñar el papel de "Jóvenes héroes de la seguridad" ("*Safety hero kids*") para lo cual

tendrían que despejar edificios de todo tipo de riesgos posibles y comprobar sus rutas de evacuación.

#### 5.4.1.3. Sesiones de juego

Después de la personalización de sus avatares y recibir breves instrucciones sobre cómo jugar a los videojuegos, los estudiantes participaron en dos rondas de partidas en modo multijugador a los juegos "La casa de los peligros" (*Risky house!*), "Eliminando riesgos" (*Solve the risk*) y "Evacuación en el colegio" (*Escape school*), sucesivamente. Las actividades informativas (*debriefing*) correspondientes también se llevaron a cabo de forma conjunta al final de cada juego y la duración total de cada sesión de juego fue de 30 minutos aproximadamente. Durante el transcurso de las sesiones, los educadores observaron la experiencia y prestaron asistencia a los estudiantes, explicando las instrucciones, resolviendo equivocaciones, dando información adicional sobre las consecuencias de los riesgos, y por lo general, supervisando a los niños. La Figura 30 y Figura 31, muestra algunas fotos tomadas durante la evaluación.



Figura 30: Evaluación de los juegos educativos en una escuela primaria.



Figura 31: Evaluación de los juegos educativos en una escuela primaria.

#### 5.4.2. Instrumentos de evaluación

A pesar de que recoger las opiniones de los niños directamente puede aportar información importante, este tipo de evaluación implica algunos retos que es necesario tener en cuenta de antemano con el fin de no comprometer la validez de los datos recogidos. De esta manera, es necesario garantizar que los niños comprenden la semántica de las preguntas y que éstas están formuladas de tal manera que se minimiza la necesidad de guiarlo a la hora de responder (Irwin, L. G., & Johnson, J., 2005). Además, algunos autores afirman que existe un sesgo de aquiescencia fuerte en los niños, ya que tienden a decir 'sí' sin tener en cuenta la pregunta formulada o su verdadera opinión (Powell, M., & Wilson, J. C., 2001). También es necesario considerar que los niños pueden distraerse o aburrirse fácilmente durante una evaluación general. Teniendo en cuenta estos posibles problemas, se siguió un doble proceso para llevar a cabo la recopilación de datos: un cuestionario y la observación registrada de la experiencia.

Por un lado, el cuestionario permitiría obtener de los participantes datos cuantitativos y cualitativos a través de una serie de preguntas abiertas y cerradas, formuladas y formateadas específicamente para cada uno de los



perfiles de los dos participantes. De esta manera, por ejemplo, para los cinco puntos a evaluar por parte de los educadores, se empleó una escala ordenada tipo Likert para valorar el nivel de acuerdo/desacuerdo con la afirmación presentada en el cuestionario. En el caso del cuestionario de los niños, cada valor de la escala fue acompañado de representaciones gráficas, como se hace en escalas visuales analógicas y se recomienda en (Shields, B. J., Palermo, T. M., Powers, J. D., Grewe, S. D., & Smith, G. A., 2003) para evaluaciones con participantes de menor edad. Los educadores de la escuela primaria revisaron y validaron que todas las preguntas incluidas en el cuestionario de los niños pudieran ser entendidas por un estudiante de cuarto o quinto curso.

Por tanto, la observación registrada se llevó a cabo utilizando una cámara de vídeo situada discretamente en un rincón del salón de clases y permitió reunir datos cualitativos adicionales para corroborar que las respuestas de los niños al cuestionario efectivamente coincidieran con lo que realmente tuvo lugar durante la experiencia.

Las Tablas 21 y 22 muestran los cuestionarios empleados en la evaluación. El cuestionario para los niños (Tabla 21) fue diseñado tomando como referencia el “*fun toolkit*” presentado en (Read, J., MacFarlane, S., & Casey, C., 2002) para evaluar la diversión que experimentaban. La primera pregunta era una adaptación del “*smileyometer*” del *toolkit* y buscaba medir el grado de diversión que la experiencia reportó, mientras que la segunda pregunta se encuentra relacionada con la “*returnace*” o deseo de repetir la actividad. El nivel de implicación y absorción en la experiencia del niño fue estimado mediante observación directa, tal y como recomiendan los autores del *toolkit*. Por otra parte, el cuestionario de los educadores (Tabla 22), se dividió en dos secciones distintas: en la primera se solicitaba su opinión acerca del valor educativo de la experiencia y en la segunda sobre la relevancia de los distintos componentes de diseño propuestos en el modelo. Sobre esta sección, es necesario señalar que de los doce tipos de entidades de diseño propuestas en el modelo, la mecánica, los objetivos y el diseño de escenarios, interfaz e interacción no fueron incluidos en la evaluación, ya que son elementos inherentes de todos los videojuegos y no es posible describir un juego sin hacer referencia a ellos.

## 5.5. Resultados de la evaluación del modelo

De acuerdo con los datos recogidos de los cuestionarios mostrados en las Tablas 21 y 22, la experiencia propuesta satisfizo tanto su propósito educativo como lúdico. De esta manera, en lo que respecta al cuestionario de los niños, los valores medios obtenidos para la pregunta Q1, en la cual los estudiantes calificaron el nivel de diversión, fueron de 4,70 sobre 5; y el deseo de jugar a los videojuegos, dato que podría servir como un indicador de lo divertidos que eran los videojuegos, fue también considerablemente alto, 4,50 sobre 5. Estos resultados coinciden con lo observado directamente durante la experiencia: los niños reaccionaron positivamente a los videojuegos y habían signos claramente observables de que se estaban divirtiendo como sonrisas, exclamaciones de alegría cuando encontraban un riesgo o ganaban una partida, emoción y nerviosismo cuando se estaba acabando el contador de tiempo, etc.

| Diversión                                       |  |           |                  |                   |           |               |       |
|---|--|-----------|------------------|-------------------|-----------|---------------|-------|
| Por favor, contesta a las siguientes preguntas: |  |           |                  |                   |           |               |       |
| Respuestas                                      |  |           |                  |                   |           |               | Media |
| Q1  | ¿Fue divertido jugar a los videojuegos?    | Para nada | No muy divertido | Normal            | Divertido | Muy divertido | 4,70  |
|   |  | 0         | 0                | 0                 | 6         | 14            |       |
| Q2  | ¿Te gustaría jugar al videojuego de nuevo? | Para nada | No               | Me es indiferente | Sí        | Sí, mucho     | 4,50  |
|   |  | 0         | 0                | 1                 | 7         | 12            |       |

Tabla 21: Respuestas a los cuestionarios de las estudiantes reunidas durante la evaluación de usuarios.

Con respecto a las respuestas recogidas de los profesores, parece haber un acuerdo general sobre el alto valor educativo de los videojuegos en relación con los tres objetivos de aprendizaje (Q3 = 4,25; Q4 = 4,25; Q5 = 4,13). De hecho, ninguno de los profesores calificó el valor educativo con una puntuación inferior a 4 o 5. Además, los valores de la mediana para las respuestas acerca de los componentes del diseño de videojuegos están todas entre 4,12 y 4,25, lo que significa que todos son considerados como relevantes. De entre ellos, 7 de los 8 educadores calificaron con el valor máximo los componentes de socialización, caracterización, recompensa y persistencia. Esto también coincide con lo que se observó durante la experiencia, ya que los niños parecían disfrutar especialmente al diseñar su propio avatar, hablar entre sí sobre lo que pasaba en el juego y celebraron mucho el que los mensajes que enviaban se presentasen

como globos de texto que salían de sus avatares. Esto sugiere que la caracterización y socialización podrían también considerarse como características relevantes del diseño de videojuegos para niños.

| <b>Valor Educativo</b>   |  |          |          |          |          |          |              |
|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| <b>“Valore del 1 al 5 el valor educativo de la experiencia en relación a los siguientes objetivos de aprendizaje:”</b> |  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Media</b> |
| Q3   | Aprender a identificar riesgos   | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | <b>4,25</b>  |
| Q4   | Aprender a tomar la acción correctiva correcta                                       | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | <b>4,25</b>  |
| Q5   | Aprender a identificar y seguir rutas de evacuación                                  | 0        | 0        | 0        | 7        | 1        | <b>4,13</b>  |
| <b>Relevancia de los componentes de diseño</b>   |  |          |          |          |          |          |              |
| <b>“Valore del 1 al 5 el grado de relevancia de los siguientes elementos de diseño en un videojuego educativo:”</b>    |  | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Media</b> |
| Q6   | Feedback: sobre acciones realizadas y progreso durante el juego                      | 0        | 0        | 1        | 5        | 2        | <b>4,12</b>  |
| Q7   | Socialización: soporte a la interacción social                                       | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | <b>4,87</b>  |
| Q8   | Storyline: integra el juego en el contexto de la historia                            | 0        | 0        | 0        | 4        | 4        | <b>4,5</b>   |
| Q9   | Persistencia: da la oportunidad de recuperar estados previos del juego               | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | <b>4,87</b>  |
| Q10  | Caracterización: personalizar los personajes provee personajes carismáticos          | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | <b>4,87</b>  |
| Q12  | Servicios: servicios extra para enriquecer la comunicación y el ranking              | 0        | 0        | 1        | 5        | 2        | <b>4,5</b>   |
| Q13  | Recompensa: incluir mecanismos de recompensa como puntuaciones y premios             | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | <b>4,87</b>  |
| Q14  | Debriefing: actividades para fomentar la reflexión de lo que ocurre durante el juego | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | <b>4,25</b>  |

Tabla 22: Respuestas a los cuestionarios de los educadores reunidas durante la evaluación de usuarios.

Además, los cuestionarios de los niños y los maestros incluyeron una última pregunta abierta en la que se animó a los participantes a describir qué cambios introducirían para mejorar los juegos. La mayoría de los niños no recomendaron ningún cambio ("Sin cambios", "Está bien, como es"). Los que sí sugirieron algo se centraron principalmente en el mecanismo de interacción ("que sea más fácil mover al personaje", "mejorar el movimiento", "utilizar una computadora más rápida"), y el sistema de recompensas ("Ser capaz de intercambiar puntos por objetos y ropa, o algo por el estilo"). Las respuestas obtenidas de los educadores eran aún menos críticas y se centraron más en el procedimiento seguido durante la experiencia que en el juego en sí ("Sería mejor si los niños en primer lugar juegan los videojuegos de forma individual y posteriormente compitiesen todos juntos"). En cualquier caso, la observación directa del experimento permitió

identificar un par de problemas que los cuestionarios no lograron capturar. En primer lugar, tal y como se esperaba, los niños más pequeños requieren de asistencia educativa y técnica adicional por parte de los educadores. Esto sugiere que, por una parte, todavía hay margen para mejorar los videojuegos propuestos si se incluyese en ellos *feedback* específico para cada perfil de jugador y, por otra parte, que el mecanismo de *feedback* implementado constituye definitivamente una característica significativa a tener en cuenta en un videojuego educativo. En segundo lugar, se observó que en ocasiones si los niños hacían *click* con el ratón demasiado rápido el juego se bloqueaba por unos segundos y no respondía a las acciones de los niños, provocando cierta frustración. Esto sugiere que la aplicación del mecanismo de interacción del juego puede ser mejorada y confirma que la interacción no sólo es una característica relevante de un juego de ordenador, si no de hecho, es un factor clave para su éxito.

En conclusión, tanto los educadores como los niños mostraron una respuesta muy positiva de los videojuegos, y los resultados de los cuestionarios sugieren que los estudiantes aprenden mientras se divierten. Este último punto se considera muy significativo, y la alta puntuación dada por los educadores al valor educativo de la experiencia que resulta también muy alentadora. Esto parece indicar que mediante la contextualización del juego en una historia, el uso de escenas que representan entornos reales y las actividades de reflexión al final de las sesiones, se puede conseguir que los niños “escapasen al círculo mágico” que supone el aprendizaje en el mundo virtual y pudieran transferir lo aprendido al mundo real. En cuanto a la validez del modelo, tal y como se explica en el capítulo 3, se considera suficientemente documentado por diferentes expertos; y que los componentes de diseño seleccionados son significativos en una experiencia de estas características. Las valoraciones de los educadores sirven para corroborar una vez más estas opiniones al calificar todos los componentes de diseño como de gran relevancia en un juego educativo, confirmando por tanto la validez del modelo.

# Capítulo 6

## Conclusiones

En este capítulo se presentará las principales conclusiones alcanzadas y las aportaciones originales que han surgido del proceso de investigación. Finalmente, se presentan las líneas de investigación que quedan abiertas en el campo y otras que pueden constituir la continuación del esfuerzo realizado.

### 6.1. Conclusiones

Para poder maximizar los beneficios que el uso de videojuegos como soporte a procesos educativos pueda generar, es necesario proveer medios que permitan reducir los altos costes asociados con la producción de este tipo de artefactos y simplificar su proceso de diseño. Como un primer paso hacia este objetivo final, en este trabajo de investigación se ha propuesto un modelo conceptual que recoge las características consideradas más a menudo como significativas en un videojuego educativo y que define un conjunto de entidades de diseño para permitir su especificación durante el diseño de un juego. Las evaluaciones realizadas han confirmado tanto la calidad semántica del modelo, como su capacidad para soportar la descripción de diseños de videojuegos educativos que

cumplen tanto sus propósitos pedagógico como lúdico, y que además pueden ser reutilizados y adaptados fácilmente. También, es necesario tener en cuenta que a diferencia de otras propuestas que solo abordan el diseño de videojuegos de géneros específicos, el modelo es lo suficientemente general como para soportar el diseño de diferentes tipos de videojuegos.

En cualquier caso, estas conclusiones tienen que ser enmarcadas en el contexto adecuado con el fin de evitar interpretaciones erróneas. Es necesario destacar que el uso del modelo no garantiza que los videojuegos descritos a través de él, sean siempre divertidos y educativos; de la misma manera que el uso de un lenguaje de modelado determinado no asegura tampoco la calidad del proceso de aprendizaje descrito en sus términos. En ambos casos la calidad del artefacto resultante dependerá en gran medida de la habilidad de los diseñadores que hacen uso del modelo o del lenguaje.

Por otra parte, y como resultado de las actividades realizadas durante el proceso de evaluación del modelo, se ha diseñado e implementado un videojuego educativo del tipo mini-juegos para la educación de niños en situaciones de emergencia. Tal y como se describió en el capítulo anterior, el proceso de diseño del juego se simplificó considerablemente al poder contar con un modelo conceptual que facilitó la reutilización y adaptación de distintas partes de los diseños de los juegos. Sin embargo, es necesario señalar que el proceso de implementación y desarrollo de los distintos juegos continuó siendo un proceso laborioso y costoso, tanto en términos de tiempo como en habilidades técnicas. A pesar de contar con un motor de creación de mundos isométricos (OpenSpace, 2012) que aceleró considerablemente el proceso de desarrollo respecto al uso directo de *APIs* y librerías gráficas como *DirectX* o *OpenGL*, fue necesario aprender el lenguaje de programación de la herramienta, además de desarrollar un conjunto de recursos gráficos *ad-hoc* para representar los distintos elementos del juego, una aplicación para permitir la personalización de los avatares de los jugadores, y distintos módulos para soportar los servicios que se fueron incluyendo en los diseños de los juegos. Por todo ello es muy probable que los costes totales asociados a su desarrollo harían de este un proyecto inasumible para la mayoría de los educadores. Más aún, durante la realización del proyecto, se observó cómo los sucesivos modelos de *smartphones* y tabletas que fueron apareciendo en el mercado iban resultando incompatibles con la tecnología escogida para implementar los juegos (*Adobe Flash*), por lo que su posible adaptación a este tipo de dispositivos quedó descartada. Todo esto sirvió para poner una vez más en evidencia los problemas identificados al comienzo de este trabajo de tesis, es decir, la necesidad de herramientas que permitan acelerar el

---

proceso de diseño de videojuegos educativos a lo largo de todas sus etapas: tanto la de ideación inicial, como la de diseño, desarrollo e incluso distribución. Los trabajos que se plantean para darle continuidad a esta tesis van en esa dirección, comprendiendo desde la definición de un lenguaje de modelado visual que facilite a los educadores la especificación de los diseños en términos de elementos del modelos, hasta un motor de ejecución que sea capaz de interpretar esos diseños y generar un entorno virtual basado en los mismos que permita utilizar los correspondientes juegos.

## 6.2. Aportaciones

La aportación principal de esta tesis ha sido la definición de un modelo conceptual de videojuegos educativos que da soporte al proceso de diseño de este tipo de artefactos, facilitando la reutilización y adaptación de sus componentes y acelerando de esta forma su proceso de definición.

Como aportaciones adicionales significativas que surgen como resultado del proceso de investigación cabe destacar:

- Un videojuego educativo para el adiestramiento de niños en situaciones de emergencia, cuya eficacia como herramienta pedagógica ha quedado demostrada a lo largo del proceso de evaluación de la tesis. Actualmente el juego se encuentra traducido al castellano y al inglés y existen planes para su utilización por parte de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias.
- Un estudio realizado acerca de los principales heurísticas y modelos de diseño de videojuegos educativos existentes en la literatura, que ha permitido identificar aquellos aspectos y componentes de la experiencia de aprendizaje basada en este tipo de artefactos y considerados como más importantes para su éxito.



## 6.3. Líneas de trabajo futuras

Tanto a lo largo del proceso de desarrollo de esta tesis, como tras la finalización de la misma, se han observado posibles líneas de trabajo futuras que incluyen, por un lado, explorar nuevas posibilidades de aplicación práctica del modelo propuesto, y por otra, perspectivas de trabajo más generales relacionadas con la misma. A continuación se describen las más relevantes:

### 6.3.1. Uso del modelo como soporte del proceso de ideación inicial del juego por un equipo multidisciplinar.

Debido a la doble perspectiva pedagógica y lúdica de los videojuegos educativos, el proceso de diseño de este tipo de artefactos suele requerir de un equipo multidisciplinar que integre miembros con diferentes perfiles, como por ejemplo educadores, diseñadores de juegos y expertos en el dominio. Cada uno de estos perfiles suele desarrollar su actividad haciendo uso de un lenguaje propio, que no siempre es comprendido con facilidad por otros profesionales. El modelo propuesto proporciona un conjunto de entidades de diseño descritas a un nivel de abstracción de los detalles técnicos, que facilitaría la comprensión y el trabajo de cada uno de los distintos integrantes del equipo. Debido a esta característica el modelo propuesto puede servir como lenguaje común y punto de partida alrededor del cual los miembros del equipo pueden realizar la conceptualización inicial del juego, proponiendo ideas y soluciones para cada una de los distintos aspectos del juego que el modelo recoge.

### 6.3.2. Desarrollo de un lenguaje de modelo visual de diseños de videojuegos educativos.

Una vez el modelo ha sido evaluado y se ha demostrado que es posible describir a través de sus elementos videojuegos educativos que sirven a su doble propósito, el siguiente paso consistiría en la especificación de un lenguaje de modelado visual que permita la especificación de diseños de videojuegos de forma gráfica y sencilla. Mediante la asociación de representaciones gráficas para cada una de las entidades de diseño y la utilización de metáforas adecuadas que puedan ser fácilmente comprensibles y manejadas por los integrantes del equipo de diseño, se espera acelerar aún más el proceso de definición del juego y obtener descripciones formalizadas de los diseños, que puedan ser posteriormente almacenadas, compartidas y procesadas por otras herramientas.

### 6.3.3. Herramientas para la generación automática de videojuegos educativos a partir de diseños especificados mediante los elementos del modelo.

Con el fin de dar soporte y acelerar el proceso de implementación de los diseños se podrán desarrollar herramientas capaces de procesar diseños especificados en términos de los elementos del modelo y generar automáticamente entornos virtuales en los que el juego pueda ser utilizado. Estas herramientas podrían ser construidas a partir de motores de juego existentes, como Unity (Unity, T., 2014) o Unreal (Epic Games, I., 2014), a partir de las cuales, y empleando enfoques y técnicas del desarrollo basado en componentes o líneas de producto software, se podrían definir repositorios con implementaciones pre-definidas para las distintas entidades de diseño recogidas en el modelo. Estos componentes podrían ser posteriormente recuperados, parametrizados y combinados entre sí de acuerdo a las necesidades de un diseño específico para componer un entorno virtual que permita el desarrollo del juego.

# Referencias bibliográficas

Adkins, S. S., & Insight, A. (2013). "The 2012-2017 Worldwide Game-based Learning and Simulation-based Markets".

Adobe Systems Software Ireland. (2014). "Adobe Flash Player". <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer.html>

Aldrich, C. (2005). "Learning by doing: A comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy in e-learning and other educational experiences". Practice (p. 400). Pfeiffer.

Amory, A. (2007). "Game object model version II: a theoretical framework for educational game development". Educational Technology Research & Development, 55(1), 51–77.

Amory, A., & Seagram, R. (2003). "Educational game models: conceptualization and evaluation". Journal of Higher Education, 17(2), 206 – 217.

Ampatzoglou, A., & Chatzigeorgiou, A. (2007). "Evaluation of object-oriented design patterns in game development". Information and Software Technology, 49(5), 445–454.

Andre, T. S., Hartson, H. R., Belz, S. M., & McCreary, F. (2001). "The user action framework: a reliable foundation for usability engineering support tools". International Journal of Human-Computer Studies, 54(1), 107–136.

Barendregt, W., & Bekker, M. M. (2004). "Towards a Framework for Design Guidelines for Young Children's Computer Games". Entertainment Computing ICEC 2004, 3166(XXIII), 365–376.

Barendregt, W., Bekker, M. M., & Speerstra, M. (2003). "Empirical evaluation of usability and fun in computer games for children". In Proceedings of the IFIP 8th International Conference on HumanComputer Interaction INTERACT03 (pp. 705–708).

Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1967). "Experimental and Quasi-Experimental Design for Research". In D. T. Campbell & J. C. Stanley (Eds.), Handbook of Research on Teaching (1963) (pp. 1–84). Houghton Mifflin Company. D. T. Campbell & J. C. Stanley (Eds.),

Club de Protecção Civil Italiano. (2011). "Clube de Protecção Civil". <http://www.prociv.pt/clube/>

- Colley, H., Hodkinson, P., & Malcolm, J. (2002). "Non-formal learning: mapping the conceptual terrain". Consultation Report Leeds University of Leeds Lifelong Learning Institute, (2006/09/19/).
- Crookall, D. (1995). "A guide to the literature on simulation/gaming". *Simulation and Gaming across Disciplines and Cultures*, 151–178.
- Crookall, D. (2010). "Serious games, debriefing, and simulation/gaming as a discipline". *Simulation & Gaming*, 41(6), 898–920.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). "Beyond boredom and anxiety" (p. xix,231p.). Jossey-Bass.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). "Flow: The Psychology of Optimal Experience". *Design Issues* (Vol. 8, p. 80). Harper Perennial.
- Dawson, C. R., Cragg, A., Taylor, C., & Ben, T. (2007). "Video Games: Research to improve understanding of what players enjoy about video games, and to explain their preferences for particular games". *Cell*, 141(2), 181.
- Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A. (2004). "Using heuristics to evaluate the playability of games". *Extended Abstracts of the 2004 Conference on Human Factors and Computing Systems CHI 04*, 1509.
- Dipartimento della Protezione Civile. (2011). "Departamento de la Policia Civil Italiana". <http://www.protezionecivile.it/sitobambini/>
- Druckman, D. (1995). "The Educational Effectiveness of Interactive Games". In D. Crookhall and K. Arai (Ed.), *Simulation and Gaming Across Disciplines and Cultures* (Simulation., pp. 178–187). Sage Publications. D. Crookhall and K. Arai (Ed.),
- Ducheneaut, N., Yee, N., Wadley, G., & Alto, P. (2009). "Body and Mind : A Study of Avatar Personalization in Three Virtual Worlds". *Methods*, 95(19), 1151–1160.
- Epic Games, I. (2014). "Unreal Engine 4 free License". <http://www.epicgames.com/>
- Fabricatore, C. (2000). "Learning and Videogames: an Unexploited Synergy". In Unpublished manuscript. Secaucus, NJ : Springer Science + Business Media.
- Fabricatore, C., Nussbaum, M., & Rosas, R. (2002). "Playability in Action Videogames: A Qualitative Design Model". *Human-Computer Interaction*, 17(4), 311–368.

- Fanning, R. M., & Gaba, D. M. (2007). "The role of debriefing in simulation-based learning." *Simulation in Healthcare Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 2(2), 115–125.
- Federoff, M. A. (2002). "Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games". Citeseer.
- Feilitzen, C. v., & Linné, O. (1975). "Identifying With Television Characters". *Journal of Communication*, 25(4), 51–55.
- FEMA. (2011). "Federal Emergency Management Agency for Kids". U.S. Department of Homeland Security. <http://www.training.fema.gov/>
- Fu, F. L. F., & Yu, S. C. (2008). "Three Layered Thinking Model for Designing Web-Based Educational Games". *Lecture Notes in Computer Science*, 5145, 265–274.
- Fullerton, T., Swain, C., & Hoffman, S. (2004). "Game Design Workshop: Designing, Prototyping, and Playtesting Games". *Journal of veterinary internal medicine American College of Veterinary Internal Medicine* (p. 460). CMP Books.
- Furtado, A. W. B. (2012). "Domain - Specific Game Development". Universidade Federal de Pernambuco.
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). "Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model". *Simulation & Gaming*, 33(4), 441–467.
- Gee, J. P. (2003). "What video games have to teach us about learning and literacy". *Computers in Entertainment*, 1(1), 20.
- Gee, J. P. (2009). "Video games, learning, and “content”". In *Games: Purpose and potential in education* (pp. 43–53). Springer.
- Göbel, S., Salvatore, L., Konrad, R. A., & Mehm, F. (2008). "StoryTec: A digital storytelling platform for the authoring and experiencing of interactive and non-linear stories". In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 5334 LNCS, pp. 325–328).
- Griffiths, M. (2002). "The educational benefits of videogames". *Education and Health*, 20(3), 47–51.

- Hayot, E., & Wesp, E. (2009). "Special Issue - EQ: 10 Years Later.". *Game Studies*, 9(1).
- Henderson, J. (2006). "The Paper Chase: Saving Money via Paper Prototyping". *Gamasutra: The Art & Business of Making Games*.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). "Design Science in Information Systems Research". *MIS Quarterly*, 28(1), 75–105.
- Hong Ho, J., ZhiYing Zhou, S., Dong, W., & Low, A. (2009). "Investigating the Effects of Educational Game with Wii Remote on Outcomes of Learning". *Transactions on Edutainment III*, 5940, 240–252.
- Huizinga, J. (1971). "Homo Ludens A study of the play-element in culture" (p. 240). Beacon Press.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). "MDA: A formal approach to game design and game research". *Discovery*, 83(3), 04–04.
- Irwin, L. G., & Johnson, J. (2005). "Interviewing young children: explicating our practices and dilemmas.". *Qualitative Health Research*, 15(6), 821–831.
- Kiili, K. (2005a). "Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model". *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24.
- Kiili, K. (2005b). "On educational game design: building blocks of flow experience". Tampere University of Technology. Publication. Tampere University of Technology.
- Klein, R. (2009). "Virtual preparation for ARFF emergencies". *Industrial Fire Journal*.
- Klimmt, C., Hefner, D., & Vorderer, P. (2009). "The Video Game Experience as "True" Identification: A Theory of Enjoyable Alterations of Players' Self-Perception". *Communication Theory*, 19(4), 351–373.
- Kolb, D. A., Boyatzis, R. E., & Mainemelis, C. (2000). "Experiential Learning Theory: Previous Research and New Directions". In R. J. Sternberg & L. F. Zhang (Eds.), *Perspectives on Cognitive Learning and Thinking Styles* (pp. 227–247). Lawrence Erlbaum. R. J. Sternberg & L. F. Zhang (Eds.),
- Krogstie, J., Lindland, O. I., & Sindre, G. (1995). "Towards a deeper understanding of quality in requirements engineering". In J. Iivari, K. Lyytinen, & M. Rossi (Eds.), *Advanced Information Systems Engineering SE - 7* (Vol. 932, pp. 82–95). Springer Berlin Heidelberg. J. Iivari, K. Lyytinen, & M. Rossi (Eds.),

- Lederman, L. C. (1992). "Debriefing: Toward a Systematic Assessment of Theory and Practice". *Simulation & Gaming*, 23(2), 145–160.
- Leemkuil, H. H. (2006). "Is it all in the game? Learner support in an educational knowledge management simulation game". University of Twente.
- Lewinski, J. S. (1999). "Developer's Guide to Computer Game Design". Plano, TX, USA: Wordware Publishing Inc.
- Li, D. D., Liau, A. K., & Khoo, A. (2013). "Player–Avatar Identification in video gaming: Concept and measurement". *Computers in Human Behavior*.
- Lindland, O. I., Sindre, G., & Solvberg, A. (1994). "Understanding quality in conceptual modeling". *IEEE Software*, 11(2), 42–49.
- Livingstone, D. W. (2001). "Adults' Informal Learning: Definitions, findings, gaps and future research". NALL Working Paper. The Research Network for New Approaches to Lifelong Learning (NALL).
- Macedonia, M. (2002). "Games soldiers play". *IEEE Spectrum*, 39(3), 32–37 ST – Games soldiers play.
- Malone, T. W. (1981). "What Makes Things Fun to Learn? A Study of Intrinsically Motivating Computer Games.". Pipeline. Stanford University.
- Malone, T. W. (1982). "Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games". In *Proceedings of the 1982 conference on Human factors in computing systems* (pp. 63–68). ACM.
- Mcfarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). "Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process". Teem.
- McGivney, V. (1999). "Informal Learning in the Community: A Trigger for Change and Development" (p. 144). Leicester: National Institute of Adult Continuing Education.
- Mcgrath, D., & Hill, D. (2000). "UnrealTriage : A Game-Based Simulation for Emergency Response". Office.
- McGrath, D., Hunt, A., & Bates, M. (2005). "A Simple Distributed Simulation Architecture for Emergency Response Exercises". *Ninth IEEE International Symposium on Distributed Simulation and RealTime Applications*, 221–228.

- Mennecke, B. E., & Peters, A. (2013). "From avatars to mavatars: The role of marketing avatars and embodied representations in consumer profiling". *Business Horizons*, 56(3), 387–397.
- Moody, D. (2005). "Theoretical and practical issues in evaluating the quality of conceptual models: current state and future directions". *Data & Knowledge Engineering*, 55(3), 243–276.
- Moody, D. L., & Shanks, G. G. (1994). "What Makes a Good Data Model? Evaluating the Quality of Entity Relationship Models". In P. Loucopoulos (Ed.), *EntityRelationship Approach ER 94 Business Modelling and ReEngineering* (Vol. 881, pp. 94–111). Springer. P. Loucopoulos (Ed.),
- Moody, D. L., & Shanks, G. G. (1998). "What Makes a Good Data Model? A Framework for Evaluating and Improving the Quality of Entity Relationship Models". *The Australian Computer Journal*, 30(3), 97–110.
- Moreno-Ger, P., Blesius, C., Currier, P., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). "Online learning and clinical procedures: Rapid development and effective deployment of game-like interactive simulations". In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)* (Vol. 5080 LNCS, pp. 288–304).
- Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2007). "A documental approach to adventure game development". *Science of Computer Programming*, 67(1), 3–31.
- Morningstar, C., & Farmer, F. R. (2008). "The Lessons of Lucasfilm's Habitat". *Journal of Virtual Worlds Research*, 1(1), 1–21.
- Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S. (2006). "Distinguishing games and simulation games from simulators". *Computers in Entertainment*, 4(2), 9.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). "User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction". (D. A. Norman & S. W. Draper, Eds.) *Annals of Physics* (p. 544). Lawrence Erlbaum Associates.
- OpenSpace. (2012). "Engine and framework for multi-user virtual worlds and MMO communities". <http://www.openspace-engine.com/>
- Papert, S. (1998). "Does Easy, Do It? Children, Games, Learning". *Game Developer Magazine*, June 1998, 87–88.



- Pelletier, C., & Oliver, M. (2006). "Learning to play in digital games". *Learning, Media & Technology*, 31(4), 329–342.
- Peters, V. A. M., & Vissers, G. A. N. (2004). "A Simple Classification Model for Debriefing Simulation Games". *Simulation & Gaming*, 35(1), 70–84.
- Pivec, M., & Dziabenko, O. (2004). "Game-Based Learning in Universities and Lifelong Learning: “ UniGame: Social Skills and Knowledge Training ” Game Concept 1". *Journal of Universal Computer Science*, 10, 14–26.
- Powell, M., & Wilson, J. C. (2001). "A Guide to Interviewing Children: Essential Skills for Counsellors, Police, Lawyers and Social Workers" (Interviewi., p. 136). Allen & Unwin.
- Prensky, M. (2001a). "Computer games and learning- digital game-based learning". In J. RAESSENS & J. GOLDSTEIN (Eds.), *Handbook of computer game studies* (pp. 97–122). Mit Press. J. RAESSENS & J. GOLDSTEIN (Eds.),
- Prensky, M. (2001b). "Digital natives, digital immigrants". (M. U. Press, Ed.). MCB University Press.
- Prensky, M. (2001c). "Fun, play and games: What makes games engaging". In *Digital game-based learning* (pp. 1–31). McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2001d). "True believers: Digital game-based learning in the military". In J. RAESSENS & J. GOLDSTEIN (Eds.), *Digital game-based learning* (pp. 1–18). McGraw-Hill. J. RAESSENS & J. GOLDSTEIN (Eds.),
- Prensky, M. (2003). "Digital game-based learning". *Computers in Entertainment*, 1(1), 21.
- Randel, J. M., Morris, B. A., Wetzell, C. D., & Whitehill, B. V. (1992). "The Effectiveness of Games for Educational Purposes: A Review of Recent Research". *Simulation & Gaming*.
- Ravenscroft, A., & Matheson, M. P. (2002). "Developing and evaluating dialogue games for collaborative e-learning". *Journal of Computer Assisted Learning*.
- Read, J., MacFarlane, S., & Casey, C. (2002). "Endurability, engagement and expectations: Measuring children’s fun". In *Interaction Design and Children* (Vol. 2, pp. 189–198). Citeseer.
- Remission. (2010). "Remission Available". <http://www.re-mission.net>

- Rollings, A., & Morris, D. (2003). "Game Architecture and Design: A New Edition". New Riders Games.
- Rollings, A., & Morris, D. (2004). "Game architecture and design" (pp. 479–560). New Riders.
- Said, N. S. (2004). "An engaging multimedia design model". In Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children building a community (pp. 169–172). ACM New York, NY, USA.
- Sefton-Green, J. (2003). "Informal Learning: Substance or style?". Teaching Education.
- Shen, C., Wang, H., & Ute, R. (2009). "Serious Games and Seriously Fun Games". In C. Shen, H. Wang, & R. Ute (Eds.), Serious games. Mechanisms and effects (pp. 48–61). Routledge. C. Shen, H. Wang, & R. Ute (Eds.),
- Shields, B. J., Palermo, T. M., Powers, J. D., Grewe, S. D., & Smith, G. A. (2003). "Predictors of a child's ability to use a visual analogue scale.". Child Care Health and Development, 29(4), 281–290.
- Sierra, R. (2003). "Tesis Doctorales y Trabajos De Investigacion Cientifica". In Tesis Doctorales y Trabajos De Investigacion Cientifica (p. 500). Paraninfo.
- SmartFoxServer. (2012). "Massive multiplayer platform for building games, MMO communities and virtual worlds".
- Stolovitch, H. D. (1990). "D-FITGA: A debriefing model". Performance + Instruction, 29(7), 18–19.
- Sweetser, P., & Wyeth, P. (2005). "GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games". Comput Entertain, 3(3), 3.
- The Partnership for 21st Century Skills. (2010). "The Partnership for 21st Century Skills". <http://www.p21.org>
- Torrente, J., del Blanco, Á., Cañizal, G., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2008). "<e-Adventure3D>: An Open Source Authoring Environment for 3D Adventure Games in Education". In Proceedings of the 2008 International Conference in Advances on Computer Entertainment Technology - ACE '08 (p. 191). ACM Press.
- Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B., & Sierra, J. L. (2008). "Instructor-oriented authoring tools for educational videogames". In

Proceedings - The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICAALT 2008 (pp. 516–518).

Toups, Z. O., Kerne, A., Hamilton, W., & Blevins, A. (2009). "Emergent Team Coordination: From Fire Emergency Response Practice to a Non-Mimetic Simulation Game". In GROUP '09: Proceedings of the ACM 2009 International Conference on Supporting Group Work (pp. 341–350). ACM Press.

Trepte, S., & Reinecke, L. (2010). "Avatar Creation and Video Game Enjoyment". *Journal of Media Psychology: Theories, Methods, and Applications*.

UN/ISDR. (2010). "Stop Disaster!". <http://www.stopdisastersgame.org/>

Unity, T. (2014). "Unity". <https://unity3d.com/es/unity/download>

Vavoula, G., & Bham, U. N. I. (2005). "Report on literature on mobile learning , science and collaborative acitivity". *Science*, 2(November).

Virvou, M., & Katsionis, G. (2008). "On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE". *Computers & Education*, 50(1), 154–178.

Vygotsky, L. S. (1967). "Play and its role in the mental development of the child". *Soviet Psychology*, 5(3), 6–18.

Warrick, D. D. D., Hunsaker, P. L., Cook, C. W., & Altman, S. (1979). "Debriefing Experiential Learning Exercises". *Journal of Experimental Learning and Simulations*, 5, 91–100.

Wechselberger, U. (2009). "Teaching Me Softly : Experiences and Reflections on Informal Educational Game Design". *Design*, 90–104.

Westera, W., Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., & Wopereis, I. G. J. H. (2008). "Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity". *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 420–432.

Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., Orvis, K. L., & Conkey, C. (2009). "Relationships Between Game Attributes and Learning Outcomes". *Simul Gaming*, 40(2), 217–266.

