

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**



TESIS DOCTORAL

**METODOLOGÍA DE DESARROLLO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS
BASADA EN NOTACIONES GRÁFICAS**

Presentada por Rafael Ángel Prieto de Lope
Dirigida por Nuria Medina Medina

2018

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autor: Rafael Ángel Prieto de Lope
ISBN: 978-84-9163-908-4
URI: <http://hdl.handle.net/10481/52309>

La memoria titulada Metodología de desarrollo para videojuegos educativos basada en notaciones gráficas, que presenta el doctorando D. Rafael Ángel Prieto de Lope para optar al título de Doctor en Informática, ha sido realizada en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, dentro del Programa de Doctorado de Tecnologías de la Información y la Comunicación, y bajo la dirección de la Doctora Dña. Nuria Medina Medina.

Granada, 2018

El doctorando

La directora

D. Rafael Ángel Prieto de Lope

Dña. Nuria Medina Medina

Agradecimientos

Quiero agradecer, en primer lugar, a la persona que más me ha apoyado en estos tres años y pico, mi compañera, mi amiga, mi pareja, mi vida. Sin ella jamás hubiese terminado esta dura empresa, gracias Dulce Nombre de María; y digo dura no solo por el trabajo que conlleva, sino porque en los tiempos que corren una tesis doctoral se hace prácticamente por amor al arte, lejos queda ya épocas pasadas donde te permitían no preocuparte tanto por tu futuro económico, y sí por la investigación, la ideas y el progreso.

Por supuesto, dar las gracias a mi directora de tesis, aunque ha habido momentos duros y no siempre la relación ha sido armoniosa, sin duda todo ha sido por mi bien y porque este proyecto llegase a buen puerto, como así espero. Ha estado siempre disponible y se ha implicado al máximo en cada artículo elaborado y en cada una de las contribuciones de esta tesis doctoral.

Evidentemente, es imprescindible agradecer a todos los miembros del equipo de investigación del proyecto TIC11-7486 (cuya investigadora principal es la directora de esta tesis) su gran implicación durante el desarrollo del videojuego educativo "Urano: Los Invasores del Tiempo", un esfuerzo que ha sido vital para la definición de la metodología propuesta en esta tesis doctoral; y en especial a Francisco Gutiérrez Vela, Patricia Paderewski y Natalia Padilla por aportar su dilatada experiencia en el campo de los videojuegos, y a Rafael López Arcos que sin ser miembro del proyecto ha participado tan activamente en la parte creativa del mismo. Asimismo, dar las gracias al equipo docente que forma parte del proyecto y que ha permitido trabajar desde un enfoque multidisciplinar. Agradecer también a Antonio Mora, Rosana, Marcelino o César por su tiempo y apoyo tanto en trabajos publicados, como en la evaluación de mi propuesta. No puedo olvidarme del grupo C1 de Sistema Concurrentes Distribuidos del curso 16/17 de Ingeniería Informática, que me ayudaron a evaluar parte de mi propuesta. También pusieron de su parte, algunos amigos/as que ocupan el rol de educadores y pedagogos en la sociedad sevillana, gracias a Natalia, Inma, Tere, Valentín y Luisa, y por supuesto, a mi prima Angie.

Qué decir de mi familia, mis padres, Paco y Marisol, que siempre me reciben con una sonrisa y algún plato suculento, siempre disponibles sin esperar nada a cambio. Mis hermanos, Javier y Jesús, que aunque estos tres años no he podido estar mucho tiempo con ellos sé que están ahí. Mis tíos, Manolo y Mercedes, sin duda unos segundos padres para mí; y mi prima, Angie, el fiel reflejo del optimismo y la alegría. También me acuerdo de los que no están entre nosotros, todos mis abuelos, Antonio, Mercedes, Rafael y Ángela, buenas personas, honradas y no exentas de una cultura y conocimiento probablemente impropios de la época que les tocó vivir. Todos ellos estarían orgullosos, especialmente mi querido abuelo Antonio, que ya de niño mostraba mucho interés por mis progresos en la escuela, o mi

querida abuela Angelina. Tampoco me olvido de mi tío José Manuel, mi tío Fernando, mi primo Fernando o mi queridísima prima y hermana, María Luisa.

Por último, quiero dar las gracias a mis amigos, Dioni L., Carlos, Pablo, Pedro, Rafa, Dioni, Ale, Nano y Guille. Amigos de verdad, desde hace décadas que no años. Esas charlas entre cervezas y tapas, cafés, pádel o fútbol y la gran desconexión anual en alguna sierra andaluza, han sido muy importantes para convertirme en la persona que soy. Agradecimiento especial a mi amigo Nano por sus consejos, su tiempo y su apoyo, ¡menudo crack!

Resumen

La industria del videojuego se mantiene en la actualidad como una de las más importantes desarrolladoras de ocio a nivel mundial. Su crecimiento se debe principalmente a la innovación constante en las técnicas utilizadas para generar sus productos. Todos los videojuegos presentan una serie de características comunes, como la alta interactividad, un conjunto de reglas que el jugador debe seguir, diversión, y en muchos casos, competición, ya sea con la computadora u otros jugadores. Sin embargo, en el caso de los videojuegos serios o *Serious Games* (SG en adelante), el objetivo principal no es el entretenimiento ni la competitividad, sino más bien explotar éstos para mejorar las aptitudes en diferentes áreas como la educación, política pública, o la salud. Además, el número de características que los SG reúnen no es algo fácilmente acotable, ya que incluyen las características propias de los videojuegos y también otras relacionadas con la parte “seria” del juego. Algunos trabajos científicos han propuesto diferentes clasificaciones que ayuden a esclarecer el complejo universo de los SG. A pesar de estos esfuerzos el objetivo no parece haber sido conseguido.

Por otra parte, una de las áreas más prolíficas dentro de los SG es la educativa, de hecho, son muchos los trabajos científicos elaborados en los últimos años que muestran los efectos positivos del uso de videojuegos en el aula. Sin embargo, a pesar del impacto de los videojuegos educativos, no abundan los trabajos que propongan metodologías específicas o pautas de diseño concretas para desarrollar videojuegos educativos de calidad, es decir, videojuegos con un equilibrio óptimo entre la parte lúdica y la educativa.

Con el ánimo de atender las mencionadas demandas, en esta tesis se propone, en primer lugar, una taxonomía global denominada *Comprehensive Serious Game* (CSG en adelante), que incluye 16 criterios que ayudarán a categorizar cualquier SG, y con ello usar un mismo lenguaje respecto a las características de este tipo de videojuegos. En segundo lugar, algunos de estos criterios propuestos en la taxonomía se consideran críticos a la hora de diseñar un videojuego educativo, por este motivo, seis criterios de CSG son analizados en profundidad para determinar su importancia en las fases iniciales del diseño. En tercer lugar, se propone y formaliza una metodología para el desarrollo y diseño de videojuegos educativos, así como una notación gráfica basada en *Unified Modeling Language* (UML en adelante); cuyo fin principal es facilitar la comunicación entre el equipo de pedagogos y el equipo técnico, y con ello, involucrar a los educadores en el diseño del videojuego.

Con el fin de evaluar y validar la taxonomía, los seis criterios críticos, la propia metodología y la notación gráfica, diferentes experiencias de evaluación han sido llevadas a cabo. Dichas experiencias integran la

aplicación de la taxonomía y de la metodología/notación gráfica en distintos contextos, así como la realización de posteriores encuestas para conocer la opinión de los usuarios implicados, incluyendo a expertos en el desarrollo de videojuegos, investigadores en el campo de los videojuegos, educadores, y estudiantes de ingeniería informática.

Índice

Resumen.....	4
Capítulo 1. Introducción.....	23
1.1. Motivación.....	23
1.2. Objetivos	25
1.3. Estructura del documento.....	27
Capítulo 2. Estado del arte.....	29
2.1. Videojuegos.....	29
2.1.1. Un poco de historia	29
2.1.2. Impacto económico y social	31
2.2. Videojuegos serios y videojuegos educativos	34
2.2.1 Definición de videojuego serio.....	34
2.2.2 Características de los videojuegos serios	36
2.2.3 Clasificación de los videojuegos serios.....	40
2.2.3.1. Categorización de carácter general.....	41
2.2.3.2. Categorización de carácter específico.....	47
2.2.4. Videojuegos educativos	56
2.3. Metodologías para el desarrollo de videojuegos serios	63
2.3.1. Desarrollo de videojuegos.....	64
2.3.2. Diseño de videojuegos	70
2.3.3. Diseño en los videojuegos serios no educativos	72
2.3.4. Diseño en los videojuegos serios educativos	73
2.4. Notaciones gráficas para el diseño de videojuegos serios educativos	89
2.5. Necesidad de una nueva propuesta metodológica para desarrollar videojuegos serios educativos	99
Capítulo 3. Propuesta de una taxonomía para videojuegos serios.....	103

3.1. Taxonomía CSG: Comprehensive Serious Games Taxonomy.....	103
3.1.1. Autoría.....	105
3.1.2. Metodología de desarrollo.....	105
3.1.3. Arquitectura Hardware	106
3.1.4. Despliegue	107
3.1.5. Género.....	107
3.1.6. Narrativa.....	108
3.1.7. Interactividad	111
3.1.8. Contexto de uso	112
3.1.9. Área de aplicación	113
3.1.10. Evaluación	114
3.1.11. Jugabilidad.....	116
3.1.12. Adaptación	118
3.1.13. Público objetivo.....	121
3.1.14. Interacción del jugador	122
3.1.15. Dedicación.....	124
3.1.16. Licencia.....	125
3.2. Aspectos críticos en el diseño de videojuegos serios.....	126
3.2.1. Área de aplicación	127
3.2.2. Género.....	128
3.2.3. Narrativa.....	129
3.2.4. Interactividad	130
3.2.5. Adaptación	132
3.2.6. Contexto de uso	133
Capítulo 4. Aplicando la taxonomía CSG a Urano: Los Invasores del Tiempo.	
.....	135
4.1. Contexto.....	135
4.2. Descripción del videojuego	136
4.3. Caso de uso de la taxonomía CSG: Urano	141

Capítulo 5. Propuesta metodológica para el desarrollo de videojuegos serios educativos	145
5.1. Introducción	145
5.1.1. Antecedentes	145
5.1.2. Propósito	145
5.1.3. Enfoque ágil.....	146
5.1.4. Roles	148
5.1.4.1. Jefe de proyecto (JP)	148
5.1.4.2. Equipo de desarrollo (ED).....	148
5.1.4.3. Diseñadores gráficos (D)	149
5.1.4.4. Diseñadores de efectos sonoros (DS).....	149
5.1.4.5. Expertos en narrativa (EN)	149
5.1.4.6. Equipo de educadores y/o pedagogos (EE).....	150
5.1.4.7. Cliente (C).....	150
5.1.5. Fases.....	150
5.2. Fase de inicio	152
5.2.1. Conceptos clave	154
5.2.2. Etapa 1 de la fase de inicio: Especificación de objetivos y competencias educativas.....	155
5.2.2.1. Descripción de tareas y artefactos.....	157
5.2.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	158
5.2.2.3. Resumen de la etapa.....	159
5.2.3. Etapa 2 de la fase de inicio: Diseño previo del tipo de videojuego.....	159
5.2.3.1. Descripción de tareas y artefactos.....	160
5.2.3.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	162
5.2.3.3. Resumen de la etapa.....	162
5.2.4. Etapa 3 de la fase de inicio: Diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.....	163
5.2.4.1. Descripción de tareas y artefactos.....	164

5.2.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	167
5.2.4.3. Resumen de la etapa.....	167
5.3. Fase de diseño.....	168
5.3.1. Conceptos clave	171
5.3.2. Etapa 1 de la fase de diseño: Diseño de actos	174
5.3.2.1. Descripción de tareas y artefactos.....	174
5.3.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	176
5.3.2.3. Resumen de la etapa.....	176
5.3.3. Etapas 2 y 3 de la fase de diseño: Diseño de escenas y escenarios.....	176
5.3.3.1. Descripción de tareas y artefactos para el diseño de las escenas.....	177
5.3.3.2. Descripción de tareas y artefactos para el diseño de los escenarios.....	179
5.3.3.3. Criterios de la taxonomía involucrados.....	181
5.3.3.4. Resumen de las etapas.....	181
5.3.4. Etapa 4 de la fase de diseño: Diseño de los personajes y objetos	183
5.3.4.1. Descripción de tareas y artefactos.....	184
5.3.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	187
5.3.4.3. Resumen de la etapa.....	187
5.3.5. Etapas 5, 6 y 7 de la fase de diseño: Diseño de los retos, las acciones y los diálogos en una escena	188
5.3.5.1. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de los retos	188
5.3.5.2. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de las acciones.....	190
5.3.5.3. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de los diálogos	193
5.3.5.4. Criterios de la taxonomía involucrados.....	195
5.3.5.5. Resumen de las etapas.....	195

5.3.6. Etapa transversal de la fase de diseño: Diseño del gameplay, adaptación y efectos sonoros	198
5.3.6.1. Diseño del gameplay	198
5.3.6.2. Diseño de la adaptación	199
5.3.6.3. Diseño de los efectos sonoros.....	200
5.3.7. Resumen de la fase de diseño.....	201
5.4. Fase de producción	202
5.4.1. Conceptos clave	204
5.4.2. Etapa 1 de la fase de producción: Planificación de la producción	205
5.4.2.1 Descripción de tareas y artefactos.....	206
5.4.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	207
5.4.2.3. Resumen de la etapa.....	207
5.4.3. Etapa 2 de la fase de producción: Producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos	208
5.4.3.1 Descripción de tareas y artefactos.....	209
5.4.3.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	210
5.4.3.3. Resumen de la etapa.....	210
5.4.4. Etapa 3 de la fase de producción: Implementación del gameplay	210
5.4.4.1 Descripción de tareas y artefactos.....	211
5.4.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	213
5.4.2.3. Resumen de la etapa.....	213
5.5. Fase de pruebas	214
5.5.1. Conceptos clave	216
5.5.2. Etapa 1 de la fase de pruebas: Diseño de pruebas alpha	216
5.5.2.1 Descripción de tareas y artefactos.....	217
5.5.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	219
5.5.2.3. Resumen de la etapa.....	219
5.5.3. Etapa 2 de la fase de pruebas: Diseño de pruebas beta	220

5.5.3.1 Descripción de tareas y artefactos.....	220
5.5.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	221
5.5.2.3. Resumen de la etapa.....	221
5.5.4. Etapa 3 de la fase de pruebas: Lanzamiento.....	222
5.5.4.1 Descripción de tareas y artefactos.....	223
5.5.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	224
5.5.4.2. Resumen de la etapa.....	224
5.6. Fase de post-producción	225
5.6.1. Conceptos clave	227
5.6.2. Etapa 1 de la fase de post-producción: Documentación y explotación.....	227
5.6.2.1 Descripción de tareas y artefactos.....	228
5.6.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados.....	229
5.6.2.3. Resumen de la etapa.....	229
5.6.3. Etapa 2 de la fase de post-producción: Debriefing	230
5.6.3.1 Descripción de tareas y artefactos.....	231
5.6.3.2. Criterios de la taxonomía	232
5.6.3.3. Resumen de la etapa.....	233
Capítulo 6. Propuesta de notación gráfica basada en UML para el diseño de videojuegos serios educativos	235
6.1. Introducción	235
6.2. Diagrama de actos.....	237
6.2.1. Metamodelo del diagrama de actos	237
6.2.2. Ejemplo del diagrama de actos en el videojuego Urano.....	240
6.3. Diagrama de escenas.....	241
6.3.1. Metamodelo del diagrama de escenas	241
6.3.2. Ejemplo del diagrama de escenas en el videojuego Urano ...	245
6.4. Diagrama de escenarios	246
6.4.1. Metamodelo del diagrama de escenarios.....	247

6.4.2. Ejemplo del diagrama de escenarios en el videojuego Urano	249
6.5. Diagrama de acciones	250
6.5.1. Metamodelo del diagrama de acciones	250
6.5.2. Ejemplo del diagrama de acciones en el videojuego Urano ..	255
6.6. Diagrama de diálogos	256
6.6.1. Metamodelo del diagrama de diálogos	257
6.6.2. Ejemplo del diagrama de diálogos en el videojuego Urano...	260
Capítulo 7. Aplicación de la propuesta.....	263
7.1 Aplicando la metodología propuesta para el desarrollo de nuevos videojuegos serios educativos	263
7.1.1. El Viaje Fantástico: Objetivos educativos (A1)	264
7.1.2. El Viaje Fantástico: Competencias educativas (A2).....	265
7.1.3. El Viaje Fantástico: Características del SG (A3)	266
7.1.4. El Viaje Fantástico: Historia inicial (A4)	267
7.2 Aplicación de la notación gráfica y la taxonomía propuesta en videojuegos existentes con diferentes géneros.....	267
7.2.1. Mario Bros.....	268
7.2.2. Tetris.....	276
7.2.3. Comunio	279
7.2.4. La Dama Boba.....	282
7.2.5. Homero.....	290
Capítulo 8. Validación de la propuesta	299
8.1. Validación de los seis aspectos identificados como críticos para el diseño de videojuegos serios	299
8.1.1. Análisis terminológico en la literatura científica.....	299
8.1.2. Experimento con un panel de expertos en videojuegos serios	301
8.1.3. Utilización de los seis criterios para clasificar videojuegos serios	304
8.2. Validación de la taxonomía CSG.....	308

8.2.1 Clasificación de los 22 videojuegos serios.....	309
8.2.1. Análisis estadístico	311
8.2.2. Herramienta web para gestionar la clasificación de videojuegos serios con la taxonomía CSG	313
8.3. Validación de la notación gráfica propuesta en la metodología...	316
8.3.1. Población y método	316
8.3.2. Análisis estadístico	319
8.4. Validación de Urano	321
8.4.1. Población y método	322
8.4.2. Análisis estadístico	323
Capítulo 9. Conclusiones y trabajo futuro.....	327
9.1. Contribuciones	327
9.2. Consecución de objetivos.....	328
9.3. Trabajo futuro	336
Capítulo 10. Contribuciones científicas como primer autor	339
10.1. Artículos publicados	339
10.1.1. Congresos nacionales.....	339
10.1.2. Congresos internacionales	339
10.1.3. Revistas internacionales.....	340
10.2. Artículos bajo revisión.....	340
Bibliografía	341
Anexo I.....	359
Anexo II.....	373