Yin, R. K. (2009). "Case Study Research: Design and Methods". (L. Bickman & D. J. Rog, Eds.) *Essential guide to qualitative methods in organizational research* (Vol. 5, p. 219). Sage Publications.



# Anexos

## Anexo I. Publicaciones Relacionadas.

### I.1 Designing Educational Games Through a Conceptual Model Based on Rules and Scenarios.

#### I.1.1. Cita Completa

Zarraonandia, T, Díaz, P., Aedo, I., Ruíz Vargas, M. R., 2014, Designing educational games through a conceptual model based on rules and scenarios”, Multimedia Tools and Applications. ,Ed: Springer US ,1-25 Available at <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11042-013-1821-1>

#### I.1.2. Abstract

The design of a successful educational game (EG) is a challenging task that requires a lot of knowledge and a variety of skills. EG designers not only have to deal with the inherent technical complexity of game design, but also have to be able to interweave learning activities in a way that is enjoyable and educationally effective at the same time. In order to make available the benefits of game based learning to a wider audience, it is necessary to provide means to alleviate the cost of envisioning new EG by providing tools that might contribute to make the design process easier and quicker. As a first step towards this goal, in this paper, we introduce a conceptual model that organizes in a modular way and in different design perspectives, the game features. In order to help EG designers, the features that are most often regarded in the literature as significant in producing engaging, fun and educational game experiences, have been included in the model through a set of design entities. Furthermore, the organization of the elements of the model facilitates reusing pieces of the EG designs to quickly produce variants of the same game which can be used to match different learning purposes. The opinions gathered from the educators and game designers that participated of an EG design workshop confirmed that the model can help multidisciplinary EG design teams. Moreover, the model

successfully contributed to the process of designing a collection of EGs aimed at raising children's awareness of emergencies and domestic risks, whose educational and ludic value was assessed in an experience conducted with students and educators at a primary school in Madrid.

**Keywords:** Educational game, Game based learning, Game design, Modelling, Game design entities.

## 1. Introduction

Computer games can be considered a valuable educational resource due to their effectiveness in enhancing motivation and increasing student interest in the subject being taught [2, 8, 15, 31]. However, the extent and potential of Educational computer Games (EG), has been limited thus far due to several problems. EG designers not only have to deal with the difficulty of designing a game that engage the player, but also the difficulty of integrating in the game flow the required learning activities. It is necessary to carefully balance the educational and entertainment purposes of the game and to combine them in a subtle, indiscernible way [9, 24]. For this reason, it is necessary to face the design of EGs not only from a technical perspective but abstracting the features that will make it playable, enjoyable and educational at the same time. The complexity and sophistication of current computer games, in terms of graphical resources, interaction mechanisms, narratives and rules, might deter teachers and experts in the domain to be taught from creating their own EG or even from participating in their design due the lack of technical knowledge and jargon.

In order to alleviate these problems, some researchers have proposed models to facilitate the design of computer game supported learning processes and guarantee the quality of the final product, including [1, 16, 28, 29]. Despite the valuable contribution of these works in understanding educational game experiences, most of these design heuristics are difficult to use in practice, as in many cases they come in the form of high-level guidelines. Indeed, notations and models filling the gap between theoretical models and technical designs are precisely what are needed, both to facilitate the production of quality designs and to provide support in the reuse of their building blocks. Additionally, platforms such as eAdventure [30] or StoryTec [20] can simplify the development process but they are restricted to a very specific case of games, point and click adventures.

The work presented in this paper is part of a project that aims to provide means to reduce the high cost associated with the production of EGs. The EG

development process includes three phases: a pre-production phase, in which the game concept is developed and the key game elements are prototyped; a production phase, whose result is a game implementation; and a post-production phase, concerned among other things with the product distribution. In this work we focus on the pre-production phase, during which the game concept design is carried out. In the case of the design of an EG, this phase usually requires the collaboration of different roles, such as the educators and domain experts, game designers and artists, etc. To support this design process we propose a conceptual EG model that organizes, in a modular way, game features often highlighted in the literature as being significant in producing engaging, fun and educational game experiences. Moreover, this model allows to these multidisciplinary teams to build EGs taking advantages of the reusability of its designs.

Each game feature has been specified through a series of design entities used to describe the EG. This approach provides a level of abstraction over the technical details, and serves as an intermediate layer between technical and highly conceptualized designs. The elements of the model are arranged from two different and independent perspectives, the rule perspective and the scenario perspective. An EG design description is then composed by the description of its rules and the description of the scenario in which the game will be played. The model supports the design process in two different ways. First, since designers are required to describe the games in terms of the elements of the model, they are forced to pay attention to aspects and features both technical and educational that could otherwise have been overlooked. Second, since the designs follow the modular organization of the model, the reuse of design components is promoted and the adaptation of EG designs and production of variants is facilitated.

An experience conducted in collaboration with game designers and educators confirmed that the model can successfully support multidisciplinary EG design teams in their design tasks. Moreover, in order to evaluate the model's applicability it was used to design a series of EGs that are aimed at raising children's awareness of emergencies and domestic risks. In total 6 EG designs were created. 5 of them were obtained by reusing, adapting and extending pieces of an initial EG design. These designs were later implemented, and an evaluation with students and teachers from a primary school in Madrid confirmed that the EGs produced fulfil both their educational and entertainment purposes.

The rest of the paper is organized as follows. In Section 2 summarises the literature review on the subject that has guided the selection of the game features considered in the model. The model is introduced in Section 3 and its evaluations are described in Sections 4, 5 and 6. Finally, some conclusions and the current lines of work are presented.

## 2. Background

Several attempts have been made to analyse and understand the enjoyment and motivation derived from computer games. For instance, in the specific case of evaluating the playability of a game, Federoff [10] and Desurvire [7] proposed two different sets of heuristics. Whilst those from Federoff focus on aspects of the game such as its interface, mechanics and game play, those proposed Desurvire highlight the importance of the game play, story, mechanics and usability. Some of these features are also included in Prenksy's list of 12 characteristics [23] that make computer games engaging, which include fun, play, rules, goals, interactivity, adaptation, outcomes and feedback, win states, challenge, problem solving, interaction with computer and other players, representation and story. Other authors have taken as their starting point an analysis of the theory of flow proposed by Csikszentmihlayi, who described the flow as a state of deep involvement and engagement in the task being carried out, usually implying a high degree of absorption with its rewarding properties constituting an end in itself [6]. For instance, Sweetser model [29] proposes eight elements to be considered in a computer game to generate enjoyment: concentration, challenge, skills, control, clear goals, feedback, immersion, and social interaction. In the specific case of educational computer games, Kiili [16] combines flow theory, experiential learning theory and game design and singles out immediate feedback, clear goals and challenges adequate to the skill level of the player as key elements for a successful design. Other factors considered in Kiili's model include an engaging storyline and the use of appropriate graphics and sounds to optimize the cognitive load.

Another approach of analysing games is to focus on the factors that promote players' motivation for learning. Malone [19], for instance, proposed a framework for designing motivating learning experiences that puts the stress on intrinsically motivational factors such as challenge, curiosity, control and fantasy at the individual level, and cooperation, competition and recognition on an interpersonal level. Following these ideas, and after an exhaustive review of the literature on the subject, Garris [11] concluded that game characteristics



can be described in terms of six broad dimensions or categories: fantasy, rules/goals, sensory stimuli, challenge, mystery, and control. In addition the same author proposed describing the game experience through an iterative game cycle of judgment-behaviour-feedback, which includes a specific phase of debriefing. Indeed the importance of including some sort of debriefing activity that allows the learner to apply what is learned in the game to the real world has been highlighted by several authors [5, 17, 18, 22]. In any case, as Fabricatore states in [9], focusing only on the motivational aspects of the game might result in EG which lack cohesion between the cognitive task and the game-play. In order to fully exploit the educational value of games, Author's personal copy Multimed Tools Appl this author proposes designing games in which the learning tasks are contextual to the game in the sense that they are perceived as a true element of the game-play.

Finally, and from the perspective of approaching the computer game as a software artefact, the MDA framework described in [13] distinguishes between the mechanics, the dynamics and the aesthetics of the game, and proposed a vocabulary for describing this latter component which included the terms sensation, fantasy, narrative, challenge, fellowship, discovery, expression and submission. In the case of educational computer games, Amory [1] proposed a theoretical model loosely based on the Object Oriented Programming paradigm, which establishes relations between the pedagogical dimensions of learning and the game design elements. The basis of the development will be the definition of a story line, which is linked to the learning objectives and which can be refined and split up into acts and scenes.

Table 1 summarizes the characteristics and game features most frequently regarded in all these research works as significant in a computer game experience. It is interesting to note that many of these features appear repeatedly, regardless of the perspective of the analysis, or the purpose of the model or heuristic. For example, most of the authors highlight the importance of proposing challenges that are appropriate to the player, to embed the game into a storyline or narrative, to provide interactivity and feedback mechanisms and to include some sort of socializing component. Unfortunately the guidance on how to capture these features in an EG design is often presented in a highly conceptualized, abstract way and so most of the heuristics proposed by Federoff [7], Desurvire [10] and Sweestser [29] come in the form of general guidelines, such as “create a great storyline” or “play should be fair”. Similarly, Prensky [23] and Malone [19] propose lists of essential features which a game should have and recommendations that can be of great use to validate the quality of a

design or to detect pitfalls in it. However, the examples of designs that exhibit these features are all given in narrative way, which do not outline the complex interplay between the various features of the game. The models of Hunicke [13], Garriss [11], Kiili [16] go a bit further as they frame or associate some of these features to stages of the process of designing or playing a game. But again, they still offer little support on how to describe these features. In fact, as is the case in the previous pieces of work, the examples of design games are presented all in a completely descriptive way. This would make the adaptation or reuse of pieces of the designs difficult. Furthermore, it is arguable that the designer is given too much discretion to judge if the desired features or recommendations are really being implemented or not in the designs. In fact, only the model proposed by Amory in [1] specifies clear relationships between a set of game elements that can be used to describe a game. However, the use of Object Oriented Programming concepts in the model would make it difficult to be understood by people with a low technical profile, as might be the case for an educator. Furthermore, the main objective of the proposal is not to facilitate the reuse of design elements but to support writing stories for complex learning environments.

Taking the above considerations into account, we believe that an EG model which facilitates the description of EG designs that are easy to adapt and reuse is still missing. This type of model could provide the basis for developing methods and tools that will foster the reuse of pieces of EG designs, thereby accelerating the design process. The next section will develop these ideas and will propose a model for describing EG designs through a set of different types of design entities. The model defines a modular organization of the entities that establishes the way in which they inter-relate with each other, and seeks to facilitate the reuse and adaptation of pieces of game designs. The types of design entities the model considers have been selected taking into account the features most often regarded as significant in an EGs depicted in the Table 1.

### **3. The GREM conceptual model**

In this section it is introduced a modular conceptual model (GREM – *Game Rules Scenario Model*) that supports EG design by providing a conceptual framework to specify the game. The model does not focus on the specific challenges and problems associated with any specific game genre, but it does compile general game features that are often regarded in the literature as significant in producing an engaging, fun and educational game experience, so that game designs have to be described in terms of these features. These

descriptions can be implemented using the specific techniques and components of the particular genre the game belongs to.

**Table 1** Summary of features of games highlighted in literature as significant during a game experience

|                            | Game playability  | Flow theory   | Motivation  | Software artefact   |
|----------------------------|---|---|---|---|
| <b>Goals/Challenges</b>    | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)   | (Federoff, M. A., 2002; Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981)   | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)   |
| <b>Story/Narrative</b>     | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a)  | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  | (Amory, A., & Seagram, R., 2003; Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)               |
| <b>Control/Interaction</b> |   | (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)   | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981)  | (Amory, A., & Seagram, R., 2003)  |
| <b>Feedback</b>            | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002; Prensky, M., 2001c) | (Kiili, K., 2005a; Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)   | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  |   |
| <b>Socialization</b>       | (Prensky, M., 2001c)  | (Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005)   | (Malone, T. W., 1981)   | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)   |
| <b>Characterization</b>    | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001c)                        |   | (Prensky, M., 2001c)  | (Amory, A., & Seagram, R., 2003)  |
| <b>Mechanics</b>           | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Federoff, M. A., 2002)                     |   | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004)  | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)   |
| <b>Reward</b>              | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001c)                        |   | (Malone, T. W., 1981)   |   |
| <b>Fantasy</b>             |   |   | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002; Malone, T. W., 1981)  | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004)   |
| <b>Debriefing</b>          | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004; Prensky, M., 2001d)                        |   | (Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002)   |   |
| <b>Persistence</b>         | (Federoff, M. A., 2002)   |   |   |   |
| <b>Others</b>              | (Prensky, M., 2001c): fun, play, adaptation   | (Kiili, K., 2005a): optimized cognitive load<br>(Sweetser, P., & Wyeth, P., 2005): concentration, immersion | (Desurvire, H., Caplan, M., & Toth, J. A., 2004): points of view<br>(Malone, T. W., 1981): curiosity<br>(Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E., 2002): sensory stimuli, mystery | (Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R., 2004): sensation, Discovery, expression, submission |

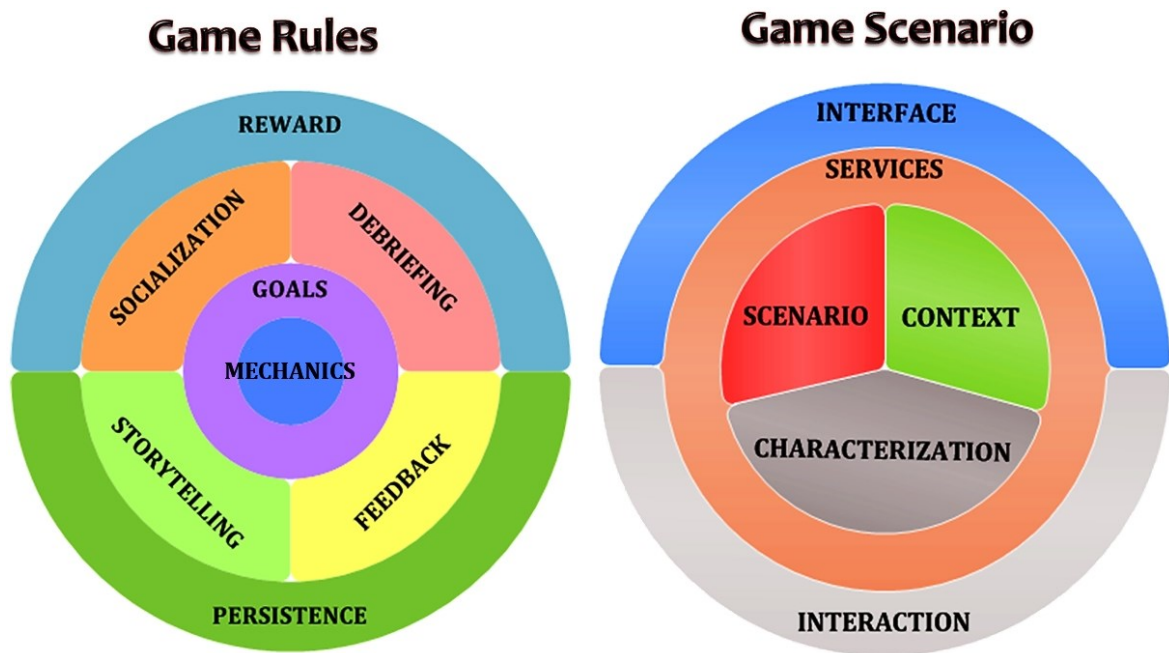
Amory & Seagram, 2003: [1], Desurvire et al., 2004: [7], Federoff, 2002: [10], Garris et al., 2002: [11], Hunicke et al., 2004: [13], Kiili, 2005: [16], Malone, 1981: [19], Prensky, 2001: [23], Sweetser & Wyeth, 2005: [29]

The model assumes the principles of situated learning theory that stresses the idea of learning as a context-dependent activity [3]. This notion has been implemented in the model by differentiating two different and independent EG design views or sub-models: the game rule perspective and the scenario perspective (Fig. 1). In this way, the game rule perspective model describes the rules and rubric of the game, that is, how the game should be played. The scenario perspective model defines the virtual environment in which the game will be played, the interface provided to interact with it and the set of additional

services available. The EG design will be obtained by matching elements of a specific set of rules with the elements of a scenario. Defining game rules and scenarios separately contributes to stress the importance of the scenario, which might otherwise be somewhat neglected when designed together with the rules. It also facilitates reusing game rules in different scenarios and vice versa. Furthermore, it allows for the design of games which emulate the way children design their games in real life, usually adapting and adjusting the general rules of a game in order to be able to play the game in different scenarios. For instance, to be able to play football in a small field or an indoor location, its general rules are often altered, adapting the number of players per team, the size of the field or the type of ball to what it is available or required at the moment. This approach can result in the definition of a variant of the original game (i.e. indoor football, goal-and-in).

The definition of the game rules and scenarios is carried out modularly, with the design entities distributed across different levels to denote that the definition of the entities at a specific level is based on the definitions of the entities at the innermost levels (Fig. 1). This type of organization facilitates building game rules and scenarios upon existing EG designs, for instance by replacing the definition of the uppermost layers of one perspective while maintaining the definition of the innermost ones. The selection of the types of design entities included in the model has been based on the frequency with which they are regarded as being significant in EGs in the literature (Table 1), and on the ease by which they can be made to correspond with specific components of a game design that can be reused. This way, the use of scores, prizes, and the possibility of personalising the avatar or unblocking new stages are solutions frequently used to implement a reward mechanism in a game which can be easily adapted and reused in a new game. On the contrary, fantasy is an aspect that intersects with many others, such as the design of the characters or the design of the virtual environment, and that is closely related to the subjective experience of the player. This makes it difficult to design reusable solutions for this feature, so it has not been included in the model. Finally, some aspects closer to implementation such as the scenes, services and interface descriptions have also been included as they are aspects regarded as basic elements of a game specification [26].

The remainder of this section details the elements of these two sub-models depicted in Fig. 1.



**Fig. 1** Game rule model and game scenario model

### 3.1 Game rule model

The rule model allows the designer to describe how the game will be played. The model considers 4 different layers. As mentioned previously, this organization seeks not only to help guide the process of designing a game, but also to facilitate the adaptation of the previous design and to build new designs upon existing ones. This way, as elements of each layer are described on the basis of elements of the innermost layers the description of the game is carried out from the inside out, starting with the core layer, the mechanics, at which the basic elements and entities that participate in the game are described. Once these basics of the game have been defined the designer will go on to describe different goals to be achieved by those entities in the game. Note that the Goals layer appears on top of the game mechanics because by starting from a given definition of game mechanics it is possible to design many different games simply by replacing the definition of the goals proposed. Once the goals of the game have been defined, the designer can start defining the third layer of the EG design. This layer allows the designer to sequence and organize the goals into episodes of a story, to intersect those episodes with debriefing activities, to describe the feedback the player will obtain as a response to his/her actions and progress towards the goals and, in multiplayer games, to define the rules that govern the competition or collaboration in achieving those goals. Finally, the EG design can be completed by including some persistence and reward mechanisms. These components appear at the top layer of the model as designers might want

to define rewards or store information not only about the state or progress of the goals, but also about the episodes completed, debriefing activity results, etc.

To adapt or reuse an existing EG design the process to follow will be the opposite. The definition of the outermost layer can be modified or replaced without changing the innermost layers. This allows the designer to replace the reward and persistence mechanisms of a game easily so as to adapt it to a new game profile, for example. Changes in the definition of the third layer might imply changes in the design entities of the fourth, but the definition of the two core layers will still remain unchanged. In general, whenever a designer adapts an entity on a specific layer, it might be necessary to propagate changes to other entity definitions placed on the layers which exist outside it, but it will not be necessary to introduce modifications to the elements at the innermost layers. Next, the elements of the game rule model are explained in detail.

### **3.1.1 Level 1: Mechanics**

As a first step in defining the rules of a game it is necessary to establish which will be the main elements or tokens that participate in it and the actions that will be available for execution. The core level of the model allows designers to define these basic game mechanics, which will determine the situations and events that might occur during the game. Mechanics are the entities that can appear in the game, their state and the actions allowed to perform over such entities. For example, a designer could describe a game in which the entities that participate are children, objects and boxes. Actions that are permitted include picking up objects and putting them into the boxes, and giving player the freedom to move around the game. Objects and boxes have an attribute that specifies their type and each of them can adopt two different states: ‘stored’ and ‘not stored’, for objects, and ‘full’ and ‘not full’, for boxes.

### **3.1.2 Level 2: Goals**

The goals level is defined in terms of game objectives which can be associated with an educational purpose and be described as situations to achieve (goals) or to avoid (fails), and restrictions in the way they can be accomplished. For instance, an example of a goal for the game described in the previous section could be that “the children pick up the greatest amount of objects of a certain type”. This goal can be associated with the learning objective “learn to identify”, and it could be used in a game in which children have to find objects that might be the cause of an accident, for instance. Other examples of goals for the same mechanics could be “to make the child put the largest amount of objects in the

corresponding boxes” or “to fill the largest amount of boxes”. These objectives could be associated with the learning objective “learn to match”, and could be used in a game in which children learn to recycle household rubbish, for example. Examples of negative fails could be “to avoid colliding with another child” or “to avoid putting an object in a box that does not match its type”, and possible restrictions could be defined based on the number of objects required to fill a container or the time available to complete an objective.

### **3.1.3 Level 3: Feedback, socialization, storytelling and debriefing**

The third layer allows designers to increase the complexity of the EG definition, enhancing its playability, educational properties and the players motivation. For instance, levels 1 and 2 only allow the designer to describe single player game experiences, as it is only possible to distinguish between entities controlled or not controlled by the player. By making use of the third layer the designer could introduce the notion of roles, groups and synchronization rules, which allow her to define different levels and types of social interaction. More specifically, roles can be used to specify the entities each player will control and the objectives they should try to achieve. The groups define associations within roles that establish the way they will contribute to the goals of the game (cooperation, competition or collaboration). Finally, the synchronization rules specify if the execution of the actions will be performed simultaneously or taking turns.

In addition, designers can also include feedback information that will be triggered when specific feedback rules based on conditions on the restrictions, goals, actions, and states of the entities are satisfied. The feedback could either have a motivational, guidance, or an educational purpose, and it could be presented in many forms, such as text, images or specific sounds.

The third level of the model also allows the designer to set the game in the context of a story using the storytelling component. The storyline will be conformed by a set of episodes, which organize the different goals specified at level 2, non-interactive multimedia presentations, that help reinforce the context of the action, and storyline rules, that define the order in which the episodes and presentations are presented to the player. For instance, continuing with the previous example, designers can specify a first episode which includes the goal “find objects of the specified type”, and a second one in which players will be required to achieve the goals “put the objects in the corresponding box” and “fill the largest amount of boxes”, simultaneously.

Finally, and in order to facilitate the connection of the lessons learned in the virtual world with their application in real life, designers could also require the player to complete some debriefing activities such as writing an essay, express his/her opinion in a forum or participate in a discussion about the game contents at specific points in the story-line.

#### **3.1.4 Level 4: Reward & persistence**

Finally, level 4 makes it possible to enhance the EG design with some mechanisms which, whilst not modifying the game logic, can have an impact on the EG playability, its difficulty or the player's motivation. For example, nowadays most games implement some sort of rewards, which can be described in terms of recompenses, such as the opportunity to play bonus episodes, obtain special prizes, or the accumulation of points, and reward rules, which activate the recompense and are defined in relation to the elements at the innermost levels, such as goals accomplishment, progress in the storyline, etc. In addition, designer can also specify different types of persistence scopes, (such as objective, episode or play scope), and save and restore break points. The scope determines the extent to which the status of certain elements of the game is maintained. For instance, the status of a game entity can be re-initiated at the beginning of each episode or, conversely, to persist even within different plays of the game. The use of break points, gives the players the opportunity not to undertake all the challenges in the same game session, but to be able to finish and resume the game instead as done in commercial games.

### **3.2 Game scenario model**

The game scenario model allows designers to describe a virtual setting in which EGs can be played. The model considers three layers. The representation layer contains the description of a set of elements and assets that can be used to represent the entities defined in the game rules. The services layer defines a set of services to be used to support game activity. Finally, the interface and interaction layer describes the interface layout and the mechanics provided to interact with the elements of the game. As in the rule model, the definitions of the design entities on a specific level are based on the definitions of the design entities at the innermost levels. Following this schema, in this case the core layer of the scenario has been assigned to the representation layer, while services and interface and interaction layers have been placed above it. This organization highlights the fact that the outmost layers provide means to access, interact and enrich the design entities in the scenario. It also facilitates replacing or adapting an interface layout or an interaction mechanism to adapt



the game to a different player profile or platform. The right hand side of Fig. 1 depicts a graphical representation of the model. Next, each of the layers will be detailed.

### **3.2.1 Level 1: Game representations**

This level provides three different types of design entities, scenes, characters and contexts, which can be used to represent the elements of a game rules definition. A scene depicts a physical environment or situation in which the game action can take place, and it is defined through scene-entities, that the player can interact with, non-interactive background elements, that set the atmosphere of the scene, and links that activate transitions between scenes. For instance, in a scene that depicts a cave a designer can include scene-entities like treasure boxes, which could have a number of different states as open, closed, empty and full, background elements as stalagmites, and links between caves represented as wooden bridges.

Due the importance of including charismatic characters and avatars that the player can identify with in the game, this level also provides designers with a means of taking care of the definition of the characters that populate the scenes. These definitions can be described based in character look components, that establish the character visual appearance, and psychological descriptions, that cover aspects related to their personality, abilities, behaviour, etc.

Finally, designers can optionally enrich the scenario definition by associating them with contextual elements that would help to set the context of the scenes and its atmosphere through audio, animation, pictures or textual information resources.

### **3.2.2 Level 2: Game services**

The second layer of the scenario definition allows designers to specify a set of services that will increase the possibilities of the games played within that scenario, and that are described through the set of functionalities they support. Examples of services frequently used could be messaging, chat, forums, message boards or ranking services. Designers can integrate a service within the game world representation by associating it with elements at a lower level of the model. For example, a voIP service can be activated through a scene-entity that represents a phone, and a messaging service with one that depicts a mailbox.

### 3.2.3 Level 3: Game interface and interaction

With regards to the interface, it is possible to distinguish between containers and simple interface elements. The former aggregates other interface elements and could be implemented as windows, frames or tabs, for instance. The latter could either be UI controls, such as buttons, check box or sliders, or be used to support the visualization of one of the elements of the innermost layers. The interaction mechanism can be described in terms of physical interactions performed using physical devices, such as a keystroke on the keyboard or a movement of the Wiimote, or to virtual interactions performed on the IU elements, such as to push a virtual button or to drag and drop an interface element. Physical interactions and/or virtual interactions can be combined and associated to control commands associated with specific elements of the scenario as the services. As a summary, Tables 2 and 3 depict the design entities of the rules and scenario design perspectives.

## 4. Evaluation of GREM as a design tool

Since EGs have two different and complementary perspectives, the ludic and the educational one, their design process often requires the collaboration of different roles, such as game designers, educators and domain experts, each of them having a different background and technological profile. GREM provides a set of design entities described at a level of abstraction on the technical details that should make them easily managed and understood by each of the roles involved in this design process. In order to evaluate this potential utility of GREM as a tool to facilitate early design in multidisciplinary teams an EG design workshop was held with 32 participants: 10 game designers, 8 educators and 14 habitual players.

The workshop plan was as follows. First, a 30' training session was conducted in which features of EG were reviewed and GREM was presented. Next, participants were asked to design an EG for helping young students to learn basic concepts on computer programming. To carry out this task participants were organized in 7 groups ensuring that each group included at least one game designer, one educator and one player, and at least one domain expert, that is one person who had knowledge programming. To describe their designs each group was provided with two differently colored cardboards representing the rules and scenario perspectives of GREM as in Fig. 1, and post-its to create the design entities of their games that would be stuck in the appropriate parts of the cardboard (see right hand side Fig. 2). Participants were

**Table 2** Design entities used for describing the rules perspective of the EGs

| <b>Rule model</b>    |  |
|----------------------|--|
| <b>Mechanics</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entities: game token defined through attributes and states. It might carry out actions and can be controlled by either the player or the computer. They are defined by: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Attributes: the characteristics of the entities are defined through pairs of attribute-value</li> <li>○ States: describe the possible situations and conditions of the entity.</li> </ul> </li> <li>● Actions: entities can perform actions on other entities and, conversely, also be the target of actions performed by other entities. The actions carried out and suffered might modify the attributes and current state of the entities.</li> </ul> |
| <b>Goals</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Objective: describe situations to achieve (goals) or to avoid (fail). Described through states and values of the attributes of the entities. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Restriction: limit on the actions that an entity can carry out, the values of its attributes or the states it might adopt.</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Feedback</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Feedback: information provided about the game state or the actions carried out. It can have an educational or entertainment purpose. Defined by: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Condition: combination of values of actions, objectives, restrictions, entities' attributes and/or entities' states that trigger the feedback activation.</li> <li>○ Feedback entity: defines the way in which the feedback will be presented</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Socialization</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Role: defines a set of entities controlled by a player and the objectives to be achieved</li> <li>● Group: organize a set of roles specifying if they cooperate, contribute or collaborate in order to achieve their goals.</li> <li>● Synchronisation: specify if entities actions are triggered in real time or in turns.</li> </ul>  |
| <b>Debriefing</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Debriefing activity: could either by individual or collective</li> </ul>  |
| <b>Storyline</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Episode: stage or part of the game storyline in which a subset of objectives, entities, roles and groups take part.</li> <li>● Presentations: non-interactive multimedia elements used to set up the context of the story</li> <li>● Storyline rules: set of rules that define the way that episodes, presentations and debriefing activities are sequenced. They are described in terms of level of satisfaction of the episode objectives</li> </ul>  |
| <b>Reward</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Based on their performance in the objectives and their progress in the game storyline players can be awarded with: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Prizes: virtual items</li> <li>● Scores: accumulation of points</li> <li>● Unlocks: activation of special actions or access to unique episodes</li> </ul> </li> </ul>   |
| <b>Persistence</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Break point: define a point in the game in which the game state can be saved (save point) or retrieved (restore point) from previous plays.</li> </ul>  |

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Conditions: Combination of values that trigger the break point. They can be defined based on the achievement of rewards, satisfaction of objectives, progress in the storyline or directly by the player.</li> </ul> |
|--|---|

recommended to first define an initial idea of the game and, then divide the team in sub-groups, so they could work in the definition of different perspectives and design entities simultaneously. The session lasted approximately 60 min, and at the end, each group presented their designs and they were interviewed by a member of the research team. The interviews included questions about the level of satisfaction with the experience, the means provided to carry out the design, and about the approach the team adopted to complete the design task. To facilitate closer analysis, both the sessions and the interviews were video and audio recorded, respectively.

**Table 3** Design entities used for describing the scenario perspective of the EGs

| Scenario model     |  |
|--------------------|--|
| <b>Scenes</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Scene: representation of a physical environment containing               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Scene entities: objects or areas of the scene that can be interacted with</li> <li>○ Links: connections within two or more scenes</li> <li>○ Background elements: non-interactive elements that set the atmosphere of the scene</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Charac.</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Character: depicts a person or creature that can be interacted with and that it can appear in an scene               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Character-components: depict clothing, body parts or instruments that conform the definition of the character</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Ctx</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Context-elements: Non-interactive multimedia elements that help to set up the context of a scene</li> </ul>   |
| <b>Service</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Service: tools and applications that provide support for carrying out certain activities associated to the game.               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Functions: capacities that the service provides</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Interface</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● UI element: virtual element that provides a mean to interact with scenes and services or to represent its current state and output. They could classified as:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Simple UI elements: indivisible elements as text-areas, buttons, views and canvas.</li> <li>○ Containers: UI elements composed of other UI elements.</li> </ul> </li> </ul>  |
| <b>Interaction</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Device: physical device used to interact with the scenario.</li> <li>● Control command: actions or combination of actions that the player performs in order to interact with the scenario. They can be defined based on:               <ul style="list-style-type: none"> <li>● Physical interaction: physical actions the player perform through a physical device</li> <li>● Virtual interaction: actions performed by the player on the UI elements</li> </ul> </li> </ul> |

#### 4.1. Results

With regards to the EGs designs, 4 out of the 7 teams that participated in the workshop completed full descriptions of the rules and scenario perspectives of their EGs; 2 presented game rules definitions and incomplete scenarios, and only 1 group was unable to finish any of the two perspectives of their game. The type of games designed varied, and included arcade games, such as shoot'em up, breakout or racing games, but also an adventure game in which the players fix elements of a devastated village. The narratives of the EGs were also diverse, and ranged from games with one single stage (3 EGs), to more complex storylines with several episodes (2 EGs), and one design which makes use of a mini-game approach. Finally, it is also interesting to note that most teams used scenario features to implement an instructional purpose. For example, gates and keys of one game had associated pieces of code, so that only correct matches would unlock the corresponding path to the game. In another game, the enemy's spaceships adopted the form of operators and operands that the player should destroy in the specific order as dictated by a valid expression.

The interviews confirmed that the model was easily understood by the participants of experience, regardless their background and role in the design team. The means provided to carry out the designs seemed also to satisfy them, and the main objection was the very restrictive limit of time to accomplish the task. This impression seems somehow be related to the fact that 4 of the groups ignored our advice on dividing the work, and altogether carried out the design of the 2 EG perspectives in sequence. All the groups that presented incomplete EG designs followed this procedure.

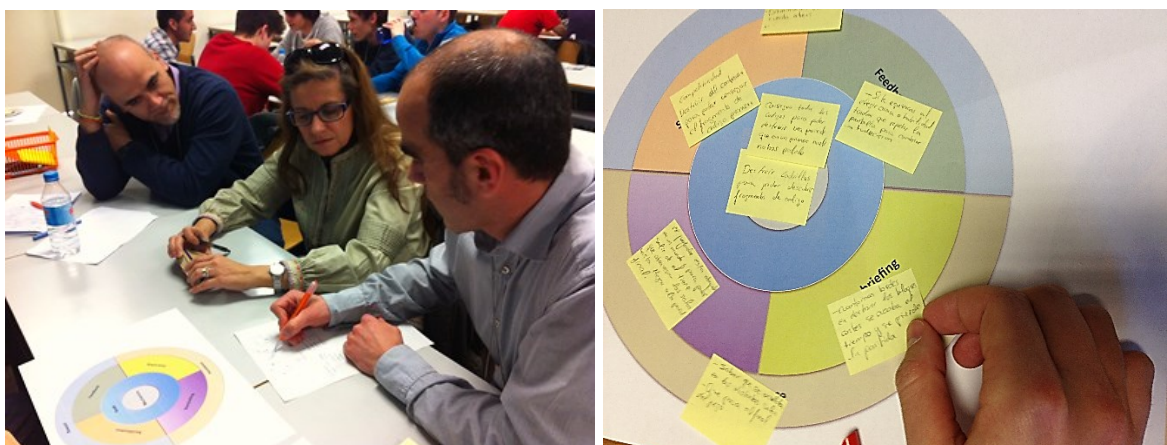


Fig. 2 Designing EGs using GREM

## 4.2 Discussion

These results are encouraging, specially considering that it was the first time participants used the model, they didn't know each other in advance, and that the time to complete the tasks was very tight. Indeed, this seems to be the cause why some teams not finished their designs, as all educators, game designers and players that participated considered the model easy to understand and use. In addition, the experience also confirmed the completeness of the model, as it supported well the description of several EGs of different genres and narrative approaches.

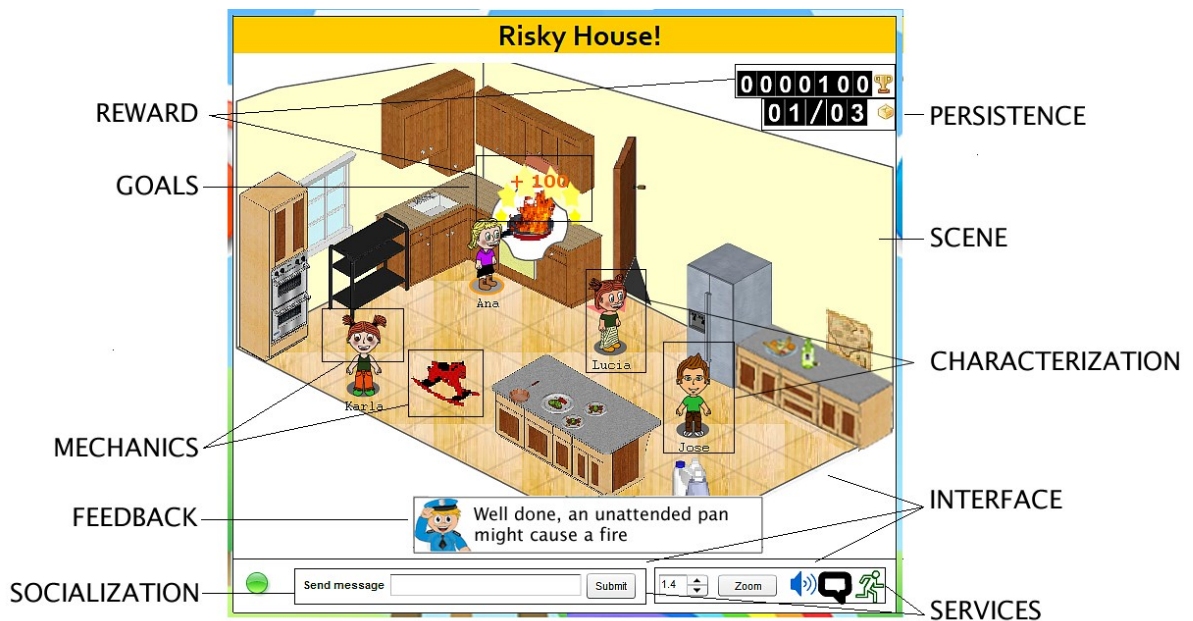
The experience suggests that the model could be useful for supporting ideas generation in a multidisciplinary EG design team, as it provides a common vocabulary that members with different jargons can use to communicate. Furthermore, it also indicates that the separation between layers makes it possible to provide additional support in as much as each member can focus on the description of the design entities related to her area of expertise.