Índice de figuras

Figura 1. <i>Ajedrecista</i> de Torres Quevedo (UPM, 2017).....	30
Figura 2. Computadora del videojuego <i>Tennis for Two</i> (Brookhaven, 2017). 30	
Figura 3. <i>Telegames Pong</i> , la primera consola doméstica (Dillon, 2011).	30
Figura 4. De izquierda a derecha, y de arriba abajo, <i>Super Mario Bros</i> , <i>Donkey Kong</i> , <i>Tetris</i> y <i>Legend of Zelda</i> (Nintendo, 2017).	31
Figura 5. Facturación anual de 2016 del ocio audiovisual en España.	33
Figura 6. Imágenes de <i>America's Army</i> (Zyda, 2005), primer SG.....	35
Figura 7. Resumen del proceso de búsqueda de SG en las BDs científicas....	37
Figura 8. Resultados iniciales de clasificaciones en los SG agrupados por términos.	41
Figura 9. Resultados finales en las clasificaciones de los SG después de analizar los trabajos.	41
Figura 10. Las cinco macro-categorías de la taxonomía de Greco (Greco et al., 2013).	53
Figura 11. Ejemplo de la descripción ontológica de las entidades de un videojuego (García, 2014).	64
Figura 12. Metodología para el desarrollo de videojuegos de Chandler (2009).	65
Figura 13. Metodología SUM (Acerenza et al., 2009).	66
Figura 14. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (Hendrick, 2009). 67	
Figura 15. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (<i>Blitz Games Studios</i> , 2013).....	68
Figura 16. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (Ramadan & Widayani, 2013).	68
Figura 17. Modelo <i>GOM</i> y las relaciones entre sus componentes (Amory, 2001).	75
Figura 18. <i>GOM II</i> con sus relaciones (Amory, 2007).	75
Figura 19. Representación del modelo <i>GREM</i> (Zarraonandia et al., 2015)....	77
Figura 20. Ejemplo de la aplicación <i>GuideaMaps</i> (De Troyes & Janssens, 2014).	81
Figura 21. Esquema de la metodología <i>5M</i> (Marfisi-Schottman et al., 2009).	83
Figura 22. Interrelación entre tareas educativas (Te) y fases lúdicas (Sv). Metodología <i>VGSC</i> (Padilla-Zea, 2011).....	85
Figura 23. Edición de escenas con la herramienta <i>e-Adventure</i> (2015).....	87
Figura 24. Portal web de <i>Cerebriti</i> (2017).	88

Figura 25. Videojuego <i>arcade</i> editado con <i>Classtools</i> (2017).	88
Figura 26. Diagrama de caso de uso adaptado para diseñar una escena de <i>Medal of Honour</i> y parte de su pseudocódigo asociado para representar la interacción (Taylor et al., 2006).	90
Figura 27. Red de <i>Petri</i> para modelar un videojuego de Araújo y Roque (2009).	91
Figura 28. Adaptación de los casos de uso de <i>UML</i> para representar la estructura de un SG (Cooper & Longstreet, 2012).	92
Figura 29. Tabla de especificación del reto 1 de Cooper y Longstreet (2012).	92
Figura 30. Secuencias y escenas del primer capítulo de <i>Ato's adventure</i> (Padilla-Zea et al., 2014).	95
Figura 31. Ejemplo del modelado <i>ATTAC-L</i> con diferentes <i>bricks</i> (Van Broeckhoven et al., 2015).	96
Figura 32. Ejemplo del modelado <i>ATTAC-L</i> con dos escenarios y anotaciones (Van Broeckhoven et al., 2015).	97
Figura 33. Criterio taxonómico de CSG. Autoría.	105
Figura 34. Criterio taxonómico de CSG. Metodología de desarrollo.	106
Figura 35. Criterio taxonómico de CSG. Arquitectura <i>hardware</i> .	107
Figura 36. Criterio taxonómico de CSG. Despliegue.	107
Figura 37. Criterio taxonómico de CSG. Género (Herz, 1997).	108
Figura 38. Criterio taxonómico de CSG. Narrativa (Jenkins, 2004; Belinkie, 2011).	110
Figura 39. Criterio taxonómico de CSG. Interactividad.	111
Figura 40. Criterio taxonómico de CSG. Contexto de uso.	112
Figura 41. Criterio taxonómico de CSG. Evaluación.	115
Figura 42. Criterio taxonómico de CSG. Jugabilidad.	117
Figura 43. Criterio taxonómico de CSG. Adaptación.	120
Figura 44. Criterio taxonómico de CSG. Público objetivo.	122
Figura 45. Criterio taxonómico de CSG. Interacción del jugador.	123
Figura 46. Criterio taxonómico de CSG. Dedicación.	124
Figura 47. Criterio taxonómico de CSG. Licencia.	126
Figura 48. Ejemplos de videojuegos con interacción activa y pervasiva (Magielse & Markopoulos, 2009; Burke et al., 2009; <i>Pokemon Go</i> , 2017).	132
Figura 49. El avatar en el inicio del videojuego, en su cuarto justo antes de preparar la mochila.	137
Figura 50. En el <i>patio de los Arrayanes</i> , el guía ofrece datos históricos interesantes.	137

Figura 51. Nave alienígena de los uranos.....	138
Figura 52. Diálogo con <i>Cleopatra</i> para conseguir el bastón de mando.	138
Figura 53. Cuatro capturas de la mini-historia de Roma.....	139
Figura 54. El avatar en el barco de <i>Marco Polo</i>	139
Figura 55. Ejemplo de informe educativo de la mini-historia de Egipto.....	140
Figura 56. Fases de la metodología para el desarrollo de SG educativos.	152
Figura 57. Esquema de los diferentes artefactos, tareas y roles asociados a la fase inicial de la metodología.....	153
Figura 58. Resumen gráfico de la especificación de objetivos y competencias educativas.	157
Figura 59. Resumen gráfico del diseño previo del tipo de videojuego.	160
Figura 60. Resumen gráfico del diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.	164
Figura 61. Esquema de los diferentes artefactos, tareas y roles asociados a la fase de diseño de la metodología.	169
Figura 62. Ejemplo de la escena <i>reparar biga</i> del acto de Roma de <i>Urano</i>	174
Figura 63. Resumen gráfico del diseño de actos.....	174
Figura 64. Resumen gráfico del diseño de escenas.....	177
Figura 65. Resumen gráfico del diseño de escenarios.	179
Figura 66. Resumen gráfico del diseño de personajes y objetos.....	184
Figura 67. Resumen gráfico del diseño de retos.	188
Figura 68. Resumen gráfico del diseño de acciones.	190
Figura 69. Resumen gráfico del diseño de diálogos.....	193
Figura 70. Tareas de modelado y artefactos generados en la fase de diseño.	201
Figura 71. Esquema de los diferentes artefactos, tareas y roles asociados a la fase de producción de la metodología.....	203
Figura 72. Resumen gráfico de la planificación de la producción.....	206
Figura 73. Resumen de la producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.	208
Figura 74. Resumen gráfico de la implementación del <i>gameplay</i>	211
Figura 75. Fase de pruebas de la propuesta metodológica basada en Ramadan y Widyani (2013).	215
Figura 76. Resumen gráfico del diseño de pruebas <i>alpha</i>	217
Figura 77. Resumen gráfico del diseño de pruebas <i>beta</i>	220
Figura 78. Resumen gráfico del lanzamiento.....	222
Figura 79. Fase de post-producción de la propuesta metodológica.....	226
Figura 80. Resumen gráfico de la documentación y explotación.	228

Figura 81. Resumen gráfico del <i>debriefing</i>	231
Figura 82. Metamodelo del diagrama de actos.	237
Figura 83. Ejemplo del diagrama de actos en <i>Urano</i>	240
Figura 84. Metamodelo del diagrama de escenas (relaciones secuencia- escenas).....	241
Figura 85. Metamodelo del diagrama de escenas (relaciones acto- secuencias).	242
Figura 86. Ejemplo del diagrama de escenas en <i>Urano</i>	245
Figura 87. Ejemplo del diagrama de escenas (secuencia 3) en <i>Urano</i>	246
Figura 88. Metamodelo del diagrama de escenarios.....	247
Figura 89. Ejemplo del diagrama de escenarios en <i>Urano</i>	250
Figura 90. Metamodelo del diagrama de acciones.	251
Figura 91. Ejemplo de representación del reto educativo en el diagrama de acciones.....	252
Figura 92. Ejemplo del diagrama de acciones en <i>Urano</i>	255
Figura 93. Metamodelo del diagrama de diálogos.	257
Figura 94. Ejemplo del diagrama de diálogos en la primera escena del acto de Roma en <i>Urano</i>	261
Figura 95. Pantalla inicial en el videojuego online <i>Super Mario World</i> (2017).	269
Figura 96. Diagrama de actos en el videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	271
Figura 97. Imagen final tras la destrucción del castillo de <i>Iggy</i> (acto primero en el videojuego <i>Super Mario World</i> (2017)).....	271
Figura 98. Diagrama de escenas en el videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	272
Figura 99. Mapa del primer acto del videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	273
Figura 100. Bloque vacío en el videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).....	273
Figura 101. Diagrama de escenarios del videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	274
Figura 102. Tubería en <i>Yoshi's Island II</i> en el videojuego de <i>Super Mario</i> <i>World</i> (2017).	274
Figura 103. Escenario <i>Room of Flying Blocks</i> en el videojuego <i>Super Mario</i> <i>World</i> (2017).	275
Figura 104. Diagrama de acciones del videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	275
Figura 105. <i>Mario</i> frente a <i>Enemigo_1</i> en el videojuego <i>Super Mario World</i> (2017).	276

Figura 106. Nivel 1 del videojuego <i>Tetris</i> (2017).....	277
Figura 107. Diagrama de acciones del videojuego <i>Tetris</i> (2017).	279
Figura 108. Portada del videojuego <i>Comunio</i> (2017) en su página web española.	280
Figura 109. Diagrama de acciones del videojuego <i>Comunio</i> (2017).	282
Figura 110. Pantalla inicial del videojuego serio <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).	283
Figura 111. Diagrama de escenas en el videojuego <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).....	285
Figura 112. Primera escena del videojuego de <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).	286
Figura 113. Diagrama de escenarios del videojuego <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).	286
Figura 114. Diagrama de acciones del videojuego <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).....	287
Figura 115. Reto educativo 003 del videojuego <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).	288
Figura 116. Diagrama de diálogos en <i>La Dama Boba</i> (Manero et al., 2015).	289
Figura 117. Imagen del inicio del videojuego <i>Homero</i> (2017).	290
Figura 118. Diagrama de actos del videojuego <i>Homero</i> (2017).	292
Figura 119. Diagrama de escenas del videojuego <i>Homero</i> (2017).....	293
Figura 120. Escena en la cocina con las cuñadas en el videojuego <i>Homero</i> (2017).	293
Figura 121. Diagrama de escenarios del videojuego <i>Homero</i> (2017).	294
Figura 122. Diagrama de acciones del videojuego <i>Homero</i> (2017).	295
Figura 123. <i>Homero</i> justo antes de acabar con <i>La Muerte</i> en el videojuego <i>Homero</i> (2017).	295
Figura 124. Diagrama de diálogos del videojuego <i>Homero</i> (2017).	296
Figura 125. Resultado del análisis de términos entre los criterios de CSG y el diseño de SG.....	300
Figura 126. Resultados de la consulta realizada a expertos en SG.	303
Figura 127. Captura del SG <i>VRWii</i> obtenida de la herramienta web asociada a la taxonomía CSG.	310
Figura 128. Análisis estadístico de cada criterio respecto a la muestra de los 22 SG.	311
Figura 129. Matriz de dependencias para la muestra de los 22 SG.	312

Figura 130. Representación de dependencias del género con respecto al resto de criterios.	313
Figura 131. Búsqueda de SG en la aplicación web.	314
Figura 132. Ejemplo de resultado de una búsqueda en la aplicación web, SG de aventura y educativos.	315
Figura 133. Registro de <i>Urano</i> en la aplicación web.	316
Figura 134. Número de errores de cada propuesta en la segunda parte de la encuesta.	320
Figura 135. Comparación entre las propuestas de la tercera y cuarta parte de la encuesta.	320
Figura 136. Medias de evaluación de <i>Urano</i> por centro educativo y grupo.	324
Figura 137. Análisis de la pregunta 14 sobre la evaluación de <i>Urano</i>	325
Figura 138. Análisis de la pregunta 15 sobre la evaluación de <i>Urano</i>	326
Figura 139. Resumen gráfico del trabajo completo.	328

Índice de tablas

Tabla 1. Principales hitos en los SG.....	35
Tabla 2. Resumen de los 84 SG extraídos en el estado del arte.	40
Tabla 3. Dominios de aplicación de Zyda (2005).....	42
Tabla 4. Resumen de las clasificaciones o taxonomías de carácter general..	47
Tabla 5. Niveles de simulación de Riedel y Hauge (2011).....	50
Tabla 6. Habilidades de Riedel y Hauge (2011).	51
Tabla 7. Taxonomía para videojuegos de salud de McCallum (2012).....	52
Tabla 8. Resumen de las clasificaciones y taxonomías de carácter específico.	56
Tabla 9. Ventajas (Físicas) asociadas a los videojuegos educativos.....	59
Tabla 10. Ventajas (Psicológicas) asociadas a los videojuegos educativos....	59
Tabla 11. Ventajas (Habilidades sociales) asociadas a los videojuegos educativos.	60
Tabla 12. Ventajas (Habilidades relacionadas con el aprendizaje) asociadas a los videojuegos educativos.	60
Tabla 13. Ventajas (Otras) asociadas a los videojuegos educativos.	61
Tabla 14. Criterios de la taxonomía CSG ordenados por bloques.....	104
Tabla 15. Niveles de narrativa de Belinkie (2011).....	110
Tabla 16. Taxonomía de Sawyer y Smith (2008).	114
Tabla 17. Perfiles de los investigadores del proyecto de <i>Urano</i>	136
Tabla 18. Aplicación de la taxonomía CSG para clasificar <i>Urano</i>	142
Tabla 19. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de especificación de objetivos y competencias educativas.....	157
Tabla 20. Resumen de la etapa de especificación de objetivos y competencias educativas.	159
Tabla 21. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño previo del tipo de videojuego.....	161
Tabla 22. Resumen de la etapa del diseño previo del tipo de videojuego. .	163
Tabla 23. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales....	165
Tabla 24. Resumen de la etapa de diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.....	168
Tabla 25. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de actos.	175
Tabla 26. Resumen de la etapa del diseño de actos.	176

Tabla 27. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de escenas.	177
Tabla 28. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de escenarios.	179
Tabla 29. Resumen de la etapa del diseño de escenas.	182
Tabla 30. Resumen de la etapa del diseño de escenarios.	183
Tabla 31. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de personajes y objetos.	184
Tabla 32. Resumen de la etapa del diseño de personajes y objetos.	187
Tabla 33. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de los retos.	188
Tabla 34. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de las acciones.	191
Tabla 35. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de diálogos.	193
Tabla 36. Resumen de la etapa del diseño de retos.	196
Tabla 37. Resumen de la etapa del diseño de acciones.	197
Tabla 38. Resumen de la etapa del diseño de diálogos.	198
Tabla 39. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de la planificación de la producción.	206
Tabla 40. Resumen de la etapa de planificación de la producción.	208
Tabla 41. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.	209
Tabla 42. Resumen de la etapa de la producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.	210
Tabla 43. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de la implementación del <i>gameplay</i>	211
Tabla 44. Resumen de la etapa de implementación del <i>gameplay</i>	214
Tabla 45. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de las pruebas <i>alpha</i>	217
Tabla 46. Resumen de la etapa del diseño de pruebas <i>alpha</i>	219
Tabla 47. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de las pruebas <i>beta</i>	220
Tabla 48. Resumen de la etapa del diseño de pruebas <i>beta</i>	222
Tabla 49. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de lanzamiento.	223
Tabla 50. Resumen de la etapa de lanzamiento.	225

Tabla 51. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de documentación y <i>explotación</i>	228
Tabla 52. Resumen de la etapa de documentación y explotación.....	230
Tabla 53. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa <i>debriefing</i>	231
Tabla 54. Resumen de la etapa de <i>debriefing</i>	233
Tabla 55. Correspondencia entre los elementos en los que se estructura el videojuego y los diagramas <i>UML</i> en los que se basa el diagrama propuesto.	236
Tabla 56. Sintaxis común a todos los diagramas (EBNF).	237
Tabla 57. Notación gráfica del diagrama de actos.	240
Tabla 58. EBNF específico del diagrama de actos.	240
Tabla 59. Notación gráfica del diagrama de escena.	244
Tabla 60. EBNF específico del diagrama de escenas.	245
Tabla 61. Tabla suplementaria del diagrama de escenas (secuencia 2 del acto de Roma) en <i>Urano</i>	246
Tabla 62. Notación gráfica del diagrama de escenarios.....	248
Tabla 63. EBNF específico del diagrama de escenarios.	249
Tabla 64. Objetos interactivos del escenario Finca romana en <i>Urano</i>	250
Tabla 65. Notación gráfica del diagrama de acciones.....	254
Tabla 66. EBNF específico del diagrama de acciones.....	254
Tabla 67. Tabla suplementaria <i>flags</i> del diagrama de acción en <i>Urano</i>	256
Tabla 68. Tabla suplementaria de los retos educativos del diagrama de acciones en <i>Urano</i>	256
Tabla 69. Notación gráfica del diagrama de diálogos.	259
Tabla 70. EBNF específico del diagrama de diálogos.	260
Tabla 71. Tabla suplementaria del diagrama de diálogos con el anciano romano (primera conversación) en <i>Urano</i>	260
Tabla 72. Tabla suplementaria del diálogo de <i>Homero</i> con <i>Pigsaw</i> en el videojuego <i>Homero</i> (2017).	297
Tabla 73. Contexto de uso del SG <i>Virtual Triage</i> (2013).	305
Tabla 74. Contexto de uso del SG <i>Virtual Rehab Body</i> (2017).	306
Tabla 75. Contexto de uso del SG <i>Heimdal</i> (2017).....	307
Tabla 76. Contexto de uso del SG <i>Surgical Checklist</i> (2012).	308
Tabla 77. Lista de los 22 videojuegos serios ordenados por el número de citas.	309
Tabla 78. Parámetros estadísticos del cuestionario de evaluación de <i>Urano</i>	323

Capítulo 1

Introducción

En este primer capítulo se plantea la motivación y los objetivos principales que se persiguen en esta tesis doctoral.

1.1. Motivación

De sobra son conocidos los beneficios del juego en el desarrollo de los seres humanos. Desde su nacimiento, el niño se relaciona con el juego de forma continua, repitiendo juegos funcionales propios del estadio sensomotor por la mera satisfacción de ejecutar una acción con un resultado inmediato. Según Piaget e Inhelder (1997), estas actuaciones lúdicas son esenciales para el desarrollo sensorial, coordinación, comprensión del mundo, capacidad de superación e interacción social del niño hasta los dos años de edad. Posteriormente, el juego simbólico típico del estadio pre-operacional, que culmina a los 7 años, ayuda a comprender los roles de la sociedad adulta, desarrolla el lenguaje y fomenta la imaginación y creatividad, a través de la simulación de situaciones, objetos o personajes. A estos dos tipos de juego, se suma el juego de construcción que aparece alrededor del primer año de vida y convive con los dos anteriores, reforzando el desarrollo del niño en los cuatro perfiles: motor, cognitivo, emocional y social, que son imprescindibles para convertirse en un adulto sano. De hecho, la necesidad de jugar durante la infancia es tan seria, que algunos estudios psiquiátricos han revelado que muchos asesinos comparten la ausencia de juegos durante su niñez (Wenner, 2009).

Parece innegable el efecto positivo que proporciona el juego durante la infancia. No obstante, son bastante menos numerosos los trabajos que abordan la idoneidad de jugar durante la etapa adulta. ¿Acaso, existe una edad en la que se debe dejar de jugar?, ¿en la que el juego no aporta nada o incluso es negativo? Tal y como establece Gloria Briceño (1999, p. 8) en sus reflexiones sobre el trabajo de (Huizinga, 1987), con las cuales se coincide, “la naturaleza del juego es energía instintiva en constante movimiento que oscila entre el ir y venir del interior hacia el exterior del individuo, va más allá de lo egocéntrico y tiende puentes entre la intersubjetividades de los individuos, y que se arriesga por caminos inusuales”. Puesto que el ser humano es un ser social, y especialmente debe serlo en su etapa de madurez si quiere alcanzar el éxito personal y profesional, Gloria Briceño (1999) sugiere que en lugar de *homo sapiens*, el hombre debería recibir el

calificativo de *homo ludens*; ya que a veces podría dejar de razonar, pero nunca debería dejar de jugar.

Puesto que, a razón de lo expuesto, el juego está y debe estar ligado a la existencia del hombre, no es de extrañar que el primer videojuego (entendido el término como juego electrónico interactivo) apareciese seis años después de la construcción del primer ordenador, el Z3 de 1941, construido en plena Segunda Guerra Mundial con unos fines muy distintos de los lúdicos. Concretamente, el juego electrónico interactivo más antiguo que se conoce fue creado en 1947 por Goldsmith y Ray Mann (1948) en un tubo de rayos catódicos y consistía en un simulador de los misiles usados en la guerra que había finalizado apenas hacía dos años.

Precisamente, la recurrencia de temas bélicos o violentos en los primeros videojuegos abonó la mala fama que en un determinado momento llegó a tener la industria del videojuego. La posibilidad de desarrollar comportamientos violentos o de sufrir “autismo electrónico” generó una alerta ante los peligros potenciales de estas aplicaciones (Rosas et. al., 2003). Afortunadamente, numerosos trabajos posteriores pusieron rápidamente de manifiesto que esta problemática se debía al mal uso del juego y sobre todo al mal diseño de los mismos. Por ejemplo, en (Carretero, 2011), el videojuego se presenta como mediador para la construcción de la identidad social y la adquisición de nuevas competencias asociadas a la alfabetización del siglo XXI. Y, en nuestros días, se puede afirmar que este giro de 180 grados se mantiene, siendo fecundas las propuestas que coinciden en aprovechar los beneficios del juego y amplificarlas, gracias a la flexibilidad y potencia que facilita el ordenador para su aplicación en diferentes contextos de la edad infantil y adulta. Citando a Griffiths (2002), algunos de los beneficios que se derivan del uso de la mayoría de los videojuegos son una mayor capacidad de reacción, mejor coordinación visomotora, aumento en la autoestima, mejora de la concepción espacial, mayor motivación, estimulación de la conducta exploratoria, y adquisición de habilidades sociales y del lenguaje, entre otros. Incluso, juegos violentos, si son utilizados adecuadamente, pueden servir para aliviar tensiones.

A la luz de estas bondades, es lógico que, en los últimos años, los videojuegos se estén explotando como instrumento o mecanismo para practicar algunas habilidades o para adquirir determinados conocimientos; siendo el campo de la educación el punto donde convergen más esfuerzos. Así, los videojuegos educativos proliferan con excelentes resultados, a juzgar por las evaluaciones de las experiencias realizadas en colegios y otras instituciones de educación superior (Coller & Shernoff, 2009; Muratet, Torguet, Viallet & Jessel, 2011). Por ejemplo, y de forma similar a como ocurre en otros muchos casos, tras utilizar el videojuego *Making History* para enseñar historia en un instituto de *Midwestern* en EEUU, los autores del caso de estudio (Watson, Mong & Harris, 2011) concluyen que los videojuegos

pueden mejorar la participación de los estudiantes y promover un ambiente de aprendizaje centrado en el alumno, lo cual es esencial para que el proceso de aprendizaje pueda tener éxito.

Los videojuegos educativos o de instrucción no son un fenómeno aislado, de hecho se incluyen dentro de una modalidad más global de videojuegos que están ganando fuerza en los últimos años: los videojuegos serios (Michael & Chen, 2005). En concreto, desde 2007 ha aumentado de forma considerable la producción científica en este campo. Una búsqueda exhaustiva de la literatura científica sobre SG desde 1990 hasta 2012, reveló que el 54% de los artículos sobre esta temática se aglutinan en el período 2007-2012 (Wouters, Van Nimwegen, Van Oostendorp & Van Der Spek, 2013).

Con todo esto, y a pesar de la gran cantidad de ejemplos de éxito existentes en la literatura científica sobre SG en general, y educativos en particular, no son tantos los esfuerzos realizados para diseñar este tipo de videojuegos. Por un lado, las guías, consideraciones de diseño o metodologías de los videojuegos en general, no siempre pueden ser aplicados a un videojuego serio educativo; además, las grandes empresas de desarrollo de videojuegos no tienen ningún interés en publicar sus procedimientos internos para diseñar y desarrollar un videojuego. Por otro lado, no son muchas las metodologías existentes en el área educativa para diseñar y desarrollar videojuegos, y de las propuestas actuales ninguna utiliza lenguajes gráficos potentes y comprensibles para el equipo no técnico involucrado en el diseño, es decir, los educadores. Con la utilización de una notación gráfica sería más sencilla la tarea de integrar a los educadores y pedagogos en el diseño del videojuego, y así lograr un videojuego educativo de calidad.

Consecuentemente, la motivación de este trabajo de tesis doctoral es estudiar las peculiaridades de los SG educativos y proponer una metodología que permita desarrollar este tipo de *software*, poniendo el énfasis en la tarea de diseño y ofreciendo las herramientas necesarias para facilitar la interrelación entre los componentes educativos y lúdicos, y con ello dar soporte a una estructuración narrativa que fortalezca el juego. Asimismo, la metodología debe ser capaz de integrar una notación gráfica que permita modelar los artefactos desde una perspectiva de inclusión del equipo educativo durante el proyecto de desarrollo del videojuego.

1.2. Objetivos

El objetivo principal de esta tesis doctoral es investigar y proponer soluciones para diseñar videojuegos educativos de un modo sistemático, ágil y efectivo. Este objetivo global puede descomponerse en sub-objetivos más específicos que se agrupan en tres bloques:

Bloque 1: Estado del conocimiento

Investigación de los antecedentes que existen en relación a los videojuegos educativos y su desarrollo, análisis e identificación de carencias.

- Desarrollar un estado del arte o análisis del trabajo relacionado sobre los antecedentes en relación a los videojuegos, videojuegos serios y videojuegos serios educativos. Para ello se analizarán las principales fuentes científicas.
- Recopilar las diferentes tipologías observadas en los videojuegos serios, así como sus características, con el fin de elaborar una taxonomía para clasificar estos videojuegos.
- Realizar un análisis en profundidad sobre las metodologías, guías, pautas o modelos para el diseño y desarrollo de la terna: videojuegos, videojuegos serios y videojuegos serios educativos.

Bloque 2: Propuesta

Elaboración de una propuesta de metodología específica para el desarrollo de videojuegos educativos que solvente o mejore las deficiencias y carencias identificadas en el estado del conocimiento actual.

- Identificar los elementos estructurales de un videojuego serio educativo.
- Definir una metodología ágil para el desarrollo de videojuegos serios educativos, haciendo especial hincapié en la fase de diseño.
- Especificar notaciones gráficas para modelar los distintos elementos del videojuego serio educativo, como son la historia, escenas, escenarios, personajes, objetos, interacciones, retos educativos, diálogos, música, evaluación, etc.

Bloque 3: Evaluación de la propuesta

Aplicación de la propuesta durante el desarrollo de uno o varios videojuegos educativos, con el fin de poder validar su utilidad y proponer trabajos futuros.

- Clasificar un conjunto de videojuegos serios utilizando la taxonomía propuesta.
- Aplicar la metodología y la notación gráfica propuesta en distintos contextos de juego.
- Evaluar la propuesta desde varios puntos de vista e involucrando a distintos tipos de usuarios.

1.3. Estructura del documento

Este documento ha sido estructurado en diez capítulos y dos anexos. En el primer capítulo se realiza una introducción añadiendo la motivación y los objetivos perseguidos en esta tesis doctoral, así como la estructura que presenta el documento.

En el Capítulo 2 se detalla el estado del arte llevado a cabo durante el trabajo de investigación desarrollado en esta tesis doctoral, analizando los videojuegos, SG y SG educativos desde varias perspectivas. Además, se describen las metodologías de desarrollo, guías o pautas de diseño relacionadas con estos tres tipos de videojuegos. Por último, se ha profundizado en las metodologías que incluyen notaciones gráficas.

El Capítulo 3, propone una de las aportaciones de la tesis doctoral, una taxonomía (*Comprehensive Serious Games Taxonomy*) compuesta por dieciséis criterios para clasificar, de manera general, cualquier SG; además, se profundizará en algunos de los criterios que pueden tener cierta influencia en el diseño de un SG. Por su parte, el Capítulo 4 describe un SG educativo desarrollado dentro del mismo contexto que esta tesis doctoral, en el proyecto de investigación *P11-TIC-7486*. El SG se titula *Los Invasores del Tiempo*, y será utilizado para ejemplificar la taxonomía. Otra de las aportaciones de la tesis es desarrollada durante el Capítulo 5, concretamente, este capítulo detalla ampliamente una metodología para desarrollar y diseñar SG educativos. La metodología se compone de cinco fases: inicio, diseño, producción, pruebas y post-producción. El Capítulo 6 presenta la tercera aportación de esta tesis, propone una notación gráfica para modelar los principales artefactos (actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos) de la fase de diseño de la metodología expuesta en el Capítulo 5, aunque esta notación gráfica también puede ser utilizada para modelar cualquier SG educativo sin necesidad de aplicar la metodología.

En el Capítulo 7 se recogen diferentes aplicaciones de las tres aportaciones de esta tesis doctoral, es decir, de la taxonomía CSG, la metodología y la notación gráfica. En el Capítulo 8 se realiza una validación de: (1) la taxonomía CSG y el subconjunto de criterios que pueden tener impacto en el diseño de un SG, (2) la metodología a través de la aceptación de *Los Invasores del Tiempo* por parte de su público objetivo, y (3) la notación gráfica comparándola con otras dos propuestas de lenguaje gráfico para el diseño de videojuegos.

Para finalizar, el Capítulo 9 recoge las conclusiones y análisis sobre la consecución de objetivos planteados al inicio del trabajo, así como el trabajo futuro; por su parte, el Capítulo 10 enumera las publicaciones científicas generadas a partir de este trabajo, indicando en cada caso los capítulos de la tesis con los que guarda relación.

Capítulo 2

Estado del arte

El principal objetivo de este capítulo es arrojar algo de luz sobre los videojuegos, videojuegos serios y educativos; cuándo nacen, qué son, cuál es su tipología o cómo se pueden clasificar. También, se analizarán las principales metodologías existentes para diseñar estos tipos de videojuegos. Por último, se profundizará en relación a las propuestas metodológicas que cuentan con notaciones gráficas en su fase de diseño.

2.1. Videojuegos

El videojuego se ha convertido en uno de los pilares del entretenimiento mundial, desde que comenzó su mayor popularidad en la década de los 80 hasta la actualidad, donde el imparable avance tecnológico llega al sector para llevar a los videojuegos a lugares nunca imaginados hace tan solo unos años.

2.1.1. Un poco de historia

Como se ha comentado en la sección de motivación (1.1), el primer videojuego apareció en 1947 de la mano de Goldsmith y Ray Mann (1948). Sin embargo, algunos autores como Nick Montfort (2005, p. 76) consideran que para ver el primer videojuego de la historia hay que remontarse a 1912: “En 1912 Leonardo Torres Quevedo (1852-1936), un ingeniero español ideó el primer juego de computador”. El invento del español que se presentó en Francia, concretamente en la feria de París, se denominó el *Ajedrecista*. El invento trataba de un autómata que retaba a todo jugador a defenderse en una partida de ajedrez. En el escenario de la partida, el autómata jugaba con las fichas blancas: torre y rey, y el oponente humano lo hacía con el rey negro. El autómata logró un 100% de victorias, aunque no siempre en el menor número de movimientos posibles dada la simplicidad de su algoritmo. Sin embargo, este juego, a pesar de lo revolucionario que fue, no era un juego electrónico interactivo. En la Figura 1 se muestra el invento del ingeniero español.

Otro videojuego considerado como uno de los pioneros del sector y etiquetado por el *Brookhaven National Laboratory* como el primer videojuego, es *Tennis for Two* (Brookhaven, 2017). Este videojuego fue creado por William Higinbotham y se expuso a los curiosos en el día anual de puertas abiertas del laboratorio, el 18 de octubre de 1958. El videojuego utilizaba un ordenador analógico que contaba con cuatro amplificadores operacionales para generar el movimiento de la pelota y otros seis

amplificadores para la sensación de caída de la pelota y del impacto de la pelota con la red. El tamaño de la pantalla era de cinco pulgadas. En la Figura 2 se puede ver la estructura completa de la computadora.



Figura 1. *Ajedrecista de Torres Quevedo* (UPM, 2017).



Figura 2. *Computadora del videojuego Tennis for Two* (Brookhaven, 2017).

No obstante, no fue hasta los años 70 cuando nace la industria del videojuego, y lo hace a través del afamado videojuego *Pong* (Winter, 2000; Dillon, 2011). Este videojuego diseñado por *Al Alcorn* tiene un dinámica de juego muy similar a *Tennis for two*, de hecho emula una partida de *ping pong* o tenis de mesa. El videojuego era una evolución del videojuego *Ping-Pong* que de serie incluía la considerada como primera consola de la historia, la *Magnavox Odyssey*, que fue presentada en mayo de 1972, unos meses antes de *Pong*. Fue este año el punto de inflexión para que muchas empresas se lanzaran a la industria del videojuego. Asimismo, en estos años sucede otro gran hito en la industria del videojuego, concretamente en 1975, fecha en la que se fabrica la primera consola doméstica, *Telegames Pong* (Dillon, 2011) (Figura 3).



Figura 3. *Telegames Pong*, la primera consola doméstica (Dillon, 2011).

Con la llegada de la década de los 80 se produce una revolución en la industria, la aparición de grandes avances tecnológicos como los microprocesadores o los chips de memoria la hacen posible. Además, los videojuegos dan un salto a un escenario mundial, ya no solo es algo de la industria norteamericana sino que en Europa y sobre todo Japón surgen empresas que lanzan consolas y videojuegos al mercado. Consolas como *Nintendo* o *Sega Master System* se unen a las empresas norteamericanas en la “guerra” de los videojuegos. En esta década surgen series clásicas como *Donkey Kong*, *Super Mario Bros*, *The Legend of Zelda*, entre otras. En la Figura 4 se muestra una captura de pantalla de algunos de estos videojuegos en su primer lanzamiento para una de las videoconsolas más populares de la historia de *Nintendo*, *NES (Nintendo Entertainment System)*. La industria era ya imparable, los continuos avances tecnológicos llevarían consigo nuevas consolas más potentes y videojuegos cada vez más reales, todo ello lleva a un panorama como el que se tiene hoy en día, donde las consolas conviven con los *smartphones* y *tablets*, y la oferta de videojuegos es realmente elevada, con fenómenos como *Pokemon Go* (2017), que se analizará más adelante (sección 3.2.4).



Figura 4. De izquierda a derecha, y de arriba abajo, *Super Mario Bros*, *Donkey Kong*, *Tetris* y *Legend of Zelda* (Nintendo, 2017).

2.1.2. Impacto económico y social

El mundo de los videojuegos es, hoy en día, una de las mayores industrias del entretenimiento, importantes asociaciones a nivel mundial como ESA (*Entertainment Software Association*, 2017) corroboran esta afirmación. Esta asociación de EEUU proporciona algunos de los siguientes datos:

- Más de 150 millones de estadounidenses juegan o han jugado a videojuegos.