Finally, and with regards to the way the evaluation experience was conducted, it is necessary to highlight that no control group was considered necessary since the purpose of the experience was to confirm that the model could successfully support a multidisciplinary EG team on its tasks, and not to measure potential productivity improvements.

## 5. Designing social and situated games with GREM: the safety villages game case study

As a second kind of evaluation to assess the utility of GREM we used a case study that made it possible to explore the contributions of the model in a real project: the design of a collection of EGs aimed at helping to raise children's awareness of risks. A case study is defined as an empirical inquiry that investigates a phenomenon within its real-life context [32], and it is an evaluation method that complies with Design Science Research [12].

Children preparation on risks and emergencies is a non-formal process that takes place outside the schooling system and, therefore, it makes up a perfect scenario to test the model here presented. In this case, game designers have to combine knowledge on risks, learning and gaming to come up with a solution that is intrinsically motivating, since children will play it on their own decision. Since the model organizes the features most often regarded as significant in an EG experience, it could help to guide the design process, ensuring that no fundamental aspect or feature of the game is overlooked.



**Fig. 3** Screenshot of the “Risky House!” game

In addition, and due to its modular organization, it is expected that the design entities produced can be reused to facilitate the definition of game variants. This will reduce the effort of having to produce each EG design from scratch. Next subsections describe three specific EG designs and some variants that were designed following GREM. The EG described were latter implemented using OpenSpace [21], an editor which allows the creation of Flash isometric virtual worlds that can then be released through SmartFox Server [28] engines. Screenshots of the final game implementation are provided in Figs. 3 and 4.

### 5.1 Designing games with GREM

The entities of GREM were used to design Safety Villages, a game based on a set of mini-games that children can play both in mono and multiplayer modes, and with or without the supervision of an educator or adult. Games are intended for young learners of between 6 and 11 years old who access the EGs via a government emergency agency website. It was decided that point-and-click browser games would be most suitable due their simple mechanism of interaction.

The first game was called ‘Risky house!’ and it is aimed at helping children in identifying objects and situations that could be risky. The design of the game was based on the set of rules called “Look & Find” and the scenario “Family Home”, whose definitions are summarized in Table 4. The rules describe the classic game in which players have to find specific objects or targets hidden in a place.



**Fig. 4** Screenshot of the games “Solve the risk”, “Escape school” and “Escape to safety!”

The scenario depicts different rooms of a house in which some dangers and causes of domestic accidents are represented, such as an electric appliance in the bathroom, a wet floor, an unattended pan on the stove, etc. Once the set of rules and the scenario were defined, the entities of the two perspectives were associated with each other. It is important to note that the rules specify the main components of the game and its basic entities in a high-level and conceptual way, in this case being a Player Controlled Entity (PCE) and some “Targets”. By defining the rules in this way, it is possible to reuse them in many different scenarios. For instance, in one scenario the PCE could be represented by a “Pirate” and the “Targets” by “Treasures” the pirate should find. In the present example the PCE was represented by the character “Child” and the “Targets” by

**Table 4** Summary of the definition of the set of rules and scenario used in the game “Risky House!”

**Rules “look & find”**

|                  |   |
|------------------|---|
| <b>Mechanics</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entities: “PCE”, “Target” (status “identified”/“not identified”)</li> <li>• PCE Actions: “move” and “mark target”</li> </ul> |
|------------------|---|



|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Goals</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Goal (G1): PCE should mark all the targets</li> <li>● Restriction: Time limit</li> </ul>  |
| <b>Feedback</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Condition: when target is identified</li> <li>● Feedback: information about the target founded</li> </ul>   |
| <b>Socialization</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Role: player controls entity “PCE” and competes on goal G1</li> <li>● Communication: messages</li> </ul>  |
| <b>Debriefing</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Collective activity (D1): list of all the target identified</li> </ul>  |
| <b>Storyline</b>               | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Non-Interactive: Intro</li> <li>2. Episode (Goal G1)</li> <li>3. Debriefing Activity (D1)</li> </ol>   |
| <b>Reward</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Score: When target identified add 100 points</li> <li>● Prize: When G1 achieved add 1 “cup”</li> </ul>  |
| <b>Persistence</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Save Point: per Play</li> <li>● Game State: prizes and number of plays</li> <li>● Recovery Rules: none</li> </ul>   |
| <b>Scenario: “family home”</b> |  |
| <b>Scenes</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Scenes: Kitchen, bathroom, garden...</li> <li>● Entities (risks): pan, wet floor,...</li> </ul>   |
| <b>Characterizat</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Characters: female kid, male kid, policeman</li> <li>● Components: body, head, hair, clothes...</li> </ul>  |
| <b>Contexto</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Context element: Background music, video (children playing in different rooms of the house)</li> </ul>  |
| <b>Service</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Services: messaging, zoom, character personalization . . .</li> </ul>   |
| <b>Interface</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Views: scene, message display, ...</li> <li>● Button controls: zoom, personalize character, music on/off</li> <li>● Text area controls: input message</li> <li>● Containers: scene canvas, character definition canvas</li> </ul>                           |
| <b>Interaction</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Physical int.: mouse(right click, move), keyboard (keystroke)</li> <li>● Virtual int.: select position (canvas), write (text area), press (button)</li> <li>● Control commands: select position (scenes), write (input message), press (buttons)</li> </ul> |

“Risks to identify”. As a result, the players were offered a game experience in which they played the role of a child who has to find all the causes and origins of domestic accidents.

When played in multiplayer mode players compete to identify more risks. Figure 3 depicts a screenshot of the game in which the final implementations of

some of the design components have been marked. For example, the feedback of the game is provided to the player through the character of a policeman and the number of objectives accomplished is displayed in the right-hand corner of the screen. Whilst for the youngest of children learning to identify risks and keeping them out of their reach might be enough, older ones may also need to be taught the best way to proceed in each case. Following this objective, a second game called “Solve the risks” was designed (see Table 5). The game was defined using a set of rules called “Look, Find & Answer” which was obtained reusing most of the elements of the “Look & Find” rules. This way, the mechanics of the new game rules establish that each time the player finds a target he or she must answer a question about it. New feedback rules were associated with these questions, and a new debriefing activity was given in which players are asked to remember the answers given during the game. In order to play the game in the “Family Home” scenario its definition was extended to include a new survey service that posed questions about the risks depicted in the scenes. During the process of merging the two design perspectives this new service was linked to the questions described in the rules definition. A screenshot of the game is shown in the top of Fig. 4. In order to help children learn to identify the signs that depict evacuation routes a third game was designed. The game was produced by combining a new set of game rules called “Labyrinth” and a new scenario named “School”. The rules described the classic game in which players have to find the exit of a labyrinth following some signs that show the evacuation route. The scenario describes different spaces within a school in which evacuation route signs and plans have been positioned.

As summarised in Table 6, the game rules and the scenario were defined reusing many parts of the “Look & Find” rules and “Family Home” definition. By combining the rules and the scenario, players were offered a game experience in which they had to find the exit from the school following the path depicted on the evacuation route signs and the evacuation plan maps they found on their way. A screenshot of the game is shown on the left hand side of Fig. 4.

**Table 5** Summary of the definition of the set of rules and scenario used in the game “Solve the risk”

| <b>Rules: “look, find &amp; answer”</b><br><b>= Rules: “look &amp; find” +</b> |   |
|--|---|
| <b>Mechanics</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● Entities: [ . . .]a, “Question” (status “correctly answered”/“not correctly answered”)</li> <li>● PCE Actions: “move”, “mark target”, “answer question”</li> </ul> |
| <b>Feedback</b>  | [ . . . ] <ul style="list-style-type: none"> <li>● Condition: when question is answered</li> <li>● Feedback: information about the answer given</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Debriefing</b>                                       | [. . .]<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Collective activity (D2): list of all the correct answers given</li> </ul> |
| <b>Storyline</b>  | [. . .]<br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 4.- Debriefing Activity (D2)</li> </ul>                                    |
| <b>Scenario: “family home”</b><br>= Old “family home” + |  |
| <b>Services</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Services: [. . .]a survey service</li> </ul>  |
| <b>Interface</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Views: [...] survey service view</li> </ul>   |

<sup>a</sup> The reused original definitions of “Look & Find” and “Family Home” are not shown due to space restrictions

## 5.2 Designing game variants

Three sets of rules and two scenarios were obtained as a result of the design process of these three games. These rules and scenarios were easily reused in the design of 3 additional variants of the original games. As can be seen in Table 7, by combining the set of rules for “Look & Find” and “Look, Find & Answer” with the “School” scenario two new games were obtained in which players had to identify and solve risks at a school. In addition, by matching the “Labyrinth” set with the scenario “Family home” a game in which players had to follow an evacuation route of a home was obtained.

Although these combinations required introducing slight modifications in the original scenarios, such as adding risks representations to the school scenario, and evacuation route signs and a map service to the home definition, they were straightforward and quick to carry out. A screenshot of one of the game variants, “Escape to safety”, is depicted in the right hand side of Fig. 4.

As a summary, it has to be highlighted that only the first game (“Risky Home”) required defining a new set of rules (“Look & Find”) and a new scenario (“Home”). Once this initial pair was obtained, the rest of the rules and scenarios were produced through the adaptation, modification and reuse of existing design components.

**Table 6** Summary of the definition of the set of rules and the scenario of the game “Escape School”  
**Rules: “labyrinth”**

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Mechanics</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entities: “PCE”, “<i>Signs<sup>a</sup></i>”, “<i>Maps</i>”, “<i>Exit</i>”</li> <li>• PCE Actions: “move”</li> </ul> |
| <b>Goals</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Goal (G1): The PCE should find the “Exit”</i></li> <li>• Restriction: Time limit</li> </ul>                      |
| <b>Feedback</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Condition: when not on route to the exit</i></li> <li>• <i>Feedback: recommendation</i></li> </ul>               |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Socialization</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Role: player controls entity “PCE” and competes on goal G1</li> <li>• Communication: messages</li> </ul>   |
| <b>Debriefing Storyline</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Collective activity (D1): list the signs found in the path the exit</i></li> <li>• 1.- Non-Interactive: Intro</li> <li>• 2.- Episode (Goal G1)</li> <li>• 3.- Debriefing Activity (D1)</li> </ul> |
| <b>Reward</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Score: When G1 achieved add 10 point per second remaining in time limit</i></li> <li>• Prize: When G1 achieved add 1 “cup”</li> </ul>   |
| <b>Persistence</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Save Point: per Play</li> <li>• Game State: prizes and number of plays</li> <li>• Recovery Rules: none</li> </ul>  |

**Scenario: “school”**

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Scenes</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Scenes: hall, classrooms, playground, garden..</i></li> <li>• <i>Entities: signs, evacuation map frames,..</i></li> </ul>   |
| <b>Characterizat</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Characters: female kid, male kid, teacher</li> <li>• Components: body, head, hair, clothes...</li> </ul>   |
| <b>Context Services</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Context element: Background music, videos depicting ordinary school situations</li> <li>• Services: messaging, zoom, character personalization, map service . . .</li> </ul>   |
| <b>Interface</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Views: scene, message display, ...</li> <li>• Button controls: zoom, personalize character, music on/off</li> <li>• Text area controls: input message</li> <li>• Containers: scene canvas, character definition canvas</li> </ul>                            |
| <b>Interaction</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physical int.: mouse (right click, move), keyboard (keystroke)</li> <li>• Virtual int.: select position (canvas), write (text area), press (button)</li> <li>• Control commands: select position (scenes), write (input message), press (buttons)</li> </ul> |

<sup>a</sup>Normal characters depict reused elements of the “Look & Find” and “Family Home” definitions while italic characters depict new elements

Tables 8 and 9 gathers how components were reused for this purpose. As explained above, by recombining the 3 set of rules and 2 scenarios obtained as a result of this process, it has been possible to define 3 additional game variants. This allows us to conclude that the model supports the definition of EG designs easy to adapt and reuse and it suggests that the use of the model as a guide through the design process could help reduce the time required to complete the design of new EGs directly from scratch.

### 5.3 Evaluating the quality of the games

Once the design of the games concluded, the resultant EGs were implemented and evaluated. The objective of this evaluation was to complement the results of the previous experience by assessing if the games created satisfied both their educational as well as their entertainment purpose. The evaluation

of this latter aspect is often dismissed in EGs, assuming that playing is always enjoyable. Unfortunately, in some cases the ludic experience elicited by some EGs is very limited [27]. In addition, the experience helped to assess the validity of the model, confirming the relevance of all the elements used in the game design descriptions.

The evaluation carried out was based on a case study conducted in a primary school in Madrid and consisted of a game session in which students played the EGs under the supervision and observation of their educators. The satisfaction of the entertainment objective of the EGs was assessed based on the student's perceptions through questionnaires at the end of the session. The evaluation of the effectiveness of the intervention was based on the educators' opinions, who rated the educational value of the EGs in relation to the attainment of the three key learning objectives: to learn to identify risks, to learn the correct action to take for each of them, and to learn to identify and follow evacuation routes. This approach was preferred over the use of the pre and post achievement tests, as the results obtained could have been compromised not only by the usual threads to validity associated with this method, such as the reactive effect of pre-testing [4], but also by the difficulty of ensuring that the sample of participants exhibited the same initial level of knowledge on the subject. This was due to the fact that, on the one hand, a pre-selection based on previous grades was not possible as education in emergency response procedures is not part of the standard curriculum. On the other hand educators would not allow us to select certain children to play the game based on their responses to an initial test as it would inevitably lead to some being excluded.

Finally, the relevance of the model elements was also assessed through the educators' opinions. Educators were considered candidates well equipped to carrying out this evaluation, since they are professionals who have a good knowledge of the preferences and likings of the target users of the games.

**Table 7** Games produced as a result of the different combinations of set of rules and scenarios

| <b>Game Rules</b>   | <b>Scenarios</b> | <b>EGs</b>            |
|---------------------|------------------|-----------------------|
| Look & Find         | Family Home      | Risky House!          |
| Look, Find & Answer | Family Home      | Solve the risk        |
| Labyrinth           | Family Home      | Escape to safety      |
| Look & Find         | School           | Risky School!         |
| Look, Find & Answer | School           | Solve the school risk |
| Labyrinth           | School           | Escape the school     |

**Table 8** Summary of reuses of design entities from the “Look & Find” rules

| Game Rules          | New components | Components reused from “Look & Find” rules |            |               |
|---------------------|----------------|--|------------|---------------|
|                     |                | Modified                                   | Extended   | Identical     |
| Look, Find & Answer |                |  | Mechanics  | Goals         |
|                     |                |  | Feedback   | Socialization |
|                     |                |  | Debriefing | Rewards       |
|                     |                |  | Storyline  | Persistence   |
| Labyrinth           | Feedback       | Mechanics                                  |            | Socialization |
|                     | Debriefing     | Goals                                      |            | Storyline     |
|                     |                | Rewards                                    |            | Persistence   |

### 5.3.1 Experiment design

Twenty students from the 4th and 5th grades whose ages ranged from 8 to 11 years old and 8 educators collaborated in the study. In order to facilitate the observation of the experience the participants were organized in two groups of 10 students with 4 educators assigned to each. The experiment was organized as follows: each group of participants was taken to the computer room where each child was assigned to a computer connected to the game server. In order to set up the context of the experience, students viewed a video illustrating the importance of being able to identify possible causes of accidents at home. Next, they were informed that they were going to play the role of “safety hero kids” who had to clean buildings of all kinds of possible risks and check their evacuation routes. After personalising their avatars and receiving brief instructions on how to play the games, students played two rounds of the games “Risky House!”, “Solve the risk” and “Escape school” successively in multiplayer mode. The corresponding debriefing activities were also carried out collectively at the end of each play, and the total duration of each game session was 30’ approximately. During the course of the sessions the educators observed the experience, provided assistance to the students, explaining the instructions, solving misunderstandings, giving extra explanations about the consequences of the risks, and generally supervised the children. Figure 5 depicts some pictures taken during the experience.

**Table 9** Summary of reuses of design entities from the “Home” scenario

| Scenario | New components | Components reused from “Home” scenario |          |             |
|----------|----------------|--|----------|-------------|
|          |                | Modified                               | Extended | Identical   |
| School   | Scenes         | Context                                | Services | Interface   |
|          |                |  |          | Interaction |
|          |                |  |          | Characters  |

### 5.3.2 Instrumentation

At the end of each session both students and educators were handed a questionnaire to fill in (Tables 10 and 11). The children's questionnaire (Table 10) was designed taking the "fun toolkit" as a reference or measuring fun with the children presented in [25]. The first question was an adaptation of the 'smileyometer' in the toolkit, and aimed to measure the reported fun, whilst the second question was concerned with the 'returnance' or desire to repeat the activity. In both cases this information was provided using a five point Likert scale accompanied by pictorial representations of each value range, as done in Visual Analogue Scales, which are specifically recommended for young evaluators [14]. The level of engagement in the activity was measured by direct observation, as recommended by the authors of the toolkit. Educators in turn were asked to rate the educational value of the experience, and the degree of relevance in an educational game of each of the design components considered in the proposed model (Table 11).

## 6 Results

According to the data collected from the questionnaires and depicted in Tables 10 and 11, both the entertainment and the educational objectives of the games were fulfilled. This way, with regards to the children questionnaire, the median values obtained for the question Q1, which students used for rating the level of fun, was 4,70, and the desire to play the games again, which could also serve as an indicator of how much fun the games were, is also considerable high, 4,50. These results match what was directly observed during the experience: children reacted positively to the game, and there were clear observable signs that they were having fun such as smiles, happy exclamations when they found a risk or won a game, excitement when the time or number of risks to identify was running out, etc.

With regards to the answers gathered from the teachers, there seems to be general agreement on the educational value of the games in relation to the three learning objectives (Q3=4,25; Q4=4,25; Q5=4,13). In fact, none of the teachers rated the educational value with a score smaller than 4 to 5. In addition, the median values for the answers about the game design components are all between 4,12 and 4,25, which means that none of them are considered as being not relevant. Among them, 7 of the 8 educators rated the components of Socialization, Characterization, Reward and Persistence with the maximum value.



Fig. 5 Evaluation of the EGs at a primary school

This also matches what was observed during the experience, as children seemed to specially enjoy designing their own avatar, talk to each other about what happened in the game and, they cheered very much the fact that the messages they sent were depicted in the game as speech bubbles that came out from the avatars. This suggests that characterization and socialization could also be considered relevant features of a game by the children.

In addition, both children and teacher questionnaires included a last open question which participants were encouraged to use to describe changes to improve the games. Most of the children do not recommend any changes (“No changes”, “It is fine as it is”). The ones who did suggest improvements focused mainly on the interaction mechanism (“make more easy to move the character”, “better movement. To use the fastest computer”), and the reward system (“To be able to exchange points by objects and clothes, or something like that”).

**Table 10** Answers to the students’ questionnaires gathered during the users’ evaluation

| <b>Fun</b>   |                |              |    |          |      |               |
|--|----------------|--------------|----|----------|------|---------------|
| <i>“Please, answer the following questions:”</i>       |                |              |    |          |      |               |
|  | <b>Answers</b> |              |    |          |      | <b>Median</b> |
|  | Not at all     | Not good fun | Ok | Good fun | Very |               |
| <i>Q1 Was it fun playing the videogames?</i>           | 0              | 0            | 0  | 6        | 14   | 4,70          |
| <i>Q2 Would you like to play the videogames again?</i> | 0              | 0            | 1  | 7        | 12   | 4,50          |



**Table 11** Answers to the educators' questionnaires gathered during the users' evaluation

| <b>Educational Value</b>  |          |          |          |          |          |               |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| "Rate from 1 to 5 the educational value of the experience in relation to the following learning objectives:"          | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Median</b> |
| <i>Q3 To learn to identify risk</i>   | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | 4,25          |
| <i>Q4 To learn to take the right corrective action</i>  | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | 4,25          |
| <i>Q5 To learn to identify and follow evacuation routes</i>   | 0        | 0        | 0        | 7        | 1        | 4,13          |
| <b>Game Design Components Relevance</b>   |          |          |          |          |          |               |
| "Rate from 1 to 5 the degree of relevance of the following components of the design of an educational computer game:" | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>Median</b> |
| <i>Q6 Feedback on actions performed and progress during the game</i>  | 0        | 0        | 1        | 5        | 2        | 4,12          |
| <i>Q7 Socializing: support for social interaction</i>   | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | 4,87          |
| <i>Q8 Storytelling: integrate the game in the context of a story</i>  | 0        | 0        | 0        | 4        | 4        | 4,5           |
| <i>Q9 Persistence: give the opportunity to retrieve previous game states</i>  | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | 4,87          |
| <i>Q10 Character: personalize characters and provide charismatic characters</i>                                       | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | 4,87          |
| <i>Q11 Context: set the context of the action of the game</i>   | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | 4,25          |
| <i>Q12 Services: extra services to enrich communication and ranking</i>   | 0        | 0        | 1        | 5        | 2        | 4,5           |
| <i>Q13 Reward: include reward mechanisms such as score, prizes</i>  | 0        | 0        | 0        | 1        | 7        | 4,87          |
| <i>Q14 Debriefing: activities to foster reflexion on what happened during the game</i>                                | 0        | 0        | 0        | 6        | 2        | 4,25          |

The answers obtained from the educators were even less critical and focused more on the procedure follow during the experience ("It would be better if the children first play the games individually and following compete altogether") than in the game itself. In any case, the direct observation of the experiment allows noticing a couple of problems that questionnaires did not capture. First, and as it was expected, younger children required some extra educational and technical assistance from the educators. This suggest that there is still room to improve the EGs if specific feedback for each player profile is included, and that feedback definitively constitute a relevant game feature for the player. Second, sometimes when children clicked the mouse too quickly too many times the game became blocked for a few seconds and did not respond to children actions, provoking some frustration. This suggests that the implementation of the interaction mechanism of the game can be improved, and it confirms that interaction not only is a relevant feature of a computer game but in fact a key factor for its success.

In conclusion, both educators and children showed a very positive response to the games, and the results of the questionnaires suggest that students learned while having fun. The latter point is highly significant and the high score of the educational value of the experience given by educators is also very encouraging. With regards to the validity of the model, and as explained in Section 2, it is well documented that most of those components are regarded by different experts as being significant in an experience of these characteristics. The educators judgements served to corroborate those assumptions as they rated all the design components as highly relevant in an EG, thus confirming its validity.

## 7 Conclusions and further work lines

We have proposed a conceptual model that organizes the features most often regarded in literature as significant for an EG. The evaluations carried out confirmed the semantic quality of the model, that it can successfully support the design of EGs that fulfil both the entertainment and ludic purpose, and that it facilitates obtaining EG designs that can be easily reused and adapted. Furthermore, unlike other proposals that only tackle the design of games of specific genres, the model is general enough to support the design of different game types, as it is possible to specify sets of design entities for the description of each feature different to the ones used in the games described here, and that can satisfy the special requirements of a specific game genre. Moreover, the model was used by multidisciplinary teams that considered the model easy to understand and use.

In any case, these conclusions have to be framed in the right context in order to avoid misinterpretations. It is necessary to stress that we do not claim that use of the model guarantees the automatic success of the EGs produced, just the same as the use of an educational modelling language does not always guarantee the quality of the learning process. Since GREM includes components to deal with relevant features of the learning process (such as the use of narratives, rewards, debriefing activities, socialization) it can help EG designers to take them into account since the beginning of the project as a basis to support early ideation. Additionally, since the model makes it easier to reuse design entities, it can be used as a guide through the design process that could help to reduce the time required to complete the design as opposed to design the EGs from scratch. The results of the two evaluations carried out, the design workshop and the case study, confirm these contributions of the model.

However, to demonstrate the utility of the model in terms of productivity improvement, it would be necessary to carry out further evaluations that will involve developing design methods and tools based on the model that can be compared with other design approaches. Our current lines of research go in that direction. Once the model has been evaluated our next concern will be supporting the production phase, so that not only the time and costs associated to the implementation of EGs can be reduced but also domain experts and educators are relieved from the need to ask for technical assistance when defining their own EGs.

## References

1. Amory A, Seagram R (2003) Educational game models: conceptualization and evaluation. *S Afr J High Educ* 17(2):206–217
2. Ampatzoglou A, Chatzigeorgiou A (2007) Evaluation of object-oriented design patterns in game development. *Inf Softw Technol* 49(5):445–454
3. Brown JS, Collins A, Duguid S (1989) Situated cognition and the culture of learning. *Educ Res* 18(1):32–42
4. Campbell DT, Stanley JC, Gage NL (1963) *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin Boston
5. Crookall D (1995) A guide to the literature on simulation/gaming. *Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a Watershed*, 151–177
6. Csikszentmihalyi M (2000). *Beyond boredom and anxiety*. Jossey-Bass
7. Desurvire H, Caplan M, Toth JA (2004) Using heuristics to evaluate the playability of games. Paper presented at the CHI'04 Extended abstracts on human factors in computing systems, 1509–1512
8. Druckman, D. (1995). The educational effectiveness of interactive games. *Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a Watershed*, 178–187
9. Fabricatore C (2000) Learning and videogames: an unexploited synergy. Paper presented at the The International Conference of the Association for Educational Communications and Technology
10. Federoff MA (2002) Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games, (Doctoral dissertation, Indiana University)
11. Garris R, Ahlers R, Driskell JE (2002) Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simul Gaming* 33(4):441–467
12. Hevner AR, March ST, Park J, Ram S (2004) Design science in information systems research. *MIS Q* 28(1):75–105
13. Hunicke R, LeBlanc M, Zubek R (2004) MDA: A formal approach to game design and game research. Paper presented at the proceedings of the AAAI workshop on challenges in game AI, 04-04

14. Irwin LG, Johnson J (2005) Interviewing young children: Explicating our practices and dilemmas. *Qual Health Res* 15(6):821–831
15. Katsionis G, Virvou M (2008) Personalised E-learning through an educational virtual reality game using web services. *Multimedia Tools Appl* 39:47–71
16. Kiili K (2005) Digital game-based learning: towards an experiential gaming model. *Internet High Educ* 8(1):13–24
17. Lederman LC (1992) Debriefing: toward a systematic assessment of theory and practice. *Simul Gaming* 23(2):145–160
18. Leemkuil H (2006) Is it all in the game? Learner support in an educational knowledge management simulation game
19. Malone TW (1981) What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games. *Pipeline* 6(2):50–51, 49
20. Mehm F, Göbel S, Steinmetz R. Authoring and re-authoring processes for educational adventure games. Paper presented at the 6th European conference on games based learning, 323
21. OpenSpace. Retrieved November, 2012, from <http://www.openspace-engine.com>
22. Peters VAM, Vissers GAN (2004) A simple classification model for debriefing simulation games. *Simul Gaming* 35(1):70–84
23. Prensky M (2001) Fun, play and games: What makes games engaging. *Digital Game-Based Learning*. 1–31
24. Prensky M (2005) Computer games and learning: Digital game-based learning. In: Raessens J, Goldstein J (eds) *Handbook of computer game studies*. MIT Press, Cambridge, pp 97–122
25. Read JC, MacFarlane SJ, Casey C (2002) Endurability, engagement and expectations: measuring children's fun. *Interaction design and children*. Eindhoven: Shaker Publishing, Vol. 2, pp 1–23
26. Rollings A, Morris D (2004) *Game architecture and design, a new edition*. New Riders Publishing

27. Shen C, Wang H, Ritterfeld U (2009) Serious games and seriously fun games. *Serious games: Mechanisms and effects*, 48
28. Smartfox Server. Retrieved November, 2012, from <http://www.smartfoxserver.com>
29. Sweetser P, Wyeth P (2005) GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *ACM Comput Entertain* 3(3)
30. Torrente J, Del Blanco Á, Cañizal G, Moreno-Ger P, Fernández-Manjón B (2008) < e-Adventure3D>: An open source authoring environment for 3D adventure games in education. Paper presented at the Proceedings of the 2008 International conference on advances in computer entertainment technology, 191–194
31. Virvou M, Katsionis G, Manos K (2005) Combining software games with education: evaluation of its educational effectiveness. *J Educ Technol Soc* 8(2):54–65
32. Yin RK (2008) *Case study research: design and methods* Sage Publications, Incorporated

## I.2 Combining Game Designs for Creating Adaptive and Personalized Educational Games.

### I.2.1 Cita Completa

Zarraonandia, T, Ruíz Vargas, M. R., Díaz, P., Aedo, I., 2012, “Combining Game Designs for Creating Adaptive and Personalized Educational Games”, 6th European Conference on Games Based Learning, Cork, Ireland. Available at <http://academic-conferences.org/ecgbl/ecgbl2013/ecgbl12-proceedings.htm>

### I.2.2 Abstract

In order to fully realise the benefits that game based learning can bring, it is necessary to provide the means of reducing the high cost associated with the production of educational games (EG) and to simplify their design process. These designs are increasingly complex as games nowadays exhibit a high degree of sophistication, not only in terms of graphical resources and advance interaction mechanism, but also with regard to their narratives and rules. In order to reduce this complexity, and to facilitate the production of designs which are easily managed and understood by the different roles involved in a EG design team, we propose describing those designs by combining more simple game designs. As the combination of the designs can be carried out at different levels it is possible to obtain game experiences which tightly integrate the original designs, as well as experiences in which the games definition remain relatively independent. This allows the designer to respond to established design trends in computer games such as the use of “missions”, “mini-games” or “bonus stages”. The combinations can be set up in a fixed way or specified together with a set of adaptation and personalization rules which determine the sub-design that should be active for a given learner profile and progress during the game. This allows increasing the possibility of designing a satisfactory game experience for a wider range of learners. In this paper we describe the proposed approach and introduce an adaptation and personalization model which considers five different types of adaptation rules: initializations, game adaptations, scenario adaptations, storyline adaptations and rule adaptations. We also illustrate the proposal by describing the implementation of an adaptation module able to interpret adaptation rules specified in XML files and

adapt some of the features of an EG. Game designers will also be provided with an authoring tool to aid in describing the player profiles and the rules that govern the adaptations.

**Keywords:** Educational Computer Games, Adaptive Educational Games, Model Driven Development, Game Design

## 1 Introduction

It is always advisable to introduce some degree of flexibility in the design of some of the features of a videogame. As different players may have different preferences most videogames allow them to choose among a range of types of personalization of the game experience, which usually include background music, camera views, levels of difficulty, avatar outlooks, etc. The use of some sort of personalization or adaptation mechanism is especially suitable in the case of educational games (EGs) as they should respond not only to the requirements and preferences of the users as players, but also from their perspective as learners. In addition, it is necessary to consider that the design and the development of an EG usually entails a high level of difficulty as EG designers not only have to deal with the inherent technical complexity of game design, but also have to interleave learning activities that support the attainment of the learning objectives in a subtle way. Therefore, in order to make the most of the effort associated with the design task it would be desirable that the EG produced could be used by the widest possible range of learners.

Some authors have already proposed different models and architectures for introducing adaptive features in EG designs. For instance, the authors of (Peirce et al., 2008) present an architecture which maintains the adaptation logic separate from the one of the game, and that considers four conceptual processes: inference, context accumulation, intervention constraint and adaptation realisation. The architecture has been applied in implementing adaptive motivational and hinting support, and meta-cognitive feedback in a 3D role-playing adventure game for learning the physics of optics. For creating adaptive game narratives the authors of (Göbel et al, 2009) propose breaking the storyline down into story objects annotated with weights related to their dramaturgic function in the story, the skills practised, and the game mode they support, which can subsequently be reconfigured. In the adaptive educational game environment *Ecotoons2* described in (Carro et al, 2002) the game designers use an educational model for specifying a set of tasks the learner may undertake, and which are associated with different educational games. Making use of analogue techniques in the ones used in adaptive Web based courses (Carro et

al, 1999), the tasks and games are organized and sequence based on the learner profile and his/her progress. Although these proposals might provide satisfactory solutions for some specific types of adaptation they do not consider other ones, such as the personalization of the interface or the interaction devices of the game. In addition, some of them could be too complex to be used by the non-technical roles of the design team such as educators. It is therefore still necessary to provide EG design teams with models with an adequate level of abstraction to allow for the description of the whole range of possible adaptations of the game features in a simple way and easy to understand.

This work aims to provide a means of reducing the high cost associated with the production of EG and to simplify their design process. As a first step towards that goal we proposed the Adaptive and Reusable EG model (Zarraonandia et al, 2011), a conceptual EG model which seeks to support the production of EG designs which are easily managed and understood by the different roles involved in a EG design team, and to simplify the design definitions by reusing previous design components. The designs of the different EGs produced could also be combined in different ways in order to obtain more sophisticated EG experiences with complex rules or narratives (Zarraonandia et al, 2012). In this paper we propose an adaptation model to support the description of adaptation rules which would govern which of the different components of an EG design produced following the combinative approach is active in a given moment of time. The model allows the definition of adaptations which take into account the learner profile information, his/her achievements during current or past plays of the EG, and even actions or results of other players in other games and plays.

The rest of the paper is organized as follows. The AREG model is briefly presented in the next section. We then describe the proposed approach for combining game designs, and the adaptation and personalization model is introduced. We then go on to illustrate the proposal by describing its application to the design of an adaptive EG. Finally, some conclusions are made and current lines of work are described.

## **2 An Adaptive and Reusable EG Model**

EG designers not only have to tackle the inherent difficulty of designing a game which engages the player, but also have to manage to interleave in that design activities that support the attainment of the learning objectives. This has raised the necessity of models to facilitate the process of design of computer games supported learning processes (Kiili, 2005; Amory and Seagram, 2003; Sweestser and Wyeth, 2005). Despite the valuable contribution of these works



for understanding educational game experiences, most of these design heuristics and models provide little support for their practical application. Indeed, notations and models filling the gap between theoretical models and technical designs are still needed. Following this aim, in (Zarraonandia et al, 2011) we presented a conceptual model for supporting the design of adaptive and reusable EGs that is depicted in Figure 1. The model seeks to facilitate the reuse of parts of an EG design and the production of variants of the game providing a set of configurable elements and a basic vocabulary for each feature. Following this aim the elements of the model are arranged in two different and independent sub-models: the game rules model (left hand side Figure 1) and the scenario model (right hand side Figure 1). The former describes the rules and norms of the game; that is, how the game should be played. The latter defines the virtual environment in which the game will be played and the interface provided to interact with it. The idea is to be able to play a game in different scenarios, and to use the same scenario to play different games. Furthermore, in order to facilitate its reuse, the elements of the model are also organized in different layers so that the definitions of the elements of a specific layer are based on the definitions of the elements of the innermost layers. Following this approach the two innermost levels of the game rules model perspective provide the elements for describing the game mechanics and the goals players must achieve during the game, respectively. The levels 3 and 4 allow designers to expand the game definition organizing the different goals previously specified into a sequence of challenges that will conform to the storyline of the game, to describe the rules that govern the social interaction between players, include debriefing activities, specify the type and amount of feedback provided to the player or add rewarding and persistence mechanisms to the game definition. With regards to the scenario model, the innermost level allows designers to define the representations of the entities of the game, the scenes of the game, the characteristics and representations of the game characters, and to describe other elements which can be useful to set the context of situations that will take place in the scenario. The outermost layers allow designers to specify a set of services which will increase the possibilities of the different games that could be played in the scenario, and to define, in an abstract way, the layout in which the representation elements and the services will be organized and presented to the player in each device, and the type of interactions s/he will be able to perform through the corresponding input/output devices.

Designers will produce a game design by carrying out a match between the entities of a game rule description and a scenario description which best suits their needs from a range of possible ones.