- Las empresas de videojuegos proporcionan empleo a más de 220.000 personas en EEUU.
- En el 65% de los hogares de EEUU hay al menos un jugador habitual, es decir, que dedica al menos tres horas a la semana.
- La edad media del jugador es de 35 años, siendo el 72% de ellos menores de 18 años.
- Las mujeres con una edad de 18 años en adelante representan el 31% de toda la comunidad de jugadores.
- Los niños menores de 18 años representan el 18% del total.
- El 71% de los padres afirma que los videojuegos es algo positivo para sus hijos.
- El 67% de los padres juegan con sus hijos al menos una vez por semana.
- El 94% de los padres afirma que supervisa en cierto modo a sus hijos menores de 18 años mientras juegan.

Todos estos datos ponen de relieve que los videojuegos forman parte de la vida de muchos norteamericanos. Por otro lado, los datos económicos definen a los videojuegos como un verdadero motor de la economía mundial, los últimos datos de 2016 muestran unas ventas superiores a los 24,5 billones de videojuegos, generando más de 34,4 billones de dólares (31,88 billones de €). Estas ventas incluyen suscripciones de videojuegos *online* y descargas desde todas las plataformas posibles. Todos estos datos y muchos más están incluidos en el informe de 2016 de *ESA (Entertainment Software Association-facts, 2016)*.

Con respecto a España, según datos de la *Asociación Española de Videojuegos (AEVI, 2017)*, desde el año 2014 hay un tendencia creciente en los datos económicos relacionados con el videojuego. Los últimos datos disponibles de 2016 cifra en 1.163 millones de € el consumo de videojuegos en España, cantidad un 7,4% mayor que el año anterior, acumulando más de un 15% de incremento respecto a 2014. Otros datos interesantes que destacan, es que en España hay actualmente 15 millones de usuarios de videojuegos, es decir, un 42% de la población. Esta cifra es tan solo superada en Europa por Francia y Alemania, con un 62% y 52% respectivamente. Otro dato revelador es el incremento existente entre los jugadores de 35 a 44 años, donde en 2013 representaban una cuota del 15,6%, y en 2016 han alcanzado el 37%. Datos como este último en España, o como los mostrados en EEUU sobre los padres de los jóvenes jugadores, donde el 67% afirma que juega con ellos al menos una vez por semana; confirman que el videojuego no es solo cosa de niños y adolescentes. Otro dato contundente a tener en consideración es que en España los videojuegos se consolidan como la primera opción de ocio audiovisual, superando ampliamente al cine y la música. Esta última afirmación se ilustra en la Figura 5.

Facturación en millones de € (2016)

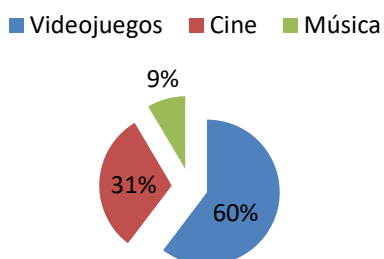


Figura 5. Facturación anual de 2016 del ocio audiovisual en España.

Las cifras exactas son: 1.163 millones de € detallados anteriormente respecto a los videojuegos, 601 millones de € pertenecientes al cine y, por último, 163,7 millones de € asociados al sector musical.

A pesar de estas cifras y de la indudable proliferación de los videojuegos en la sociedad, existen varios estudios que evidencian algunos problemas ocasionados por el uso de los videojuegos. Y es que los videojuegos pueden generar violencia, agresión o exclusión social, también pueden promover actitudes individualistas, causar excitación o crear un efecto de inmersión, es decir, los jugadores podrían perder actitudes sociales. Por ejemplo, el estudio llevado a cabo por Allahverdipour, Barzagan, Farhadinasab y Moeini (2010) sobre una muestra aleatoria de 444 adolescentes pertenecientes a ocho escuelas de secundaria de Irán, revela que los adolescentes que jugaban con videojuegos violentos una media inferior a 6,3 horas por semana, o que directamente no jugaban, gozaban de una mayor salud mental. En el lado opuesto, los que superaban estas 6,3 horas de juego a la semana, mostraban actitudes más violentas. Otro trabajo, que es una referencia en la literatura científica (más de 1200 citas en *Google Scholar*), fue realizado por Anderson et al. (2010). En el estudio se realiza una revisión en las bases de datos científicas en busca de evidencias entre la relación de los videojuegos violentos y las actitudes violentas, concluyendo que la exposición a videojuegos violentos es un factor de riesgo causal en el aumento de la conducta agresiva, la cognición agresiva, y además afectan a la empatía y a la disminución de la conducta social.

En un estudio más reciente, Christopher Ferguson (2015) va más allá, y plantea analizar la posible relación de los videojuegos violentos en niños y adolescentes con el aumento de agresión, la reducción de la conducta social, la reducción del rendimiento académico, los síntomas depresivos o los síntomas de déficit de atención. Para ello utiliza 101 trabajos sobre los

videojuegos violentos y su relación con actitudes negativas, llegando a la conclusión de que sí tienen influencia en todos estos aspectos pero no de manera llamativa, ya que la relación es mínima y en muchos casos cercana al cero. Además, pone en entredicho algunos trabajos previos debido al sesgo empleado por los investigadores, por ejemplo, en las citas utilizadas; y es que algunos estudios no detallaron ningún trabajo que no confirmaran sus argumentos, o simplemente otro punto de vista sobre la violencia en los videojuegos.

2.2. Videojuegos serios y videojuegos educativos

En esta sección se presentará el estado del arte sobre los videojuegos serios y los videojuegos educativos.

2.2.1 Definición de videojuego serio

El término videojuego serio, en inglés *Serious Game*, aparece por primera vez en 1970 (Abt, 1970) aunque en el contexto de los juegos de mesa y no de los videojuegos. En su libro, Abt (1970) propuso juegos para la educación desde diferentes áreas del conocimiento, como las ciencias sociales, las matemáticas o la física. Abt (1970, p. 12) también definió por primera vez el oxímoron SG: “Los juegos serios tienen un propósito educativo explícito y cuidadosamente pensado, y no están destinados a ser jugados para ofrecer diversión, principalmente. Esto no significa que los juegos no son, o no deberían ser, entretenidos”. En esta misma línea de utilizar SG como juegos no digitales, también se encuentra en la literatura el libro de Jansiewicz (1973), en este caso, jugar para aprender los mecanismos políticos básicos de aquellos años en EEUU.

Hay que avanzar hasta los primeros años del siglo XXI para encontrar el concepto de SG tal como lo conocemos hoy en día, concretamente en el año 2002, donde Ben Sawyer y David Rejeski (2002) publican un artículo sobre los SG en el ámbito de la política pública, con el fin de mejorar el conocimiento sobre ésta a través del juego. Este artículo fue muy seguido gracias a la creación de una asociación para promover el uso de los videojuegos con un propósito serio, *Serious Games Initiative*, asociación de la cuál es cofundador Sawyer (Susi, Johannesson & Backlund, 2007) a través del *Woodrow Wilson Center*. Precisamente, es Ben Sawyer quien define como primer SG (Gudmundsen, 2006) *America's Army* (2017), un simulador de combate para instruir a militares en el campo de batalla a través de la realización de diferentes misiones. En el desarrollo del videojuego colaboró otro investigador relevante en el campo de los SG, el profesor Michael Zyda (2005). En estos años es también cuando surgen los primeros congresos donde se aborda por primera vez los SG, *Visuals and Simulation Technology Conference and Exhibition* en 2005, *GAMES* que es un acrónimo de los términos anglosajones: *Government, Academic, Military, Entertainment* y

Simulation en 2005, *Apply Serious Games* en 2006, *Education Arcade*, *Games in Education Conference* en 2006 o *Cyber Therapy Conference*, también en 2006. En vista a los datos, parece ser que los SG nacen de la mano de Sawyer, Rejeski o Zyda con el apoyo de *Serious Games Initiative* o *America's Army*, o lo que es lo mismo, surge en EEUU como también afirman Djaouti, Alvarez, Jessel y Rampnoux (2011).



Figura 6. Imágenes de *America's Army* (Zyda, 2005), primer SG.

Desde entonces, son muchos los autores que han analizado el concepto de SG (Zyda, 2005; Michael & Chen, 2005; Djaouti et al., 2011; Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey & Boyle, 2012; Wouters et al., 2013). Una de las primeras definiciones que se establecieron en la literatura científica fue del propio Zyda (2005, p. 2), quien definió el término SG como: “Una competición mental jugada con un computador de acuerdo con unas reglas específicas, que usa el entretenimiento para promover la formación gubernamental o corporativa, la educación, salud, política pública, y objetivos de comunicación estratégica”. Más tarde, Michael y Chen (2005, p. 40) añadió que los videojuegos serios “no tienen el entretenimiento, disfrute o diversión como primer propósito”. Otro matiz que es importante destacar, es referente al término *serious*, donde Sawyer (2007) subraya que este término se refiere al propósito del videojuego y no al contenido. En vista de estos trabajos analizados se podría decir que para que un videojuego sea considerado como serio, deberá mantener la esencia de todo videojuego, la diversión, junto con un propósito serio, independientemente de cuál sea su área de aplicación (educación, salud, etc.). En la siguiente tabla (Tabla 1) se resumen los principales hitos en el área de los SG.

Año	Evento	Autoría
1970	Primera utilización del término SG, aunque haciendo referencia a juegos no digitales	Clark Abt (1970)
2002	Primera vez que se menciona SG vinculado a los videojuegos	Sawyer y Rejeski (2002)
2002	Primer SG	<i>America's Army</i> (2017)
2006	Primera conferencia que incluye SG en su nomenclatura. (25 de Mayo de 2006 en Londres)	<i>Apply Serious Games</i>

Tabla 1. Principales hitos en los SG.

2.2.2 Características de los videojuegos serios

Con el fin de analizar las características de los SG y buscar ejemplos reales de estos videojuegos se ha procedido a realizar una búsqueda sistemática en las bases de datos científicas de la *Web of Science* con las palabras clave: “serious game”, idioma inglés y filtrando desde 2007. Se filtra desde 2007 porque la gran mayoría de trabajos sobre SG se aglutinan a partir de esta fecha, como se puede extraer del trabajo de Connolly et al. (2012). Como resultado de esta búsqueda se obtienen 3140 trabajos, y a este número inicial de artículos se le aplican dos nuevos filtros: “science technology” como dominio de aplicación y “computer science” como área de investigación, quedando la cifra final de trabajos reducida a 1226. Por último, la búsqueda es ordenada de mayor a menor frecuencia en el número de veces que el artículo ha sido citado para proceder al análisis de los documentos obtenidos. Se seleccionó inicialmente una muestra de los primeros 65 trabajos, aproximadamente el 5% de la muestra. Esta búsqueda inicial fue realizada en 2014, en años posteriores se actualizó y amplió la muestra, siendo la última revisión de septiembre de 2017. La cifra total de trabajos analizados finalmente se sitúa en 284 sobre 2919 (casi un 10% de la muestra). Concretamente fueron incluidos todos los trabajos que tenían un número mínimo de 10 citas para garantizar que los trabajos más significativos eran considerados. Cabe destacar que los filtros en estos tres años han sido modificados por parte de *Web of Science*, fusionando los filtros de dominio de aplicación y área de investigación en “categorías”, y añadiendo en este filtro más opciones, por lo que se procedió a seleccionar las categorías con posibilidad de afinidad con los videojuegos como *Education educational research, computer science theory, computer science interdisciplinary applications, computer science artificial intelligence, medical informatics, environmental sciences, ergonomics, multidisciplinary sciences, sport sciences, psychology, psychology clinical y neurosciences*.

De cada trabajo incluido en la revisión sistemática se ha analizado si describía uno o varios SG, y de ser así, se recopilaban las características, experiencia o cualquier dato relevante en torno a los SG, con el objetivo principal de construir una batería de conocimiento formada por ejemplos reales de SG. Tras la lectura completa de estos 284 trabajos, se pudo comprobar que muchos de ellos no describían ningún SG, sino que trataban el concepto desde diferentes perspectivas, como por ejemplo, la violencia en los videojuegos, la adicción a los videojuegos y, en algunos casos, ni tan siquiera estaba relacionado con los SG. Tras la revisión completa, de estos 284 trabajos se pudieron extraer un total de 84 SG. La Figura 7 resume todo este proceso.

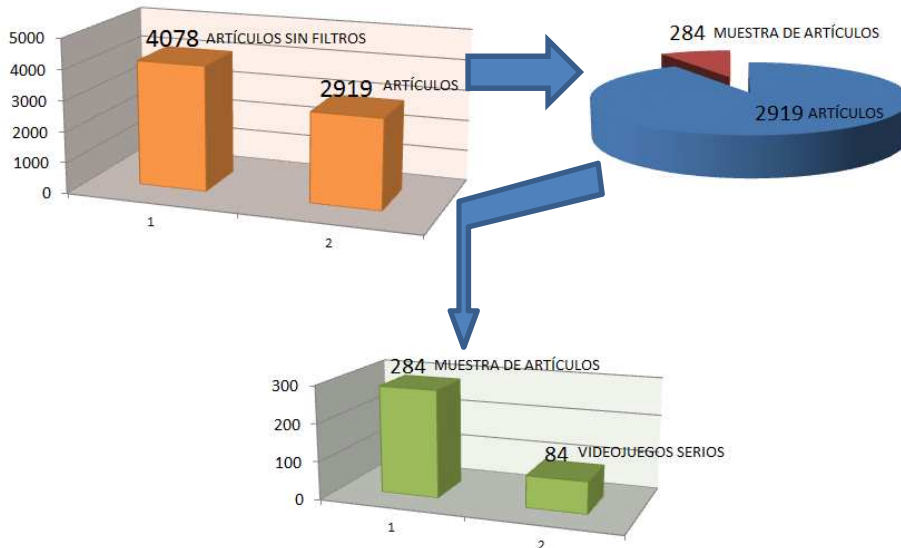


Figura 7. Resumen del proceso de búsqueda de SG en las BDs científicas.

En el Anexo I se describen los 84 SG estudiados, indicando en cada caso: la autoría, el área de aplicación, el público objetivo, el propósito, el género, los autores y el año de creación. A continuación se recoge una versión simplificada de dicha información, incluyendo únicamente el nombre del videojuego serio, su género y el propósito del mismo (Tabla 2). Este resumen, no obstante, permite percibir muy claramente la diversidad de SG hallados en la búsqueda sistemática realizada.

SG	Género	Propósito
3D ADAT	Simulación	Formación en cultura afgana
A feedback-hit-parade-final report (4)	Estrategia y simulación	1-Mejorar la estrategia de ventas 2-Mejorar su estrategia de comunicación con el cliente
A treasure hunt discovering the European heritage	Lógica y aventura	Formarlos en el patrimonio cultural de diferentes ciudades europeas
Acquiring Research Acumen	Aventura	Introducírlos en el trabajo científico
AWWWWARE	Simulación	Aumentar las habilidades y uso de internet
Ball Maze-Fridge Frenzy-Tentacle Dash-Bubble Fish(4)	Acción	Rehabilitación
Bejeweled II*	Lógica	Reducir el estrés y mejorar el estado de ánimo
Childhood obesity (9)*	Acción, deporte y lucha	Mejorar el estado físico
Circuit Game	Lógica y simulación	Ayudar a los estudiantes en la teoría sobre circuitos eléctricos
cMotion	Simulación y lógica	Facilitar el reconocimiento de emociones a través de la expresión facial
Cockroach game	Lógica y simulación	Superar la fobia por las cucarachas
Code Red: Triage	Simulación	Formación sobre el triaje
Conspiracy Code	Acción y	Enseñar la historia de América

	aventura	
<i>Crystal Island</i>	Aventura	Mejorar la lectura de mapas y las habilidades de navegación
<i>Dancetown TM*</i>	Simulación	Aumentar la actividad física
<i>Darfur is Dying</i>	Aventura	Analizar la capacidad de los jugadores de compartir el juego
<i>Drugs and the Brain</i>	Simulación	Informar sobre los efectos de las drogas
<i>Ebavir</i>	Acción	Terapia de rehabilitación
<i>ECHOES</i>	Aventura y acción	Terapia para niños autistas
<i>e-Junior</i>	Simulación	Formación en asignaturas de biología, ciencias naturales y ecología
<i>eMed-Office</i>	Simulación	Introducir al alumno en las funciones de un profesional de medicina general, simulando una consulta
<i>EMSAVE</i>	Simulación	Mejorar las actuaciones ante un paciente en parada cardiorrespiratoria
<i>eEscape</i>	Aventura	Analizar la colaboración entre jugadores, con el objetivo de mejorar la cohesión de un grupo de trabajo
<i>ETIOBE Mates (The Healthy Plate-The Memory Game-SuperETIOBE)</i>	Lógica y aventura	Informar a los niños sobre nutrición básica y así mejorar los hábitos alimenticios
<i>Europe 2045</i>	Estrategia y simulación	Familiarizar al estudiante con asuntos políticos, económicos y sociales de la Europa contemporánea
<i>EverQuest II*</i>	Estrategia	Mejorar las competencias en el idioma
<i>Evolution-Museum-BuinZoo</i>	Estrategia y lógica	Trabajar la resolución de problemas y la colaboración
<i>FFA</i>	Acción	Mejorar la movilidad
<i>Gersang</i>	Estrategia y simulación	Mejorar las estrategias meta-cognitivas, como pensar en voz alta
<i>Health Advisor</i>	Simulación	Optimizar la gestión de centros sanitarios
<i>Humunology</i>	Estrategia	Conocer el sistema inmunológico
<i>It's a Deal!</i>	Simulación	Mejorar el inglés de negocio
<i>Kitchen and cooking</i>	Lógica	Terapia para su enfermedad
<i>La Dama Boba</i>	Aventura	Despertar el interés de los jóvenes por el teatro, así como enseñar algunos conceptos básicos de literatura española
<i>Levee Patroller</i>	Simulación	Entrenarlos sobre los diferentes protocolos de actuación ante posibles movimientos de tierra
<i>MACBETH</i>	Lógica y simulación	Mitigar el sesgo cognitivo
<i>Markstrat</i>	Simulación	Mejorar sus conocimientos en <i>marketing</i> y sobre el mercado financiero
<i>mHealth</i> (nombre genérico)	No detallado	Terapia basada en la estimulación cognitiva para mitigar el síndrome
<i>Mingoville</i>	Aventura	Mejorar el inglés como segundo idioma
<i>MINWii</i>	Simulación	Terapia musical para mejorar la autoestima de los pacientes
<i>Mobile English Learning (MEL-2)</i>	Aventura	Mejorar el vocabulario en un segundo idioma, inglés
<i>My first day at work-The big party (2)</i>	Simulación	Prepararlos para el nuevo puesto
<i>Nerverball</i>	Acción y lógica	Intentar alejar a los jugadores de la vida sedentaria
<i>NextCampus</i>	Simulación	Decidir la mejor ubicación para edificios universitarios