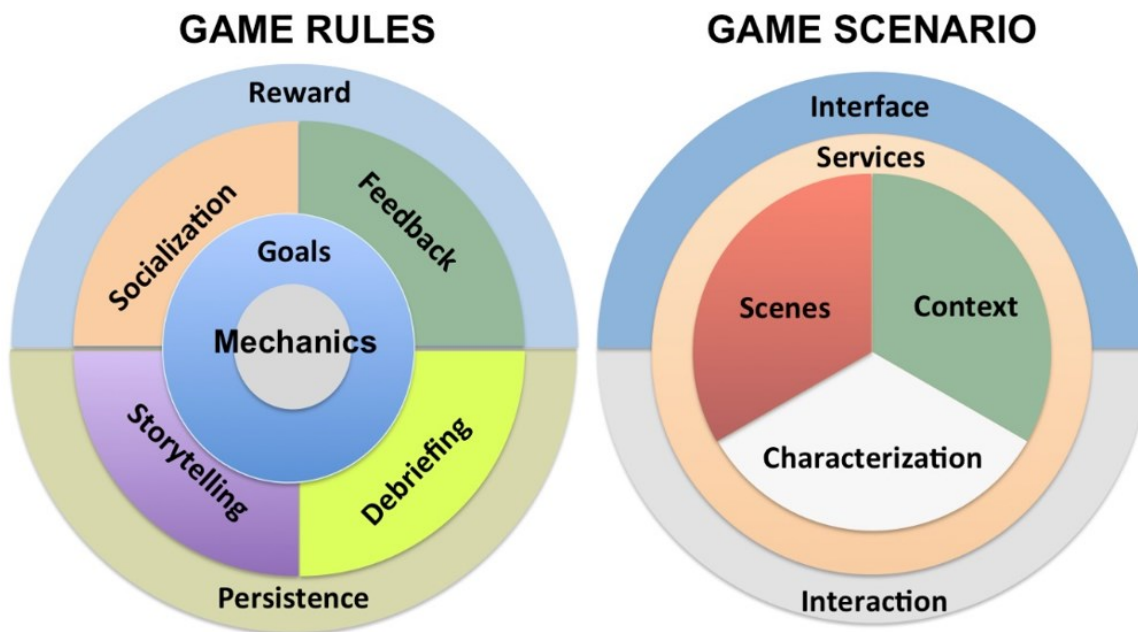


Figure 1. Perspectives of the game design model

### 3 Combining EG designs

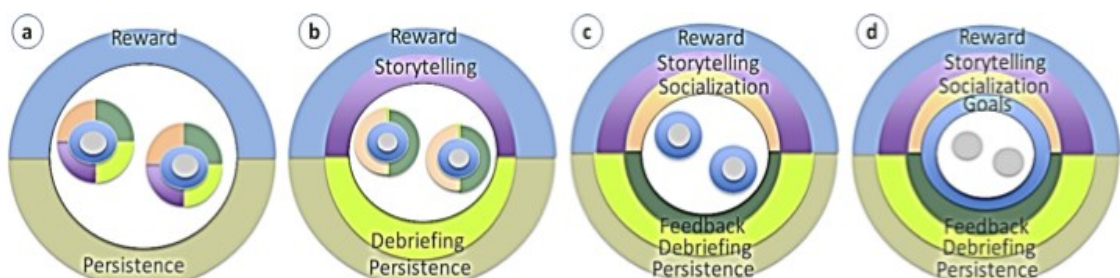
As the complexity of computer games has grown exponentially over the last few decades, trying to describe most current games using a single set of rules and a scenario may result in a complicated set of rules and extensive scenario which would be difficult to understand. In order to reduce this complexity, we propose tackling the description of a game design as the combination of more simple game designs (Zarraonandia et al, 2012). These combinations can be made at different levels based on the layers of the designs that remain unchanged and the ones that are combined. In general, integrating several games' definitions at a  $n$ -th level implies that all the elements of the  $n$ -th level of all the games will have to be combined in order to produce a new single common level definition. The elements of the innermost level of the games will remain unchanged, whereas the outermost levels will have to be redefined taking into account the new definition of the  $n$ -th level. For instance, Figure 2 depicts four different layer combinations of the set of rules of two games. Combinations at the reward and persistence layers (Figure 2a) could be appropriate when the game design we aim to produce corresponds to the mini-games genre, for instance, as the games rules definition will remain independent to a large extent, and might only share some of the scores, rewarding mechanism or the maintenance of a permanent record of relevant information from previous plays of the game. If the combination is carried out at the storytelling and debriefing layer (Figure 2b) the games combined share the same storyline so

that the player plays different parts of each of the original games sequentially. This could be an appropriate approach for creating designs which implement the popular concept of “game missions”. When designers combine games at a level lower than the storyline they can not only re-define the sequence of challenges but also the way these are defined (Figure 2c). This allows offering the player the option of undertaking certain goals simultaneously that originally belonged to different games. Finally, designers could re-define the goal level to provide learners with a new game experience which has been created taking as its start the original base mechanics of the two games (Figure 2d). In addition, scenario definitions can also be combined at different levels in order to produce more complex scenario definitions. This way, given two scenarios, designers can merge their interaction and interface layers so that the resultant scenario definition will have a single interface and interaction layer definition that the player will use to interact with the scenes, characters and entities of the two original scenarios, which would remain independent.

The set of rules as well as the scenarios defined by the combination approach can be used for any purpose as if it were a game with a single rule set definition or a single scenario definition. Therefore, it can be re-used as a part of a new combination obtaining game design definitions, which nest with other game design definitions as a result.

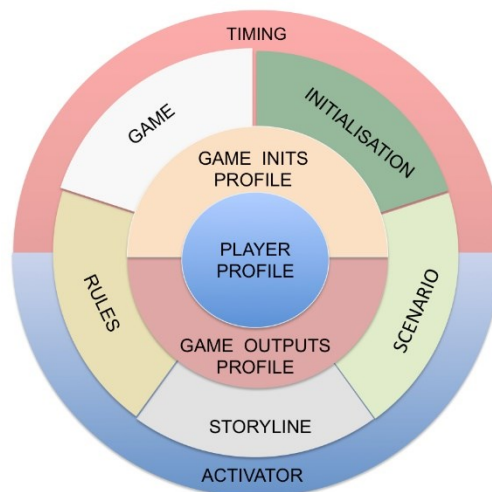
#### 4 The adaptation and personalization model

In the previous section we described how designers can specify a fixed way in which different games could be combined and presented to the user at design stage. In this section we introduce an adaptation and personalization model to aid the designer in describing more complex rules of combination, which can be triggered even at runtime in order to adapt the experience to the player profile and his/her progress during the game.



**Figure 2.** Combining game rules at reward and persistence level (a), at storytelling and debriefing level (b), at socialization and feedback level (c) and at goal level (d).

Figure 3 depicts the proposed model for specifying the adaptations and personalization rules of an EG. In a similar way to the rules and scenario models, the elements of the adaptation model are spread along different layers, and its definition may be based in other elements placed in the innermost level.



**Figure 3.** Adaptation and personalization model

#### 4.1 Level 1: Learner Profile.

The innermost level of the model allows designers to specify the data of the learner profile that might be considered relevant to the adaptation and personalization of a game. This information could range from the age of the learner and her/his preferences, to her/his education, skills, etc. Prior to playing the game the learner profile should be populated with the data of the current player.

#### 4.2 Level 2: Game Profile.

The game profile layer defines the constantly changing information about the game activities the designers want to be monitored (*game outputs profile*) and the information they want to use to parameterise the game experience (*game inits profile*). The former information could make reference to a specific session or attempt (for instance “number of fails per session” or “time taken to complete the challenge x”) and it could be calculated for each learner (“number of challenges achieved”, “number of attempts”, etc) or all the learners (“best score”). Furthermore it could be set up taking the current values of the learner profile into account. For instance, for young learners, designers may consider it relevant to retrieve only the number of goals achieved, whereas for more experienced users, or where a minimum competence is required, it may also be important to obtain and record the time taken to complete the goal. This also

applies to the information used for initializing the game which could also be set based on the characteristics of the player in order to vary the level of difficulty of the game based on his/her characteristics.

### 4.3 Level 3: Adaptation and personalization rules

Given a macro-game definition which combines different sets of game rules and/or scenario descriptions, designers can define a set of adaptation and personalization rules that govern which of the rules and scenarios combined are available and active given a specific learner and game profile. The proposed model considers five different types of adaptation rules: initializations, game adaptations, storyline adaptations, scenario adaptations and adaptations of specific rules.

#### 4.3.1 Initializations

An initialization adaptation is always associated with a *game init profile* for which it apportions values to all its parameters. These values can be specified in a fixed way, in ranges, or through formulae which make reference to parameters described in other game profiles. For instance, for a given game designers could use a *player profile* which includes the attribute “level of expertise”, a *game out profile* which provides information about players best score, and a *game init profile* which includes the parameter “number of enemies”. Using these profiles designers could describe an initialization rule for specifying that in the case that level of expertise of the player is low, the number of enemies should be 10, in the case that it is medium, the number of enemies would range from 20 to 40, and if it is *high* the number of enemies would be calculated based on the best score of the player specified by the *game out profile*. This way, for instance, the greater the score, the higher the number of enemies the player would confront in the next play.

#### 4.3.2 Game adaptations

Designers can specify adaptation rules for restricting access to some of the games combined in a game definition or for establishing which of all of them will be active initially. For instance, given two games whose educational purpose is very similar but which have been designed for different types of learners, it could be possible to carry out a combination of the games at the reward and persistence level of the game rules so they both share the same score or mechanism which provides a measure of the player’s success during the game. Before starting to play, and in order to ensure that each player is offered the

game which best suits his/her specific profile, a game adaptation would activate the right game for the current player and would make the other one unavailable.

### **4.3.3 Storyline Adaptations**

Using the adaptation and personalization model it is possible to define a more sophisticated sequencing of the challenges of a game than the one allowed by the rules model. For instance, designers can combine a set of games at the level of storytelling and organize the original challenges of the games in a sequence of groups of two or more alternative challenges. By making use of storyline adaptations they could specify a rule to automatically select the one that suits better given a player's profile and actual progress and learning in the game from the alternatives in each group.

### **4.3.4 Scenario adaptations**

A scenario adaptation associates a set of values of the learner profile and the game profile with one of all the possible scenarios in which the game could be played. For instance, if the current learner profile corresponds to the one of a young learner, an adaptation rule can activate a scenario which provides a simpler interface and interaction mechanism than that originally defined for the game. The representation layer of the scenario can also be adapted and replaced by one in which characters are represented in a cartoon-like, or "child friendly" style, for example. Scenario adaptations can also be used for managing the difficulty of the game. For instance, the number of scenes in the scenario can be reduced for novice learners in order to decrease the complexity of a labyrinth.

### **4.3.5 Game Specific Rules Adaptation**

It is also possible to define adaptations for changing some specific aspects of a set of rules, such as its reward and persistence mechanisms, the amount or type of feedback provided, the rules that govern the social interaction implemented or even its goals and basic mechanics. This can be achieved by creating different versions of a game similar for the most part but that present slight modifications in the aspect designers want to adapt. Game versions should be combined at the next layer above in the model that includes that aspect, and a game rules adaptation should be included for determining which of the game versions should be active given the current information contained in the learner and game profiles. For instance, for a treasure hunt game a different version can be created in which feedback for guiding the player to the treasure is provided. As the two game versions have identical definitions of the reward, persistence, storyline and debriefing components, the games can be

combined at the storyline and debriefing layer so they share this layer and the uppermost ones. When the conditions specified for the adaptation are satisfied, the game engine would switch from current active definition in the lower layers of the game to the new corresponding one, giving the player the impression that some specific rules or mechanics of the game have changed, and now the game help him/her to find the treasure.

#### 4.4 Level 4: Timing and activation

The optimum moment to trigger an adaptation may differ based on the genre of the game, the play mode or the type of modification performed, among other possible factors. The fourth layer of the model provides designers with the means to enrich the adaptation descriptions specifying the precise timing in which they should be activated. For instance, an adaptation can be associated with *static* timing clauses, meaning that it can only be activated before the game starts, the next challenge is proposed or during a halt of the play. On the contrary, *dynamic* adaptations can be activated while the players are playing the game. These adaptations which change the rules of the game while the game is in progress can be useful to overcome situations in which the learner found himself/herself blocked in the game, or to gradually increase the level of difficulty during the same challenge, for instance.

In addition, it is also possible at this level to specify if the information from the player and game profiles that will be used to activate the adaptation will refer to the same player and game whose play is being adapted (*self*), or to other players and games (*masters*). This mechanism allows designers to interconnect different games and players so that the actions of one player in a game could have an impact on the play of another game and/or player. For instance, and following the previous example, using the elements of the innermost levels designers can describe an initialization adaptation for specifying that the number of enemies the player will confront during the play will be calculated based on the number of enemies killed in the last play, which would be obtained from a parameter of a *game output profile*. Using the elements of the fourth level of the model designers can annotate this rule as *self*, meaning that the value of the game output profile refers to the last play of the player who plays the game, or as *master*, meaning that it refers to the last play of another player who would act as master of this play. This way, it is possible to describe adaptations for specifying that the more successful a player is in a play, the more difficult would be the next play of another player, or that the enemies that a player fails to kill in a game are the ones another player would have to defeat in his/her game. The

master figure could also be associated to an educator or tutor in order to provide him/her with control of the adaptation and personalization of the plays of the students.

### **5 Adaptive EG engine architecture**

In (Zarraonandia et al, 2012) we presented “Safety Villages”, an EG of the mini-game genre designed following the combination approach previously described and implemented using OpenSpace (OpenSpace, 2012); an editor which allows the creation of Flash isometric virtual worlds which can later on be released through SmartFox Server engines and accessed using a web navigator. In “Safety Villages” the players move their avatars around a series of interconnected villages, each of which contains a series of mini-games for training on a different subject or skill related to an emergency response. Currently there are three different villages available: “Risky Village”, “Solving Risks Village” and “Emergency Route Village”. The “Risky Village” game contains mini-games in which children have to spot causes of potential accidents in houses and schools. In the games of “Solving Risks Village” learners not only have to spot the risk but also choose the appropriate action to take to solve them. Finally in the “Emergency Route Village” learners learn to find and identify the correct evacuation route signs by following evacuation routes depicted in different houses and schools.

With the aim of offering learners a game experience tailored to their specific requirements an adaptive version of the “Safety Village” game has been produced (Figure 4). The new version of the game supports the following types of adaptations:

- Initializations: given a learner or/and game profile it is possible to change the number of risks the learner would have to identify in the mini-games of the “Risky Village” and the “Solving Risks Village” or to set up the time limit he/she has to complete the games.
- Game adaptations: it is possible to made some of the villages unavailable for a given learner and/or game. For instance, only learners over a certain age can play the games in “Solving Risks Village”, as learning to solve risks can put the youngest learners in danger, or only learners who had previously played a specific number of times to “Risk Village” gain access to the “Solve Risk Village”.
- Scenario adaptations: based on a given learner profile it is possible to change the type of house or school scenario in which the mini-games will



be played. For instance, it could be beneficial for younger learners to play different versions of the games contained in “Risky Village” in which the houses have few rooms.

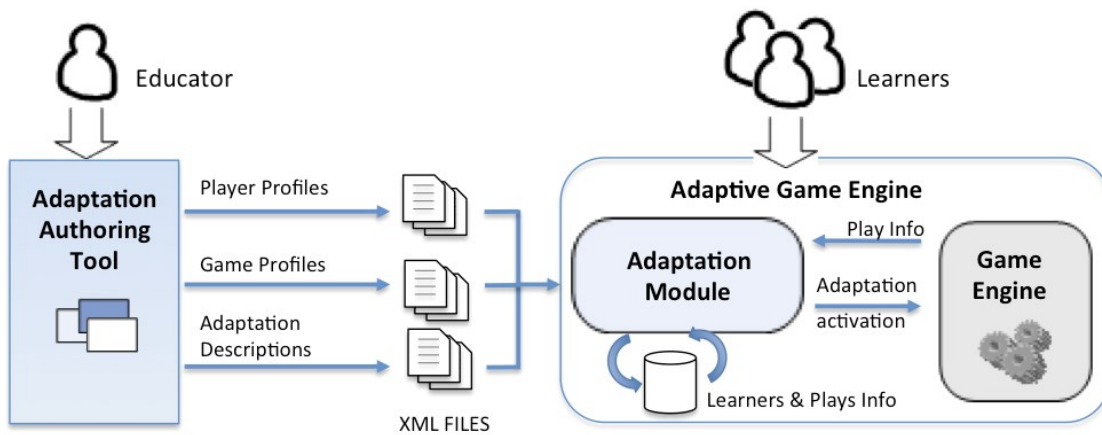
- Rules adaptations: Time limits for completing the games can be activated and deactivated.

Currently none of the features of the fourth level of the adaptation module have been used, which means that all the adaptations are static and only take into consideration the profile and plays of the learner whose game is being adapted.

In order to be able to perform these types of adaptations, and to retrieve the information about the player progress required to fill in the *game output profiles* the original code of the “Safety Village” game engine (Figure 5) has been modified. Educators upload to the adaptive game engine the learner and game profile templates and the adaptations they want to be candidate to be activated during the game. This information is specified using XML files (Figure 6) which follows the structure of the adaptive model presented in the previous section, and that educators can create using an authoring tool provided with this aim (Figure 7). This way, using the tool they choose one adaptation from the set of possible ones that the engine can perform, and set its parameters and activation conditions based on previously specified game and learner profiles. The adaptation module read the XML files produced, and activate the corresponding adaptation in them described whenever the conditions specified matches the information about the current learner and his/her plays.



**Figure 4.** Screenshot of the adaptive EG “Safety Villages”: game villages available (left hand side) and solving risks game (right hand side)