<i>NIU-Torcs</i>	Simulación	Aprender conocimientos básicos de física, así como de mecánica del automóvil
<i>No especificado</i>	Simulación	Practicar la gestión de un incendio
<i>No especificado</i>	Aventura	Introducir a los jugadores en SQL
<i>No especificado</i>	Simulación	Mejorar la gestión en caso de accidente aéreo
<i>OntoGame</i>	Lógica	Establecer ontologías para la web semántica
<i>Orthopedic-surgery game</i>	Simulación	Mejorar las habilidades en la gestión del sangrado durante una intervención quirúrgica
<i>Playmancer</i>	Aventura	Terapia para rehabilitación
<i>Power House</i>	Simulación	Concienciar a los ciudadanos sobre el uso eficiente de la energía en el hogar
<i>PR:EPARe</i>	Simulación	Instruirlos en educación sexual
<i>Prog&Play</i>	Estrategia	Iniciar a los estudiantes en la programación
<i>Program your robot</i>	Lógica y estrategia	Mejorar sus habilidades de programación
<i>PULSE</i>	Simulación	Formación sobre la reanimación cardiopulmonar
<i>Re-Mission</i>	Acción	Informar sobre la quimioterapia, así como activar ciertas zonas del cerebro para mejorar la predisposición a recibir quimioterapia
<i>REXplorer</i>	Simulación	Formación en historia y cultura de la ciudad
<i>Rock and Roll Bingo*</i>	Acción	Aplicar musicoterapia encapsulada en un videojuego
<i>Route Mate</i>	Simulación	Mejorar la orientación en pequeños trayectos
<i>Second Life*</i>	Simulación	Evaluar la capacidad de aprendizaje dentro de un mundo virtual
<i>Set Based Concurrent Engineering</i>	Simulación	Optimizar los procesos industriales
<i>Sin especificar</i>	Simulación	Formación sobre la reanimación cardiopulmonar
<i>Sin especificar</i>	Estrategia	Mejorar su habilidades sociales y afectivas debido a su aislamiento
<i>Sin especificar</i>	Simulación y lógica	Enseñar historia y cultura inglesa
<i>Sin especificar</i>	Simulación y aventura	Profundizar en el conocimiento de las bases de datos
<i>Sin especificar</i>	Simulación	Mejorar la toma de decisiones en urgencias
<i>Tactical Iraqi and Tactical Pashto</i>	Simulación	Formación del idioma y cultura en Irak
<i>The Journey</i>	Lógica	Enseñar elementos básicos de probabilidad
<i>The Whack-a-mole game</i>	Lógica	Evaluar el estado cognitivo
<i>Time After Time</i>	Acción	Informar al paciente sobre los diferentes tratamientos, sus riesgos, estadísticas, etc.
<i>Treasure Hunt</i>	Aventura	Terapia de rehabilitación
<i>Treasure Hunting</i>	Aventura	Mejorar el estado físico
<i>Triage trainer</i>	Simulación	Formar en la clasificación de pacientes de urgencias (traje)
<i>Tux Racer*</i>	Acción	Distraer al menor para reducir el dolor, la ansiedad o la angustia previa a una cura
<i>Ultrasound Guided Needle</i>	Simulación	Entrenar a los radiólogos en la colocación de la aguja guiada por ultrasonido
<i>Virtual Network Marathon</i>	Deporte y simulación	Practicar deporte a la vez que se conoce el patrimonio cultural de Beijing (China)
<i>Virtual Pediatric Patients (VPP) y Virtual Pediatric Unit (VPU).</i>	Simulación	Formar sobre los problemas respiratorios pediátricos
<i>VR games (4)</i>	Acción	Terapia de rehabilitación
<i>VRBT (6)*</i>	Acción	Terapia de rehabilitación
<i>VRWii (3)*</i>	Acción y	Terapia de rehabilitación

	simulación	
<i>Webcam games</i> (3)	Acción	Terapia de rehabilitación
<i>World of Warcraft</i> *	Estrategia	Teorizar sobre cómo un videojuego afecta en un entorno de aprendizaje
<i>WuppDi!</i>	Acción	Mejorar el estado físico de pacientes

Tabla 2. Resumen de los 84 SG extraídos en el estado del arte.

Cabe destacar que existen videojuegos que no fueron creados con un propósito serio, sin embargo, los investigadores supieron plantear diferentes estudios donde se ponía de relieve el potencial serio de estos videojuegos. Este tipo de videojuego ha sido marcado en la tabla mediante el símbolo del asterisco (*) dentro de la primera columna “SG”. Otro aspecto que requiere mención es el número que, a veces, aparece entre paréntesis en la misma columna “SG”, el cual indica que no se trata de un único videojuego, sino de varios, indicando dicho número el total de videojuegos que componían el experimento o estudio de investigación incluido en el artículo revisado. Por ejemplo, *VR games* (el sexto trabajo desde el final de la Tabla 2) aglutina cuatro mini-videojuegos serios bajo el SG *VRBT* relacionados con la rehabilitación de personas que han sufrido accidentes cerebrovasculares.

Todos los datos extraídos de la descripción de estos 84 SG han servido de punto de partida para comprender de una manera más profunda el concepto y las características de los SG. Dicha base de conocimiento ha sentado, por tanto, las bases para definir una taxonomía capaz de atender la diversidad de tipologías existentes en el campo de los SG. Además, un subconjunto de estos 84 videojuegos ha servido como muestra para ser clasificados mediante la mencionada taxonomía (experiencia descrita en el Capítulo 8).

2.2.3 Clasificación de los videojuegos serios

Hoy en día son muchos los profesionales que utilizan los SG con diferentes propósitos y son muchos los videojuegos creados con fines serios. Sin embargo, cuando un profesional de un determinado ámbito quiere barajar la posibilidad de utilizar un videojuego como herramienta le pueden surgir una serie de cuestiones: cómo podría decidir sobre el videojuego a utilizar, qué características debería analizar, cuál elegir, hay alguno que reúna las características que deseo, cómo compararlos, etc. Estas y otras podrían ser algunas de las cuestiones que se plantearía un profano en la materia.

Paradójicamente, a pesar de esta variabilidad en la tipología de SG, y la tendencia creciente en su uso (Laamarti, Eid & Saddik, 2014); no son muchos los autores que proponen clasificaciones, taxonomías o categorizaciones en los SG, como se discutirá a continuación. En esta línea, otros autores como Alvarez y Michaud (2008), Sawyer y Smith (2008) o Djaouti et al. (2011) ya han destacado la necesidad de tener que clasificar estos videojuegos.

Recurriendo a las bases de datos científicas, una revisión sistemática revela que no hay mucho publicado sobre taxonomías de SG. Para ilustrar esta afirmación, la Figura 8 muestra el número de artículos obtenido como

resultado de buscar en las dos principales bases de datos científicas, *Scopus* y *Web of Science*, los términos: "serious game taxonomy", "serious game classification", "serious game categorization" y "serious game category".

Scopus - Web of Science

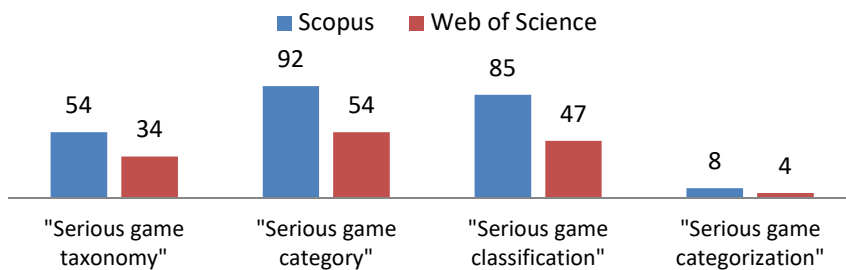


Figura 8. Resultados iniciales de clasificaciones en los SG agrupados por términos.

Tras la lectura de los artículos obtenidos, y después de eliminar artículos duplicados y artículos que no ofrecen ningún tipo de clasificación, categorización o taxonomía, los resultados se reducen considerablemente, como muestra la Figura 9.

Scopus & Web of Science

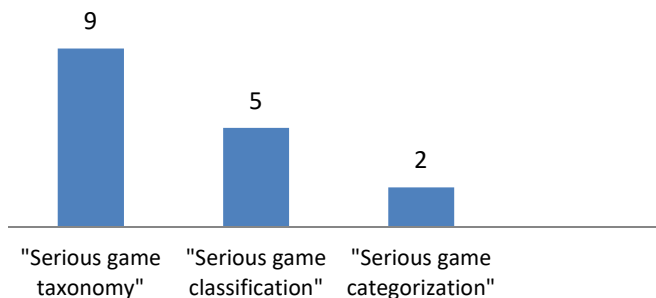


Figura 9. Resultados finales en las clasificaciones de los SG después de analizar los trabajos.

Por último, y con el fin de ampliar las fuentes de la literatura científica analizadas, se repitió el proceso de búsqueda en la base de datos *Google Scholar* con las mismas palabras clave. El resultado final, después de eliminar todas las duplicidades, fue de 20 artículos. Todas estas propuestas de clasificación de SG han sido divididas en dos grupos, las propuestas de carácter general y las propuestas que sirven para clasificar en áreas específicas. Ambos grupos son descritos a continuación.

2.2.3.1. Categorización de carácter general

En esta sección se presentan todas las propuestas de ámbito general identificadas durante la búsqueda sistemática que se ha realizado,

ordenando dichas contribuciones por orden cronológico. Es necesario aclarar que una categorización se considera *general* cuando es adecuada para clasificar cualquier SG, independientemente de su área de aplicación u objetivo serio.

Una de las primeras contribuciones en el mencionado sentido fue realizada por Herz (1997) con el objeto de categorizar el género de los videojuegos. Esta clasificación ha sido muy citada -356 veces en Abril de 2018- y utilizada por otros autores como un estándar de hecho. Por ejemplo, en el trabajo de Connolly et al. (2012) se justifica la elección de la clasificación de Herz (1997) por ser la más similar a la empleada en la industria del videojuego. Asimismo, esta clasificación ha sido adoptada para el criterio de género incluido en la taxonomía CSG que se propone en esta tesis doctoral, por lo tanto su descripción puede encontrarse en la sección 3.1.5.

Varios años más tarde, Michael Zyda (2005) categoriza los SG según su dominio o área de aplicación. En la Tabla 3 se muestran los diferentes dominios propuestos.

Dominios de aplicación
Salud
Política pública
Estrategia y comunicación
Educación
Entrenamiento y simulación

Tabla 3. Dominios de aplicación de Zyda (2005).

En la misma línea que Zyda (2005), Alvarez, Rampnoux, Jessel y Merthel (2007) clasifican también los SG según su dominio de aplicación proponiendo las categorías:

- *Edutainment*: Término que surge de la composición de las palabras *education* y *entertainment*. Por tanto, videojuegos que unen educación y diversión. Como ejemplo los autores usan un videojuego de coches, donde el jugador debe divertirse con la conducción pero respetando y aprendiendo las diferentes señales de tráfico.
- *Advergaming*: Hace referencia a videojuegos donde uno de sus objetivos es publicitar un producto o una marca. Un ejemplo extremo de estos videojuegos es *Everquest II*, donde los jugadores pueden incluso pedir una pizza de la cadena *Pizza Hut* de manera real.
- *Edumarket*: Esta categoría engloba videojuegos que tienen como objetivo transmitir ciertos mensajes educativos para sensibilizar a determinados sectores de la sociedad, sobre todo a niños. Por

ejemplo, el videojuego *Food Force* que fue publicado por Naciones Unidas en 2005 tiene por objeto sensibilizar a los niños ante las misiones humanitarias que realizan las Naciones Unidas en su lucha contra la inanición.

- Videojuegos políticos: Estos videojuegos son identificados porque incluyen situaciones políticamente comprometidas, un ejemplo de este tipo de videojuegos es *Darfur is Dying*. En este videojuego el jugador es un niño de *Darfur* que debe ir en busca de agua sin ser capturado por la milicia.
- Videojuegos de simulación y entrenamiento: Esta última categoría permite entrenar ciertas habilidades, como gestionar una ciudad virtual (*Sim City*) o simular situaciones reales, como puede ser pilotar una aeronave (*Flight Simulator*).

Uno de los trabajos más completos realizados para clasificar el área de aplicación de un SG fue el llevado a cabo de Sawyer y Smith (2008). Este trabajo es utilizado por muchos autores para poder clasificar videojuegos serios, el número de citas que acumula en *Google Scholar* se acerca a las 300 (Abril de 2018). La propuesta establece una tabla donde se presentan las diferentes categorizaciones. Dicha clasificación es adoptada en la taxonomía propuesta en este trabajo doctoral para establecer el criterio denominado área de aplicación y será detallada en la sección 3.1.9.

Continuando con el análisis de las propuestas de carácter general, uno de los investigadores nombrados anteriormente, Djaouti et al. (2011), habla de la importancia de clasificar ambas dimensiones, la parte seria “serious” y la parte de juego “game”. El principal objetivo de su clasificación es que sirva como guía a las personas que se adentren en, como lo llaman los autores, el salvaje campo de los videojuegos serios. Este objetivo coincide con uno de los objetivos que persigue la taxonomía CSG propuesta en esta tesis, posteriormente discutidos en la sección 3.1. Su clasificación se divide en tres aspectos, (1) *gameplay* que se refiere a las reglas de juego, es decir, cómo se juega al videojuego; (2) *propósito*, hace alusión a la parte seria del videojuego, el objetivo no lúdico del videojuego; y (3) *ámbito*, o lo que es lo mismo la audiencia o tipo de mercado. A continuación se detalla su modelo denominado *G/P/S* construido en torno a los citados tres ejes:

- *Gameplay: Game-based | Play-based.*
- Propósito:
 - Mensaje: Educativo | Informativo | Persuasivo | Subjetivo.
 - Entrenamiento: Mental | Físico.
 - Intercambio de datos.
- Ámbito:
 - Mercado: Estado y gobierno | Militar | Salud | Educación | Corporativo | Religioso | Cultura y arte | Ecología | Políticos

- | Humanitario | Publicidad | Investigación científica | Entretenimiento.
- Público: General | Profesionales | Estudiantes.

Acerca del modelo *G/P/S* es conveniente aclarar algunos términos usados en la categorización realizada por el modelo. Por ejemplo, los autores usan el término *Game-based* asociado a videojuegos cuyo *gameplay* incluye logros u objetivos que conseguir para superar los diferentes niveles, y *play-based* para reflejar la ausencia de éstos. Por su parte, el intercambio de datos aplica en videojuegos donde los jugadores intercambian o pueden intercambiar información para lograr determinados objetivos. Un ejemplo de este tipo de videojuegos sería *Lure of the Labyrinth*, donde los jugadores colaboran para resolver problemas matemáticos. Por último, aclarar el concepto de videojuego persuasivo o *persuasive games*, los cuales son videojuegos que tal y como indica el término están enfocados a persuadir al jugador en torno a determinados comportamientos o actitudes (Orji, Mandryk, Vassileva & Gerling, 2013).

Otro estudio destacable es el que realizan Popuescu y Bellotti (2012) donde se describen tres taxonomías para videojuegos serios; una de estas taxonomías denominada *serious game classification* es de carácter general. Esta taxonomía es realmente una implementación web del modelo *G/P/S* (Djaouti et al., 2011) detallado anteriormente, aunque con algunos cambios respecto al modelo original. Inicialmente se clasificaron 550 videojuegos, y actualmente el número de videojuegos serios clasificados supera los 3300. Las tres categorías de clasificación que incluye esta web (<http://serious.gameclassification.com>) son:

- Mercado: Entretenimiento, militar y defensa, salud, educación, ecología, cultura y arte, media, estado y gobierno, político, investigación científica, humanitario y caritativo, religioso y publicidad.
- Propósito: Educativo, informativo, subjetivo, entrenamiento, cuentos, *marketing* y comunicativo, comercio de mercancías y título licenciado.
- Audiencia: Público en general, profesionales, estudiantes y rangos por edades:
 - De 0 a 3 años.
 - De 3 a 7 años.
 - De 8 a 11 años.
 - De 12 a 16 años.
 - De 17 a 25 años.
 - De 25 a 35 años.
 - De 35 a 60 años.
 - De 60 años en adelante.

Otro trabajo a tener en cuenta es el llevado a cabo por Laamarti et al. (2014), donde se proponen de una manera muy simple cinco criterios para clasificar un SG. Estos criterios son:

- Área de aplicación: Educación | Bienestar | Entrenamiento | Publicidad | Comunicación interpersonal | Salud | Otro.
- Actividad: Ejercicio físico | Fisiológico | Mental.
- Modalidad: Visual | Auditiva | Táctil | Olfativa | Otra.
- Estilo de interacción: Teclado/ratón | Seguimiento de movimientos | Interfaces tangibles | Interfaz del cerebro | *Eye gaze* | *Joystick* | Otro.
- Entorno: Presencia social | Realidad mixta | Entorno virtual | 2D/3D | Conocimiento de la ubicación | Movilidad | En línea.

Algunos de estos términos deberían ser aclarados, como la comunicación interpersonal que hace referencia a los videojuegos sociales o los estilos de interacción de interfaces tangibles y *eye gaze*, donde el videojuego es controlado a través de la mirada (Hutchinson, White, Martin, Reichert & Frey, 1989); pero en general son bastante intuitivos y fáciles de utilizar.

Finalmente, cabe mencionar el trabajo de los autores Uskov y Sekar (2014) donde analizan la propuesta del modelo *G/P/S* de Djaouti et al. (2011). Basándose en este modelo, ellos añaden algunos criterios y sub-criterios (recogidos abajo). Otro aspecto a destacar es la importancia que dan los autores al hecho de crear una clasificación para videojuegos serios, en sus palabras: “La clasificación de SG es necesaria para una comprensión profunda del propósito, alcance, dominio, tipo, reglas del juego, audiencia, etc.”. A continuación se describe su propuesta de clasificación, donde los criterios y sub-criterios añadidos sobre los originales del modelo *G/P/S* se han marcado en negrita.

- *Gameplay*:
 - **Tipo:** *Game-based* | *Play-based*.
 - **Objetivo:** **Evitar** | **Confrontación** | **Destruir**.
 - **Significado:** **Crear** | **Gestionar** | **Analizar** | **Resolver** | **Mover** | **Seleccionar** | **Disparar** | **Escribir** | **Random**.
- Propósito:
 - **Toma de decisiones:** **Mecanismos para tomar mejores decisiones y más rápidas.**
 - **Simulación:** **Simulaciones de situaciones reales en un mundo virtual.**
 - **Compartir conocimiento:** Educativos (***edugames***) | Informativos (***newsgames***).
 - Persuasivos: Videojuegos persuasivos.
 - **Motivación:** **Insignias, puntuaciones y recompensas.**

- Entrenamiento: **Centrado en el análisis de habilidades (resolver problemas) | Centrado en habilidades técnicas | Centrado en habilidades comunicativas | Centrado en las habilidades del trabajo en equipo y la colaboración** (Respecto a la propuesta original del modelo *G/P/S* se ha eliminado: Mental | Físico).
- Intercambio de datos/**colección: Videojuegos basados en colección de datos | Centrados en investigación e innovación | Videojuegos de aventura gráfica.**
- **Ámbito:**
 - **Dominio/Mercado:** Estado y gobierno | Militar | Salud | Educación | Corporativo | Cultura y arte | Ecología y **medioambiente** | Políticas | Humanitaria | Publicidad | Investigación científica | **Marketing** (Respecto a la propuesta original del modelo *G/P/S* se han eliminado dos ámbitos: Entretenimiento y religioso).
 - **Público/Audiencia:** Pública en general | Profesionales | **Pupilos (elemental/nivel medio escolar) | Estudiantes (nivel alto escolar/universidad).**

Esta última clasificación se puede decir que mejora la original en cuanto al número de posibilidades a la hora de clasificar el SG, aunque la esencia permanece.

Con el fin de resumir todas las propuestas de carácter general, se proporciona la siguiente tabla (Tabla 4) donde la primera columna indica el trabajo o estudio al que se hace referencia, la segunda columna muestra el año de la primera publicación de la categorización y la tercera columna el propósito de la misma. En el propósito se indica si la propuesta puede considerarse una taxonomía o es más bien una clasificación sencilla. Finalmente, las últimas dos columnas de la tabla indican los criterios que incluye la propuesta y si ha sido aplicada a un conjunto de videojuegos, incluyendo el número de videojuegos en su caso (entre paréntesis).

Propuesta	Fecha de la primera publicación	Propósito	Criterios	¿Se ha aplicado?
Herz	1997	Clasificación	Género	No
Zyda	2005	Clasificación	Dominio de aplicación	No
Alvarez et al.	2007	Clasificación	Dominio de aplicación	Sí (10)

Sawyer y Smith	2008	Taxonomía	Área de aplicación	No
<i>G/P/S model</i>	2011	Clasificación	<i>Gameplay</i> , propósito y ámbito	Sí (550)
<i>Serious.gameclassification</i>	2011	Clasificación	Mercado, propósito y audiencia	Sí (3177)
Laamarti et al.	2014	Taxonomía	Área de aplicación, actividad, modalidad, estilo de interacción y entorno	Sí (22)
Uskov y Sekar	2014	Clasificación (Extension <i>G/P/S Model</i>)	<i>Gameplay</i> , propósito y ámbito	No

Tabla 4. Resumen de las clasificaciones o taxonomías de carácter general.

2.2.3.2. Categorización de carácter específico

Esta sección analiza las propuestas de clasificación que son específicas de un área de aplicación concreta de los SG. Aunque ninguna de estas propuestas tiene la intención de definir una taxonomía o clasificación de carácter general, algunas de ellas pueden aportar interesantes ideas a la hora de clasificar un SG, independientemente de cuál sea su área de aplicación. Al igual que en la sección anterior, se presentarán las propuestas por orden cronológico.

En 2007, Losh (2007) propone el uso de SG para preparar a personas ante un ataque terrorista. El estudio describe la siguiente categorización para videojuegos relacionados con catástrofes:

- En función de qué genera la inestabilidad:
 - Ataque terrorista: Una ciudad, región o incluso el planeta podría estar amenazado por una banda criminal.
 - Brote de enfermedad mortal: La propagación de enfermedades letales con efectos devastadores.
 - Rebelión: El jugador debe trabajar con una rebelión para cambiar el sistema.
- En función de quién es responsable de resolver la crisis:
 - Agente: El jugador controla a un avatar que es responsable de salvar el mundo.
 - Organización: Una organización es responsable de gestionar la crisis y el jugador juega su papel o rol dentro de la misma.

Aunque es interesante el propósito de este estudio, la categorización es demasiado específica para aportar nada a una taxonomía que pretende ser de amplio espectro.

Por su parte, el trabajo de Rego, Moreira y Reis (2010) va dirigido a clasificar videojuegos serios del área de la salud, concretamente los SG de rehabilitación. Este trabajo aunque parece muy específico propone una taxonomía muy completa, siendo muchos de sus criterios contemplados también en la taxonomía CSG propuesta en esta tesis. Además, una más que interesante reflexión de este trabajo es que sus autores destacan el hecho de que la taxonomía podría facilitar la comunicación entre el equipo de desarrollo y los clientes o profesionales involucrados. Siendo este también uno de los objetivos que persigue la taxonomía CSG. A continuación se detallan los criterios propuestos por Rego et al. (2010):

- Área de aplicación: El dominio en el cuál el videojuego puede ser aplicado. Rehabilitación cognitiva y rehabilitación física son definidas como posibles valores.
- Interacción tecnológica: La tecnología usada por los pacientes para interactuar con el sistema. Esta interacción puede ser con dispositivos tradicionales como el teclado y ratón, basada en realidad virtual (cascos, guantes o sensores de movimiento) o tele-rehabilitación utilizando *webcams*, video llamadas o sitios web.
- Interfaz de juego: Teniendo como opciones las dos dimensiones (2D) o las tres dimensiones (3D).
- Número de jugadores: Número de pacientes que podrían jugar, categorizado en uno o varios jugadores.
- Género: el género del videojuego puede cambiar dependiendo de la tecnología utilizada. Los ejemplos encontrados incluyen videojuegos que evalúan el movimiento (captura, alcance y agarre), simulación, estrategia o una combinación de estos.
- Adaptación (Sí/No): La capacidad del sistema para adaptar dinámicamente la dificultad según el desempeño del paciente en el videojuego. Muchos de estos videojuegos utilizan niveles de complejidad, mientras que otros pueden no tener niveles identificables pero sí que aumenta la dificultad gradualmente conforme se consiguen ciertos logros u objetivos. En otros videojuegos, los jugadores son analizados intentado mantener un nivel de dificultad acorde con los datos obtenidos.
- Retroalimentación o *feedback* (Sí/No): Esta dimensión está relacionada con la capacidad para transmitir los resultados de la interacción del paciente. Esta característica proporciona a los pacientes una medida de su progreso en términos de alcanzar metas o de mejorar habilidades con el tiempo.

- Supervisión del progreso: La capacidad del sistema para almacenar los resultados del paciente.
- Portabilidad del videojuego: Este criterio hace referencia a la posibilidad de que el sistema pueda ser utilizado en casa o en el hospital.

Por otro lado, como se ha mencionado en la sección anterior (2.2.3.1), el trabajo de Popescu y Bellotti (2012) presentaba tres taxonomías, siendo una de ellas de carácter general. A continuación se muestran las otras dos taxonomías presentadas en dicho trabajo con carácter específico:

- *Imagine* (2011): Esta propuesta de clasificación formó parte del programa europeo de educación permanente. Una serie de criterios se utilizaron en un portal web para poder clasificar, y posteriormente filtrar, más de 90 videojuegos educativos. Los criterios de esta taxonomía son:
 - Género: Acción, lógica, etc.
 - Categoría: Agricultura, medicina, deporte, ciencia, etc.
 - Audiencia: Primaria, secundaria, bachiller, vocacional, aula permanente, etc.
 - Objetivo de aprendizaje: Memoria, toma de decisiones, interacción social, destreza/precisión, aplicación de conceptos y reglas, habilidad para aprender, etc.
- *Engage Learning* (2011): Al igual que *Imagine* (2011), se trata también de una taxonomía de videojuegos educativos que formaba parte del proyecto europeo de educación permanente, siendo de las tres taxonomías presentadas en el trabajo de Popescu y Bellotti (2012) la más completa de todas. Sus criterios son:
 - Plataforma de juego: Ordenador personal, *Sony PSP*, *Nintendo Wii*, *Nintendo DS*, etc.
 - Género/tipo: Aventura gráfica, acción, carreras, salud, militar, *exergaming*, negocios, etc.
 - Objetivo de aprendizaje: Memoria, destreza/repetición, aplicar conceptos/reglas, toma de decisiones, habilidad para aprender, interacción social, etc.
 - Propósito de aprendizaje: Motivacional, habilidades cognitivas, habilidades motoras, interacciones sociales, conciencia espacial y una serie de temas curriculares como: matemáticas, educación física, historia, física, etc.
 - Curva de aprendizaje: Menos de 5 minutos, de 5 a 30 minutos, de 30 a 60 minutos y más de una hora.
 - Incluye aspectos culturales: Sí/no.
 - Modo de jugador: Mono-jugador, multi-jugador y multi-jugador *online*.

- Nivel de escolarización: Primaria, secundaria, universidad, etc.
- Opciones de accesibilidad: Sí/no.
- Audiencia:
 - 3+.
 - 7+.
 - 12+.
 - 16+.
 - 18+.

Otro interesante trabajo fue realizado por Riedel y Hauge (2011), centrado en las habilidades y niveles de simulación proporcionados por los videojuegos desde un perspectiva empresarial, estos niveles de simulación se recogen en la Tabla 5.

Niveles de simulación
Nacional
Industria
Inter-Organizacional
Intra-Organizacional
Grupo / Equipo
Disciplina
Técnicas
Individual

Tabla 5. Niveles de simulación de Riedel y Hauge (2011).

Para aclarar la propuesta se ejemplifica dos de estos niveles, el nivel “Técnicas” incluye videojuegos serios como por ejemplo *The Beer*, *JIT* o *refQuest*, y en estos videojuegos es necesario aplicar técnicas como la gestión de la cadena de suministro o métodos de producción. Por el contrario, si el nivel de simulación perseguido es Intra-Organizacional, se podrían buscar videojuegos serios, o bien diseñarlos, en los que se pongan en práctica ciertas habilidades relacionadas con este nivel en la empresa. Respeto a las habilidades, Riedel y Hauge (2011) las clasifican en blandas y duras, como se muestra en la Tabla 6.

Las habilidades duras son definidas como aquellas que requieren realizar funciones específicas dependiendo del tipo de trabajo, mientras que las habilidades blandas son aquellas que ocurren en un entorno profesional y que son más difíciles de adquirir y desarrollar. Aunque el objetivo de este trabajo difiere de los perseguidos por la taxonomía CSG, la clasificación de las

habilidades será útil, sin duda, en el diseño de videojuegos enfocados a la empresa.

Habilidades blandas	Habilidades duras
Construcción de equipos	Conocimiento de producto/servicio
Comunicación	Ventas
Habilidades interpersonales	Formación basada en la disciplina
Habilidades de negociación	Servicio al cliente
Creatividad	Gestión de proyectos
Habilidades de colaboración	Habilidades en la toma de decisiones
Aprendizaje	Innovación
	Gestión de riesgos
	Salud y seguridad
	Legal/regulatory compliance

Tabla 6. Habilidades de Riedel y Hauge (2011).

Por su parte, y basándose en la taxonomía de Sawyer y Smith (2008), Knöll y Moar (2011) establecen seis criterios para clasificar videojuegos del área de la salud: *exergames*, videojuegos de rehabilitación, videojuegos para aliviar el estrés, videojuegos para la distracción al dolor, videojuegos para la gestión de enfermedades y videojuegos de aprendizaje. En su opinión, una clasificación de este tipo puede ayudar a comparar diferentes videojuegos del área de la salud. Similarmente, McCallum (2012) también propone una clasificación en el área de la salud. La Tabla 7 muestra las diferentes áreas contempladas junto a su propósito asociado definido en términos de personal, práctica profesional, investigación y salud pública.

Para saber interpretar correctamente la tabla se pondrán dos ejemplos. En la celda correspondiente a la fila donde el área de la salud es “terapéutica” y la columna “personal” (que hace referencia al uso en el ámbito personal), los videojuegos son categorizados como “Rehabilitación y gestión de la enfermedad” ya que el uso personal de un videojuego terapéutico es para hacer rehabilitación o gestionar una enfermedad padecida sin necesidad de la presencia de personal sanitario aunque sí bajo su supervisión. Por otra parte, en el área “preventiva” y relacionado con la “salud pública” tendremos “mensaje de salud pública”, aquí podría ser categorizado cualquier videojuego que transmita ciertos hábitos saludables como puede ser una dieta equilibrada o la reducción y/o eliminación de alcohol y tabaco.

Área de Salud	Personal	Práctica profesional	Investigación	Salud pública
Preventiva	<i>Exergaming</i>	Comunicación del paciente	Recopilación de datos	Mensaje de salud pública

Terapéutica	Rehabilitación Gestión de la enfermedad	Distracción del dolor Cyber-psicología Gestión de la enfermedad	Humanos virtuales	Primeros en contestar
Evaluación	Auto-clasificación	Medición	Inducción	Interfaz y visualización
Educativa	Primeros auxilios Información médica	Habilidades y habilidades de formación	Reclutamiento	Simulaciones de gestión
Informática	Registros de salud personal	Registros médicos electrónicos	Visualización	Epidemiología

Tabla 7. Taxonomía para videojuegos de salud de McCallum (2012).

Otro estudio que propone una taxonomía es el llevado a cabo por Pereira et al. (2012), donde se presenta una propuesta muy específica, ya que el campo objetivo de aplicación es el aprendizaje y la ética personal y social, *PLSE* en sus siglas en inglés. Se definen cuatro criterios: habilidades personales, habilidades interpersonales, ética aplicada y conciencia social. Con estas cuatro dimensiones clasifican 17 videojuegos. Además, es muy interesante su reflexión sobre la gran desfragmentación existente en el universo de los SG, destacando la necesidad de crear una taxonomía.

De nuevo volviendo al área empresarial, los trabajos de Greco, Baldissin y Nonino (2013) y de Blažič y Blažič (2015) proponen una taxonomía para videojuegos de empresa (*BGs*, siglas en inglés). Greco et al. (2013) definen un videojuego de negocios como “un videojuego con un entorno empresarial que puede conducir a uno o ambos de los siguientes resultados: la formación de jugadores en habilidades empresariales (duras y/o blandas) o la evaluación de las actuaciones de los jugadores (cuantitativamente y/o cualitativamente)”. En consecuencia, la taxonomía propone las cinco categorías que se muestran en la Figura 10: (1) entorno de aplicación, (2) elementos de diseño de la interfaz de usuario, (3) grupos destinatarios, objetivos y retroalimentación, (4) relación de usuarios/comunidad y (5) modelo. Además, en línea con otros autores, este estudio propone una taxonomía para la comparación de diferentes videojuegos serios.

Por su parte, Blažič y Blažič (2015) incorporan un criterio adicional respecto a la capacidad de aprendizaje a los propuestos por Greco et al. (2013). Aunque la taxonomía de Greco et al. (2013) y su posterior extensión de Blažič y Blažič (2015) son realmente completas (cada criterio es dividido en sub-criterios sumando un total de 40 elementos de clasificación), están centradas en el área empresarial con sus respectivas características, no siendo válida para clasificar cualquier SG.

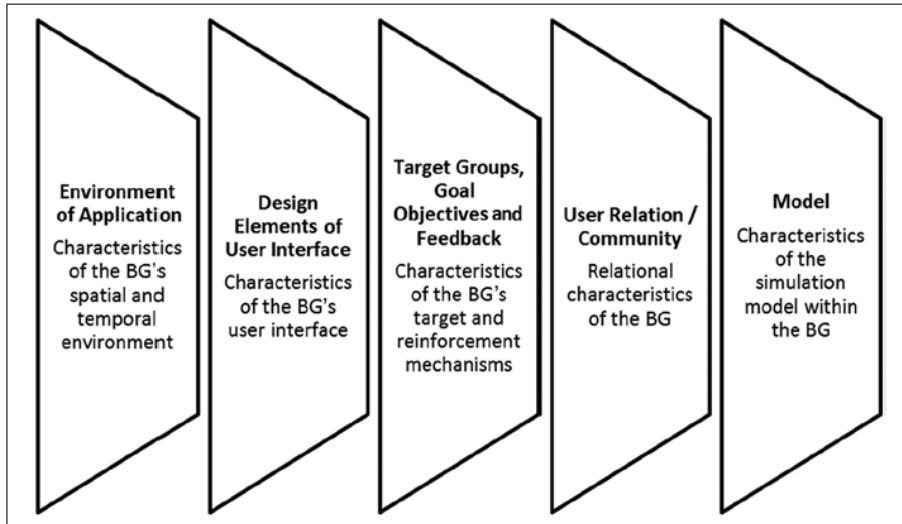


Figura 10. Las cinco macro-categorías de la taxonomía de Greco (Greco et al., 2013).