**Figure 5.** Architecture of the system for setting and executing the adaptations of the “Safety Village” adaptive EG

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<adaptation-desc id="RestrictGame6years" type="Game" version="1.0" >
  <description>Young learners under 6 should not
    have access to the "Solving Risk Village"</description>
  <condition>
    <learner-profile ref="LearnerAtHome"> age == 6 </learner-profile>
  </condition>
  <adaptation>
    <available>Risky Village</available>
    <available>Emergency Route Village</available>
    <unavailable>Solving Risk Village</unavailable>
  </adaptation>
</adaptation-desc>
```

**Figure 6.** Example of an XML file which describes an adaptation

The screenshot shows the user interface of the adaptation authoring tool. At the top, there is a navigation menu with 'Home', 'Profiles', 'Adaptations', and 'Log out'. Below this, there are two main buttons: 'Create Adaptation' and 'Modify Adaptation'. The interface is split into two main sections: 'Condition' and 'Adaptation'.  
 In the 'Condition' section, there are four input fields: 'Learner Profile Identifier' (with 'LearnerAtHome' entered), 'Condition' (with 'age <= 6' entered), 'Game Output Profile Identifier', and another 'Condition' field.  
 In the 'Adaptation' section, there are two tabs: 'Game' (selected) and 'Scenario'. Below the tabs, there is an 'Adaptation Identifier' field containing 'RestrictGameYoung'. A 'Description' field contains the text: 'Young learners under 6 should not have access to the "Solving Risk Village"'. Below the description, there is a section titled 'Select the games available:'. It features two lists: 'Not available' (containing 'Solving Risk Village') and 'Available' (containing 'Risky Village' and 'Emergency Route Village'). Navigation arrows (>, <, >>, <<) are placed between the lists. At the bottom of this section are 'Create' and 'Clear' buttons.

**Figure 7.** Screenshot of the authoring tool for the description of the adaptations

## 6 Conclusions

In this paper we have presented a conceptual model which seeks to organize and support the definition of a wide range of adaptations and personalization of EGs. A new adaptive version of the “Safety Villages” game has been produced, which is able to interpret and perform some of the types of adaptations that the model allows to be described. The model has proved itself capable of supporting the specification of adaptation descriptions that are easy to reuse and modify. However, the full potential of the approach has not yet been realised as the adaptation capabilities are hard-coded in the game engine and therefore pre-defined to some extent.

Current work is being carried out in two directions. On the one hand we are working on the implementation of a game engine based in Unity 3 (Unity 3, 2012) able to interpret the description of game rules and expressed in XML files, and to automatically generate EGs based on them. The use of this engine in conjunction with the modular and combinative design approach described here will make it possible to carry out more flexible adaptations of the game, simply by selecting and de-selecting the XML files that should be active at a given moment. On the other hand, the authoring tool and adaptation module presented here are also being modified in order to allow the description and application of adaptations that make use of the features provided by the fourth level of the adaptation model, and to be able to handle adaptation priority conflicts.

## References

- Amory A. and Seagram R. (2003) “Educational game models: Conceptualization and evaluation”. *South African Journal of Higher Education*, v(17), pp. 206–217.
- Carro, R. M., Pulido, E. and Rodríguez, P. (1999) Dynamic Generation of Adaptive Internet-Based Courses. *Journal of Network and Computer Applications*. Academic Press. Vol. 22, pp. 249-257.
- Carro, R. M., Breda, A. M., Castillo, G and Bajuelos, A. L. (2002) “A Methodology for Developing Adaptive Educational-Game Environments”, *Proceedings of Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH 2002)*, Malaga, Spain.
- Göbel, S., Mehm, F., Sabrina, R. and Steinmetz, R. (2009) “80Days: Adaptive Digital Storytelling for Digital Educational Games”, In *Proceedings of the 2nd*

International Workshop on Story-Telling and Educational Games (STEG'09), no. 498, CEUR Workshop Proceedings.

Kiili, K. (2005) "Digital game-based learning: towards an experiential gaming model". *The Internet and Higher Education*, v(8), pp. 13–24

OpenSpace (2012) <http://www.openspace-engine.com>, Accessed 30 April 2012.

Peirce, N., Conlan, O. and Wade, V (2008) "Adaptive Educational Games: Providing Non-invasive Personalised Learning Experiences" In Proceedings of Second IEEE International Conference on Digital Games and Intelligent Toys Based Education , Banf (Canada), pp. 28-35.

Sweetser P. and Wyeth P. (2005) "GameFlow: A model for evaluating player enjoyment in games". *ACM Computers in Entertainment* v(3), n3, pp. 3

Unity 3(2012) <http://unity3d.com>, Accessed April 30th 2012

Zarraonandia, T., Diaz, P., Aedo, I., Ruiz Vargas, M.R. (2011), "Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning", Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Athens (USA).

Zarraonandia, T. , Diaz, P., Ruiz Vargas, M.R., Aedo, I. (2012) "Designing educational games by combining other game desings", Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Rome (Italy).

## I.3. Designing Educational Games By Combining Other Games Designs.

### I.3.1 Cita Completa

Zarraonandia, T, Díaz, P., Ruíz Vargas, M. R., Aedo, I., 2012, “Designing Educational Games by Combining Other Game Designs”, The 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 12), Roma, Italia. Available at

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6268080&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpl%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D6268080](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?tp=&arnumber=6268080&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpl%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D6268080)

### I.3.2 Abstract

The complexity and sophistication of computer games is growing every day, not only in terms of graphical resources and advanced interaction mechanisms but also with regards to their narratives and their rules. In this paper we propose to tackle the complexity related to the rules and narratives of a game design by describing it through combinations of more simple game designs. This approach not only facilitates the description of game designs that are easy to manage and understand but also enables the reuse of game design components, and also allows the designer to respond to established trends in computer games such as the use of “missions” and “mini-games”. The proposed approach has been applied to the design and implementation of an educational game (EG) called “Safety Village” of the mini-game genre, which aims to help raise children’s awareness of emergencies and domestic risks.

**Keywords:** Educational Game Design, Serious Games

## I. INTRODUCTION

During the last few years we have witnessed a growing interest in exploring the benefits of integrating computer games in educational processes. There is overall agreement on the value of using computer games to motivate learners [1] and educators have successfully made use of them as educational resources in many different areas like medicine, science education, military training, or training on emergencies [2]. However, the extent of their use and potential has been restricted thus far due to several problems that Educational Game (EG) designers have to overcome.

Among them stand out the inherent difficulty of combining the fun aspect of a real game with educational content [3], and balancing the educational and entertainment purposes of the game. In addition, in order to foster their use it is advisable that the EG would resemble the game learners play for fun. Unfortunately, the complexity of this type of game has grown exponentially during the last few years, and it not only applies in terms of elaborate graphics, sounds or advanced interfaces, but also to more sophisticated game narratives which often include branches or variations based on players' actions and to complex game rules.

Our work is focused on the use of videogames as defined in [4] to support non-formal and informal learning experiences, in particular, educating children and raising their awareness about emergencies and domestic risks. In this paper we propose undertaking the design of EG with complex rules and narratives by combining other game designs. This approach seeks to simplify the designs definition by reusing previous design components. In addition, it aims to facilitate the production of designs which are easily managed and understood by the different roles involved in an EG design team some of which, such as that of educators, do not always exhibit a technical profile.

Furthermore, as the combination of the designs can be carried out at different levels it is possible to obtain game experiences which tightly integrate the original designs, as well as experiences in which the games definition remains relatively independent. This allows responding to established design trends in computer games such as the use of "missions", "mini-games" or "bonus stages", and facilitates the definition of complex game narratives.

This work is a continuation of the one presented in [5], in which we proposed a game design model that organizes the game features most

often regarded in the literature as significant for producing an engaging, fun and educational game experience [6, 7, 8, 9, 10]. The aim of the model is to provide support to EG design teams facilitating the description of the game design components and promoting its reuse and adaptation for other games. The model is briefly summarized in the next section as it constitutes the basis for describing the designs to be combined. Following that, we detail the proposed approach of combining game designs and then go on to illustrate the proposal by describing its application to the design of the game “Safety Villages”, a EG of the “mini-games” genre, whose aim is to help young learners acquire knowledge on how to react in different emergency situations. The game is composed of a series of interconnected “Villages”, each of which contains games for training a different subject or skill. Finally, some conclusions and current lines of work are presented.

## II. THE GAME MODEL

Fig 1 depicts the last version of the model presented in [5]. The model seek to facilitate the reuse of parts of an EG design and the production of variants of the game providing a set of configurable elements and a basic vocabulary for each feature. Following this aim the elements of the model are arranged

in two different and independent sub-models: the game rules model and the scenario model. The former describes the rules and norms of the game; that is, how the game should be played. The latter defines the virtual environment in which the game will be played and the interface provided to interact with it. The idea is to be able to play a game in different scenarios, and to use the same scenario to play different games. Furthermore, in order to facilitate reuse, the elements of the model are also organized in different layers so that the definitions of the elements of a specific layer are based on the definitions of the elements of the innermost layers

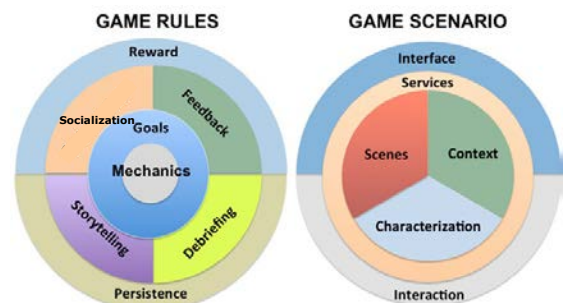


Figure 1. Perspective of the game design model

Following this approach the innermost levels of the game rules model perspective provide the elements for describing the game mechanics and the goals players must achieve during the game. Once the basic logic of the game has been established, the designer can use the elements of level 3 to expand the game definition, for instance organizing the different goals

previously specified into a sequence of challenges that the players will have to undertake following a specific order, and that will conform to the storyline of the game. The elements of this level also provide support for definition the social interaction (adding elements such as groups, rules or synchronizing rules); to include debriefing activities (such as discussions, assessments or essays) that might facilitate the connection of the lessons learned in the virtual world with their application in real life and to specify elements and feedback mechanisms for increasing immersion. Finally, level 4 makes it possible to add rewarding and persistence mechanisms frequently used in computer games, such as the accumulation of points, the opportunity to explore secret areas or allowing access to complementary games, the possibility to customize the avatar or to define save points, for instance.

With regards to the scenario model (right hand side Fig 1), the innermost level allows defining the representations of the entities of the game which the designer wants to provide the possibility of interacting with, which can be organized into a set of interconnected scenes. Using the elements of this layer it is also possible to define the characteristics and representations of the game characters, and to describe other

elements which can be useful to set the context of situations that will take place in the scenario. The following layer allows designers to specify a set of Services which will increase the possibilities of different games that could be played in the scenario, supporting for instance different types of communication among the players. Finally, the last layer of the model allows designers to define, in an abstract way, the layout in which the representation elements and the services will be organized and presented to the player in each device and the type of interactions s/he will be able to perform through the corresponding input/output devices.

Designers will produce a game design by carrying out a match between the entities of a game rule description and a scenario description which best suits their needs from among all the possible ones.

### III. COMBINING GAME DESIGNS

As the complexity of computer games has grown exponentially over the last few decades, trying to describe most current games using a single set of rules and a scenario may results in a complicated set of rules and extensive scenario which would be difficult to understand. In order to reduce this complexity we propose the description of a game



design as the combination of more simple games designs.

### A. Combining Game Rules Models

Given a set of games a designer can produce a wide range of different game experiences based on the way s/he chooses to combine their rules. If the game's descriptions are provided using the proposed model, this combination can be carried out at four different levels, as depicted in Fig. 2. Integrating several games' definitions at a n-th level implies that all the elements of the n-th level of all the games will have to be combined and reorganized in order to produce a new single common level definition.

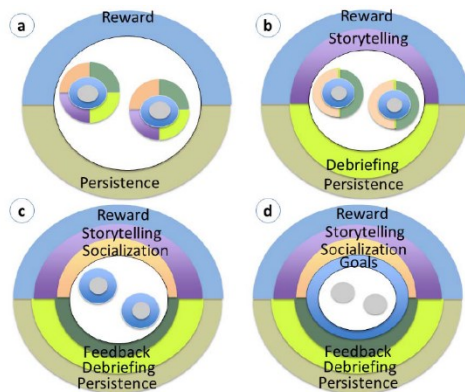


Figure 2. Combining game rules at reward and persistence level (1), at storytelling and debriefing level (2), at socialization and feedback level (3) and at goals level (4).

The elements of the innermost level of the games will remain unchanged, whereas the outermost levels will have to be redefined taking into account the new definition of the n-th level. As a result, combining games at the higher levels of the model will be

simpler and will result in a game experience in which the original game's definition remains relatively independent. On the other hand, combining games at the lower levels will require making changes to and redefining the outermost levels. Although this approach will be more complex, the resulting experience will be more cohesive.

#### 1) *Combining at the Reward and Persistence Level.*

The simplest way of combining two games is at the highest level: the reward and persistence layer (Fig 2a). In this case the games combined will remain independent to a large extent. That is, each of them will have their own and independent storyline, debriefing activities, feedback and socialisation rules, goals and logics. The designer will only have to combine the elements of the model which define the rules of the games for scoring, rewarding and maintaining a permanent record of relevant information from previous stages of the game. This way the designers can, for example, introduce a new score which calculates the results obtained by the player in the games, or one which measures similar skills or abilities the player may exhibit in the games, such as his/her speed or ability to remain unharmed. As the games combined at this level do not share a common storyline there is no

initial restriction with regard to the order in which the player can play any of them. However, it is also possible to define rules for using one of the games as a reward mechanism, for instance unblocking it based on the score obtained in another game.

This type of combination could be appropriate when the game design we aim to produce corresponds to the mini-games genre, for instance.

### ***2) Combining at the Storytelling and Debriefing Level.***

Another possibility of combining games is to merge not only the reward and persistence level but also their storylines (Fig 2b). The simplest way of doing this is by sequencing the storylines one after the other, which means that the player will have to play the games sequentially. However, as long as a way is found to maintain the flow of a history, it is also possible to sequence challenges of all the games in any order. Furthermore, the challenge sequence does not necessarily have to be always linear but it is also possible to define branches in the history based on the level of satisfaction achieved in the goals of a particular challenge. This also allows for the use of some challenges as bonus stages, set apart from the ones in the main storyline,

for instance. Debriefing activities should also be reorganized and intersect among the challenges in order to make them fit in the new storyline.

Combining games at this level could be an appropriate approach for creating designs which implement the popular concept of “game missions”, each mission proposing the player a different set of goals to achieve and different game logics.

### ***3) Combining at the Feedback and Socialization Level.***

When designers combine games at a level lower than the storyline they can not only re-define the sequence of challenges but also the way these are defined (Fig 2c). This way, goals which were originally defined in different games can now be organized into the same challenge of the new game, and therefore the players will have to undertake them simultaneously. For example, one challenge originally defined in one game could include the goal “find coins”, whilst another game could have the goal “escape from the labyrinth”. If both goals are now included in the same challenge of the new game, the players will have to find coins whilst trying to escape from the labyrinth at the same time. Accordingly, the original feedback and socialization. Rules of the games might also have to be reorganized or

combined. For instance the designer could specify that the game should be played in groups of two players in which each player is in charge of one of the goals.

#### 4) *Combining at the Goal Level.*

Finally, by making use of the logics of the original games, designers can re-define the goal level to provide learners with a new game experience (Fig 2d).

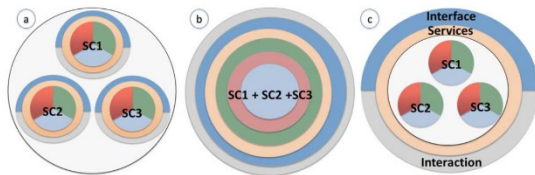


Figure 3. Combining game scenarios a) maintaining original scenarios definition b) into one single scenario c) at the interface and interaction level

For instance, following the example from the previous section, the designer could replace the original goals of “find coins” and “escape from labyrinth” with a new one “find other players”. In practice, choosing this combination means that designers will create a new set of game rules, defining all the levels and taking the elements of the original games as its starting point.

## B. Combining Scenario Models

In just the same way as occurs in the single set of rules games, once we have defined the rules of the games we need to select or to define the scenario in which the game will be played. Depending on the type of game we aim to obtain we can follow

three different approaches to define the scenario:

### 1) *To combine more than one independent scenarios*

When the combination of the rules of the games has been carried out at one of the higher layers, designers might consider using an independent scenario definition to play each of the combined games (Fig. 3a). This way, each of the games will take place in different scenes, with different entities and making use of different avatar representations. Even the interaction and interface of the game and the services provided may be radically different for each game depending on the way they have been defined in the correspondent scenario.

### 2) *To use one single scenario*

Another possibility designers may consider using is one single scenario definition to support the association with all the entities of the game rules definition. In this case designers will have to choose between associating the same entities of the scenario with all the entities of different set of rules, or to use different subsets of the entities of the same scenario for each group of rules. Based on the choice made, the combined games will be played in the same scenes and using the same avatars and entities or, on the

contrary, will take place in different scenes of the same scenario and making use of different representations. The scenario used can be a new one, constructed by merging the scenarios originally associated to the combined set of rules. In this case, designers will have to review each level of the scenario models, deciding how to integrate the possible differences among the original scenarios (Figure 3b).

### *3) To combine scenarios at the interface and interaction layer or at the service layer*

The third possibility designers may consider is combining several scenarios maintaining their representation layers independently and merging only the interface and interaction layer (Figure 3c). The resultant scenario definition will have a single interface and interaction layer definition that the player will use to interact with the scenes, characters and entities of the original scenarios, which would remain independent. Having one single interface layer for more than one scenario representation implies that the designer will have to choose between allowing the simultaneous visualization and interaction with the game representations, in different areas of the same screen for instance, or restricting to one single active representation at each

moment, by assigning all of them to the same area of the screen. The original interaction mechanisms of the games can be redefined in order to provide a solution which best fits the actual interface.

### **C. Nesting game design combinations**

Both the set of rules as well as the scenario defined in the previous section can be used for any purpose as if it were a single rule set game definition or a single scenario definition. Therefore, it can be re-used as a part of a new combination obtaining game designs definitions which nest with other games design definitions as a result. This design approach of designing different games within a game might help to reduce the complexity associated with the definition of the game with many complex rules

## **IV. THE SAFETY VILLAGES GAME**

The proposed approach described here has been used to support the design and implementation of an EG called "Safety Villages" of the mini-game genre. In the game players play a series of mini-games whose aim is to help young learners identify risks and learn how to react in different emergency situations. The design of the game took as its starting point the design of the two EG described in

[5], “Route to Safety” and “Risky House!”, whose aim were to help children learn how to follow the recommended evacuation route in case of an emergency and to identify common risks in a family house, respectively. Using the rules of these games as a starting point we designed a new set of rules for a game for helping kids to learn to take the most appropriate course of action for each type of risk. We also designed a new scenario which represented a “School”. Following the approach described in [5] we combined rules and scenarios in order to produce the six games described in table 1 (upper side Fig 4). A screenshot of one of the games is depicted on the left hand side of Fig 5. Once the games to be used in the training were defined, we designed a new game which would serve as a container for the other games. In this game we defined a very simple new set of rules called “Enter Places”, whose storyline consisted of just one single challenge that the players had to undertake repeatedly and that contained the task “Get the Avatar in” as the main goal. In addition we also designed a scenario representing a “Village” with different places such as houses, schools, woods, etc.

Next we proceeded to combine rules and scenarios in order to obtain more complex game experiences. The diagram shown in

Fig 4 depicts the combination approach followed in the definition of a game called “Emergency Route Village”. As shown in the diagram, the rules of this game were obtained by combining the “Enter Places” rules with the “Labyrinth” rules at the reward and persistence level, using the latter set of rules as a reward mechanism of the former set of rules. In this way, each time a player achieve the goal of “getting his/her avatar in” a place he/she is rewarded by being allowed to play a “Labyrinth” game.

With regard to the game scenario definition, we combined the three scenarios, “Home”; “School” and “Village” at the interaction/service layer, and we associated their representations with the game set of rules following the scheme depicted in the table 2. As a result, we obtained a game in which players move their avatars around a village, and each time they manage to get into a house or school they are given the opportunity to play a game in which they are required to find and follow the evacuation route of that building. A screenshot of the final game is shown in figure 5.

The difficulty of the game varies for each of the houses and schools in the village, presenting different extensions of the map of the building. Games can also be played

in multiplayer modality, the objective in this case being the first to exit the building. Following a similar combination approach we designed two other games “Risk Village” and “Solve Risks Village” which combined the “Enter places” rules with the rules “Move & Find” and “Find and Answer” respectively.

As a last step in the process we combined the designs of these three new games into a single game which will present each of them as a different “mission” that the player would have to undertake sequentially. This was achieved by combining the rules definitions used in each of the three game designs, once again with the “Enter Places” rules but this time at the

“Storytelling and Debriefing” level (left hand lower side Fig 4). The elements of this layer of the rules model allowed us to define a sequence of challenges which established that the player should first accomplish a specific level of satisfaction in the objectives of one game in order to be able to gain access to the other ones. The scenario definition followed a similar approach as before and combined the “Village” scenario and the scenario which resulted from the previous combination at the “Interface and Interaction”/“Service” level (right hand lower side Fig 4). The scenarios were associated with the game set of rules following the scheme depicted in the table 3.

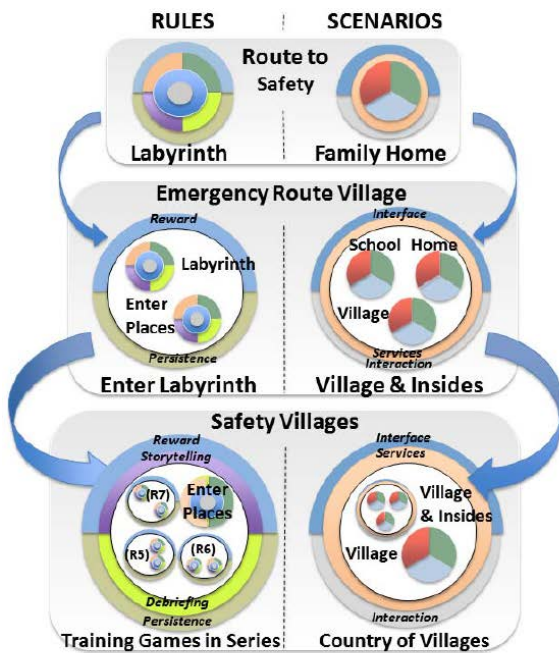


Figure 4. “Safety Villages” game designs combination diagram

TABLE I. COMBINATION OF SCENARIOS AND RULES FOR THE TRAINING GAMES

|       |                    | Scenario         |                       |
|-------|--------------------|------------------|-----------------------|
|       |                    | Family Home (S1) | School (S2)           |
| Rules | Move & Find (R1)   | Risky House!     | Risky School!         |
|       | Labyrinth (R2)     | Route to Safety  | Escape School         |
|       | Find & Answer (R3) | Solve the risk   | Solve the school risk |

TABLE II. COMBINATION OF SCENARIOS AND RULES FOR THE GAME “EMERGENCY ROUTE VILLAGE”

| Rules                | Scenario               | Game             |
|----------------------|------------------------|------------------|
| Enter Places (R4)    | Village (S3)           | Enter Buildings  |
| Labyrinth (R2)       | Family Home (S1)       | Route to Safety  |
| Labyrinth (R2)       | School (S2)            | Escape School    |
| Enter Labyrinth (R7) | Village & Insides (S4) | E. Route Village |

TABLE III. COMBINATION OF SCENARIOS AND RULES FOR THE GAME “SAFETY VILLAGES”

| Rules                         | Scenario                 | Game                  |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Enter Places (R4)             | Village (S3)             | Enter Villages        |
| Enter Move & Find (R5)        | Village & Insides (S4)   | Risky Village         |
| Enter Find & Solve (R6)       | Village & Insides (S4)   | Solving Risks Village |
| Enter Labyrinth (R7)          | Village & Insides (S4)   | E. Route Village      |
| Training Games in Series (R8) | Country of Villages (S5) | Safety Villages       |



Figure 5. Screenshots of the games “Risky House”, “Emergency Route Village” and “Safety Villages”

As a result, we obtained a game (Fig 5) in which players move their avatars around a village depicting three different groups of houses and schools which represent the access to the “Risky Village”, “Solve Risk Village” and “Emergency Route Village”. Players play the games in a specific order, activating access to the next game by achieving a predefined score in the current one. The design of the game was completed by associating services of ranking and personalization of the player avatar with entities of the scenario as treasure boxes and houses.

The game was implemented using OpenSpace [11], an editor which allows the creation of Flash isometric virtual worlds which can later on be released through SmartFox Server engines and accessed using a web navigator.

## V. CONCLUSIONS AND FUTURE WORK

The proposed approach has proved to effectively support the design and implementation of an EG. Taking as its starting point

previous game designs, it has proved not only feasible but also straightforward to describe combinations of their rules and scenarios in order to produce a game experience for training children on emergency responses. The resultant design is easy to maintain and to extend. This way it would be simple to associate new games to one village game, to include new villages, or to exchange the village scenario for other representations. By making use of an existing isometric world editor, the effort associated with the implementation of the designs has also proved to be considerably reduced.

Current work is being carried out in two directions. On the one hand, taking as its starting point the rules and scenario models, we are working on the definition of a Domain Specific Visual Language to facilitate the easy description and combination of educational game experiences descriptions for EG designers. On the other hand we are working on a player based on the Unity 3D game engine able to interpret these designs and

automatically generate the virtual environment in which the game will be played.

## REFERENCES

- [1] R. Garris, R. Ahlers and J. Driskell. "Games, motivation, and learning: a research and practice model", *Simul Gaming*. 33, pp. 441–67, 2002
- [2] Stop Disaster! (2010) <http://www.stopdisastersgame.org/>
- [3] M. Prensky, Computer games and learning: Digital game-based learning. In J. Raessens & J. Goldstein (Eds.), *Handbook of computer game studies* (pp. 97-122). Cambridge, MA: MIT Press, 2005
- [4] C. Fabricatore, Learning and videogames: An unexploited synergy. In: 2000 AECT National Convention, Long Beach (2000)
- [5] T. Zarraonandia, P. Diaz, I. Aedo, M.R. Ruiz Vargas, "Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning", *Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Athens (USA), 2011
- [6] Prensky M, "Fun, Play and Games: What Makes Games Engaging", *Digital Game-Based Learning*, McGraw-Hill, 2001
- [7] K. Kiili "Digital game-based learning: towards an experiential gaming model". *The Internet and Higher Education* 2005, 8, 13–24.
- [8] J. Murray, *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*, MIT Press, 1997, Cambridge, MA
- [9] M. D. Dickey, "Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design". *Educational Technology Research and Development*, 2005, 53(2), 67–83.
- [10] Junjie Shang, Morris Siu Yung Jong, Fong Lok Lee, Jimmy Ho-Man Lee: *VISOLE: An Example of Hybrid Learning*. *ICHL 2008*: 348-358
- [11] OpenSpace (2010) <http://www.openspace-engine.com>



## I.4. Safety Villages: a computer game for raising children's awareness of risks.

### I.4.1 Cita Completa

Mario Rafael Ruiz Vargas, Telmo Zarranandía, Paloma Díaz and Ignacio Aedo, 2012, "Safety Villages: a computer game for raising children's awareness of risks." The Intelligent Human Computer Systems for Crisis Response and Management – ISCRAM 2012. Vancouver, Canada. Available at

<http://www.iscramlive.org/ISCRAM2012/proceedings/272.pdf>

### I.4.2 Abstract

Computer games have proved to be a valuable educational resource in many different areas from medicine to military training as well as specific training in emergency responses. Their motivational benefits also make them particularly suitable for training children. However, in order to enjoy the benefits that the use of computer games may report, it is necessary that the games resemble those which children play for fun, and that it offers an appropriate balance between its educational and entertainment purposes. In this paper we present an educational game called "Safety Villages" of the mini-game genre which aims to help raise children's awareness of emergencies and domestic risks. The design and implementation of the game has been carried out following strategies and integrating components usually present in games for entertainment. A preliminary evaluation of the game has shown a positive response in children, indicating that they can both learn and enjoy themselves while playing the game.

**Keywords:** Educational Computer Game, Emergency Education for Children, Computer Supported Education, Emergency, Training, Interactive Systems, Edutainment

## INTRODUCTION

Computer games have been successfully used for training and education in diverse areas such as medicine, military, science, etc (Macedonia, 2002; Remision, 2012; UN/ISDR, 2012). Because of their efficacy when improving the motivation and interest of the student (Druckman, 1995) computer games constitute a valuable educational resource for the trainings conducted under a “non-formal learning” modality. This is the case in the education of children in emergency response procedures, which despite its importance is seldom included as part of the standard curricular learning activities at school.

Unfortunately, the design of a successful educational computer game (EG) is a challenging task. On the one hand, it is often the case that educational games reveal their educational purpose too soon. Crosswords and puzzles in general are very popular on web sites dedicated to educating children about emergencies, but irrespective of the carefully prepared graphics or videos which they are often accompanied by, these kinds of games fall short of the ones that children habitually play for fun. In order to encourage the use of a game it is advisable that it resembles one of those which children play when not learning. For the designer, this not only means paying close attention to the aesthetic aspects of the game but also including mechanisms present in popular games such as rewarding, personalization, sharing, communication, etc. In addition, EG designers not only have to tackle the technical complexity inherent in game design, but also have to interleave the learning activities that support the attainment of the learning objectives in a subtle way. Therefore, it is necessary to carefully balance the educational and entertainment purposes of the game. As Fabricatore states in (Fabricatore, 2000), focusing only on the motivational aspects of the game might lead to EG which lack cohesion between the cognitive tasks and game-play. In order to fully exploit the educational value of games, the same author proposes designing games in which the learning tasks are contextual to the game in the sense that they are perceived as a true element of the game-play and not simply an “add-on”.

Following these ideas we have designed and implemented an EG of the mini-game genre called “Safety Village”, which aims to help raise children’s awareness of emergencies and domestic risks. In the next section we describe some game mechanisms and components often present in many commercial games which have been considered when carrying out the design and implementation of the “Safety Village” game, and an examples of EG used in emergency training for kids which exhibit the desired characteristics. After that,

we describe the main features of the proposed game and of each of the different mini-games which contains. The design of these mini-games has been conducted and supported by the EG model presented in (Zarraonandia, Díaz, Aedo and Ruíz, 2011). Following, we describe the results of a preliminary evaluation carried out with the aim of evaluating the success of the game and detecting any possible problems when children play it. Finally some conclusions and future lines of work are presented.

## RELATED WORK

The potentiality of computer games for training children in emergency response has not gone unnoticed by many educators. In response many government agency websites (FEMA, 2012; Spanish Civil Protection, 2012; Italian Civil Protection, 2012; US Fire 2012,) provide educational games which address the special requirements of children and help to prepare them to react to different types and levels of emergency. However, many of these games are very simple or constitute a direct translation of the games used for training kids without computers, such as, coloring pages, crosswords or matching games. These games are far removed from the games children play for fun, whose complexity has grown exponentially over the last few decades. Nowadays games exhibit a high degree of sophistication not only in terms of graphical resources and advanced interaction mechanisms but also with regard to their narratives and rules. For instance, many games now use the concept of “missions” that the player should accomplish. Another concept, which is currently very popular, is the “mini-game”, a game of little complexity which provides one single type of challenge and that can be completed in a small amount of time (Prensky, 2005). The social component of the game has also gained increasing importance, and most current games offer some sort of multiplayer mode in which the player can compete or collaborate with other players. In order to facilitate the identification of the player with his/her avatar many games include the opportunity to customize it or personalize it to some extent. Finally, the advent and increasing popularity of new interaction devices such as touch screens, the Wiimote or Microsoft’s Kinetic are changing the traditional way in which players interacted with the games, offering new and exciting possibilities.

It is clear that the application of all these techniques and strategies in popular commercial games would considerably increase the cost associated to the design and development of the EG. This is probably the main reason why there are so few examples of EG which make use of them in this area. One of those examples is the Stop Disaster! (UN/ISDR, 2012), a game developed by the

International Strategy for Disaster Reduction with the aim of teaching 9-16 year old children important facts about tsunamis, wild fires, floods, hurricanes and earthquakes. The game greatly resembles the casual games of the simulation genre, offering the player the opportunity to design a preparation strategy for a little village, taking appropriate steps and making suitable arrangements to mitigate the effects that each type of disaster would have on it.

### **THE SAFETY VILLAGES GAME**

“Safety Villages” (left hand side Fig 1) is an EG of the mini-game genre whose aim is to help children learn to identify and solve causes of domestic accidents, and to identify evacuation route signals. In the game players move their avatars around a series of interconnected villages, each of which contains a series of mini-games for training on a different subject or skill related to those learning objectives.

Currently there are three different villages available: “Risky Village”, “Solving Risks Village” and “Emergency Route Village”. The objective of the “Risky Village” game is to help children identify objects and situations that could be the origin of an accident, as for instance, an electric appliance on the floor of the bathroom. For this to be achieved, the players will move their characters around a village in which they will find, among other elements, different buildings representing houses and schools. Each time a player enters one of them he/she will have the opportunity to play a game which consist of moving his/her character around the rooms in the building, looking for and identifying objects which could be the origin of an accident (left hand side Fig 2). The difficulty level of the game depends on which village the house or school the children have chosen to enter, as each of them has a different configuration of rooms, a different amount of risks to be identified, and may also include restrictions on the time available to complete the game or the number of risk identification failures. Once children have learned to identify risks, they gain access to the “Solving Risks Village” game, whose objective is to help children learn to take the most appropriate course of action for each type of risk. This way, the mechanics of the game are very similar to the previous game but now each time the child identifies one risk he/she also has to choose the correct action to take among a set of possibilities (right hand side Fig 2). Once again the difficulty of the game varies, depending on the house or school of the village chosen.

Finally, the aim of the games in the “Emergency Route Village” (right hand side Fig 1) is to help children learn that in the case of an emergency situation,

they have to follow the recommended evacuation route and look for an adult. Once again the games start when the children manage to get their character into one of the houses or schools in the village but, in this case, the objective is to find the exit of the building. To achieve this objective children have to learn to identify and to interpret the signals and the evacuation plans depicted on some of the walls in the rooms. They should also learn that when they find any adult, they should follow their advice. Left hand side of Fig 3 depicts a screenshot of the game. Again, the difficulty of the game varies for each of the houses and schools in the village, presenting different extensions of the map of the building, the possibility to consult it or not, time restrictions, etc. All the games can be played both in stand-alone as well as in multiplayer modality. When a player wants to play a game in the latter modality he/she just waits for other players to get inside a building and activate the start of the game together by choosing a competition or collaboration mode. In the competition mode, and depending on the village the building belongs to, the winner of the game will be the child who identify more risk, solve them correctly or find the exit to the school in the first place. In the collaboration mode there is no winner as all the children share and contributes to the same score, trying altogether to identify the all risks, solve them and find the exit in the least amount of time as possible.



Figure 1. Screenshots of the “Safety Villages” main village (left) and the “Emergency Route Village” (right)



Figure 2. Screenshots of the “Find Risks” (left) and “Solve Risks” (right) games

The “Safety Villages” game have been implemented using OpenSpace (OpenSpace, 2012), an editor which allows the creation of Flash isometric virtual worlds which can later on be released through SmartFox Server engines and accessed using a web navigator, without requiring the installation of additional software.

The game also implements some popular mechanisms often found in commercial games. For instance, during the game children count with the help of a character which represents a policeman, and who will provide them with advice on what to do, as well as educational feedback on their actions. For instance, the policeman can detect whenever the child is far away from the evacuation route and help him/her to find the right path, and/or can inform the child about the emergency that the risk he/she has just identified may imply. Children can also design and personalize their own avatars choosing different parts of the body, clothes, and complements (right hand side Fig 3). In addition, a series of treasure boxes spread along the villages allow the players to access and browse the rankings of the games. Finally, children can communicate during the game by sending messages to each other.