De nuevo centrado en el dominio de la salud, Wattanasoontorn, Boada, García y Sbert (2013) proponen una completa e interesante clasificación, cuyos criterios sin duda podrían ser aplicados en otros dominios o áreas de aplicación. En su trabajo se clasifica 108 videojuegos de salud para validar su propuesta, de una manera similar a como se valida la taxonomía CSG (sección 8.2). Primero definen algunos aspectos generales a considerar al desarrollar un videojuego serio:

- Herramientas: Motor de juego, base de datos y aplicaciones de diseño *software*.
- Contenido: Proporcionado por los expertos.
- Tecnología: Realidad virtual, interfaz táctil, etc.
- Objetivo del videojuego: Formativo, diagnóstico, etc.
- Género del videojuego: Aventura gráfica, estrategia, deportes, etc.
- Plataforma del videojuego: *Arcade*, videoconsola, *handhelds*, etc.

Algunos de estos criterios son también considerados en la taxonomía CSG definida como un resultado de este trabajo doctoral (sección 3.1). En la segunda parte de la clasificación propuesta en (Wattanasoontorn et al., 2013), el trabajo extiende el estudio de Rego et al. (2010), con la inclusión de estos cuatro criterios:

- Propósito: Centrado en el entretenimiento | Centrado en la salud | Centrado en la adquisición de habilidades médicas.
- Enfermedad: Cáncer, autismo, etc.
- Motor de juego: Los desarrolladores pueden crear o editar funciones accediendo a una *API* determinada.
- Conectividad: La capacidad de vincularse con otros sistemas.

Aunque no es el propósito principal de su trabajo, Druzhinenko, Podolskiy, Podolskiy y Schmoll (2014) categorizan un nuevo tipo de SG, un videojuego para la pérdida de peso que combina ejercicio físico y asesoramiento nutricional. Su categorización incluye: (1) mejora de la conducta alimentaria, (2) mejora de la actividad física, (3) grupo objetivo (niños, adolescentes, adultos), (4) investigación relevante, (5) competencia (individual, en pareja, equipo) y (6) sistema de recompensa (real, virtual). Además se clasifican una veintena de videojuegos según estos criterios. Esta propuesta incluye criterios específicos que podrían tratarse de manera general, y que ya han sido desarrollados por otros autores. Por ejemplo, el grupo objetivo, el objetivo del videojuego o la competencia.

No menos relevante es el trabajo llevado a cabo por Katsaliaki y Mustafee (2015), donde clasificaron 49 videojuegos educativos según 17 variables: (1) tema, (2) rol de los jugadores, (3) objetivo durante el videojuego, (4) tipo de videojuego, (5) gráficos, (6) disponibilidad del videojuego, (7) número de jugadores, (8) audiencia, (9) validación del videojuego, (10) evaluación, (11) notas de los desarrolladores, (12) *debriefing*, (13) fundamentos del videojuego, (14) participación del grupo de interés o *stakeholder*, (15) características del videojuego, (16) objetivos de aprendizaje y (17) desarrollador del videojuego. Para su mejor comprensión es conveniente aclarar las siguientes variables:

- Tipo de videojuego: Ofrece información sobre las herramientas y técnicas utilizadas para el desarrollo del videojuego; de esta manera el videojuego puede ser de simulación, lógica, rol o pervasivo entre otros.
- Disponibilidad del videojuego: Si el videojuego está disponible *online*, mediante descarga, instalación física, etc.
- Notas de los desarrolladores: Identifica la disponibilidad de instrucciones sobre el *gameplay*.
- *Debriefing*: Se refiere a la inclusión de un informe sobre la experiencia de jugar al videojuego.
- Fundamentos del videojuego: Identifica la existencia de algún trabajo científico que sirvió como fundamento de los conceptos del videojuego.
- Características del videojuego: Detalla la manera en la que se consigue el objetivo serio o educativo, es decir, mediante lectura comprensiva (videojuegos de aventura gráfica) o capacidad de relacionarse y cooperar (videojuegos sociales).

Respecto a este trabajo, también es reseñable la manera en la que los autores obtuvieron las 17 variables, ya que lo hicieron a través de analizar los 49 videojuegos, una manera de proceder similar a cómo la taxonomía CSG obtuvo parte de sus criterios. De nuevo, como sucede con otros trabajos

dirigidos a un área específica, muchas de sus variables podrán ser útiles para clasificar cualquier tipo de SG, como son el número de jugadores, la audiencia o el tipo de evaluación, entre otros.

Por último, el estudio de Patiño y Romero (2014) se centra en una taxonomía para el aprendizaje del inglés como segunda lengua, *ESL* (iniciales obtenidas de sus siglas en inglés). El objetivo principal que argumentan para elaborar esta propuesta es facilitar a los docentes la selección de SG, objetivo alineado con uno de los que se persiguen con la definición de la propia taxonomía CSG. En el trabajo se clasifican 16 videojuegos en función de las tres siguientes categorías: intención pedagógica, número de jugadores y complejidad de interacción, y enfoque pedagógico. Aunque solo uno de los criterios puede considerarse general (número de jugadores y complejidad de interacción), habiendo sido tratado en varios trabajos ya analizados.

En la siguiente tabla (Tabla 8) se resumen todas las propuestas detalladas en esta sección, de manera similar a como se hizo en la sección anterior salvo que en esta ocasión, en el propósito de cada propuesta se indica también el área de aplicación de la taxonomía/clasificación propuesta.

Propuesta	Fecha de la primera publicación	Propósito	Criterios, variables o dimensiones	¿Se ha aplicado ?
Losh	2007	Taxonomía -Situaciones de crisis y ataques terroristas	Qué genera la inestabilidad y quién es responsable de resolverla	No
Rego et al.	2010	Clasificación -Salud, en particular rehabilitación	Área de aplicación, interacción tecnológica, interfaz de juego, número de jugadores, género, etc.	Sí (1)
<i>Imagine</i>	2011	Clasificación -Educación	Género, categoría, audiencia y objetivo de aprendizaje	Sí 90 (Sep-2011)
<i>Engage Learning</i>	2011	Classification -Educación	Plataforma, género/tipo, objetivo de aprendizaje, propósito de aprendizaje, curva de aprendizaje, etc.	Sí 35 (Sep-2011)
Riedel y Hauge	2011	Clasificación -Área empresarial	Nivel de simulación y tipo de habilidad	No
Knöll y Moar	2011	Taxonomía -Salud	<i>Exergames</i> , videojuegos de rehabilitación, videojuegos para aliviar el estrés, videojuegos para la distracción del dolor, etc.	No
McCallum	2012	Taxonomía -Salud	Área de la salud y ámbito	No

Pereira et al.	2012	Taxonomía -Aprendizaje y la ética personal y social	Habilidades personales, habilidades interpersonales, ética aplicada y conciencia social	Sí (17)
Greco et al.	2013	Taxonomía - Área empresarial	(1) Entorno de aplicación, (2) elementos de diseño de la interfaz de usuario, (3) grupos destinatarios, objetivo y retroalimentación, (4) relación de usuarios/comunidad y (5) modelo	Sí (5)
Wattanasoontorn et al.	2013	Clasificación - Salud	Herramientas, contenido, tecnología, objetivo del videojuego, género, etc.	Sí (108)
Druzhinenko et al.	2014	Clasificación - SG que combinan educación y salud	Mejora la conducta alimentaria, mejora la actividad física, grupo objetivo, investigación relevante, competencia, etc.	Sí (20)
Katsaliaki y Mustafee	2014	Clasificación - Educación	Tema, rol de los jugadores, objetivo durante el juego, tipo de videojuego, gráficos, etc.	Sí (49)
Blažič y Blažič	2015	Taxonomía - Área empresarial - Extensión de Greco et al. (2013)	Los mismos que Greco et al. (2013), añadiendo las propiedades educativas	Sí (2)
Patiño y Romero	2015	Taxonomía - Inglés como segunda lengua	Intención pedagógica, número de jugadores y complejidad de interacción, y enfoque pedagógico	Sí (16)

Tabla 8. Resumen de las clasificaciones y taxonomías de carácter específico.

2.2.4. Videojuegos educativos

Centrándonos ahora en los videojuegos educativos, poner fecha a su origen es una tarea compleja e incierta: los que podrían ser considerados como primeros videojuegos educativos pudieron no ser diseñados para tal fin, y es que un videojuego puede ser educativo sin haber sido concebido para ello (Bartolomé, 1994; Le Diberder & Le Diberder, 1997). Esto sucede con algunos videojuegos de plataforma como *Mario Bros*, *Megaman* o *Sonic*, que podrían ser utilizados para mejorar los reflejos. También sucede algo similar con videojuegos de estrategia como *Civilization* o con simuladores sociales como

The Sims, que ofrecen posibilidades para el desarrollo cognitivo y social en niños y adolescentes.

Dicho esto, de igual manera que sucedía con el concepto de SG, los primeros juegos educativos no eran para computadores. A finales de los años 50 y principios de los 60 surgen los primeros juegos educativos documentados en la literatura científica, como es el caso de *Inter-Nation Simulation* (Robinson, Anderson, Hermann & Snyder, 1966) desarrollado por Harold Guetzkow, era un juego utilizado como herramienta de apoyo para los estudiantes de ciencias políticas y relaciones internacionales. Sin embargo, hay autores que se planteaban la idoneidad de estos juegos como herramienta educativa, por ejemplo, Cherryholmes (1966, p. 4) después de realizar algunos experimentos con juegos concluyó que “mientras los juegos motivan, hay poca evidencia de que enseñen, mejoren las habilidades para resolver problemas o que induzcan el pensamiento crítico con más eficacia que otros métodos de aprendizaje”. Más adelante, Keys (1976) publica una revisión del estado del arte sobre los juegos de simulación y el aprendizaje, localizando ocho trabajos que usan criterios para medir de forma aceptable el potencial educador de estos juegos. En el mismo año, Brenenstuhl y Catalanello (1976) analizan y evalúan los métodos tradicionales de enseñanza frente al de los juegos. En su estudio destacan varias características de los juegos frente a los métodos tradicionales de enseñanza, como la motivación, satisfacción o el desarrollo cognitivo. Algunos años después, en 1988 se puede encontrar en la literatura científica un interesante trabajo que examina el estado y potencial educativo del juego hasta la fecha (Butler, Markulis & Strang, 1988). Concretamente, en su estudio se destacaba el hecho de que a la hora de analizar el potencial de los juegos tan solo eran tenidos en cuenta los aspectos cognitivos, y no todos los aspectos implicados, ya que por ejemplo conocimiento, habilidad intelectual, síntesis o evaluación eran ignorados; además de otros aspectos no cognitivos, como examinar la afectividad y el desarrollo psicomotor. Otra conclusión relevante de su trabajo es la falta de metodologías serias para evaluar la efectividad de los juegos en educación, y en muchos casos, la ausencia de éstas.

Volviendo a los juegos digitales y videojuegos, hasta mediados de los años 70 no se recoge nada sobre juegos digitales y educación. Es en esta década cuando aparecen algunos trabajos que comienzan a medir el potencial educador en el área de las matemáticas utilizando juegos de computadores (*computer games*). En varios de estos estudios se utiliza en el aula el juego *Instructional Math Play*, una versión digitalizada del juego *EQUATIONS* (Allen, 1970), y en la mayoría de los trabajos sale bien parada su comparación con métodos tradicionales de enseñanza (Weusi-Puryear, 1975; DeVries & Slavin, 1976; Allen, Jackson, Ross & Whyte, 1978). Durante años posteriores, comienza a digitalizarse el sector educativo y prueba de ello es el estudio de

Jolicoeur y Berger (1986), donde (aunque es cierto que se habla de *software*, no de videojuegos) se discute cómo hacer que un *software* sea realmente educativo y es significativo comprobar cómo en aquellos años estos autores estimaban ya en más de 7000 el número total de *software* educativo presente en la industria. Estos datos ponen de relieve el interés que ha despertado, desde hace décadas, la combinación de tecnología y educación. Pero el principal problema que presentaba este *software* educativo o algunos de los pocos videojuegos diseñados con fines educativos hasta la fecha era su naturaleza, alejada de lo que es realmente un videojuego, en cuanto a la diversión. De hecho, a pesar de que el debate ya había sido planteado con anterioridad, Squire (2002) pone de relieve en su estudio que tan solo había encontrado un par de trabajos fundamentados empíricamente y publicados en revistas sobre cómo un videojuego puede apoyar el aprendizaje.

Acercándonos al presente en esta revisión temporal, encontramos que los videojuegos educativos son un importante tipo de SG, y sin duda, uno de los más populares. En la actualidad, son muchos los estudios y trabajos realizados sobre este dominio de los SG, de hecho, el área educativa constituye la de mayor impacto dentro de los SG, como así lo revela un interesante trabajo llevado a cabo por Vargas, García-Mundo, Genero y Piattini (2014). En este estudio se propone un método de mapeo sistemático de la literatura científica (*Systematic Mapping Study*) basado en la propuesta de Kitchenham (2004) y que tenía como objetivo obtener un estado del arte formal sobre la calidad *software* en los SG. En el proceso se seleccionaron inicialmente 1236 artículos en función de determinadas palabras claves y utilizando seis bases de datos científicas. Después de eliminar duplicidades y seleccionar los artículos más interesantes realmente relacionados con los SG y la calidad de éstos, el resultado final se redujo a 112 artículos. De estos artículos se extraen datos interesantes en referencia a los SG; uno de estos datos revela que la educación es el área de aplicación, con mucha diferencia, más recurrente en los SG, y es que el 60,71% de los trabajos revisados pertenecen a esta área.

Al intentar analizar el motivo del porqué se aglutinan tantos trabajos sobre videojuegos educativos, sin duda, uno de los factores que podría explicar el gran peso en la literatura científica de este tipo de SG radica en los problemas relacionados con el abandono escolar o fracaso escolar, siendo la falta de motivación que a veces genera el sistema educativo tradicional uno de los motivos principales que provoca este abandono escolar. Precisamente, los SG educativos pueden generar esa motivación extra que en algunas ocasiones es necesaria, convirtiéndose en una herramienta pedagógica excelente para los docentes. De hecho, diversos trabajos han analizado las oportunidades que ofrecen los SG educativos como herramienta pedagógica (Griffiths, 2002; Squire, 2003; Rosas et al., 2003;

Mitchel & Savill-Smith, 2004; Annetta, Murray, Laird, Bohr & Park, 2006; Gros, 2007), y estos beneficios son realmente numerosos. A continuación, se enumeran las ventajas educativas del videojuego agrupadas en cinco bloques (Tablas 9-13): Físicas, psicológicas, sociales, relacionadas con el aprendizaje y otras; mostrando los autores con los que se relaciona.

Ventajas	Trabajos donde se identifican
Físicas	
Reducen el tiempo de reacción	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Rosas et al. (2003)
Mejoran la coordinación visomotora	Griffiths (2002)
Involucran distintos tipos de curiosidad: auditiva, visual o cognitiva	Rosas et al. (2003) – Gros (2007)
Favorece las habilidades psicomotrices	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Atención selectiva visual	Mitchel y Savill-Smith (2004)

Tabla 9. Ventajas (Físicas) asociadas a los videojuegos educativos.

Ventajas	Trabajos donde se identifican
Psicológicas	
Aumentan la autoestima	Griffiths (2002)
Estimulan la conducta exploratoria y el deseo de aprender	Griffiths (2002)
Articulan el pensamiento abstracto	Rosas et al. (2003)
El jugador puede experimentar varios roles, y en consecuencia conocerse mejor a sí mismo	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Incluso si son violentos, pueden servir como una forma de aliviar frustración y repercutir positivamente en el estado anímico	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Los videojuegos crean reacciones emocionales porque son capaces de imitar una experiencia sensorial	Annetta et al. (2006)
Enseña a autorregularse a partir de unas reglas	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Provocan reacciones emocionales en los jugadores gracias a: los personajes, recompensas, obstáculos, narrativa, competición y oportunidades de colaboración	Squire (2003)

Tabla 10. Ventajas (Psicológicas) asociadas a los videojuegos educativos.

Ventajas	Trabajos donde se identifican
Sociales	
Permiten mejorar habilidades sociales, del lenguaje, lectura de reglas y mensajes, y matemática básica	Griffiths (2002)
El videojuego puede crear sensación de pertenencia a un grupo	Annetta et al. (2006)
Permite incorporar el diálogo Socrático, es decir, un interlocutor (el videojuego) lidera una	Mitchel y Savill-Smith (2004)

discusión y el otro (el jugador) asiente o disiente de sus afirmaciones	
Favorecen la colaboración, la cooperación y la competición	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Gros (2007)

Tabla 11. Ventajas (Habilidades sociales) asociadas a los videojuegos educativos.

Ventajas	Trabajos donde se identifican
Relacionadas con el aprendizaje	
Favorecen un aprendizaje interactivo	Griffiths (2002)
Motivan el aprendizaje mediante el desafío	Griffiths (2002) - Mitchel y Savill-Smith (2004)
Mejoran las habilidades cognitivas: planificación de estrategias, múltiples estilos de aprendizaje, etc.	Rosas et al. (2003)
Embeben estrategias cognitivas como la repetición, enumeración, capacidad de resumen, de hacer mapas cognitivos, de entender analogías y realizar inferencias, etc.	Rosas et al. (2003)
El material de aprendizaje se integra en estructuras cognitivas, por lo que favorece el aprendizaje a largo plazo	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Gros (2007)
Permiten un enfoque de aprendizaje exploratorio y proactivo que facilita la autorregulación de los estudiantes	Annetta et al. (2006)
La motivación a través de la diversión es parte del proceso de aprendizaje natural del desarrollo humano	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Se adquiere conocimiento sobre el problema, pero también conocimiento sobre el dominio del problema (meta-conocimiento)	Gros (2007)
Permiten ejercitar y practicar conocimientos o capacidades	Squire (2003)
Permiten tener distintos niveles de dificultad para ajustarse a las destrezas de los jugadores	Squire (2003)
Asignan puntuaciones que dan retroalimentación del progreso de los estudiantes	Squire (2003)
Algunos estudiantes se sienten más cómodos interactuando con otros estudiantes y con el profesor en un entorno de aprendizaje virtual	Annetta et al. (2006)
Introducen aspectos aleatorios de sorpresa que relajan y preparan para seguir aprendiendo	Squire (2003)
Mientras que <i>e-learning</i> se centra en el contenido, el videojuego se centra en la experiencia	Gros (2007)

Tabla 12. Ventajas (Habilidades relacionadas con el aprendizaje) asociadas a los videojuegos educativos.