Figure 3. Screenshots of the “Evacuation route” game (left) and of the avatar creation assistant (right)



Figure 4. Preliminary evaluation

## PRELIMINARY EVALUATION

A preliminary evaluation of the videogame has been conducted with the aim of assessing if the game accomplishes both the educational as well as the entertainment goal. The participants of the evaluation were 5 children whose ages ranged from 8 to 11 years old, each of whom was provided with a laptop to connect to the game server and play the game. The experience was supervised by an educator who provided assistance to the children when required. The participants were organized in two groups each of which played the game simultaneously. Fig 4 depicts a picture taken during the experience.

The duration of the game session was approximately 30 minutes, and afterwards participants were asked to fill in a questionnaire specifically adapted for this type of user. The questionnaire was divided into two sections: the first evaluated the success attained on the entertainment goal, and the second one the success on the educational purpose. Following these objectives, the first section included three questions: “How much did you enjoy playing the videogame?”, “Would you like to play the videogame again?”, and “How easy was it to play the videogame?”. Children rated their answers on a Likert scale of 5 points, which ranged from “Very Much” to “Nothing at all”, by ticking on pictures of faces, whose expressions depicted the degree of satisfaction corresponding to their own. To the first two questions all the children answered “Very Much” except one who answered “Much”. With regard to the third question, the youngest child rated the difficulty of the game as “Regular” while the rest of children choose “Very Much (easy)”. The second assessment included a battery of questions to test the knowledge acquired by the child about the risks and emergencies represented in the game.

This way, children should choose from a set of possible situations the one which may cause a fire, to specify which type of risk an electric appliance in the bathroom may provoke, which is the appropriate action to take in the case of finding a liquid spilt on the floor or which signal depicts an evacuation route. All children answered correctly to all the questions in this section. The absence of wrong answers seems to indicate that the children attained the learning objectives of the experience, and that the educational purpose of the game is therefore accomplished. However, in order to verify that this is the case, it will be necessary to carry out a thorough evaluation in which the previous knowledge of the children on the subject is assessed beforehand.

## CONCLUSIONS AND FUTURE WORK LINES

The results gathered by the preliminary evaluation have been encouraging. Children showed a very positive response to the game, and they enjoyed designing the avatars, playing the game together and sending messages to each other. The answers to the second question in the questionnaire would also seem to indicate that they truly learn while having fun and that the educational goal is therefore in balance with the entertainment purpose of the game. The youngest children experienced a little more difficulty playing the game than the older ones, and needed a bit more assistance from the educator. In the next version of the game we will try to respond to this issue by making use of a player profile which will include, among other information, his/her age and the number of times he/she has played the game. Based on that information the game will automatically graduate the number and type of assistance messages provided by the policeman character.

As the preliminary evaluation has not raised any major problems in the game design, the next step in our work is to corroborate the positive results through a more exhaustive evaluation which will include a higher number of participants. This evaluation is scheduled to take place in the winter of 2012 in collaboration with approximately 20 participants from a primary school in Madrid, and 5 educators. Future lines of work will also include the design of new mini-games for teaching children how to respond to emergencies in other scenarios, such as in the countryside, and new villages for training children on some specific types of natural disasters.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work is supported by the project urThey funded by the Spanish Ministry of Science and Innovation (TIN2009-09687).

## REFERENCES

1. Druckman, D. (1995) The educational effectiveness of interactive games, In D. Crookall & K. Arai (Eds.), *Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a watershed* (pp. 178-187). Thousand Oaks, CA: Sage. 1995
2. Fabricatore, C (2000) Learning and videogames: An unexploited synergy, In: 2000 AECT National Convention, Long Beach
3. Federal Emergency Management Agency (2012) [Online] Available: <http://www.fema.gov/kids/>, [Accessed: Jan. 13, 2012]



4. Italian Civil Protection (2012) [Online] Available: <http://www.protezionecivile.it/sitobambini/home.html>, [Accessed: Jan. 13, 2012]
5. Macedonia, M. (2002) Games soldiers play, *IEEE Spectrum*. 30(3):32–37
6. OpenSpace (2012) [Online] Available: <http://www.openspace-engine.com> [Accessed: Jan. 13, 2012]
7. Prensky, M. (2005). In educational games, complexity matters. Mini-games are trivial – but “complex” games are not. An important way for teachers, parents and others to look at educational computer and video games. *Educational Technology*, Vol. 45 No.4 July-Aug
8. Remission (2012) [Online] Available <http://www.re-mission.net/> [Accessed: Jan. 13, 2012]
9. Spanish Civil Protection (2012) [Online] Available: <http://www.proteccioncivil.org/webinfantil/> [Accessed: Jan. 13, 2012]
10. UN/ISDR (2012), Stop Disasters! [Online] Available <http://www.stopdisastersgame.org/en/playgame.html>. [Accessed: Jan. 13, 2012]
11. U.S. Fire Administration for Kids (2012) [Online] Available: <http://www.usfa.dhs.gov/kids/flash.shtm>, [Accessed: Jan. 13, 2012]
12. Zarraonandia, T., Díaz, P. Aedo, I and Ruíz, M. R. (2011): Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning, in Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT).

## I.5. Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños.

### I.5.1 Cita Completa

Mario Rafael Ruiz Vargas, Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz and Ignacio Aedo, 2011, "Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños". Revista Iberoamericana de Informática Educativa, IEComunicaciones. ADIE - Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa. Universidad de Castilla-La Mancha: Escuela de Ciencias de la Computación. Número 13, Enero-Junio 2011. Available at

[http://www.academia.edu/1290561/Modelado\\_de\\_una\\_experiencia\\_educativa\\_basada\\_en\\_juegos\\_de\\_ordenador\\_para\\_la\\_formaci%C3%B3n\\_sobre\\_situaciones\\_de\\_emergencia\\_para\\_ni%C3%B1os](http://www.academia.edu/1290561/Modelado_de_una_experiencia_educativa_basada_en_juegos_de_ordenador_para_la_formaci%C3%B3n_sobre_situaciones_de_emergencia_para_ni%C3%B1os)

### I.5.2 Resumen

A pesar de que distintos estudios sugieren que el uso de juegos de ordenador dentro de los procesos de aprendizaje puede reportar importantes beneficios en términos de motivación del alumno, la adopción de esta tecnología en el ámbito educativo se ha visto obstaculizada por la falta de modelos, métodos y herramientas que ayuden a reducir los elevados costes tradicionalmente asociados con el diseño de juegos de ordenador. El objetivo de este trabajo, es asistir a educadores en el proceso de diseño de juegos de ordenador para el entrenamiento de niños en situaciones de emergencia. En este artículo se presenta un modelo cimentado en el entorno de formación hipermedia CESAR, que proporciona un conjunto de elementos que permiten configurar una experiencia educativa de estas características. El modelo propuesto incluye los elementos necesarios para capturar toda la información, sobre los distintos tipos de videojuego dependiendo de las características del alumno, el tipo de emergencia o el objetivo de aprendizaje. Además, el modelo por sí mismo pretende facilitar la reutilización y adaptación de los diseños de este tipo de juegos. Facilitando al educador el poder especificar los requisitos de la

experiencia educativa a desarrollar, y basándose en dicha información, éste podrá proponer distintas configuraciones de los elementos de un videojuego.

**Palabras clave:** Experiencia educativa, Modelo, Videojuegos, Entrenamiento en emergencia

**Abstract:** Several studies suggest that the use of computer games in learning processes may report important benefits in terms of motivation of the learner. However its adoption has been so far hampered by lack of models, methods and tools to help reducing the high costs traditionally associated with the design of computer games. The aim of this work is to assist educators in the process of designing computer games for training children in emergency situations. This article presents a model developed in the CESAR hypermedia learning environment that provides a set of elements for configuring an educational experience like this. The proposed model includes the elements necessary to capture all the information on the different types of videogame depending on student characteristics, the type of emergency or learning objective. Moreover, the model itself is intended to facilitate the reuse and adaptation of the designs of this type of videogames. Providing the educator the tools to specify requirements of the educational experience to develop, and based on that information, he/she may propose different configurations of the elements of a videogame.

## 1. Introducción

Los juegos de ordenador se han convertido en la última década en una de las industrias de entretenimiento más importantes y rentables [Johnson 05]. Durante los últimos años hemos visto además como la idea de utilizar este tipo de juegos como soporte de procesos educativos ha ido ganando popularidad, hasta convertirse casi en una estrategia establecida en el ámbito del aprendizaje [Michael & Chen 05; Williamson et al., 09]. Este interés se, debe en gran medida, a la

eficacia que los videojuegos muestran como herramienta para aumentar la motivación e interés de los alumnos por la materia de estudio [Dawson et al. 07; Druckman 95; Gee 03; Lepper & Malone 87; Mcfarlane et al. 02; Papert 98; Prensky 03]. Algunos autores van más allá y defienden el uso de los videojuegos como herramienta efectiva en el entrenamiento de habilidades como la gestión de recursos, el trabajo en equipo o la comunicación, e incluso el desarrollo de pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración,

flexibilidad, adaptabilidad, iniciativa y autodirección [The Partnership for 21st Century Skills 10].

El contexto del presente trabajo es la formación en situaciones de emergencia. Es fundamental, con el fin de mitigar sus consecuencias, proporcionar a la población una adecuada formación en este ámbito. En este contexto los niños constituyen un sector especialmente vulnerable de la población, y el uso de videojuegos como soporte al aprendizaje es especialmente adecuado para ellos. Sin embargo, la adopción de los videojuegos como recursos educativos tanto en este contexto como en otros, se ha visto obstaculizado por los altos costes asociados a su diseño y desarrollo. Es por ello que en muchos casos, los videojuegos que se utilizan no se corresponden con el tipo de videojuegos que los niños están acostumbrados a jugar, empleándose frecuentemente juegos de rompecabezas, emparejamiento de imágenes, crucigramas u otro tipo de interacciones sencillas que no siempre satisfacen los requisitos de inmersión y motivación del niño.

Siguiendo esta idea sobre el contexto, este trabajo trata de dar soporte a los educadores en el proceso de diseño de experiencias educativas basadas en videojuegos, cuya finalidad es la instrucción de

niños en situaciones de emergencia. Con este fin, proponemos un modelo que sirve como soporte de dicho proceso de diseño, además de ser una herramienta de comunicación entre educadores y diseñadores de juegos. Por una parte provee elementos necesarios para la especificación de los objetivos de aprendizaje y la descripción de las características relevantes del alumno y su contexto; como también información sobre la emergencia objeto del entrenamiento. Por otra parte, el modelo proporciona al diseñador un conjunto de componentes reutilizables que pueden ser combinados y configurados para la construcción de un juego educativo que responda a los requisitos especificados.

En la siguiente sección se presentan diversos trabajos relacionados con el problema. A continuación se presenta una explicación detallada del modelo propuesto y sus distintas perspectivas. Con el fin de clarificar la propuesta se describirá un caso de uso del modelo. Para terminar, se presentarán algunas conclusiones y líneas de trabajo futuro.

## **2. Trabajo Relacionado**

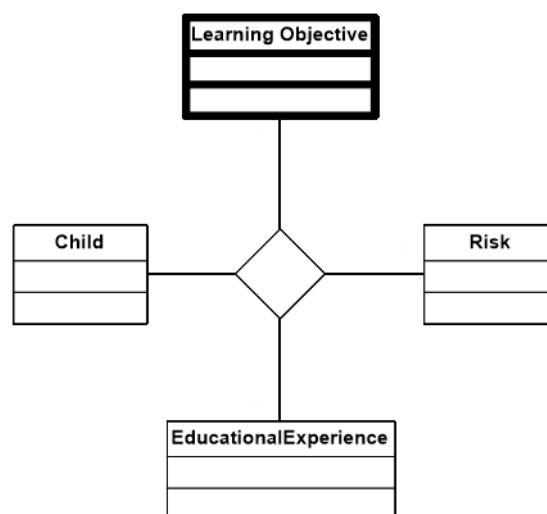
Diversos autores han analizado y tratado de comprender el entretenimiento en relación con los juegos de ordenador. Entre ellos, la

teoría del flujo de Csikszentmihlavi [Csikszentmihalyi 75] ha sido extensamente utilizada como punto de partida para analizar los componentes del juego que consiguen que el jugador se involucre en el mismo. Así por ejemplo, el modelo propuesto por los autores de [Sweetser & Wyeth 05], considera ocho elementos decisivos a la hora de conseguir que un juego sea entretenido: concentración, reto, habilidad, control, objetivos claros, feedback, inmersión e interacción social. Otro enfoque muy popular a la hora de analizar los juegos de ordenador consiste en centrarse en los factores que aumentan la motivación de los jugadores. Malone [Maloney et al. 04], por ejemplo, propone un marco para el diseño de juegos que enfatiza la importancia del reto, la curiosidad, el control y la fantasía como principales motores de la motivación.

En cualquier caso, tal y como Fabricatore menciona en [Fabricatore 00], centrarse solo en los aspectos del juego relacionados con la motivación puede conducir al desarrollo de experiencias que carezcan de cohesión entre la tarea cognitiva y el propio juego. Por ello, para conseguir explotar verdaderamente el potencial que los videojuegos poseen como herramientas educativas, sería necesario que el diseño del juego considerase que la actividad de

aprendizaje deba ser contextual al juego, en el sentido de que deba ser percibida por el jugador como un verdadero elemento del juego.

Desgraciadamente, a pesar de la importancia de estas contribuciones a la hora de comprender la experiencia proporcionada por un videojuego educativo, estas heurísticas de diseño ofrecen poco soporte para su aplicación práctica. En este sentido, siguen siendo necesarios notaciones y modelos que permitan rellenar el vacío existente entre los modelos teóricos y los diseños de las implementaciones técnicas.



**Figura 1.** Vínculo del objetivo a de aprendizaje

### 3. El modelo de experiencia educativa

Esta sección se presenta una visión general del modelo propuesto. A lo largo de las siguientes secciones

se describirán los elementos del modelo propuesto, para la definición de la experiencia educativa.

### 3.1. Objetivo de Aprendizaje

Un aspecto importante a considerar, al momento de determinar el tipo de juego adecuado para una experiencia educativa concreta, es el objetivo de aprendizaje que se persigue que el alumno alcance.

Por ejemplo, un juego de preguntas, puede resultar adecuado cuando el objetivo de aprendizaje es comprobar la información memorizada acerca de un determinado tipo de emergencia; pero puede no ser la mejor opción, cuando el propósito es que aprenda a aplicar ciertas recomendaciones que permitan mitigar los efectos de un determinado tipo de incidente. Con el fin de recoger esta información, el modelo incluye el elemento *learning objective*, como se muestra en la figura 1.

Un determinado *learning objective* quedará definido mediante un verbo, escogido a partir de una lista de verbos asociados con los seis diferentes niveles de dominio cognitivo identificado en la taxonomía de Bloom [Bloom 56], y un valor que represente el grado de dominio del objetivo que se desea el alumno exhiba.

### 3.2. Modelado del Perfil del Alumno

Con el fin de elegir un tipo adecuado de juego para el entrenamiento, será necesario analizar previamente las características del niño que seguirá la experiencia educativa. En la figura 2, se muestran los elementos del modelo propuesto para apoyar esa tarea.

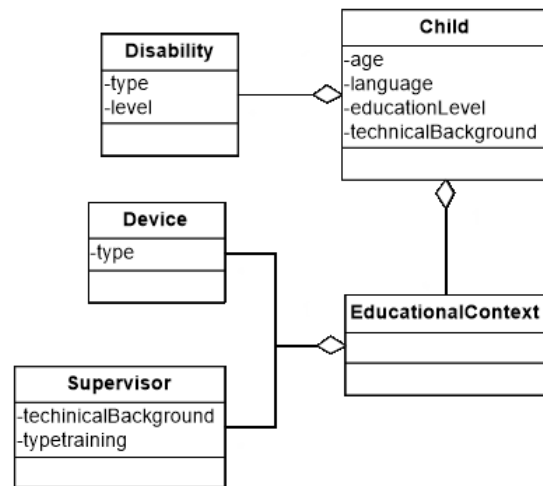
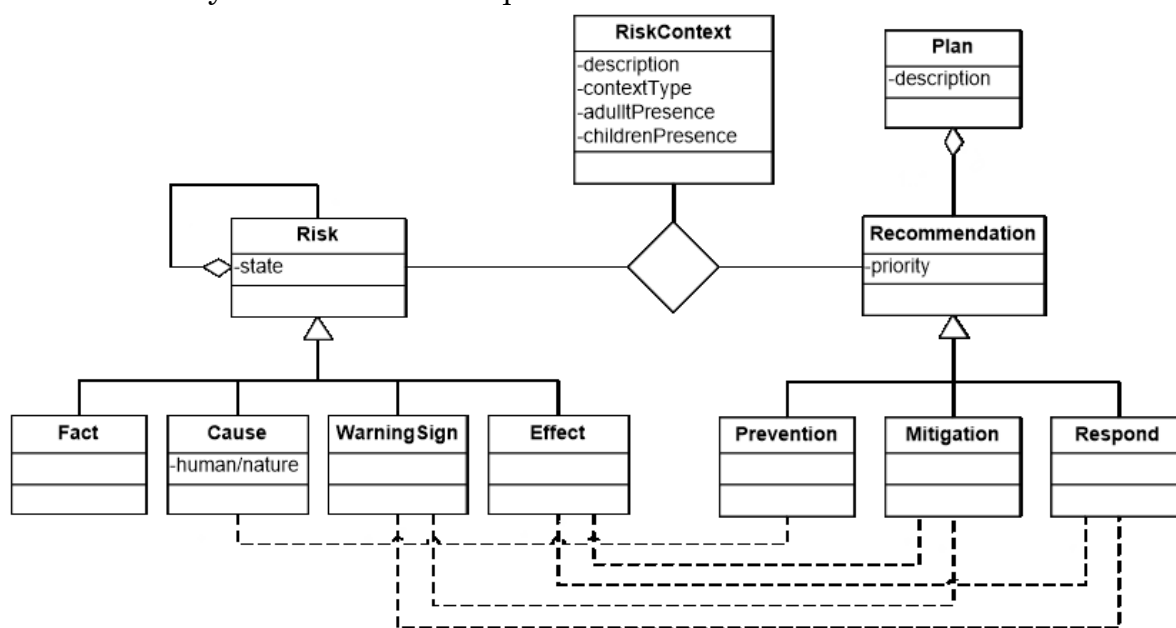


Figura 2. Modelo del perfil del alumno

Usando estos elementos el educador podrá definir un perfil de estudiante que incluya información acerca de la edad del niño, su formación académica, y conocimientos sobre informática, así como sobre posibles discapacidades, entre otros factores. Por ejemplo, el alumno podría ser un niño de 7 años que estudia primaria, que no sufre ninguna discapacidad y que se puede considerar que tiene un grado medio de familiarización o conocimientos sobre informática.

Como el tipo de juego recomendado puede ser diferente dependiendo de la presencia o no de los instructores, y/o de los tipos de los dispositivos disponibles, el modelo incluye los elementos que

permiten recoger este tipo de información y especificar el tipo de contexto o entorno en el que la experiencia educativa va a desarrollarse.



**Figura 3.** Modelo del Riesgo/Emergencia

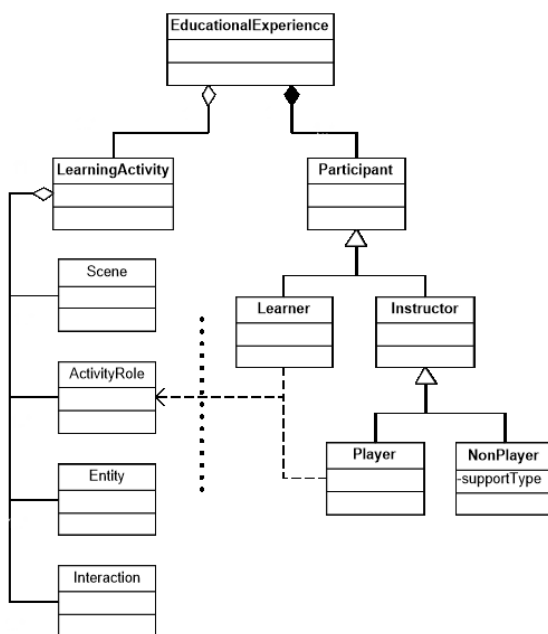
De esta manera, se pueden diseñar perfiles de alumnos, que se correspondan con diferentes contextos en aprendizaje usando dispositivos de interacción estándar, o un aprendizaje con dispositivos móviles, etc. situaciones como aprendizaje en la escuela, aprendizaje en casa acompañado por miembros de la familia,

### 3.3. Modelado del Riesgo/Emergencia

Una vez que el perfil del estudiante y el objetivo de

aprendizaje han sido especificados, el siguiente paso será describir el objeto específico de la formación. De esa forma, haciendo uso de los elementos de la figura 3, el educador podrá clasificar la información sobre la emergencia que es objeto de la formación; organizándola en causas, signos de advertencia, efectos o información general. De esta manera, un determinado objeto específico de formación, puede cubrir la formación sobre señales ruta de evacuación, datos de utilidad sobre incendios forestales o causas sobre

riesgos en el hogar, por ejemplo. También es importante señalar que una emergencia puede estar compuesta de varios riesgos o distintas emergencias. Por ejemplo, a causa de un terremoto es posible que tengan lugar incendios o inundaciones, y por tanto se desea que la experiencia educativa incluya formación sobre estos temas.



**Figura 4.** Modelo de experiencia educativa – Participantes

Como parte de la experiencia educativa, el objeto específico de formación sobre una emergencia, puede incluir recomendaciones sobre cómo reaccionar cuando una señal de advertencia de riesgo es detectado, o la forma de mitigar los efectos de un riesgo o prevenirlo. Recomendaciones que pueden ser

parte o no, de un plan de emergencia en particular.

Por último, dado que una emergencia puede tener asociadas distintas características o recomendaciones dependiendo del entorno o contexto en el que se produzca, puede ser necesario proporcionar información para su mejor descripción. De esta manera, el contexto de una emergencia puede representar distintas situaciones, como por ejemplo una emergencia en el hogar, en la escuela o en el bosque e incluir información que puede ser relevante como la presencia de un tutor, familiares o de otros niños.

### 3.4. Modelo de Experiencia Educativa

La figura 4, muestra los elementos del modelo proporcionados para la descripción de una experiencia educativa basada en el uso de videojuegos educativos.

Para especificar una experiencia educativa será necesario, por un lado, definir los diferentes tipos de participantes de la experiencia, y por el otro lado, especificar las actividades de aprendizaje que se llevaran a cabo. El número y tipo de participantes será definido, teniendo en cuenta el perfil del alumno y el contexto educativo de la experiencia previamente especificada, como se muestra en los elementos descritos bajo *Participant* en la figura 4. Por



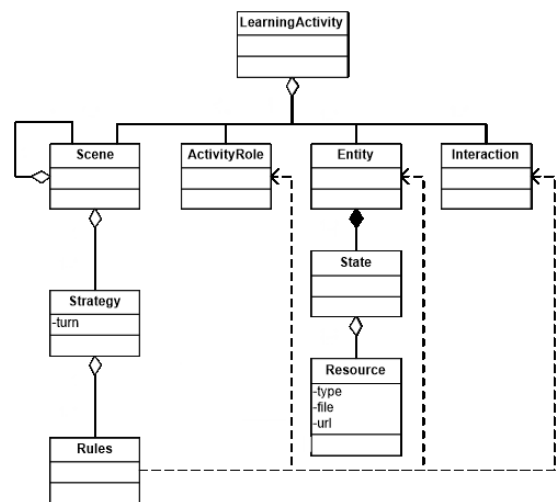
ejemplo, si durante la experiencia, dichos elementos indican la disponibilidad de un adulto tipo supervisor y el perfil de un alumno muy joven, podría ser recomendado la inclusión de un participante de tipo instructor.

Dependiendo del perfil y la formación de dicho supervisor, se podría recomendar su participación activa durante el juego, como instructor player, o sugerir que simplemente desempeñe tareas de apoyo como instructor non-player; proveyendo por ejemplo, asistencia técnica, solucionando posibles dudas o evaluando el rendimiento del jugador.

Por otra parte, cada actividad de aprendizaje se corresponde con un juego educativo distinto. De esta manera, dependiendo de la extensión y diversidad del tema de la formación y objetivos de aprendizaje propuestos, se especificará un único juego o varios tipos distintos.

El modelo propuesto para la definición de estos juegos o actividades de aprendizaje ha sido elaborado tomando como base el entorno de formación hipermedia CESAR [Díaz et al. 98]. Dicho entorno divide la definición de los ejercicios de formación en objetos de información y estrategias. El modelo propuesto para la definición de estos juegos o actividades de aprendizaje

ha sido elaborado tomando como base el entorno de formación hipermedia CESAR [Díaz et al. 98]. Dicho entorno divide la definición de los ejercicios de formación en objetos de información y estrategias.



**Figura 5.** Modelo de experiencia educativa – Actividad de aprendizaje

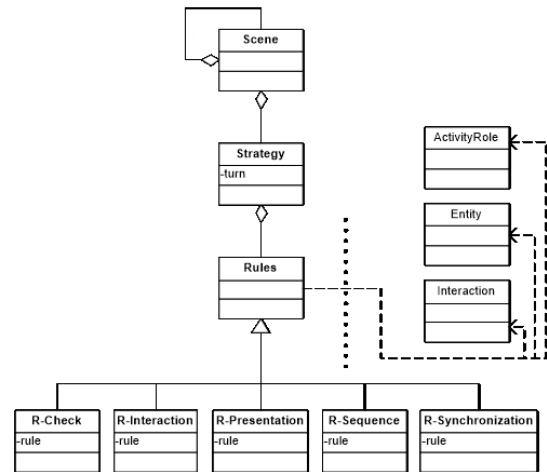
Los primeros son entidades compuestas que se corresponden con representaciones de diferentes elementos de la formación, mientras que las segundas describen la lógica de solución, que debe aplicarse para resolver el ejercicio. Esta lógica está especificada en tres niveles distintos: presentación, interacción y verificación. En nuestro caso este modelo fue ampliado, como se muestra en la figura 5, de forma que la definición de una actividad de aprendizaje estará compuesta por cuatro tipos de elementos distintos: scenes, activity-roles, entity e interactions.

- **Interactions:** Definen los distintos tipos posibles de interacción asociados a los dispositivos de entrada/salida, que podrán llevar a cabo los participantes. De esta forma podemos especificar que durante una determinada actividad de aprendizaje los participantes podrán interactuar mediante el ratón, haciendo click o drag and drop, mediante el teclado, mediante joystick o empleando técnicas más avanzadas como pantallas táctiles o Wiimote. Las interacciones que se definan deben de estar soportadas por al menos uno de los dispositivos definidos en el contexto de la experiencia educativa del perfil del alumno.
- **Activity-Roles:** Definen los diferentes roles que los participantes podrán desempeñar a lo largo de la actividad de aprendizaje. Por ejemplo, en un determinado momento, un participante podría desempeñar el papel de bombero, policía, estudiante o profesor.
- **Entity:** Se corresponden con los objetos de información del entorno de formación hipermedia CESAR y sirven para representar a los objetos o avatares con el cual los participantes podrán interactuar durante la actividad. Las entidades podrán adoptar distintos estados durante la ejecución del juego, cada uno de los cuales podrá ser representado mediante un conjunto distinto de recursos de imagen, audio, vídeo o scripting. Por ejemplo, una determinada actividad puede incluir una entidad que representa una puerta, y los recursos gráficos empleados para representar los estados puerta abierta y puerta cerrada serán distintos. Para representar comportamientos y estados más complejos, como los correspondientes a personajes o avatares controlados por el ordenador, se incluirán en la definición de las correspondientes entidades para los scripts necesarios.
- **Scenes:** Con el fin de proporcionar una experiencia de juego que ayude a los alumnos en la consecución de los objetivos de aprendizaje previamente especificados, los elementos de una actividad de aprendizaje se organizan en escenas. De esta manera, como se muestran la figura 5, dentro de una escena en particular los participantes desempeñarán ciertos roles activity- roles, e interactuarán interactions con un conjunto específico de las entidades entities definidas dentro del ámbito de la actividad de

aprendizaje. Una escena puede representar, una situación de emergencia en particular, pero también puede adoptar cualquier otra forma, como un test o un ejercicio tradicional por ejemplo.

A fin de precisar los elementos concretos de una actividad de aprendizaje que se presentan en una escena en particular y establecer las relaciones que se podrán dar entre ellos, los diseñadores harán uso de diversas reglas de estrategias. Hay cinco diferentes tipos de reglas en la estrategia: Presentation, Interaction, Check, Sequence y Synchronization. El primer tipo de reglas, se emplea para definir la composición de la escena, especificando la ubicación inicial de las entidades en la pantalla. El segundo tipo de reglas, define las interacciones válidas que se podrán producir entre los activity-roles y las entidades presentadas en una escena, así como los cambios que serán introducidos en la misma como resultado de dichas interacciones. El tercer tipo de reglas, sirven tanto para evaluar la satisfacción de los objetos de aprendizaje marcados, como para determinar la finalización de la escena. Por último, las dos últimas reglas rigen la transición entre las distintas escenas que componen una actividad de aprendizaje, y definen las sincronizaciones necesarias entre

participantes en actividades de aprendizaje multi-jugador.



**Figura 6.** Modelo de experiencia educativa – Escena

#### 4. Casos de uso

El proceso de diseño de un juego implica la definición de las tres principales perspectivas, por un lado, el perfil del alumno y definición de la información sobre el riesgo/emergencia, y por otra parte, la definición de la actividad de aprendizaje asentado en videojuegos.



**Figura 7.** Primer caso de uso – Identificar posibles causas de accidentes domésticos

Cada una de estas tres perspectivas puede construirse a partir de piezas de los diseños anteriores. La idea es poder reutilizar las definiciones previas de las perspectivas, para crear nuevas experiencias educativas.

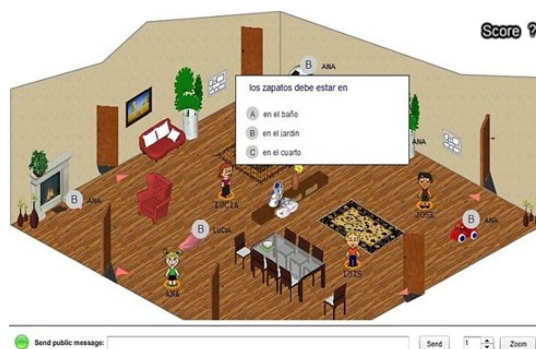
#### 4.1 Primer caso de uso

Consideremos, por ejemplo, a un educador que quiere crear una experiencia educativa para que sus alumnos, de una edad aproximada de 7 años, aprendan a identificar posibles causas de accidentes domésticos, como una colilla de cigarrillo encendido en la alfombra, cristales rotos en el suelo, el cordón eléctrico de un aparato estropeado, etc. La experiencia está dirigida a alumnos que no sufren ninguna discapacidad y se espera que se lleve a cabo en la escuela; ante la presencia de profesores con cierto grado de familiarización con la tecnología. Los ordenadores de la escuela únicamente disponen de dispositivos de entrada/salida comunes, tales como ratón y teclado.

Con los requisitos de la definición en mente, la experiencia educativa propuesta puede estar compuesta por una única actividad de aprendizaje que incluya la escena que represente un salón, en la que el participante tiene que hacer click sobre los objetos que puedan causar un accidente. La figura 7 muestra

una imagen de ejemplo de dicha escena. El alumno desempeñará el papel de un niño y la única interacción del juego, será el click del ratón. En la escena se presentarán dos tipos distintos de entidades: uno de ellos servirá para representar el fondo de la escena, mientras que la otra servirá para representar los objetos a los cuales el alumno puede hacer click. Mientras el primer tipo tiene un único estado, las entidades del segundo tipo podrán estar en estado seleccionado o no seleccionado.

La estrategia para la escena incluye reglas de presentación, que especifiquen las entidades concretas que serán presentadas y definan su posición en la pantalla. Las reglas de interacción definidas especificarán que cada vez que el alumno hace click en una entidad, su estado cambiará de no seleccionado a seleccionado.



**Figura 8.** Segundo caso de uso – selecciona la opción para solucionar y evitar el riesgo.

Las reglas de verificación especificarán que cuando todos los

objetos que representan peligros están en estado seleccionado, la escena se dará por finalizada. Las reglas de secuenciación serán activadas en ese momento, determinando la siguiente escena de la actividad a presentar al participante.

#### 4.2 Segundo caso de uso

Debido a la sencilla interacción implementada en el primer caso de uso; puede ser de utilidad para la formación de niños pequeños. Sin embargo, para niños mayores, con un nivel de lectura avanzado, el educador puede preferir utilizar un juego en el que se proporcionen detalles sobre las causas de los accidentes. Un ejemplo de escena de una actividad que podría servir para este propósito se muestra en la figura 8, donde para cada riesgo seleccionado se proporcionan diversas opciones para solucionar o evitar la emergencia asociada al mismo. En este caso la interacción definida en la actividad seguirá siendo el click del ratón. Las entidades que representan riesgos tendrán tres posibles estados para representar las diferentes opciones de solución.

En cuanto a las estrategias, las reglas de presentación permiten distribuir las entidades en diferentes sitios al azar. Mientras que las reglas de interacciones se

asocian con la interacción click sobre las entidades que representan un riesgo o emergencia. Las reglas de comprobación verificarán el estado de las entidades con el estado seleccionado, determinando si la opción elegida es la correcta o no.

#### 4.3 Reutilización de las definiciones de juegos

Las diferentes partes del diseño pueden reutilizarse para adaptar la experiencia original a distintas exigencias e introducir variaciones. Por ejemplo, el primer caso de uso, el juego presentado sería fácilmente adaptable para formación en otros tipos de emergencia, entre los que se puede mencionar la identificación de causas de un incendio forestal. En este caso bastaría únicamente con cambiar los recursos gráficos de las entidades asociadas a la escena. Si se pretendiera aportar más información acerca de cada peligro, por ejemplo, bastaría con añadir algún recurso de texto explicativo al conjunto de recursos de las entidades asociados con el estado seleccionado. Reemplazando estos recursos y modificando la definición del elemento *interaction* se podría fácilmente adaptar la experiencia para su empleo en dispositivos móviles.

Otra modificación podría ser cambiar el objetivo del juego, de tal forma que variando algunas de las

reglas de estrategia se podrían solicitar al alumno que establezca un orden de gravedad de la emergencia asociada a los riesgos presentados en el videojuego.

## 5. Conclusión

El modelo presentado tiene por objeto organizar y formalizar los elementos necesarios para crear una experiencia educativa para el entrenamiento y formación de niños en situaciones de emergencia.

Este modelo permite especificar el perfil del estudiante, describir las principales características de la emergencia y proporciona un conjunto de elementos para definir una experiencia de juego que tenga en cuenta esas características.

El objetivo de este trabajo es aprovechar las ventajas del uso de videojuegos como herramienta de formación en el ámbito del entrenamiento de niños en situaciones de emergencia. El modelo propuesto puede proporcionar soporte al proceso de diseño de la experiencia educativa de distintas formas. En primer lugar puede ser utilizado como herramienta de comunicación entre el educador y los diseñadores de juegos. En segundo lugar, se puede implementar un motor de ejecución que interprete las definiciones de la experiencia realizada mediante elementos del modelo y configurar

un entorno de aprendizaje en función de las mismas. En tercer lugar, las distintas partes de la definición de una experiencia pueden ser fácilmente reutilizadas en otras, lo que puede ser la base para el desarrollo de un editor que permita que los propios educadores lleven a cabo el diseño del juego, ensamblando distintas partes previamente producidas. Un motor de recomendación podría facilitar esta tarea proponiendo distintas configuraciones en función de la definición del alumno, la emergencia y el objetivo de aprendizaje.

## Agradecimientos

Este trabajo es parte del proyecto URThey (TIN2009-09687), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

## Referencias

[Bloom 56] B. Bloom. "Taxonomy of educational objectives". D. McKay, Ed. Knowledge Creation Diffusion Utilization. Vol. 34. pp. 1-4. McKay. (1956).

[Csikszentmihalyi 75] M. Csikszentmihalyi. "Beyond boredom and anxiety.". Jossey-Bass. Recuperado de <http://books.google.co.uk/books?id=88Y8YgEACAAJ>. (1975).

[Dawson et al. 07] C.R. Dawson, A. Cragg, C. Taylor, & T. Ben. "Video

Games: Research to improve understanding of what players enjoy about video games and to explain their preferences for particular games.”. British Board of Film Classification. (2007).

[Díaz et al. 98] P. Díaz, I. Aedo, N. Torra, M. Pilar & M. Martin. “Meeting the Needs of Teachers and Students within the CESAR Training System.”. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 29, p.p.35-45. (1998)

[Druckman 95] D. Druckman. “The Educational Effectiveness of Interactive Games.” D. Crookhall and K. Arai (Ed.), *Simulation and Gaming Across Disciplines and Cultures* (Simulation., pp. 178-187). Sage Publications. (1995).

[Fabricatore 00] C. Fabricatore. “Learning and Videogames: an Unexploited Synergy.”. Unpublished manuscript. Secaucus, NJ: Springer Science + Business Media. Recuperado de <http://www.learndev.org/dl/FabricatoreAECT2000.PDF>. (2000).

[Gee 03] J.P. Gee. “What video games have to teach us about learning and literacy.”. *Computers in Entertainment*, Vol. 1, p.p. 20. Palgrave Macmillan. (2003).

[Johnson 05] S. Johnson. “Everything Bad is Good for You.”. Recuperado de:

[http://www.amazon.ca/exec/obidos/r edirect?tag=citeulike09-20&path=ASIN/1594481946.\(2005\)](http://www.amazon.ca/exec/obidos/r edirect?tag=citeulike09-20&path=ASIN/1594481946.(2005)).

[Lepper & Malone 87] M. R. Lepper. “Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education.”. In R. E. Snow & M.J. Farr (Eds.), *Aptitude learning and instruction III Conative and affective process analysis*. Vol. 3, pp. 255-286. Erlbaum. (1987).

[Maloney et al. 04] J. Maloney, L. Burd, Y. Kafai, N. Rusk, B. Silverman & M. Resnick. “Scratch: a sneak preview.”. *Proceedings Second International Conference on Creating Connecting and Collaborating through Computing 2004*, pp. 104-109. IEEE. (2004).

[Mcfarlane et al. 02] A. Mcfarlane, A. Sparrowhawk, & Y. Heald. “Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process Teem.”. Recuperado de [http://www.teem.org.uk/publication s/teem\\_gamesi ned\\_full.pdf](http://www.teem.org.uk/publication s/teem_gamesi ned_full.pdf). (2002).

[Michael & Chen 05] D. Michael & S. L. Chen. “Serious games: Games that educate, train, and inform.”. Vol. 37, pp. 1-95. Muska & Lipman/Premier-Trade. (2005)

[Papert 98] S. Papert. .“Does Easy, Do It? Children, Games.”, Learning. Game Developer Magazine, p.p. 87-88. (1998).

[Prensky 03] M. Prensky. .“Digital game-based learning.”. Computers in Entertainment, Vol. 1, p.p. 21. McGraw-Hill. (2003).

[Sweetser & Wyeth 05] P. Sweetser & P. Wyeth. .“GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games.”. Comput Entertain, Vol. 3, ACM. (2005).

[The Partnership for 21st Century Skills 10] .“The Partnership for 21st Century Skills.”. Recuperado de <http://www.p21.org>. (2010).

[Williamson 09] B. Williamson, T. Baldwin, C. Kearney, L. Kilpatrick, L. Jackson, W. Longhill, P. Maharg, .“Computer Games, Schools, and Young People.”. Futurelab, p.p. 1-43. (2009).



## I.6. Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning.

### I.6.1 Cita Completa

Telmo Zarraonandia, Paloma Díaz, Ignacio Aedo, Mario Rafael Ruiz Vargas, 2011, “Seeking Reusability of Computer Games Designs for Informal Learning.” The 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies ICALT 2011, Athens, Georgia, USA. Available at

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5992369&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D5992369](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5992369&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5992369)

### I.6.2 Abstract

In order to enjoy the benefits that the use of computer games may provide for supporting the area of informal education, it is necessary to rely on design models, methods and tools to help reduce the high costs traditionally associated with the development of these kinds of systems. In this paper we present a model which seeks to facilitate the reuse and adaptation of designs of these types of games. The model has supported the implementation of two different games for training children on emergency situations.

**Keywords:** Game modelling; informal education; emergency-training

**Abstract**—In order to enjoy the benefits that the use of computer games may provide for supporting the area of informal education, it is necessary to rely on design models, methods and tools to help reduce the high costs traditionally associated with the development of these kinds of systems. In this paper we present a model which seeks to facilitate the

reuse and adaptation of designs of these types of games. The model has supported the implementation of two different games for training children on emergency situations. Game modelling; informal education; emergency-training

## I. INTRODUCTION AND RELATED WORKS

Computer games have become one of the most important entertainment industries. Games are generally played for fun or entertainment, but the idea of using games to support education has gained much popularity in the last decades [1, 2]. Educators have discovered the effectiveness of computer games to enhance motivation and increase student interest in the subject taught [3], and they have successfully made use of them as educational resources in different areas like medicine, science education, military training, or training on emergencies [4, 5]. This has raised the necessity of models and frameworks to facilitate the development and customization of games in formal learning processes [6, 7].

In this paper we focus on the use of videogames as defined in [8] to support informal learning experiences, in particular, educating children and raising their awareness about emergencies and domestic risks. This is an informal process, performed outside the classroom and with no teacher guidance, therefore games have to be intrinsically motivating, and stress enjoyment and fun if we want the children playing the game to acquire the

skills required to be safe. Several efforts have been aimed at analysing and understanding enjoyment in computer games. Among them, the theory of flow by Csikszentmihlayi [9] has been extensively used to analyse the components of a game that increase the degree of involvement of the player. For example, the GameFlow model [10] proposes eight elements to achieve enjoyment in a game: concentration, challenge, skills, control, clear goals, feedback, immersion, and social interaction. Killi [11] tries to combine experiential learning theory, flow theory and game design to propose useful and fun games, and emphasises the importance of immediate feedback, clear goals and challenges that are matched to the child's skill level, as key elements for a successful design. The model proposed by Amory [12, 13], establishes relations between the pedagogical dimensions of learning and game elements. All these theoretical models can be used to understand games and learning but they do not provide a means of supporting the whole design process. Following a more practical approach, Westera in [14] focused on the specific case of scenario-based serious games for higher education and proposed a framework for reducing its design complexity.

In this paper we propose a model oriented towards reducing the effort associated with the design of games for supporting informal learning. In order to simplify the process of creating variants and new games based on previous definitions, the design of the rules of the games and the design of the games' scenarios are considered independently. We apply the model to the specific case of training children about emergencies and domestic risks as a further setp of the model presented in [15]. In the next section we will analyse some common features of games of a specific type of informal learning - training children in emergency situations, which have served to guide the model definition. We then go on to outline the model components and the process of defining a game, making use of them. We illustrate the proposal by applying it to the design of two different games and finally draw some conclusions based on our findings

## **II. FEATURES OF EDUCATIONAL GAMES FOR TRAINING CHILDREN IN EMERGENCY SITUATIONS**

Games for training children in emergency situations do not constitute a distinct genre. However, some of the usual features exhibited in educational games turn out to be

more relevant than in other educational domains. In this section we describe three of these features observed after reviewing various civil protection and governmental agency web sites that make use of animation and games to teach children how they should behave during an emergency [15].

R1. Support for situated learning. Children require specific training programs that deal with a great variety of situations, ranging from domestic accidents to large-scale disasters. Educational games have to be based on realistic situations to support situated learning. Situated learning implies that knowledge and skills are applied in a realistic context [16], in our case a real emergency. The educational value of games which implement this type of learning is greater, since children become immersed in a real emergency and make their avatar behave according to the knowledge they have about the emergency they are experiencing.

R2. Support for motivation. Learning about emergency situations is in most cases offered as an extracurricular activity. It is therefore necessary to promote the child's motivation in order to engage them in using a game to acquire knowledge not included in the

formal learning process. Many aspects might be considered when trying to increase a child's motivation. One of the key factors usually highlighted as being closely related to motivation and flow maintenance is the balance between the proposed challenges and the ability of the player [16, 11, 2, 9]. Asymmetry between these two features quickly leads to boredom for the player and subsequent abandonment of the game. The narrative of the game is another aspect usually pointed out [18, 11, 19] when aiming to increase the engagement and motivation of the player. Storytelling and narrative are central components of most adventure games, but even games that do not provide a well-defined storyline, like some arcades, contextualise the challenge in a story. Finally, it is also worth noting that very often educational games reveal their educational purpose too soon. Crossword and puzzles are very popular on web sites dedicated to educating children about emergencies but irrespective of the carefully prepared graphics or videos that they are often accompanied by, these kinds of games are a long way from the ones that children habitually play for fun. In order to encourage the use of a game it is advisable that it resembles one of those which children play when not

learning. For the designer, this not only means paying close attention to the aesthetic aspects of the game but also including mechanisms present in popular games such as rewarding, personalisation, sharing, communication, etc.

R3. Support for social interaction. Educational games should support learning as a socio-cultural exercise, in line with the Vigostkyan concept of learning. In this sense, games should support realistic child interaction, like in the real world, with others so that they can learn precisely from such interaction. In the specific case of emergency training games, it is necessary to consider the social interactions taking place in any emergency. Situations must be recreated in a realistic and contextualised way not only for supporting the immersion in a real world scene but also for supporting the interaction with the agents who would be present in such a scene. In this sense, the possibility of interacting with the family and/ or the tutors at school is crucial.

### III. MODEL FOR DESIGNING GAMES SUPPORTING INFORMAL LEARNING

The fig 1 depicts the process proposed for designing a game experience. The design of a game entails on the one hand the

definition of its rules and norms; that is, defining how the game should be played.

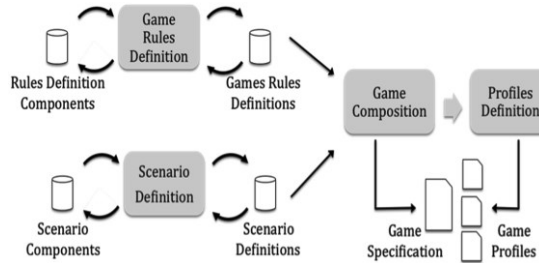


Figure 1. Game Design Process.

On the other hand in order to play a game it is necessary to set up a scenario in which the game will be played. Games and scenarios can be constructed using previous designs parts and definitions, and are defined independently. The idea is to be able to play a game in different scenarios, and to use the same scenario for playing different games. Having the definition of the rules of a game and a particular scenario in which we desire to play the game, the next step is to carry out a matching process in which the entities of the two designs are associated. As happens in the games that children play in real life, playing a game in two different scenarios (for instance, outdoors and indoors) may require modifying and adjusting some of the rules of the game. Finally, once the game has been defined, different game profiles with varying parameters for some of the game components can be produced. These will serve to adapt

the game to different learner profiles or to establish different levels of difficulty, for instance.

### A. Game Rules Definition

The left hand side of fig 2 depicts the model perspective for defining the game rules. In order to facilitate its reuse, games rules are defined without making any reference to specific resources. Elements of the model are distributed over different levels, denoting that the definition of the elements of a specific level is based on the definitions of the elements of the innermost levels.

The use of elements of level 3 and 4 in a game definition is optional, as not all the games need to include the features supported by those levels to the same extent.

#### 1) Levels 1 and 2: Game Mechanics and challenges

The core level allows defining the basic logic of the game through the specification of the states and attributes of game entities, and the actions that may take place during the game. Using the elements of the second level the designer can define a set of possible goals for the game. Restrictions on the actions and goals could also be provided to enrich the definition of the challenges.

#### 2) Level 3: Immersion, Socialization and Debriefing

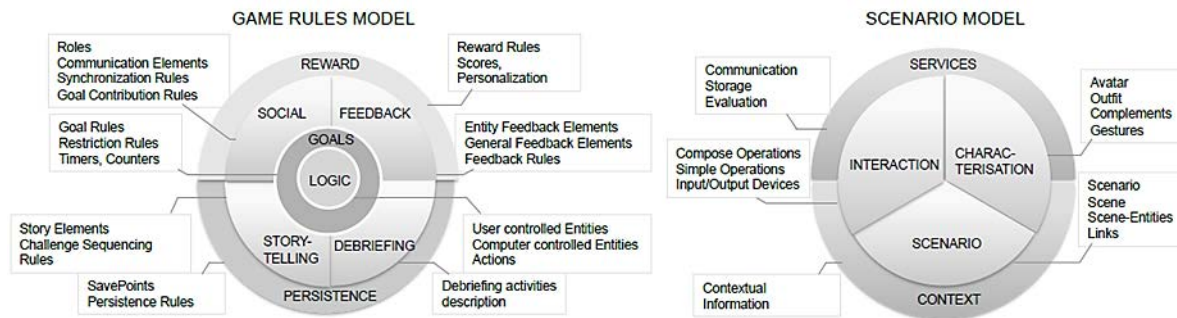


Figure 2. Game rule definition perspective and scenario definition perspective.

Once the basic logic of the game has been established, using the elements of the level 3 the designer can specify rules to ensure the socializing, immersion in the experience and understanding of the learned information.

**Feedback:** Providing clear and consistent feedback as to whether one is reaching the goal has been highlighted as one of the key factors in increasing the immersion and flow of the game [11]. In the model presented here two types of feedback information are distinguished, entity and general feedback, which will be triggered when specific feedback rules based on the limits, goals and actions of the game are satisfied.

**Socialisation:** As stated in the previous section it is advisable that emergency training games provide support for social interaction. This section of the model allows the designer to expand the definition of the user-controlled entities previously defined, creating groups and roles. It will be necessary to

establish the synchronisation rules for the execution of each action (simultaneously or in turns), the types of communication the game should support, and the way in which each participant will contribute to the goals of the game (cooperation or competition).

**Storytelling:** In order to increase the immersion of the player in the story, the model provides elements for delineating the storyline of the game. Using these components, it is possible to define “challenge sequencing rules”, which are rules for sequencing and controlling the order in which the goals will be proposed to the player.

These sequences may also be interspersed with the description of story-elements for helping to set the context of the action. Rules can also be set to inter-connect different games.

**Debriefing:** To facilitate the connection of the lessons learned in the virtual world with their application in real life, it would be advisable to require the player to

complete at some specific points some more regular curricula type activities [20], such as writing and essay at the end of the games, express his opinion in forums or complete a quiz.

### 3) Level 4: Reward and Persistence

Additionally, rewarding and persistence rules based on the sequences of challenges specified in level 3 can be provided. The former provide the possibility of designing rewarding mechanisms frequently used in computer games, which could range from the accumulation of points, the opportunity to explore secret areas, allow access to complementary games, or the possibility to customise the avatar for instance. The latter offer the players the opportunity of not to achieve all the challenges at once, but to be able to finish and resume the game as h/she does in commercial games. This way, the designer can intersperse save-points in the sequences of challenges previously defined, which can be associated with computer-controlled entities for ulterior representation in the scenario. It is also necessary to specify which information in the model will persist and which could also be shared with other users.

## B. Scenario Definition

The right hand side of the fig 2 depicts the model perspective for the scenario definition. Again, the definitions of the elements on a specific level are based on the definitions of the elements the innermost levels. However, in this case those definitions are associated with specific resources and services.

### 1) Level 1: Core Elements

The description of a scenario should include at least three different types of elements:

**Scenario:** Provides the means of representing the settings in which games will be played. The definition of a scenario is composed of a group of interconnected scenes through links, with each scene representing a different physical environment or situation. The designer will define a scene- entity for each object, individual or area of the scene which he wants to provide the possibility of interacting with. These scene-entities will group a set of graphical and sound resources to represent the different states of that object.

**Interaction:** Players will interact with the virtual world represented by the scenario definition using different input/output devices. It is therefore necessary to define which operations could take place, and map them with available devices.

Characterisation: The designer should define the appearance of the characters which are normally associated with the situation the scenario aims to represent.

## 2) Level 2: Additional Features

The outer level of the model provides two optional sets of elements to enrich the scenario definition: context and services. The former allows the designer to include different video, image, or textual information which could be useful to set the context of situations that will take place in the scenario. This contextual information will be associated with each of the different types of elements provided by the lower level of the model. The latter allows the designer to enclose the scenario definition with different services and tools to support and increase the possibilities of the different games that could be played in it. Services can also be associated with the elements provided by lower levels of the model.

This way a VoIP service can be associated with a scene entity which represents a phone, for instance.

## C. Game Definition

Having established the definition of the rules of a game and the definition of a scenario in which we aim to play the game, the next

step is to produce the final game definition. Not all games played in a particular scenario have to make use of all the scenario features, and it may occur that some rules of the game require some modification and fine tuning in order to be played in a particular scenario. Designers must therefore choose which entities, characters, interactions and services are going to be used and match them with the corresponding entities, operations and elements of the rules perspective.

TABLE I. SUMMARY OF THE SET OF RULES 'MOVE & TOUCH'

| SET OF RULES: 'MOVE & TOUCH' |  |
|------------------------------|--|
| MODEL ELEMENT                | VALUES   |
| Logic                        | Computer Controlled Entity:<br>Object [Touched status<br>Not touched status]<br>User Controlled Entity: Child [Moving status<br>'Still status]   |
| Goals & Restrictions         | Actions: Move(Human), Touch (Human, Object)<br>Goals: G1 – "Make the <i>child</i> touch objects"<br>Restriction: R1 – Time restricted to <i>parameter1</i>   |
| Feedback                     | Entity Feedback: EF1 – Object ["Description"]<br>General Feedback: GF1 ["Running out of time"]<br>Feedback Rule: When object is touch show EF1<br>When R1 is close to satisfied show GF1   |
| Socialization                | User control Entity Multiple: <i>Child</i><br>All players can simultaneously perform all actions   |
| Storytelling                 | All players contribute to goal G1<br>Communication using messages<br>Story Elements: SE1["GeneralIntroduction"],<br>SE2["Introduction"], SE3["Success"],<br>SE4["Failure"]<br>Challenge Seq. SC1: Gen-Introduction-SC2-<br>Debriefing<br>Challenge Seq. SC2: Repeat parameter3 times<br>(Intro –G1<br>– [Success (G1 Satisfied)   Failure (G1 Satisfied)]) |
| Debriefing                   | "Write a list of all objects found"<br>Individual SI1: Score progress on SC2 based on<br>parameter4  |
| Reward                       | Group SG1: Score progress on SC2 based on<br>parameter5<br>Avatar customization when SC3 > parameter6  |
| Persistence                  | Player score persistence<br>User Controlled Entity persistence: Child  |



Table 1 depicts the relations between the types of elements of the two perspectives of the model. Once the game has been defined, a set of default values for the parameters of all the configurable elements of the game should be defined. In order to make the game experience suitable for specific learner profiles, such as his/her age or degree of experience in the game, a set of specific profiles which modify some of those default values can be provided. Both elements of the rules definition and elements of the scenario can be adapted. For instance a game profile may set up values for the scores, reward mechanisms, amount of feedback or goal contributions in the rules definition. Other game profiles may provide different scenario link maps with variable grades of complexity.

#### D. Use Case

The model and design process described here have been used to support the implementation of two different emergency training games for children. The objective was on one hand to evaluate the richness of the proposed model, and on the other to test the reusability of its elements. The games have been implemented using OpenSpace [21], an editor which allows the creation of Flash isometric virtual worlds which can later on be released through

SmartFox Server engines and accessed using a web navigator.

The first game implemented was called 'Risky house!' and the aim was to help children identifying objects and situations that could be the origin of domestic accidents. In the game the player is in control of a child who moves around a house looking for and identifying objects that could be the origin of a domestic accident. The game was produced using the set of rules of the game 'Move & Touch' and the scenario 'Family Home', whose definition is summarised in Table 2 and 3.

The second game produced was called 'Route to Safety' and was produced using the same scenario 'Family Home' and a new set of rules called 'Labyrinth'. The objective of the game is to help children to learn that in an emergency situation they have to follow the recommended evacuation route, which can be an established one or, in the presence of an adult, the one he/she indicates. The 'Labyrinth' set of rules was produced taking as a start the 'Move & Touch' game, and modifying the goals ('move avatar to a specific position') and feedback rules. Elements of the scenario that were not used in the previous game were used this time. For instance, the father character was used to inform the children of the route to follow.

TABLE II. SUMMARY OF THE SCENARIO 'FAMILY HOUSE'.

| SCENARIO: 'FAMILY HOUSE' |  |
|--------------------------|--|
| MODEL ELEMENT VALUES     |  |
| Scenario                 | Scenario: House<br>Scenes: Kitchen, Living Room, Bedroom1, Bedroom2, Garden, Bathroom<br>Entities: crystal, knife, appliance, door, window<br>Links: Door (kitchen, room1), Door(bathroom, room2)<br>Actions: Move(Human), Touch (Human, Object) |
| Characterization         | Characters male-child, female-child, baby, father, mother, fireman, police<br>Outfit, complement:, crown.<br>Player own avatar disabled  |
| Interaction              | Device: Mouse<br>Operations: Click, move mouse cursor  |
| Context                  | General: Video: Introduction, Success, Failure<br>Scene: Video: Room, Kitchen, Garden  |
| Services                 | Messaging services<br>Information storage  |

TABLE III. RELATIONS BETWEEN THE TWO PERSPECTIVES ELEMENTS

|                | Scen<br>ario | Character<br>ization | Intera<br>ction | Cont<br>ext | Servic<br>es |
|----------------|--------------|----------------------|-----------------|-------------|--------------|
| Logics & Goals | X            | X                    | X               |             |              |
| Feedback       | X            | X                    | X               | X           |              |
| Socialization  |              | X                    |                 |             |              |
| Storytelling   | X            |                      |                 | X           |              |
| Debriefing     |              |                      |                 |             | X            |
| Reward         | X            | X                    |                 | X           | X            |
| Persistence    |              |                      |                 |             | X            |

#### IV. CONCLUSIONS

The model has proved to be rich enough for supporting the design of two versions of two classic games in the area of emergency training for children. The new versions have adopted the mechanism and the appearance of current popular

games in order to increase motivation. The time used in the design of the second game was reduced considerably due the reuse of the previous scenario definition, and many parts of the previous set of rules. By introducing slight modifications in some of the rules it was quickly possible to produce variants with different routes, types of risk to identify difficulty levels, etc.

In the last few years different authoring tools and game engines which provide a set of base services for supporting the execution of multiplayer 3D online games have appeared.

Although the design and development of games is still an endeavour task which entails high cost, the use of these tools together with models and design methods which foster the reuse of the game components may alleviate the problem.

The model presented here could provide the basis of a domain specific visual language which would enable educators to construct educational game experiences to support informal learning, by exchanging and introducing slight modifications in pre-defined game templates.

## ACKNOWLEDGMENT

This work is supported by the project urThey funded by the

Spanish Ministry of Science and Innovation (TIN2009-09687).



Figure 3. Screenshots of the games ‘Risky House!’ and ‘Route to Safety’

## REFERENCES

- [1] C. Aldrich. Learning by doing: A comprehensive guide to simulations, computer games, and pedagogy
- [2] S .Chen and D. Michael, “Games for Physical and Mental Health.” In: Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. Boston, MA: Thomson Course Technology; (2005). Available at: [http://www.gamasutra.com/features/20051031/chen\\_01.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20051031/chen_01.shtml). Accessed January 20, 2010. in e-learning and other educational experiences. San Francisco: Pfeiffer. 2005
- [3] D. Druckman, “The educational effectiveness of interactive games”, In D. Crookall & K. Arai (Eds.), Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a watershed (pp. 178-187). Thousand Oaks, CA: Sage. 1995
- [4] M. Macedonia, 2002. “Games soldiers play”, IEEE Spectrum. 30(3):32–37
- [5] Stop Disaster! (2010) <http://www.stopdisastersgame.org/>
- [6] J. Maloney, L. Burd, Y. Kafai, N. Rusk, B. Silverman, and M. Resnick. “Scratch: A Sneak Preview”, Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing, Kyoto, Japan, 2004, 104-109
- [7] P. Moreno-Ger, D. Burgos, J. L., Sierra, B. Fernández-Manjón: “Educational Game Design for Online Education”. Computers in Human Behavior 24, 2530–2540 (2008)
- [8] C. Fabricatore,: Learning and videogames: An unexploited synergy. In: 2000 AECT National Convention, Long Beach (2000),

- [9] M. Csikszentmihalyi. *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco7 Jossey-Bass. (1975)
- [10] P. Sweetser and P. Wyeth, "GameFlow: A model for evaluating player enjoyment in games". *ACM Computers in Entertainment* 3, 3 (July 2005), 3.
- [11] K. Kiili "Digital game-based learning: towards an experiential gaming model". *The Internet and Higher Education* 2005, 8, 13–24.
- [12] A. Amory, and R. Seagram. "Educational game models: Conceptualization and evaluation". *South African Journal of Higher Education*, 2003, 17, 206–217.
- [13] A. Amory: "Game object model version II: a theoretical framework for educational game development". *Educational Technology Research and Development*, 2007, 55, 51–77
- [14] W. Westera, R.J. Nadolski, H.G.K. Hummel and I.G.J.H Woperels, "Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity" *Journal of Computer Assisted Learning*. Vol. 24. Issue. 5. pp420-432 2008
- [15] T. Zarraonandía, M. R. Ruiz Vargas, P. Díaz and I. Aedo: "A game model for supporting children learning about emergency situations", in *Proceedings of the 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management (ISCRAM)*. 2010.
- [16] J. S. Brown, A. Collins and P. Duguid. *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*, 1989, 18 (1), 32-41
- [17] L. Ermi and F. Mäyrä. "Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion". In: S. de Castell & J. Jenson (eds.), *Changing Views: Worlds in Play*. Selected papers of the 2005 Digital Games Research Association's (DiGRA) Second International Conference.
- [18] J. Murray, *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*, MIT Press, 1997, Cambridge, MA
- [19] M. D. Dickey,. "Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design". *Educational Technology Research and Development*, 2005, 53(2), 67–83.
- [20] Junjie Shang, Morris Siu Yung Jong, Fong Lok Lee, Jimmy Ho-Man Lee: *VISOLE: An Example of Hybrid Learning*. *ICHL 2008*: 348-358
- [21] OpenSpace (2010) <http://www.openspace-engine.com>

## I.7. Modelling Computer Game Based Educational Experience for Teaching Children about Emergencies.

### I.7.1 Cita Completa

Mario Rafael Ruiz Vargas, Telmo Zarraonandía, Paloma Díaz and Ignacio Aedo, 2010, “Modelling Computer Game Based Educational Experience for Teaching Children about Emergencies”. The 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2010. Túnez, Sousse. Available at

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5573223&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs\\_all.jsp%3Farnumber%3D5573223](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5573223&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fexpls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5573223)

### I.7.2 Abstract

The aim of this work is to support educators in the design process of computer game based learning experiences for teaching children about the risks of emergency. As an educational experience can be tailored to different student needs, the risk characteristics of emergency at hand, and the educational purpose of the experience, the proposed model includes the necessary elements to provide all this information. In this way the teacher can specify the requirements of the educational experience, and based on this information to propose possible configurations of the elements of the game.

**Keywords:** educative experience, model, computer games, emergency training.

## I. INTRODUCTION

Provide the population adequate training to mitigate the fatal consequences of an emergency is essential. Children are a particularly vulnerable population

and the use of video games to support learning about emergencies is especially suitable for them. However, the adoption of video games as educational resources in this area, as in others, has been

hampered by high costs associated with design and development. This work tries to support educators in the process of designing computer game based educational experiences for teaching children about emergency risks. In this paper, we propose a model which might serve both to support the game designing process and as a communication tool between educators and game designers. The proposed model has been produced taking as a base the CESAR hypermedia learning environment [1], and considering the work of Kiili in [2], which describes the design process of learning through games.

## II. THE EDUCATIONAL EXPERIENCE MODEL

In order to choose an appropriate type of game for the training, it will be necessary to previously analyze the features of the child who will follow the educational experience. Using the elements of the model depicted in the right hand side of figure 1, the educator can specify a learner profile including information about the child's age, language, educational level and technical background, or possible disabilities among other factors. For instance, the learner could be a 7 years old child in primary school, who does not suffer any disability and has a medium level of technology

background/familiarization. The educational context element allows to specify the presence or not of instructors, and the types of the available devices during the experience. Once the learner and the educational context have been modeled, the next step will be to describe the specific subject of the training. Using the elements of the model depicted in the right hand side of fig 1 the educator can organize the training subject in facts, causes, warning signs or effects of a particular risk. In addition the educator may include information on recommendations about how to react when a warning sign of a risk is spotted or how to mitigate the effects of a risk or prevent it. It is also important to note that a risk may be composed of a set of other different risks. This helps to make the point that in the case of an earthquake, for example, the risks of fire or flooding are also closely related. The learning objective is another important aspect to consider when determining the appropriate type of game for a successful educational experience, and therefore the model includes the corresponding element for capturing this information. The learning objectives will be defined by choosing between a list of possible verbs associated with the different levels of cognitive domain identified by the Bloom's taxonomy.

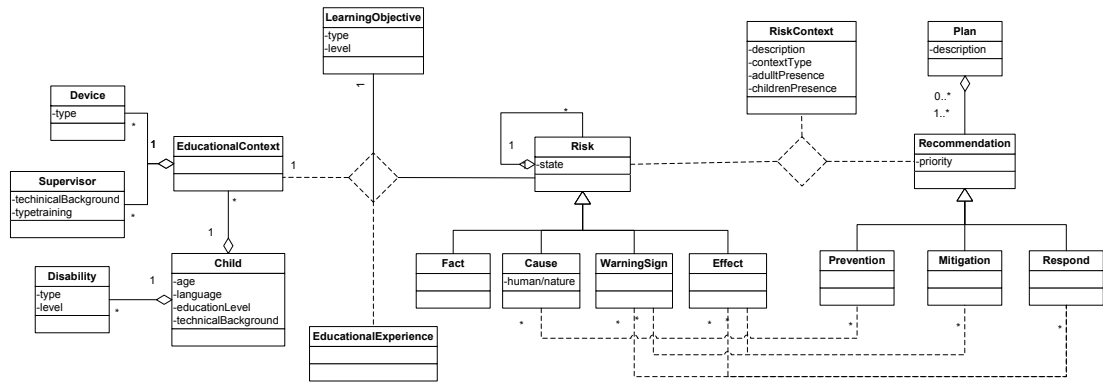


Figure 1. Learner profile, emergency risk and learning objective model.

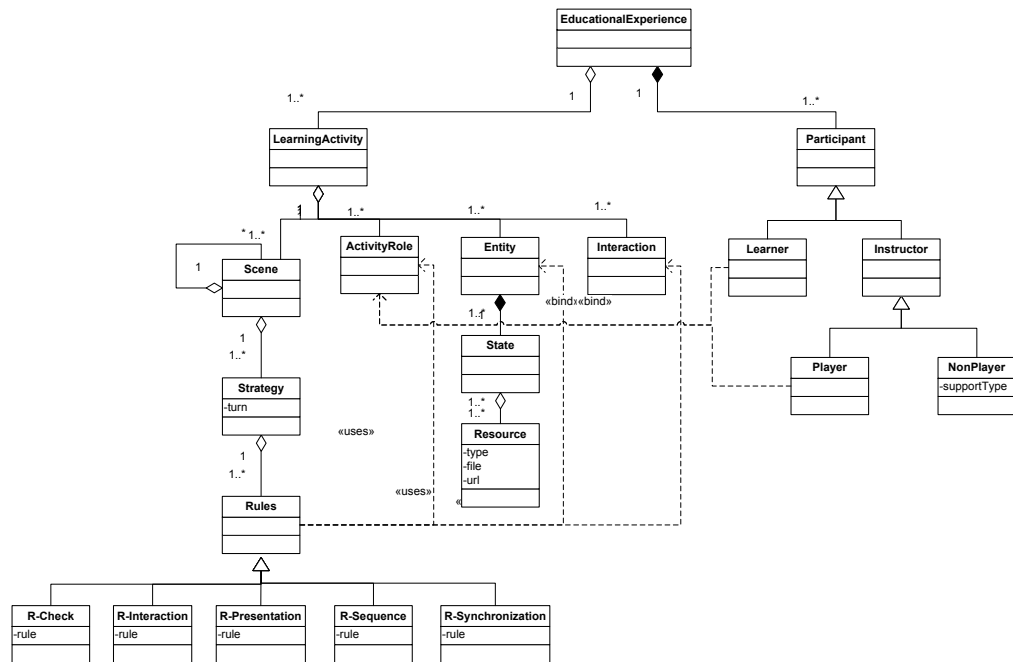


Figure 2. Educational experience model.

The fig 2 depicts a model for supporting the design of a computer game based educational experience. As shown in the figure, in order to describe the educational experience, it will be necessary to define, on the one hand, the different types of participants of the experience and, and on the other hand, a set of learning activities. The number and type of participants will be defined

taking into consideration the previously defined learner profile and the educational context. For the learning activities definition, the learning objectives and subject of the training are also taken into account. Each learning activity corresponds to a different educational game. A learning activity is composed of four different types of elements: interactions, activity-roles, entities,

and scenes. The first three describe the different types of possible user interactions during the learning activity, the roles that the participants may play, and the information objects the roles interact with, respectively. These elements are organized in scenes, in order to provide a game experience that helps learners in attaining some particular learning objective. Within a particular scene, participants will play certain activity-roles and interact with a specific group of entities using interactions defined within the learning activity scope. A scene may represent a particular emergency situation, but they can also adopt any other form which serves to attain the proposed learning objective. To specify which elements of a learning activity are presented in a particular scene and to establish the relations between them, designers make use of strategy rules. There are five different types of strategy rules: Presentation, Interaction, Check, Sequence and Synchronization. The first ones define the composition of the scene specifying the initial location of the entities on the screen. The second ones define the valid interactions within activity roles and entities and the changes introduced in the scene as a consequence of them. The third ones serve to evaluate both the

attainment of learning objectives and the completion of the scene. Finally, the last two govern the transition between different scenes and define some synchronism required in multiplayer activities, respectively.

### III. CONCLUSION

The model presented seeks to organize and formalize the necessary elements to create an educational experience that facilitates the training and learning of children about emergency situations. The model allows the definition of a learner profile, the description of the main features of emergency risk and provides a set of elements to define a game experience that takes into account those requirements.

### IV. REFERENCES

- [1] K. Kiili, "On educational game design: building blocks of flow experience". Tampere University of Technology. Publication. 2005. Article in a journal:
- [2] P. Diaz, I. Aedo, N. Torra, P. Miranda, M. Martin, "Meeting the Needs of Teachers and Students within the CESAR Training System", British Journal of Educational Technology, v29 n1, p35-4, January 5, 1998



## I.8. Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños.

### I.8.1 Cita Completa

Mario Rafael Ruiz Vargas, Telmo Zarraonandía, Paloma Díaz and Ignacio Aedo, 2010, “Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formación sobre situaciones de emergencia para niños”. XI Simposio Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Educación (ADIE), SINTICE 2010. Valencia, España. Available at

[http://www.academia.edu/1290561/Modelado de una experiencia educativa basada en juegos de ordenador para la formaci%C3%B3n sobre situaciones de emergencia para ni%C3%B1os](http://www.academia.edu/1290561/Modelado_de_una_experiencia_educativa_basada_en_juegos_de_ordenador_para_la_formaci%C3%B3n_sobre_situaciones_de_emergencia_para_ni%C3%B1os)

### I.8.2 Resumen

El objetivo de este trabajo es asistir a los educadores en el proceso de diseño de experiencias educativas, basadas en el uso de videojuegos para el entrenamiento de niños en situaciones de emergencia. En este artículo se presenta un modelo cimentado en el entorno de formación hipermedia CESAR, que proporciona un conjunto de elementos que permiten configurar una experiencia educativa de estas características. El tipo de juego requerido para el entrenamiento deberá ser distinto dependiendo de las características del alumno, el tipo de emergencia o el objetivo de aprendizaje, el modelo incluye los elementos necesarios para capturar toda esta información. De esta manera el educador podrá especificar los requisitos de la experiencia educativa a desarrollar y, basándose en dicha información, se podrán proponer distintas configuraciones de los elementos del juego.

## 1. Motivación

Los juegos de ordenador se han convertido en una de las industrias de entretenimiento más importantes. Los juegos se utilizan generalmente para la diversión o entretenimiento, pero la idea de utilizar juegos para la educación ha ganado mucha popularidad en la última década, convirtiéndose casi en una estrategia establecida en el ámbito del aprendizaje [1, 3].

Los educadores han descubierto la eficacia de los videojuegos para mejorar la motivación y aumentar el interés de los alumnos [5]; además se han utilizado con mucho éxito como recursos educativos en diferentes áreas como la medicina, la educación, la ciencia, el entrenamiento militar, y la formación sobre situaciones de emergencias [7, 10, 11].

El contexto de este trabajo es la formación en situaciones de emergencia. Con el fin de mitigar sus consecuencias, es esencial proporcionar a la población una adecuada formación en este ámbito. En este contexto los niños constituyen un sector especialmente vulnerable de la población, y el uso de videojuegos como soporte del aprendizaje es especialmente adecuado para ellos. Sin embargo, la adopción de los videojuegos como recursos educativos tanto en este contexto como en otros, se ha visto obstaculizado por los altos costos asociados a su diseño y desarrollo. Este problema ha sido tratado en

diversas ocasiones y se han propuesto diferentes herramientas y lenguajes de dominio que tratan de simplificar estos procesos [6, 8, 9]. No obstante, para aprovechar las ventajas del uso de videojuegos en el área de la educación en emergencias para niños, siguen siendo necesarios propuestas de métodos e instrumentos que tengan en cuenta las necesidades especiales de este ámbito de formación.

Siguiendo esta idea, este trabajo trata de dar soporte a los educadores en el proceso de diseño de experiencias educativas basadas en videojuegos, cuya finalidad es la instrucción de niños en situaciones de emergencia. Con este fin, proponemos un modelo que sirve como soporte de dicho proceso de diseño, además de ser una herramienta de comunicación entre educadores y diseñadores de juegos. Por una parte provee elementos necesarios para la especificación de los objetivos de aprendizaje y la descripción de las características relevantes del alumno y su contexto; como también de la emergencia objeto del entrenamiento. Por otra parte, proporciona al diseñador un conjunto de componentes reutilizables que pueden ser combinados y configurados para la construcción de un juego educativo que responda a los requisitos especificados.

En la siguiente sección se presenta una explicación detallada del modelo propuesto. A continuación, y con el fin de

clarificar la propuesta se describirá un posible caso de uso. Para terminar, se presentarán algunas conclusiones y líneas de trabajo futuro.

## **2. El modelo de experiencia educativa**

Esta sección se presenta una visión general del modelo propuesto. A lo largo de las tres primeras subsecciones se describirán los elementos del modelo proporcionados para la especificación de las características del alumno, de la emergencia y los objetivos de aprendizaje. En la cuarta se abordarán los elementos aportados para diseñar y configurar la experiencia educativa.

### **2.1. Perfil del estudiante**

Con el fin de elegir un tipo adecuado de juego para el entrenamiento, será necesario analizar previamente las características del niño que seguirá la experiencia educativa. En la Figura 1, se muestran los elementos del modelo propuesto para apoyar esa tarea. Usando estos elementos el educador puede especificar un perfil de estudiante que incluya información acerca de la edad del niño, de su formación académica, y conocimientos técnicos, o sobre posibles discapacidades, entre otros factores. Por ejemplo, el alumno podría ser un niño de 7 años que estudia primaria, que no sufre ninguna discapacidad y que se puede

considerar que tiene un grado medio de familiarización con la informática.

Como el tipo de juego recomendado puede ser diferente dependiendo de la presencia o no de los instructores, y/o de los tipos de los dispositivos disponibles, el modelo incluye elementos que permitan recoger este tipo de información y especificar el tipo de contexto o entorno en el que la experiencia educativa va a desarrollarse. De esta forma se pueden diseñar contextos que se correspondan con diferentes situaciones como aprendizaje en la escuela, aprendizaje en casa acompañado por miembros de la familia, aprendizaje usando dispositivos de interacción.

### **2.2. Modelado del riesgo/emergencia**

Una vez que el perfil del estudiante y el contexto de la experiencia educativa han sido especificados, el siguiente paso será describir el objeto específico de la formación. De esa forma, haciendo uso de los elementos de la figura 1, el educador podrá clasificar la información sobre la emergencia que es objeto de la formación; organizándola en causas, signos de advertencia, efectos o información general. De esta manera, una determinada experiencia educativa puede cubrir la formación sobre señales de advertencia de un tsunami, diferentes efectos de un

huracán, causas de un incendio forestal o datos de utilidad acerca de terremotos, por ejemplo. También es importante señalar que una emergencia puede estar compuesta de varios riesgos o distintas emergencias. Por ejemplo, a causa de un terremoto es posible que tengan lugar incendios o inundaciones, y por tanto se desea que la experiencia educativa incluya formación sobre estos temas.

Como parte de la experiencia educativa, el educador puede incluir recomendaciones sobre cómo reaccionar cuando una señal de advertencia de riesgo es detectado, o la forma de mitigar los efectos de un riesgo o prevenirlo. Estas recomendaciones pueden ser parte o no, de un plan de emergencia en particular.

Por último, dado que una emergencia puede tener asociadas distintas características o recomendaciones dependiendo del entorno o contexto en el que se produzca, puede ser necesario proporcionar información que lo describa. De esta manera, el contexto de una emergencia puede representar distintas situaciones, como por ejemplo una emergencia en el hogar, en la escuela o al aire libre, e incluir información que puede ser relevante como la presencia de adultos o de otros niños.

### 2.3. Objetivos de aprendizaje

Otro aspecto importante para determinar el tipo de juego adecuado para una experiencia de educación concreta es el objetivo de aprendizaje propuesto..

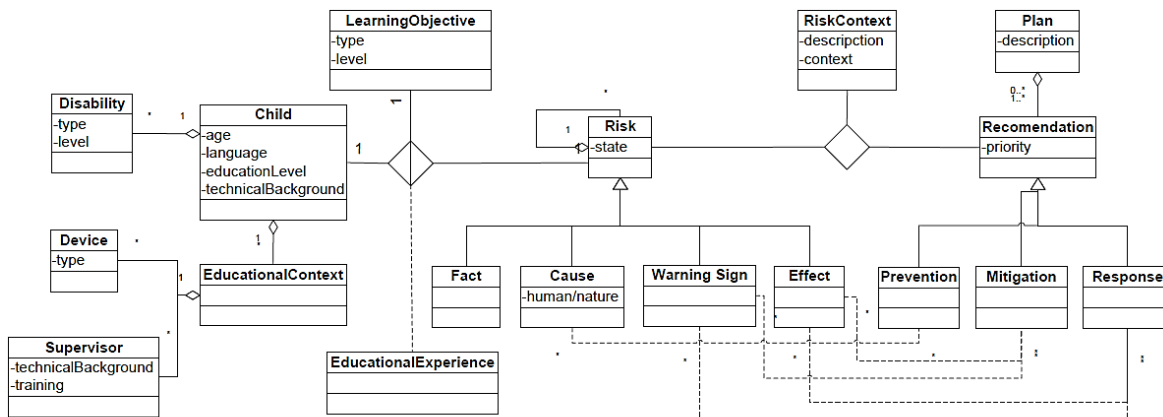


Figura 1. Modelo del perfil del estudiante, emergencia y objetivos de aprendizaje

Por ejemplo, un juego de preguntas puede resultar adecuado cuando el objetivo de aprendizaje es que el niño memorice información general acerca de un determinado tipo de

emergencia, pero puede no ser la mejor opción cuando el propósito es que aprenda a aplicar ciertas recomendaciones que permitan mitigar los efectos de determinado tipo de incidente.

Con el fin de recoger esta información, el modelo incluye el elemento learning objective. Un determinado learning objective quedará definido mediante un verbo, escogido a partir de una lista de verbos asociados con los seis diferentes niveles de dominio cognitivo identificado por la taxonomía de Bloom [2], y un valor que represente el grado de dominio del objetivo que se desea el alumno exhiba.

#### 2.4. Experiencia educativa

La figura 2 muestra los elementos del modelo proporcionados para la descripción de una experiencia educativa basada en el uso de juegos educativos. Tal y como se muestra en la figura, para especificar una experiencia educativa será necesario, por un lado, definir los diferentes tipos de participantes de la experiencia, y por otro el conjunto de actividades de aprendizaje a llevar a cabo.

El número y tipo de participantes será definido, teniendo en cuenta el perfil del alumno y contexto educativo de la experiencia previamente especificada. Por ejemplo, si dichos elementos indican la disponibilidad de un adulto supervisor durante la experiencia, y un perfil de alumno joven o muy joven, la inclusión de un participante tipo instructor podría ser recomendado. Dependiendo del

perfil y la formación de dicho supervisor, se podría recomendar su participación activa durante el juego instructor player, o sugerir que simplemente desempeñe tareas de apoyo instructor non-player; proveyendo por ejemplo, asistencia técnica, solucionando posibles dudas o evaluando el rendimiento del jugador.

Por otra parte, cada actividad de aprendizaje se corresponde con un juego educativo distinto. De esta forma, dependiendo de la extensión y diversidad del tema de la formación y objetivos de aprendizaje propuestos se especificará un único juego o varios tipos distintos. El modelo propuesto para la definición de estos juegos o actividades de aprendizaje ha sido elaborado tomando como base el entorno de formación hipermedia CESAR [4]. Dicho entorno divide la definición de los ejercicios de formación en objetos de información y estrategias. Los primeros son entidades compuestas que se corresponden con representaciones de diferentes elementos de la formación, mientras que las segundas describen la lógica de solución, que debe aplicarse para resolver el ejercicio. Esta lógica está especificada en tres niveles distintos: presentación, interacción y verificación. En nuestro caso este modelo fue ampliado, de forma que la definición de una actividad de

aprendizaje estará compuesta por cuatro tipos de elementos distintos: interactions, activity-roles, entities, y scenes.

- **Interactions:** Definen los distintos tipos posibles de interacción que podrán llevar a cabo los participantes durante la actividad de aprendizaje. De esta forma podemos especificar que durante una determinada actividad de aprendizaje los participantes podrán interactuar mediante el ratón, haciendo click o drag and drop, mediante el teclado, mediante joystick o empleando técnicas más avanzadas como pantallas táctiles o Wiimote. Las interacciones que se definan deben de estar soportadas por al menos uno de los dispositivos definidos en el contexto de la experiencia educativa del perfil del alumno.
- **Activity-Roles:** Definen los diferentes roles que los participantes podrán desempeñar a lo largo de la actividad de aprendizaje. Por ejemplo, en un determinado momento, un participante podría desempeñar el papel de bombero, policía, estudiante o profesor.
- **Entity:** Se corresponden con los objetos de información del entorno de formación hipermedia CESAR y sirven para representar a los objetos o avatares con el cual los participantes podrán interactuar durante la actividad. Las entidades podrán adoptar

distintos estados durante la ejecución del juego, cada uno de los cuales podrá ser representado mediante un conjunto distinto de recursos de imagen, audio, vídeo o scripting. Por ejemplo, una determinada actividad puede incluir una entidad que representa una puerta, y los recursos gráficos empleados para representar los estados puerta abierta y puerta cerrada serán distintos. Para representar comportamientos y estados más complejos, como los correspondientes a personajes o avatares controlados por el ordenador, se incluirán en la definición de las correspondientes entidades para los scripts necesarios.

- **Scenes:** Con el fin de proporcionar una experiencia de juego que ayude a los alumnos en la consecución de los objetivos de aprendizaje previamente especificados, los elementos de una actividad de aprendizaje se organizan en escenas. De esta manera, dentro de una escena en particular los participantes desempeñarán ciertos roles activity-roles, e interactuarán interactions con un conjunto específico de las entidades entities definidas dentro del ámbito de la actividad de aprendizaje. Una escena puede representar, una situación de emergencia en particular, pero también puede adoptar cualquier otra forma, como un test o un ejercicio tradicional por ejemplo..

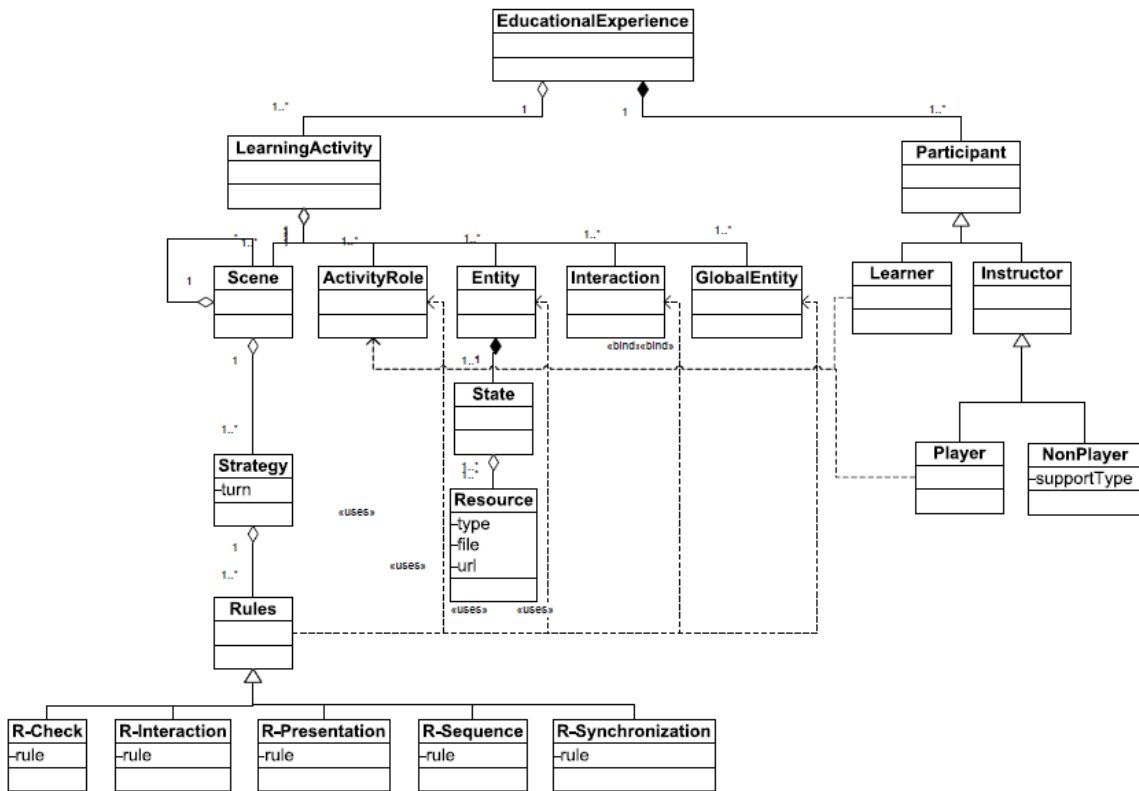


Figura 2. Modelo de la experiencia educativa

A fin de precisar los elementos concretos de una actividad de aprendizaje que se presentan en una escena en particular y establecer las relaciones que se podrán dar entre ellos, los diseñadores harán uso de diversas reglas de estrategias. Hay cinco diferentes tipos de reglas en la estrategia: Presentation, Interaction, Check, Sequence y Synchronization.

El primer tipo de reglas se emplea para definir la composición de la escena, especificando la ubicación inicial de las entidades en la pantalla. El segundo tipo de reglas define las interacciones válidas que

se podrán producir entre los activity-roles y las entidades presentadas en una escena, así como los cambios que serán introducidos en la misma como resultado de dichas interacciones. El tercer tipo de reglas sirven tanto para evaluar la satisfacción de los objetos de aprendizaje marcados, como para determinar la finalización de la escena. Por último, las dos últimas reglas rigen la transición entre las distintas escenas que componen una actividad de aprendizaje, y definen las sincronizaciones necesarias entre participantes en actividades de aprendizaje multi-jugador.



Figura 3. Ejemplos propuestos para formación sobre accidentes domésticos.

Imagen original del ilustrador gráfico y diseñador web, Marilyn Fenn <http://marilynfennsdesign.com>

### 3. Caso de uso

Consideremos, por ejemplo, a un educador que quiere crear una experiencia educativa para que alumnos, de una edad aproximada de 7 años, aprendan a identificar posibles causas de accidentes domésticos, como una colilla de cigarrillo encendido en la alfombra, vidrios rotos en el suelo, un aparato eléctrico estropeado, etc. El alumno no sufre ninguna discapacidad y se espera que la experiencia educativa sea llevada a cabo en la escuela, en presencia de profesores con cierto grado de familiarización con la tecnología. Los ordenadores de la escuela únicamente disponen de dispositivos de entrada comunes, tales como ratón y teclado

Con estos requisitos en mente, la experiencia educativa propuesta puede estar compuesta por una única actividad de aprendizaje que incluya una escena que represente una sala en la que el participante tiene que hacer click sobre los objetos que puedan causar un accidente. La figura 3 muestra una imagen de ejemplo de dicha escena. El alumno desempeñará el papel de un niño y la única interacción del juego será el click del ratón. En la escena se presentarán dos tipos distintos de entidades: uno de ellos servirá para representar el fondo de la escena, mientras que la otra servirá para representar los objetos a los cuales el alumno puede hacer click. Mientras el primer tipo tiene un único estado, las entidades del segundo tipo podrán estar en estado seleccionado o no seleccionado. La estrategia para la escena incluye



reglas de presentación que especifiquen las entidades concretas que serán presentadas y definan su posición en la pantalla. Las reglas de interacción definidas especificarán que cada vez que el alumno hace click en una entidad, su estado cambiará de no seleccionado a seleccionado. Las reglas de verificación especificarán que cuando todos los objetos que representan peligros están en estado seleccionado, la escena se dará por finalizada. Las reglas de secuenciación serán activadas en ese momento, determinando la siguiente escena de la actividad a presentar al participante.

Debido a la sencilla interacción implementada este juego puede ser de utilidad para la formación de niños pequeños. Sin embargo, para niños algo más mayores con un nivel de lectura más avanzado, el educador puede preferir utilizar un juego en el que se proporcionen detalles sobre las causas de los accidentes. Un ejemplo de escena de una actividad que podría servir para este propósito es la mostrada en la figura 3, donde se presentan dos listas distintas con descripciones y causas de accidentes que el alumno debe hacer coincidir. En este caso la interacción definida en la actividad será arrastrar y soltar. Las entidades se corresponderían con las descripciones verbales y tendrían

dos posibles estados para representar si se encuentran emparejadas o no con otras entidades. En cuanto a las estrategias, las reglas de presentación distribuirían las entidades en las dos listas, mientras que las de interacción asociarían la interacción de arrastrar y soltar con las entidades que representan causas, activando cambios de estado cuando son depositadas en la sección de accidentes.

Las reglas de comprobación examinarán las entidades con estado emparejado determinando el fin de la escena cuando todas las causas estén correctamente relacionadas con los accidentes.

Las diferentes partes del diseño pueden reutilizarse fácilmente para adaptar la experiencia original a distintas exigencias e introducir variaciones. Por ejemplo, el primer juego presentado sería fácilmente adaptable para formación en otros tipos de emergencia, como por ejemplo la identificación de causas de un incendio forestal. En este caso bastaría únicamente con cambiar los recursos gráficos de las entidades asociadas a la escena. Si se desea aportar al alumno más información acerca de cada peligro, por ejemplo, bastaría con añadir algún recurso de texto explicativo al conjunto de recursos de las entidades asociados

con el estado seleccionado. Reemplazando estos recursos y modificando la definición del elemento *interaction* se podría fácilmente adaptar la experiencia para su empleo en dispositivos móviles. El propósito del juego también puede ser fácilmente modificado, de tal forma que variando únicamente algunas de las reglas de estrategia se podrían solicitar al alumno que establezca un orden de grado de riesgo entre los peligros.

#### 4. Conclusión

El modelo presentado tiene por objeto organizar y formalizar los elementos necesarios para crear una experiencia educativa para el entrenamiento y formación de niños en situaciones de emergencia. El modelo permite especificar el perfil de estudiante, describir las principales características de la emergencia y proporciona un conjunto de elementos para definir una experiencia de juego que tenga en cuenta esas características.

El objetivo de este trabajo es aprovechar las ventajas del uso de videojuegos como herramienta de formación en el ámbito del entrenamiento de niños en situaciones de emergencia. El modelo propuesto puede

proporcionar soporte al proceso de diseño de la experiencia educativa de distintas formas. En primer lugar puede ser utilizado como herramienta de comunicación entre el educador y los diseñadores de juegos. En segundo lugar, se puede implementar un motor de ejecución que interprete las definiciones de la experiencia realizadas mediante elementos del modelo y configure un entorno de aprendizaje en función de las mismas. En tercer lugar, las distintas partes de la definición de una experiencia pueden ser fácilmente reutilizadas en otras, lo que puede ser la base para el desarrollo de un editor que permita que los propios educadores lleven a cabo el diseño del juego ensamblando distintas partes previamente producidas. Un motor de recomendación podría facilitar esta tarea proponiendo distintas configuraciones en función de la definición del alumno, la emergencia y el objetivo de aprendizaje.

**Agradecimientos.** Este trabajo es parte del proyecto URThey (TIN2009-09687), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación. España.

#### Referencias

[1] Aldrich, C., *Learning by Doing: A comprehensive Guide to Simulations, Computer Games, and Pedagogy in e-Learning and Other*

- Educational Experiences, John Wiley & Sons San Francisco: Pfeiffer, 2005.
- [2] Bloom, B. S., Taxonomy of educational objectives. Handbook I: Cognitive domain. Handbook II: Affective domain. New York: David McKay, 1956.
- [3] Chen, S., Michael, D., Games for Physical and Mental Health. In: Serious Games: Games That Educate, Train, and Inform. Boston, MA: Thomson Course Technology; 2005. Available at: [http://www.gamasutra.com/features/20051031/chen\\_01.shtml](http://www.gamasutra.com/features/20051031/chen_01.shtml). [Consultado: Marzo 20, 2010].
- [4] Díaz, P., Aedo, I., Torra, N., Miranda, P., Martín, M., Meeting the Needs of Teachers and Students within the CESAR Training System, British Journal of Educational Technology, v29 n1, p35-4, January 5, 1998.
- [5] Druckman, D., The educational effectiveness of interactive games. Simulation and gaming across disciplines and cultures: ISAGA at a watershed, Thousand Oaks: Sage, S., 178–187, 1995.
- [6] Furtado, A. W. B., SharpLudus: Improving Game Development Experience through Software Factories and Domain-Specific Languages, MSc thesis, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil, April 20, 2006.
- [7] Macedonia, M., Games soldiers play, IEEE Spectrum. Volume: 39, Issue: 3, 32-37, July 08, 2002.
- [8] Maloney, J., Burd L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B., and Resnick, M., Scratch: A Sneak Preview, Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing, Kyoto, Japan, 104-109, 2004.
- [9] Moreno-Ger, P., Burgos, D., Sierra, J.L., Fernández-Manjón, B., Educational Game Design for Online Education. Computers in Human Behavior 24, 2530–2540, 2008.
- [10] Remission Available at: <http://www.remission.net/>. [Consultado: Abril 08, 2010].
- [11] Stop Disaster! Available at: <http://www.stopdisastersgame.org/>. [Consultado: Abril 10, 2010].

## I.9. A game model for supporting children learning about emergency situations.

### I.9.1 Cita Completa

Telmo Zarronandía, Mario Rafael Ruiz Vargas, Paloma Díaz and Ignacio Aedo, 2010, “A game model for supporting children learning about emergency situations”. The 7th International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, ISCRAM 2010. Seattle, USA. Available at

[http://www.iscram.org/ISCRAM2010/Papers/247-Zarraonandia\\_etal.pdf](http://www.iscram.org/ISCRAM2010/Papers/247-Zarraonandia_etal.pdf)

### I.9.2 Abstract

Despite the undeniable value of computer games as educational resources for teaching children, its actual application in educational processes is hampered due the complexity of their design and the high cost of developing them. In order to foster their adoption for emergency training, we propose a model for describing the different elements of an educational game for this domain. The model might serve to support the game designing process as well as a communication tool between educators and game designers. This way, the educator can specify the requirements of the educational experience he aims to construct, and based on that information the game designer can propose a set of possible configurations of the game elements that can help to attain the specified objectives.

**Keywords:** Games, models, emergency, education, training

## INTRODUCTION

Population preparation for emergencies is essential and children constitute a vulnerable group that should be considered in a special way during that preparation process (WHO, 1999). Computer serious games have proved to be a valuable educational resource in different areas from medicine to military

training, including emergency response (Freitas, 2006). Furthermore, the ability of the games to motivate active participation (Arango, Aziz, Esche, and Chassapis, 2008), together with other features such as their intrinsic and prompt feedback, or the proposal of challenging by achievable goals, makes them especially suitable for training children. Following this idea, many Websites of government agencies (FEMA, 2009, Italian Civil Protection, 2009; US Fire 2009) provide educational games which address the special requirements of this group and help to prepare children to react to different types and levels of emergency.

However, the design and development of educational games is a complex task. Due to the exponential growth in the development complexity of the games over the last few decades, the need for design methodologies to improve productivity has been highlighted (Henderson, 2006; Fullerton, Swain, and Hoffman, 2004). Following this idea, different domain-specific languages and authoring-tools have been proposed during the last few years, especially in the area of educational games (Moreno-Ger, Sancho Thomas, Martínez-Ortiz, Sierra1, and Fernández-Manjón, 2007; Maloney, Burd, Kafai, Rusk, Silverman, and Resnick, 2004; Furtado, 2006).

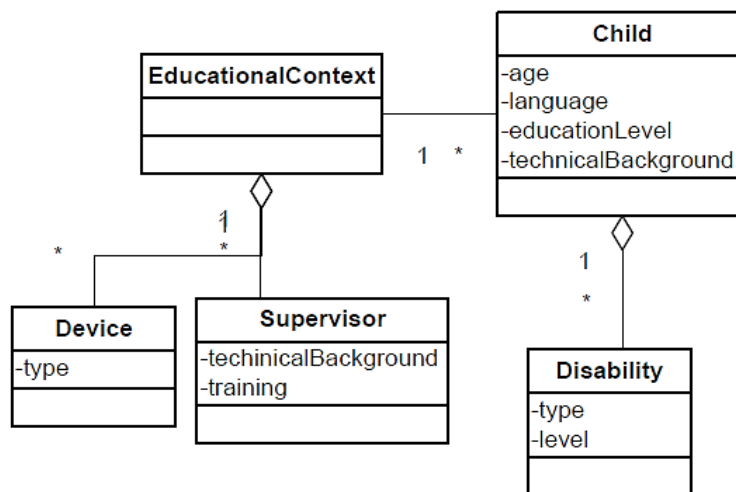
Nevertheless, methods and tools that take into account the special requirements of the emergency training for children are still needed in order to take advantage of the benefits of the application of games in this domain.

The aim of this work is to help educators in the process of designing computer game based educational experiences for teaching children about emergency risks. As a first step of the project we propose a model for describing the different elements of the game to be used in that experience. As the type of game characteristics will be different depending on the learner and emergency risk features at hand and on the educational objective of the experience, the proposed model includes the necessary elements to provide all this information.

The model could serve to support the game designing process as well as a communication tool between educators and game designers. This way, the educator can specify the requirements of the educational experience he aims to achieve, and the game designer will propose a set of possible configurations of the game elements that would help to attain the educational objectives. In the next section we provide a detailed explanation of the proposed model. For clarification purposed a case of use will be described. The paper ends with some conclusions and future work lines.

## THE EDUCATIONAL EXPERIENCE MODEL

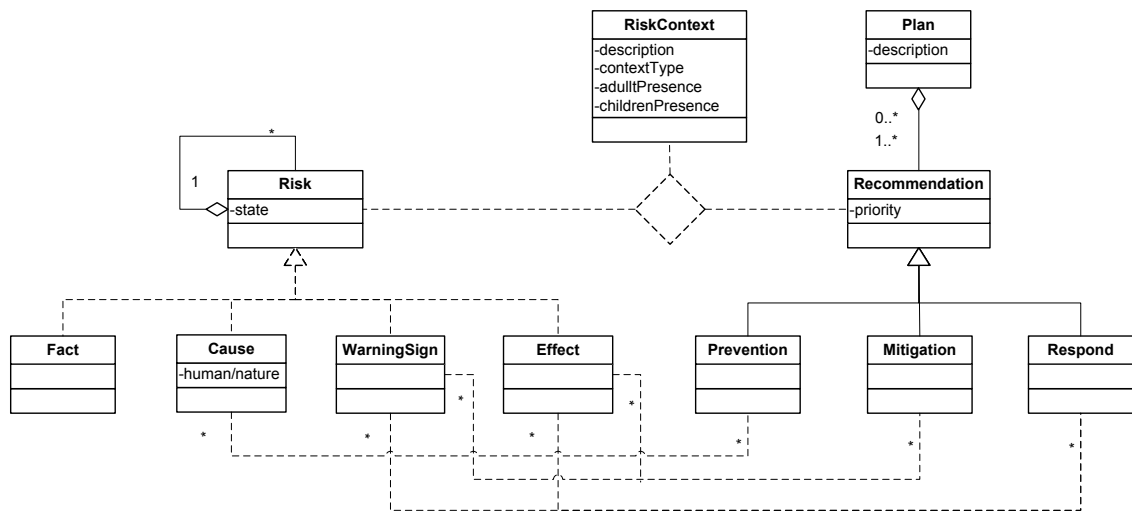
In order to construct a satisfactory educational experience it is important to take into account the particular characteristics of its participants. Figure 1 depicts the elements of the model proposed to support this requirement. As a first step the learner profile has to collect information about his/her age, educational and technical background and possible disabilities among other factors that might help to shape the educational experience to the child needs and expectations. As an adequate educational experience may significantly change depending on the presence or not of adults and the characteristics of the available devices, this information will be specified to describe the actual educational context. This context may correspond to a wide range of different learning situations like learning at home on his/her own or accompanied by family members, learning at school supported by specialists with different technology backgrounds, learning using computers with Internet connection, or whether with advanced interface interaction or just simply keyboards.



**Figure 1. Learner Profile Model**

The second step will be the specification of the characteristics of the emergency situation in which the learner will be trained. Figure 2 shows the model proposed to support this task. The educator will describe the different facts, effects and consequences of an emergency risk the learner should master, as well as the warning signs or possible causes he/she should learn to identify. Furthermore, the educator may want the child to learn the recommendations about how to react when a warning sign of a risk is spotted, or how to mitigate the effects of a risk or prevent it. These recommendations may be part of an

emergency plan and they may be different depending on the context of the risk. For instance, the recommended procedure that the child must follow in case of fire will be different depending on whether he/she is at home, at school, or in the presence of an adult or other child. It is also important to note that a risk may be composed of a set of other different risks. This help to make the point that in the case of an earthquake, for instance, the risks of fire or flooding are also closely related.



**Figure 2. Emergency Context Model**

Having specified the subject of the training, it is also necessary to define the learning objectives that the children should attain. This definition will be provided using the widely used Bloom's taxonomy of measurable verbs (Bloom, 1965). This way, educator may want the learner to apply recommendations in a domestic fire emergency, to recognize the fire warning signs, to categorize objects that may help to mitigate it, etc. Considering the learner profile, risk features and learning objectives, the educational experience will be modeled. As shown in Figure 3, the modeling will include both the definition of a number of learning activities and the type and characteristics of their participants. With regard to the last ones, two different types of participants will be considered: learners and instructors. The latter group actively will participate during the game as another player, or will just support players providing assistance, solving questions or evaluating their actions. The definition of the number and type of participants of the experience will be produced taking the learner profile, the supervisors profiles defined in the educational context and the risk context into account.

Each of the learning activities of the educational experience corresponds to a different educational game. The proposed model for these activities has been produced according to the model proposed in CESAR (Diaz, Aedo, Torra, Miranda, Martin, 1998). The CESAR training system exercises were divided into information objects and strategies. The formers were composite entities that embodied different representations while the latter described the logic of resolution that must be applied in the exercise. The logic was specified at three different levels: presentation process, interaction process and checking process. This way different strategies of learning can be applied with the same object. Following that approach, each learning activity is composed by four elements: interactions, activity-roles, entities, and scenes. Interaction elements describe the different types of interactions implemented in the educational experience, such as mouse interactions (“drag and drop” or “click”), keyboards interactions, joystick, touch screens or Wiimote. All the interactions must be supported by at least one of the devices included in the educational context (see Figure 1). The activity-roles in turn, describe the different roles that the participants may play during the game. For instance, a participant may be a fireman, policeman, delegate student or teacher during a game. The entity elements correspond to the information objects that describe representation of individuals or objects that the participants can interact with during the game. Entities may adopt different status during the game execution and a different set of scripting, audio, image and video resources would be used for each of them. For instance, it may necessary to include an entity “door” and the graphical resources to represent the “door open” and “door closed” status will be different. Finally, the game will be composed of a set of scenes in which participants will play activity-roles interacting with a group of entities to achieve a particular learning objective. A scene may represent a particular emergency situation, but can also adopt any other form that serves to attain the proposed learning objective.

The strategy rules define the elements of the learning activity presented in a particular scene and establish the relations between them. There are five different types of strategy rules: Presentation, Interaction, Check, Sequence and Synchronization. The first ones define the composition of the scene defining the initial location of the entities on the screen. The second ones define the valid interactions within activity roles and entities and the changes introduced in the scene as a consequence of them. The third ones serve to evaluate both the attainment of learning objectives and the completion of the scene. Finally, last two govern the transition between different scenes and define some synchronism required in multiplayer activities, respectively.



## CASE OF USE

In this section we explain the use of the model through a case of use. Let's say an educator wants to create an educational experience to train 5 years old children in primary school about how to react in case of an earthquake at home. As an effect of the earthquake objects in the room may fall and in order to mitigate the damage, children have to identify dangerous objects and stay away from them. The child does not suffer any disability and it is expected that the game will be played on a computer in the school, in the presence of teachers who are familiar with technology. The computer will have common input devices such as mouse and keyboard.

With these requirements in mind, the educational experience proposed considers two different participants: a learner and a non-player instructor who will be in charge of providing assistance both in technical issues as in solving the game. During the unique learning activity of the experience the learner will play the role of a child at home who has to identify dangerous objects during an earthquake (Figure4). Due to the age of the learner the game should be kept simple, and therefore a single interaction will be used to complete the game: clicking the mouse.

The activity will be composed of a set of scenes each of which will represent a room of a house. The designer will define two groups of entities. One group will represent the different objects in the rooms and will have two possible status: "non selected" and "selected". The other group will be used to represent the background of the scene and will have only one status.

The strategy implemented for each scene will be very similar. The presentation rules select the group of entities presented in the scene and its position in the screen. The interaction rules will define that each time the learner clicks on an entity, its status will change from "non-selected" to "selected". The check rules in turn will define that when the status of all the entities that represent dangerous objects in that scene have been changed to selected, the scene will be completed. The sequence rules will be activated at that moment and the next scene of the game to be played will be selected.

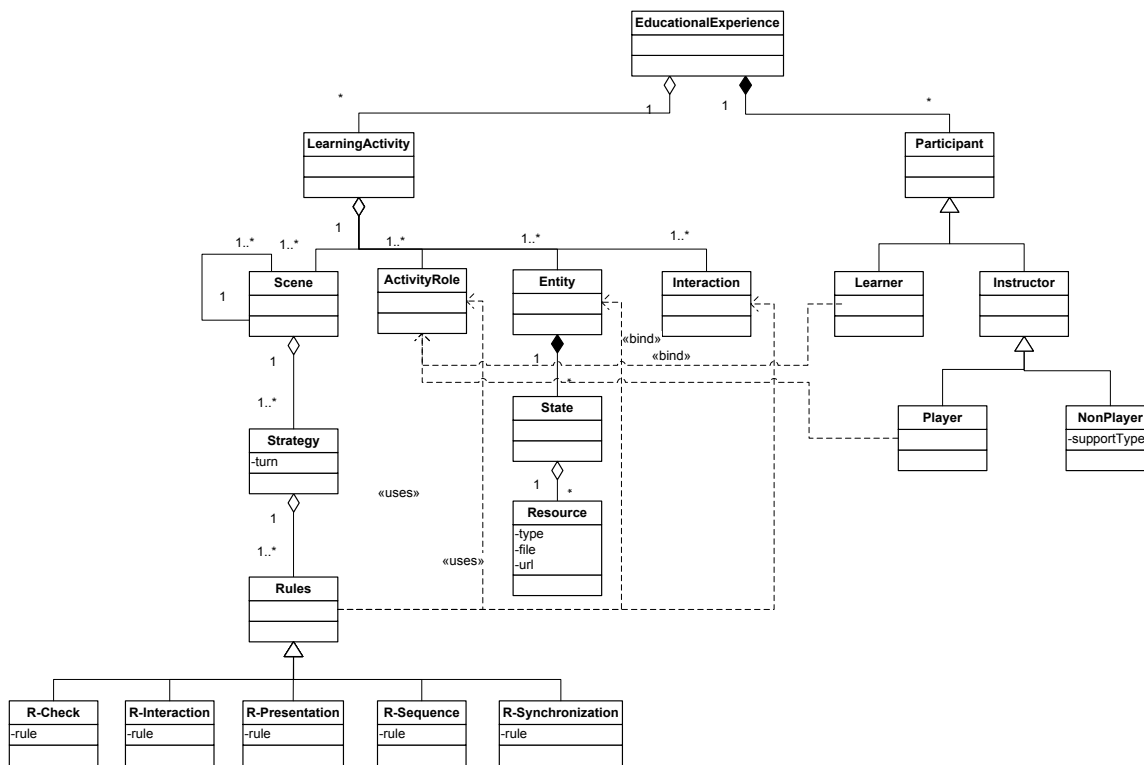


Figure 3. Educative Experience Model



Figure 4. Screenshot of a game for helping kids identify risks associated earthquake.  
Original image of 3D Artist Rachel Nador from <http://www.rachelnador.com/>

The different parts of the model can be easily reused to adapt the experience to different requirements or introduce variations. For instance, mouse interaction can be changed when a touch screen is available. Changing the resources and entities the game can be easily adapted to train children in other emergencies such as identifying causes of a forest fire. Furthermore, by changing some of the strategy rules, the game can serve to train them to identify the safest place in the room when a hurricane strikes.

## CONCLUSION

The model presented seeks to organize and formalize the necessary elements to create an educational experience that facilitates the training and learning of children about emergency situations. The model allows the definition of a learner profile, the description of the main features of emergency risk and provides a set of elements to define a game experience that takes into account those requirements.

Currently editor tools to facilitate educators describing the educational experience requirements using the model elements are being developed. Work is also being carried out to develop a game engine able to interpret the definition of the game proposed by an expert based on the definition provided by the educator.

## REFERENCES

- Arango, F., Aziz, E., Esche, S., and Chassapis, C. (2008) A Review of Applications of Computer Games in Education and Training, Proceedings FEC2008, Vol. 1, Saratoga, NY, T4A1-T4A6.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives. Handbook I: Cognitive domain. Handbook II: Affective domain. New York: David McKay.
- Diaz, P., Aedo, I., Torra, N., Miranda, P., Martin, M. (1998) Meeting the Needs of Teachers and Students within the CESAR Training System, *British Journal of Educational Technology*, v29 n1 p35-45 Jan 1998.
- Federal Emergency Management Agency (2009) [Online] Available: <http://www.fema.gov/kids/>, [Accessed: Dec. 3, 2009].

Freitas, S. (2006) Learning in immersive worlds: a review of game based learning, Prepared for the JISC e-Learning Program: [http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport\\_v3.pdf](http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf) [Accessed: Dec. 3, 2009].

Fullerton, T., Swain, C., and Hoffman, S. (2004) Game Design Workshop: Designing, Prototyping, and Playtesting Games, CMP Books.

Furtado, A. W. B. (2006) Sharpludus: improving game development experience through software factories and domain-specific languages, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Mestrado em Ciência da Computação centro de Informática (CIN).

Henderson, J. (2006) The paper chase: Saving money via paper prototyping. Gamasutra, <http://www.gamasutra.com/features/20060508/henderson01.shtml>. [Accessed: Dec. 3, 2009].

Italian Civil Protection [Online] Available: <http://www.protezionecivile.it/sitobambini/home.html>, [Accessed: Dec. 3, 2009].

Maloney, J., Burd, L., Kafai, Y., Rusk, N., Silverman, B., and Resnick, M. (2004) Scratch: A Sneak Preview, Second International Conference on Creating, Connecting, and Collaborating through Computing, Kyoto, Japan, 104-109.

Moreno-Ger, P. Sancho Thomas, P. Martínez-Ortiz, I. Sierra, J.L., and Fernández-Manjón, B. (2007) Adaptive units of learning and educational videogames. Journal of Interactive Media in Education.

U.S. Fire Administration for Kids 2009 [Online] Available: <http://www.usfa.dhs.gov/kids/flash.shtm>, [Accessed: Dec. 4, 2009].

World Health Organization WHO (1999) Community emergency preparedness: a manual for managers and policy-makers, Geneva. <http://whqlibdoc.who.int/publications/9241545194.pdf> [Accessed: Dec. 3, 2009].

## Anexo II. Plataformas de desarrollo de videojuegos.

Entre los objetivos del proyecto urThey se contaba con el diseño y desarrollo de una serie de videojuegos educativos, que dieran soporte al entrenamiento de niños para que fueran capaces de identificar y actuar correctamente ante una situación de peligro o de emergencia. Una vez completada la fase de diseño de los juegos, en la que el modelo propuesto sirvió como guía y de forma previa al proceso de implementación de los mismos, fue necesario realizar un estudio que permitiese identificar de entre todas las tecnologías y motores de juego existentes en el mercado, aquella que mejor se ajustase a las necesidades y requisitos de los diseños realizados. En esta sección se describen los distintos criterios que guiaron dicha selección y los resultados de las comparativas realizadas entre las distintas plataformas y motores existentes en el momento del desarrollo del juego.

### II.1. Criterios de selección

Según (Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006) (Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)(Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)[Hayot & Wesp, 2009; Narayanasamy et al., 2006][Hayot & Wesp, 2009; Narayanasamy et al., 2006][Hayot & Wesp, 2009; Narayanasamy et al., 2006][Hayot & Wesp, 2009; Narayanasamy et al., 2006](Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)(Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)(Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)(Narayanasamy et al. 2006; Hayot & Wesp 2009)(Hayot, E., & Wesp, E., 2009; Narayanasamy, V., Wong, K. W., Fung, C. C., & Rai, S., 2006)en la selección del entorno de desarrollo de un videojuego se debe tener en cuenta al menos cuatro características de la plataforma: el tipo de arquitectura que soporta, el rendimiento, la tecnología utilizada, la facilidad de mantenimiento y extensión del sistema, y las prestaciones que se permiten incluir en el juego implementado.

- **Arquitectura:** en este aspecto se incluye el diseño de la estructura final del sistema a implementar. La arquitectura requerida variará

dependiendo del tipo y número de jugadores esperados, los objetivos del juego, y en general su dinámica.

- *Número de jugadores:* además de distinguir entre juegos mono y multijugador, es necesario considerar que entre estos se puede necesitar configurar equipos que compitan o colaboran entre sí.
  - *Género:* entre los más habituales destacan los de acción, aventuras, carreras, estrategia, rol, simulación, lucha, puzzles, musicales, deportes, plataformas o los juegos masivos multijugador online.
- **Rendimiento:** dependiendo de la dinámica y desarrollo del juego los requisitos del sistema podrán ser distintos. Dentro de este aspecto es necesario considerar al menos:
    - *El ritmo del juego:* algunos juegos se desarrollan en tiempo real, lo que suele hacer necesario una mayor cantidad de recursos que permitan soportar la interacción simultánea de todos los jugadores, mientras que en otros juegos la acción transcurre por turnos entre jugadores.
    - *Competición:* será necesario tener en cuenta si los jugadores compiten entre sí o contra el ordenador, cuál es el número de competidores y cómo se manejará el estado y progreso de cada uno de ellos a lo largo de una partida.
  - **Tecnología:** dentro de este aspecto se engloban todos los instrumentos y métodos empleados tanto para el desarrollo del juego, como para su distribución entre jugadores y su ejecución.
    - *Plataforma:* se refiere al Sistema Operativo donde el juego será ejecutado, como por ejemplo, *Android, MacOS, iOS, Windows, Windows Phone* u otros.
    - *Dispositivo:* hace referencia al dispositivo físico utilizado para jugar al videojuego. Los más habituales son los ordenadores (*PC*), consolas como *Wii, PlayStation* o *Xbox*, o dispositivos móviles como *Smartphones, Tablets*.
    - *Tipo de lenguaje:* hace referencia al lenguaje utilizado para desarrollar la funcionalidad del juego. Ejemplos: *ActionScript, C#, HTML5, Java, PHP*, etc.

- **Operatividad:** en este aspecto se incluye tanto las características del entorno relacionadas con la dinámica y comunicación entre las diferentes partes y los recursos que componen el videojuego, como las posibilidades de ampliación, extensión y el soporte disponible.
  - *Costes de licencia:* existen distintos tipos de licencia entre las que se incluyen las totalmente libres, de pago o aquellas que ofrecen algunas funciones básicas gratuitas y otras de pago.
  - *Herramientas de socialización, comunicación síncrona:* como por ejemplo chats de texto y de voz, o herramientas de comunicación asíncrona como correo electrónico, foros y blogs.
  - *Recursos y librerías adicionales:* librerías gráficas, audio, comunicación, acceso a datos, gestión de la carga, cache, nuevos dispositivos, etc.
  - *Extensibilidad:* en este aspecto se puede considerar entre otros la posibilidad de acceder al código fuente para incluir nuevas funcionalidades o permitir el uso del correspondiente API.
  - *Soporte:* asistencia disponible, costes de cobertura, documentación disponible y tamaño de la comunidad de desarrolladores.
  
- **Prestaciones:** servicios y valores agregados que la plataforma proporciona para mejorar la experiencia de juego del usuario.
  - *Perspectiva:* la mayoría de las plataformas suele proporcionar una única perspectiva de juego, aunque algunas permiten visualizar la acción tanto desde varias posiciones de cámara.
  - *Player:* facilidad de ejecutar y visualizar el juego, necesidad o no de instalación de software adicional.
  - *Monitorización:* conjunto de reglas que regulan, cómo los objetos interactúan en el juego, haciendo uso de los cambios de estado o por el contrario con actividades libres de exploración.

## II.2. Tipos de plataformas

Existen en el mercado distintos tipos de plataformas, *frameworks* y tecnologías que pueden ser utilizadas como soporte para el desarrollo y ejecución de un videojuego. De entre ellas quizá la opción más habitual a la hora de enfrentarse al desarrollo de un software de este tipo sea la de utilizar un Motor de Juego 3D, que permita generar un ejecutable para el dispositivo que se desea utilice el usuario para jugar. En el caso concreto de que el juego vaya a ser

accedido a través de un navegador web, también se puede considerar la opción de utilizar un Motor de Entorno Web 3D, que trate y provea soluciones específicas para el desarrollo de entornos virtuales ejecutados sobre este tipo de aplicación. Una tercera alternativa podría ser la de optar por usar un Mundo Virtual, ya que ofrecen la ventaja de proveer un entorno 3D al que un gran número de usuarios puede conectarse y explorar mediante sus avatares de forma simultánea, a la vez que interactúan y se comunican entre sí. Dado que los Motores de Juego 3D, Entornos Web 3D y Mundos Virtuales ofrecen posibilidades muy distintas entre sí, el estudio de las posibles alternativas de implementación del videojuego se realizó a través de 3 comparativas distintas. En total se compararon 12 plataformas de desarrollo distintos, cuatro de cada tipo:

- **Motores de juego en entornos 3D:**
  - *Irrlicht*
  - *Quake engine*
  - *Torque Engine*
  - *Unreal engine*
  
- **Entornos Web 3D:**
  - *Panda 3D*
  - *Push Button Engine*
  - *SmartFoxServer & OpenSpace*
  - *Theoworlds*
  
- **Mundos virtuales 3D:**
  - *Active Worlds*
  - *OpenSim*
  - *Open Wonder land*
  - *Second Life*

### II.3. Comparativa de motores de juego en entornos 3D

Las cuatro plataformas analizadas permitirían la creación de juegos educativos 3D con perspectiva de primera persona, lo que contribuiría a darle al juego un aspecto final similar al que los estudiantes suelen jugar en sus ratos



de ocio. De entre las opciones analizadas *Torque Engine* se encuentra desarrollado en C++ y provee acceso a su código fuente. Esto permitiría crear futuras extensiones y recursos adicionales, dado que además la plataforma mantiene compatibilidad con muchos estándares de la industria en cuanto a modelado de gráficos 3D. Junto con *Unreal Engine* es la plataforma mejor documentada, aunque esta última tiene a su favor que el uso de la licencia de su editor es gratuita cuando se emplea para investigación. *Unreal Engine* ofrece una gran cantidad de efectos y posibilidades de diseño para el juego, como geometría de maya, animaciones, dinámica de iluminación, texturas, sonidos, etc. Por su parte *Quake Engine*, se encuentra liberado bajo licencia *GPL*, e incluye renderizado 3D en tiempo real. En general, provee muy buenas características gráficas y una iluminación realista, además de una buena gestión de física, movimientos y colisiones 3D. Por último, *Irrlicht* es un motor de código abierto que no posee características gráficas avanzadas, pero cuenta a su favor con la gran cantidad de plataformas y dispositivos para desarrollo y despliegue; así como un sistema de script que permite implementar varias acciones rápidamente.

## II.4. Comparativa de entornos Web 3D

De entre las distintas opciones de entornos Web 3D destaca *SmartFoxServer*, que además de permitir la ejecución del juego desde un navegador web con complemento Flash instalado, posibilitaría a través de su integración con *Unity3D* la posibilidad de desarrollar versiones del juego para diferentes tipos de sistemas operativos, como *Linux*, *MacOS*, *Windows*, consolas *Nintendo*, *PlayStation* o *Xbox*, o *Smartphones* y tabletas compatibles con *Android*, *Windows Phone* o *IOS*, entre otros. Por su lado, *Panda3D* es un motor de juego de código abierto desarrollado inicialmente por Disney con el apoyo de la universidad *Carnegie Mellon* para el juego multijugador masivo online “*Toontown*”. *Panda 3D* ofrece las habituales facilidades para la gestión de gráficos, audio, E/S y detección de colisiones, y hace uso de multitud de librerías de terceros, como *FMOD*, *Nvidia Cg*, *DirectX*, and *MFC*. Por otra parte, *PushButton* es un motor de juegos flash de código abierto que ofrece un conjunto de librerías propias para la creación de juegos modulares, como librerías para el control de multijugadores, inteligencia artificial, manejo de *tiles*, mapas, cálculos físicos, etc. Finalmente *Theoworlds* puede integrarse con *SmartFoxServer* y entre sus principales características destaca la disponibilidad

de algoritmos de *fast path-finding*, disparadores de animaciones, detección de colisiones y comunicación entre jugadores a través de mensajes privados.

## II.5. Comparativa de Mundos Virtuales 3D

En el caso de los Mundos Virtuales, la opción más popular hasta ahora es sin duda *Second Life*. Esta plataforma ha sido ampliamente utilizada por distintas universidades, como por ejemplo MIT (Universidad de *Harvard*) o la Universidad de Edimburgo. Ofrece una solución robusta que garantiza la interacción simultánea de un gran número de usuarios. Por otro lado, *Active Worlds*, es uno de los primeros editores de mundos virtuales y cuenta con la ventaja de ofrecer acceso a una comunidad educativa (*AWEDU*) muy activa. Tanto *Second Life* como *Active Worlds* cuenta con el inconveniente de ser sistemas propietarios, por lo que sería forzoso afrontar los costes necesarios para el alquiler o compra de terrenos necesario para desarrollar el entorno del juego, o para la implementación de sistemas de intercambio de archivos, por ejemplo. *OpenSim* al ser una plataforma de código abierto, no presenta este problema y se puede instalar en servidores propios. Ofrece además, una alta compatibilidad con *Second Life* e implementa protocolos de comunicación con otras plataformas. Aunque resulta una opción prometedora, está todavía en fase de desarrollo y puede resultar inestable si aumenta el número de usuarios simultáneos. Por último el proyecto *Wonderland*, también de código abierto, provee un conjunto de herramientas para la creación de mundos virtuales colaborativos desarrollados en java y cuenta a su favor con la disponibilidad de un grupo de recursos adicionales creados por distintos desarrolladores que pueden ser importados al mundo desarrollado para dar soporte a la comunicación y al acceso e intercambio de información entre jugadores.

| Criterio Motor       | Arquitectura   |                 | Rendimiento        |                                     | Tecnología                        |  | Operatividad                     |                           |  |  |   | Prestaciones   |             |   |   |
|----------------------|--|-----------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------|--|--|---|--|-------------|---|---|
|                      | 1  | 2               | 3                  | 4                                   | 5                                 | 6  | 7                                | 8                         | 9  | 10                                     | 11  | 12   | 13          | 14  | 15                                      |
| <b>Torque Engine</b> | ★★★★★<br>Singleplayer<br>multiplayer,<br>singleteam,<br>multiteam  | ★★★★★<br>Mmorpg |                    | ★★★★★<br>Competitive<br>Cooperative | ★★★★<br>Windows                   | ★★★★★<br>PC, Wii,<br>Xbox 360                | ★★★★<br>C++                      | ★★<br>Cost for<br>engine  |  | ★★★★★<br>Free<br>external<br>libraries | ★★★★★<br>C++,<br>Torque<br>Script                                       | ★★★★★<br>Document,<br>examples,<br>foros, blog,<br>email |             |   |   |
| <b>Unreal engine</b> | ★★★★<br>Singleplayer<br>multiplayer                                | ★★★★★<br>Mmorpg |                    | ★★★★<br>Competitive<br>Cooperative  | ★★★★<br>Window,<br>Linux,<br>Mac  | ★★★★★<br>PC,<br>PlayStation<br>3, Xbox 360   | ★★★★<br>C++,<br>unreal<br>script | ★★★<br>Cost for<br>engine | ★★★★<br>Synchronous<br>(text chat,<br>voice) | ★★★<br>Free<br>external<br>libraries   | ★★★★<br>C++,<br>unreal<br>script  | ★★★★★<br>Document,<br>foros, blog                        |             | ★★<br>Installing<br>proprietary<br>r software | ★★★★★<br>State<br>changes<br>or actions |
| <b>Quake engine</b>  | ★★★★★<br>Singleplayer,<br>multiplayer,<br>singleteam,<br>multiteam | ★★★★★<br>Mmorpg | ★★★★★<br>Real time | ★★★★<br>Competitive                 | ★★★★★<br>Window,<br>Linux,<br>Mac | ★★★★<br>PC, Xbox<br>360                      | ★★★★<br>C++,<br>ASM              | ★★★★★<br>free             |  | ★★<br>Free<br>external<br>libraries    | ★★★★★<br>Quake C  | ★★★<br>Document,<br>foros,<br>email                      | ★★★★★<br>3D |   |   |
| <b>Irrlicht</b>      | ★★★★<br>Singleplayer<br>multiplayer                                | ★★★★★<br>Mmorpg |                    | ★★★★★<br>Competitive<br>Cooperative | ★★★★<br>Window,<br>Linux,<br>Mac  | ★★★★★<br>PC, Xbox,<br>PlayStation,<br>iPhone | ★★★★<br>C++, C                   | ★★★★★<br>free             |  | ★★★★<br>Free<br>external<br>libraries  | ★★★★★<br>C#, .net#,<br>Java, Perl,<br>Ruby,<br>Basic,<br>Python,<br>Lua | ★★★★★<br>Document,<br>foros,<br>email                    |             |   |   |

Tabla 23: Comparativa de motores de juegos 3D

| Criterio / Motor            | Arquitectura                        |                                   | Rendimiento        |                                  | Tecnología                                 |                               |                                   | Operatividad                  |  |                                  |   | Prestaciones                                     |  |                                    |                                  |
|-----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|---|--|--|------------------------------------|----------------------------------|
|                             | 1                                   | 2                                 | 3                  | 4                                | 5  | 6                             | 7                                 | 8                             | 9  | 10                               | 11  | 12   | 13                                     | 14                                 | 15                               |
| Smartfox Server & OpenSpace | ★★★★★<br>Singleplayer; multiplayer; | ★★★★★<br>Mmo Game, Community, RPG | ★★★★★<br>Real time | ★★★★★<br>Competitive Cooperative | ★★★★★<br>Windows, Linux, Mac, iOS, Android | ★★★★★<br>Mac, PC, iPhone, Wii | ★★★★★<br>Action Script, php, java | ★★★★★<br>Cost from 101 user   | ★★★★<br>Asynchronous (email, forum, blog); Synchronous (text chat) | ★★★★★<br>Free external libraries | ★★★★★<br>Flash, Flex, Air, Java, Android, Net, Unity3D, Silverlight | ★★★★★<br>Documents, examples, foros, blog, email | ★★★★★<br>2.5D isometric                | ★★★★★<br>Browser with plugin flash | ★★★★★<br>State changes or action |
|                             |                                     | ★★★★★<br>Mmo Game, Community, RPG |                    | ★★★★★<br>Mmo Gme, Community, RPG | ★★★★★<br>Competitive Cooperative           | ★★★★★<br>Windows, Linux, Mac  | ★★★★★<br>PC                       | ★★★★★<br>Action Script        |  | ★★★★★<br>Free Cost for engine    | ★★★★★<br>Free external libraries                                    | ★★★★★<br>Python                                  | ★★★★★<br>Documents, foros, blog, email |                                    |                                  |
| Panda3d                     | ★★★★★<br>singleteam, multiteam      | ★★★★★<br>Mmo Gme                  | ★★★★★<br>Real time | ★★★★★<br>Competitive             | ★★★★★<br>Windows, Linux, Mac               | ★★★★★<br>PC                   | ★★★★★<br>C++                      | ★★★★★<br>Free                 | ★★★★<br>Asynchronous (email, forum, blog); Synchronous (text chat) | ★★★★★<br>Free external libraries | ★★★★★<br>Python   | ★★★★★<br>Documents, foros, blog, email           | ★★★★★<br>2D                            | ★★★★★<br>Browser with plugin flash | ★★★★★<br>State changes or action |
| PushButton Engine           | ★★★★★<br>Singleplayer multiplayer   | ★★★★★<br>Mmo Gme, Community, RPG  |                    | ★★★★★<br>Competitive Cooperative | ★★★★★<br>Windows, Linux, Mac               | ★★★★★<br>PC                   | ★★★★★<br>Action Script            | ★★★★★<br>Free Cost for engine |  | ★★★★★<br>Free external libraries | ★★★★★<br>Python   | ★★★★★<br>Documents, foros, blog, email           |  |                                    |                                  |
| Theoworlds                  | ★★★★★<br>Singleplayer multiplayer   | ★★★★★<br>Mmo Gme, Community, RPG  |                    | ★★★★★<br>Competitive Cooperative | ★★★★★<br>Windows                           |                               | ★★★★★<br>Action Script            | ★★★★★<br>Free Cost for engine |  | ★★★★★<br>Free external libraries | ★★★★★<br>Action Script  | ★★★★★<br>Documents, foros, blog, email           |  |                                    |                                  |

Tabla 24: Comparativa de motores de juegos en entornos web 3D.

| Criterio        | Arquitectura  |                        | Rendimiento      |                    | Tecnología                 |                  |  | Operatividad           |   |   |                                  |  | Prestaciones    |                                   |                                 |
|-----------------|---|------------------------|------------------|--------------------|----------------------------|------------------|--|------------------------|---|---|----------------------------------|--|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------|
|                 | 1   | 2                      | 3                | 4                  | 5                          | 6                | 7  | 8                      | 9   | 10  | 11                               | 12   | 13              | 14                                | 15                              |
| Second Life     |   | ***<br>Mmo exploration |                  | **<br>Cooperative  | ***<br>Mac, Windows, Linux |                  | **<br>Linden Scripting Language                                      | **<br>Cost for player  | ***<br>Asynchronous (forum, blog, email);<br>***<br>Asynchronous (text chat, voice and video) | ***<br>Payment or free external libraries | ***<br>Linden Scripting Language | ***<br>Documents, examples, foros, blog, email, VoIP |                 |                                   |                                 |
| OpenSim         | *****<br>Singleplayer multiplayer, single team, multiteam | ***<br>Mmo exploration | ***<br>Real time | **<br>Cooperative  | ***<br>Mac, Windows, Linux | **<br>PC Browser | ***<br>Linden Scripting Language<br>***<br>Linden Scripting Language | ***<br>Free            | ***<br>Asynchronous (text chat, voice and video)  | ***<br>Payment or free external libraries | ***<br>C#, C++                   | ***<br>Documents, foros, blog                        | ***<br>3D       | **<br>Installing the plugin owner | ***<br>Actions free exploration |
| Active Worlds   |   | ***<br>Mmoprg          |                  | ***<br>Cooperative | **<br>Windows              |                  | ***<br>C/C++, Visual Basic   | ***<br>Cost for player | **<br>Synchronous (text chat)   | ***<br>Payment or free external libraries | ***<br>C/C++                     | ***<br>Documents, foros, blog, email                 |                 |                                   |                                 |
| Open Wonderland |   | ***<br>Mmoprg          |                  | ***<br>Cooperative | ***<br>Mac, Windows, Linux | **<br>PC - JRE   | **<br>Java, Linden Scripting Language                                | ***<br>Free            | ***<br>Asynchronous (email, forum), synchronous (text chat and voice)                         | **<br>Free external libraries             | ***<br>Java                      | ***<br>Documents, foros, email                       | ***<br>3D (low) | **<br>Installing VM               |                                 |

Tabla 25: Comparativa de motores de juegos de Mundos virtuales.

Cada Criterio se evaluará con 5 diferentes niveles de satisfacción.

★★★★★ = Completamente

★★★★ = Mayormente

★★★ = Parcialmente

★★ = Mínimo

★ = No, en absoluto

## II.6. Conclusiones de la evaluación de las plataformas

Una vez analizadas las distintas plataformas se optó por descartar en primer lugar las cuatro tipos de mundos virtuales seleccionados. Por una parte, teniendo en cuenta que la edad esperada de los jugadores era de 12 años, la instalación del juego en una zona pública de los mundos de *Second Life* o *Active Worlds* no hubiese resultado adecuado, mientras que el alquiler o compra de áreas privadas en estos entornos resultaba demasiado elevado. Si bien *OpenSim* y *OpenWonderland* hubiesen permitido eliminar este último inconveniente el acabado final de estos entornos no resultaba igual de atractivo. A pesar de su potencial en el momento de realizar del estudio no se consideraron suficientemente maduras como para ofrecer las garantías de soportar todas las funcionalidades asociadas a un juego multijugador on-line.

De entre las ocho plataformas restantes, finalmente se optó por escoger la combinación de *SmartFoxServer* con *OpenSpace*. Si bien los motores de juego analizados ofrecían mayor potencia gráfica, número de servicios y en general, un mayor número de posibilidades donde escoger a la hora de implementar el juego, los costes de licencia en el momento del desarrollo resultaban una vez más demasiado elevados. Por su parte, el servidor *SmartFoxServer* resultaba gratuito para un número de usuarios simultáneos menores a 100. Un número suficientemente elevado como para permitir que todos los alumnos de una clase del tamaño habitual de un curso de primaria, pudiesen participar juntos en una experiencia de aprendizaje basadas en videojuego. Además, la instalación se puede realizar en un servidor privado lo que permitía implementar las políticas de seguridad necesarias para el perfil de jugador esperado. Por último, se trata de una plataforma que ha sido utilizada como soporte al desarrollo de un gran número de juegos, muchos de ellos dirigidos al público infantil. Esto podía contribuir a que el entorno del juego pudiese resultar familiar a los niños y de

ese modo facilitar su uso e identificación con el mismo. Entre los juegos implementados en esta plataforma cabe destacar:

The Settlers, Petpet Park, Club Penguin, Atlantis, Football Village, NFL Adrenalyn XL, Jumpstart, Eredan, Mingoville, Depict, Monster Ball, World of ActionJetz, iTable Soccer Online, Wiglington and Wenks, Omega Empire, ToonsTunes, Fantasy Online, Winxclub, Burraco 3D, GameFutebol, AdventureQuest Worlds, 2010 Mustang, Bottle Bugz, Gilfor's Tales, Kid Command, Hero Mages, Garden Party, Grounds, All Girl Arcade, More 4 Pub Quiz, Dinowauers, Driving Kids, Domino Champ, Battle Tank, EcoBuddies, WoogiWorld, Tootsville, Smoodoos, Solar Chiefs, Bin Weevils, YoVille, WeeWorld, Duel, All Star Buddies, Build-A-Bearville, UFHO, Battle Farm, My Tiny Planets, Chamber Of Chat, Arthic Online, Buddy Isles, Ranger Club, Socio Town, Best Casino, Planet Cazmo, Music Is Your Weapon, GalaXseeds, GameSheep Portal, ZWoK!, Death Valley Racer, Gogofrog 3D, Falcon Beach Virtual Cottage Community.