Ventajas	Trabajos donde se identifican
Otras	
Mejoran la concepción espacial (manipulación de objetos en 2D y 3D, rotación de planos, etc.)	Griffiths (2002) – Gros (2007)
Mejoran la creatividad	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Gros (2007)
Ayudan a la toma de decisiones rápida	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Se adquiere capacidad de reconocimiento de patrones	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Squire (2003)
Favorecen la perseverancia	Mitchel y Savill-Smith (2004)
Potencian un desarrollo del lenguaje como herramienta para clarificar ideas, organizarse, etc.	Gros (2007)
Pueden actuar como simuladores, de manera que se puede practicar alguna tarea sin consecuencias reales	Squire (2003) – Griffiths (2002) – Mitchell y Savill-Smith (2004) – Gros (2007)
Ayuda a la identificación de metas, ya que casi todos los videojuegos están orientados a metas	Rosas et al. (2003)
Incrementan la capacidad para leer pictogramas, tales como diagramas, fotos, imágenes en 3D	Gros (2007)
Mejoran la memoria a largo y corto plazo	Mitchel y Savill-Smith (2004) – Gros (2007)
Ayudan al entendimiento de la tecnología	Gros (2007)
Incrementan las estrategias de atención paralela (atender a varias cosas que ocurren simultáneamente)	Mitchel y Savill-Smith (2004) - Gros (2007)

Tabla 13. Ventajas (Otras) asociadas a los videojuegos educativos.

Para finalizar esta sección, destacaremos algunos ejemplos exitosos de SG en el área educativa. El primer ejemplo es un estudio realizado a estudiantes de medicina (Knight et al., 2010), donde se seleccionaron 91 alumnos y 47 de ellos fueron escogidos para formarse en la clasificación del triaje¹ a través de un SG comercial (*Triage Trainer*). En dicho videojuego se presentan pacientes virtuales con unas determinadas características físicas, así como las lesiones que presentan, se proporcionan datos funcionales además de algunos parámetros como el ritmo cardíaco o el ritmo respiratorio, entre otros. El resto de los estudiantes siguieron el programa de formación tradicional. Como resultado cabe resaltar que se obtuvo una mayor exactitud de etiquetado en la evaluación de la gravedad de los pacientes por parte de los alumnos que se sometieron a la formación a través del videojuego. En cuanto al tiempo empleado para evaluar el triaje no hubo diferencias significativas entre ambos grupos.

¹ práctica realizada por el personal médico para clasificar a los pacientes respecto a la urgencia con que deben ser atendidos.

Otro ejemplo de éxito se desarrolló en la formación universitaria de ingeniería mecánica, concretamente en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Illinois (Coller & Shernoff, 2009), donde se realizó una prueba piloto de un SG con los estudiantes de dicho departamento. En este caso se trata de una adaptación del videojuego de código abierto *Torcs* (2017), que es una plataforma de simulación de carreras que puede utilizarse como videojuego de carreras o como plataforma de investigación, al cual se le añaden algunas mejoras como una alta fidelidad en la física del movimiento del vehículo; incluyendo el motor, la transmisión, los neumáticos o la suspensión. La dinámica del juego se basa en que cada alumno recibe su vehículo sin volante ni acelerador, y debe ser el alumno mediante funciones desarrolladas en C++ el que le dé movimiento al vehículo calculando la aceleración, la velocidad y el radio de giro en las curvas, entre otros parámetros; teniendo presente que diferentes estrategias de conducción pueden mejorar los resultados. El experimento se realizó con 50 estudiantes de tercer y cuarto curso de ingeniería mecánica y los resultados fueron sorprendentes, ya que los alumnos que realizaron su aprendizaje con el videojuego obtuvieron mejores resultados en la asimilación de conceptos, siendo su aprendizaje más efectivo. En las conclusiones del trabajo se indica que el principal motivo que condujo a este exitoso resultado fue que los estudiantes se involucraron más en el aprendizaje con el videojuego mostrando un mayor interés y capacidad creativa.

En el ámbito formativo de los más pequeños, podemos mencionar *Mingoville*, que es una plataforma web para el aprendizaje de idiomas dirigido a alumnos de educación primaria (9-10 años). Este SG explota el factor de la diversión en los niños. La dinámica del juego permite a los niños cantar, realizando sus propias versiones sobre populares temas musicales en inglés, además de resolver otras misiones donde el niño aprende jugando. Este SG fue introducido en el sistema educativo danés en el año 2006, y el proceso fue todo un éxito (Sørensen & Meyer, 2007), ya que se observó una mayor motivación por parte del alumnado y en algunos aspectos como la pronunciación se produjo una mejora significativa con respecto a la formación tradicional.

Otro SG relacionado con los idiomas es *Hopscotch*, un videojuego que propone el aprendizaje del inglés a través de un *exergaming* (Sanders & Hansen, 2008). El videojuego está inspirado en el clásico juego de la rayuela, y se trata de que el niño adquiera progresivamente nuevo vocabulario en inglés. En el trabajo de Lucht y Heidig (2013) se analiza el impacto de esta herramienta en una escuela de primaria de Alemania, donde obtuvieron como resultado que la asimilación de conocimiento era prácticamente idéntica entre los estudiantes que siguieron la metodología tradicional y los que utilizaron *Hopscotch*, con el importante matiz de que los niños que

usaron la herramienta presentaron un nivel de motivación más elevado, en otras palabras, disfrutaron más aprendiendo.

De nuevo vinculado a los niños, podemos citar el proyecto *E-Junior* donde se desarrolla un videojuego basado en un sistema de posicionamiento e interacción en entornos tridimensionales lúdico-didácticos para museos. Dicho SG presenta un entorno virtual para enseñar a los niños ciencias naturales y ecología. El proyecto ha sido coordinado por el Oceanográfico de Valencia, y en él han participado la Universidad Politécnica de Valencia, el instituto Tecnológico del Juguete y la Universidad Católica de Valencia. El juego fue diseñado siguiendo el plan de estudios con la colaboración de expertos en pedagogía. En el estudio de evaluación (Wrzesien & Raya, 2010) realizado posteriormente con una muestra de 48 niños, con el uso de métodos cuantitativos y cualitativos, se obtiene como resultado que el nivel de aprendizaje entre los niños que hicieron uso de la herramienta y los que siguieron la formación tradicional fue similar, sin embargo, al igual que sucedía con *Hopscotch*, los niños manifestaron mayor satisfacción y diversión durante el proceso formativo usando el videojuego, lo que probablemente repercutirá en la retención de conocimientos a largo plazo y en la motivación para seguir aprendiendo.

Por último, también se obtuvo el éxito en un interesante experimento llevado a cabo en una escuela de grado medio en Grecia. Los participantes fueron 80 alumnos con una edad media de 13 años. En el estudio (Garneli, Giannakos & Chorianopoulos, 2017) se trabajó con diferentes grupos, uno seguía la formación tradicional de matemáticas, otro practicó durante una hora con un SG educativo de matemáticas (*Gem Game*), y el otro grupo también jugó al mismo SG y el mismo tiempo pero el juego incluía narrativa. Los resultados de aprendizaje fueron similares, sin embargo, la motivación y compromiso mostrado por los grupos que se formaron a través del videojuego fue mucho mayor. Con respecto a la diferencia entre los que jugaron con narrativa y los que no lo hicieron, se observó un mayor deseo de repetir la experiencia a través del SG sin narrativa, este hecho fue discutido en el trabajo llegando a la conclusión que la narrativa o historia del juego es efectiva en el aprendizaje si evoluciona, de lo contrario, la repetición puede generar cierta apatía en la experiencia (Bopp, 2007).

2.3. Metodologías para el desarrollo de videojuegos serios

Aunque el principal objetivo de esta sección es analizar los antecedentes que existen en la literatura científica en torno al desarrollo de los SG, concretamente de los pertenecientes al área educativa, no es posible abordar esta tarea sin revisar el estado del arte sobre el desarrollo de los videojuegos en general, al fin a al cabo, un SG es un videojuego. Por ello, en este punto se analizarán los principales trabajos sobre el desarrollo de videojuegos, centrándonos en el diseño, y posteriormente se profundizará

en el caso de los SG y SG educativos, analizando modelos, metodologías, marcos y principios de diseño.

2.3.1. Desarrollo de videojuegos

El desarrollo de videojuegos surge en la década de los 60, sin embargo, la industria del videojuego no existía aún debido al alto coste de los dispositivos donde “corrían” estos primeros videojuegos. No fue hasta la década de los 70 cuando se inicia la industria y nacen los primeros videojuegos comerciales. Aunque en constante crecimiento desde entonces, no es hasta el siglo XXI cuando las cifras que rodean a los videojuegos comienzan a dispararse. Desde entonces son varios los autores que se han preocupado de las peculiaridades del desarrollo del videojuego. Por ejemplo, García (2014) expone la problemática existente en el desarrollo de videojuegos, centrándose en la singularidad del equipo multidisciplinar que suele estar presente en la gran mayoría de desarrollos de videojuegos. Estos equipos integran diferentes roles como artistas, diseñadores, programadores, y en el caso de SG, profesionales de todo ámbito; haciendo que la comunicación se convierta en un posible cuello de botella del proyecto.

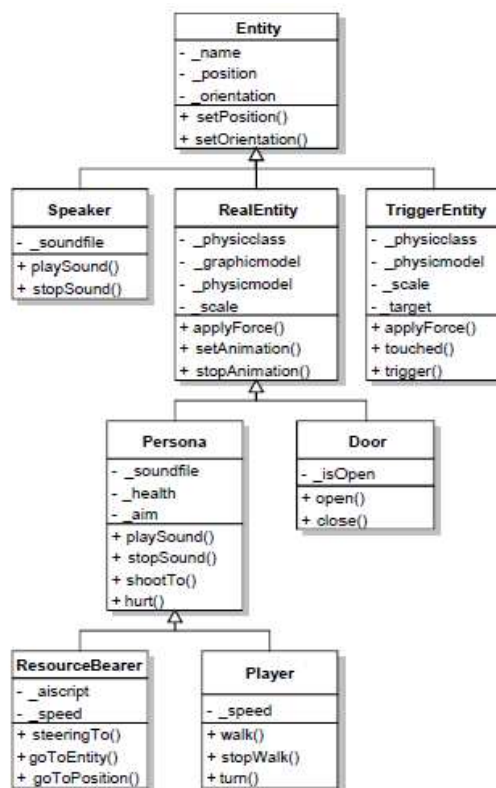


Figura 11. Ejemplo de la descripción ontológica de las entidades de un videojuego (García, 2014).

Como solución, en García (2014) se propone una ontología para dar soporte a la comunicación, así por ejemplo, los diseñadores se limitarán a describir los personajes, objetos, funciones y estado de la lógica del juego, mientras que los programadores sobre esta base refinarán los detalles técnicos siendo posible que manejen diferentes vistas con la misma información. En su modelo se definen cuatro grupos de elementos básicos, estos son: *entidades*, *componentes*, *mensajes* (que representan las acciones y percepciones) y los *atributos*. En la siguiente imagen (Figura 11) se representa gráficamente un ejemplo con la descripción ontológica de las entidades de juego.

Otro destacado trabajo sobre la producción de videojuegos es el llevado a cabo por Chandler (2009), donde se propone una metodología para el desarrollo de videojuegos, cuyo ciclo de vida iterativo está compuesto por cuatro fases, como se puede observar en la Figura 12.

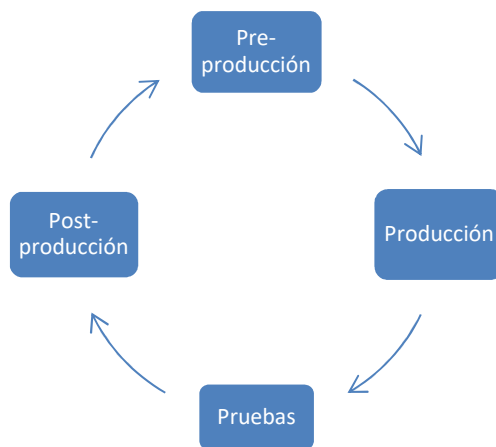


Figura 12. Metodología para el desarrollo de videojuegos de Chandler (2009).

En la fase de pre-producción se deberá decidir aspectos como el concepto del videojuego, es decir, hay que obtener una primera idea del videojuego, por tanto, se determinará el género, el *gameplay*, la plataforma *hardware*, la historia o los personajes. También en esta primera fase se definirán los requisitos técnicos del videojuego (diseño gráfico, lenguaje de programación, documentación a generar, análisis de riesgos, etc.), y la planificación de la producción, donde se definirán las diferentes tareas junto con el equipo de desarrollo y el grupo de interés o *stakeholders*. En la fase de producción hay que desarrollar todo lo planificado anteriormente en diferentes iteraciones. Esta fase se subdivide en: planificar la implementación, analizar el desarrollo de las tareas detalladas en el plan de implementación, y por último, corroborar la finalización de las tareas. La fase de pruebas es necesaria para revisar todo el trabajo realizado durante la producción, y será el departamento de calidad el responsable de planificar una serie de pruebas

para corroborar la funcionalidad del videojuego. Reseñar, que es interesante el peso que Chandler (2009) otorga a la fase de post-producción, tal es así, que será tomada como referencia en la metodología propuesta en esta tesis doctoral, y que será analizada más adelante (sección 5.6).

Otra metodología para el desarrollo de videojuegos es propuesta por Acerenza et al. (2009). Esta metodología ágil para el desarrollo de videojuegos, conocida como *SUM* (no hace referencia a ningún acrónimo), adapta la estructura y roles de *Scrum* (Schwaber & Sutherland, 2011) como se indica a continuación:

- Roles: La metodología define cuatro roles: equipo de desarrollo, productor interno, cliente y verificador *beta*.
- Ciclo de vida: Se divide en fases iterativas e incrementales que se ejecutan de forma secuencial, excepto la gestión de riesgos que tal como se ve puede observar en la Figura 13, se realiza durante todo el proyecto.

SUM se adapta a equipos multidisciplinares pequeños (de tres a siete componentes) y de una duración reducida (menor a un año). La definición de la metodología se basa en *SPEM 2.0* (*Software and Systems Process Engineering Metamodel Specification*). La principal ventaja del uso de *SPEM* es la flexibilidad y adaptabilidad que ofrece, ya que no es necesario mencionar prácticas específicas.

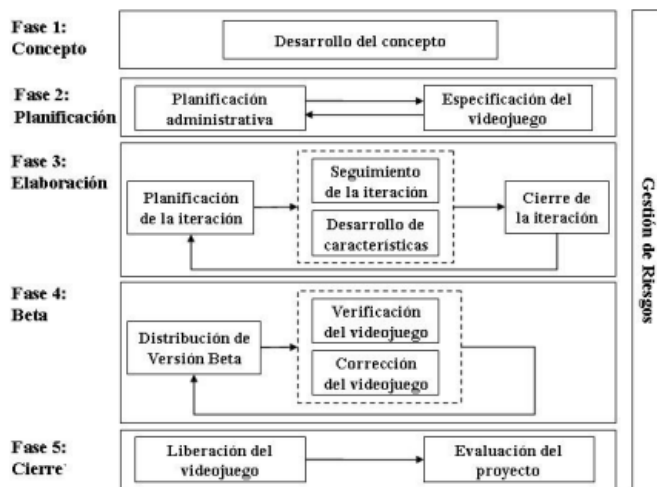


Figura 13. Metodología SUM (Acerenza et al., 2009).

Por otra parte, hay una serie de trabajos que proponen un ciclo de vida específico para los videojuegos, estos son ciclos de vida basados en los tradicionales de la ingeniería del *software* como pueden ser el iterativo, cascada o incremental. Estas propuestas serán descritas a continuación, en orden cronológico.

Hendrick (2009) propone un ciclo de vida dividido en cinco fases:

- **Prototipo:** Se realiza un diseño inicial, se selecciona el motor del juego y el lenguaje de programación, así como algunos diseños de animación.
- **Pre-producción:** Se planifica las especificaciones de la producción, es decir, programación, diseño artístico, sonido, control de calidad... En esta fase se debería construir dos o tres niveles jugables del futuro videojuego para poder medir mejor los costes de producción y poder tener una idea más aproximada del producto final.
- **Producción:** En esta fase se elabora el resto de niveles planificados en el videojuego, o lo que es lo mismo, el código completo con efectos sonoros, sistemas de recompensas y gráficos. Todo este trabajo fue dividido en tareas en la fase de pre-producción.
- **Beta:** Con esta fase se busca la estabilidad del producto *software* creado, es decir, corrección de errores, mejorar la jugabilidad o detectar posibles cuellos de botella. El videojuego estará listo para ser lanzado cuando se inicie el proceso de *beta* abierta (detallado en la sección 5.5).
- **Live:** A partir de la *beta* abierta, el equipo de desarrollo del videojuego se divide en dos. El primer equipo es responsable de posibles problemas o mejoras a corto plazo, mientras que el segundo equipo trabaja en actualizaciones a largo plazo, y por tanto, de mayor envergadura.

Como se puede observar en la Figura 14, Hendrick (2009) basa su ciclo de vida en el modelo en cascada, uno de los más habituales en el desarrollo de *software* aunque también muy criticado en ámbitos académicos, ya que no es habitual que un producto *software* siga una secuencia lineal. Sin embargo, Hendrick (2009) adapta este modelo en cascada realizando varias iteraciones en cada fase aunque esto no esté representado visualmente.

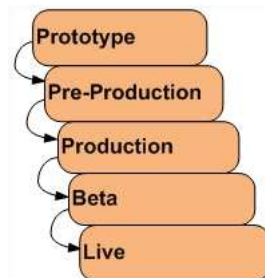


Figura 14. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (Hendrick, 2009).

El siguiente ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos a tener en cuenta es el propuesto por la empresa *Blitz Games Studios* (2013) que, aunque ofrece una visión general sin entrar en muchos detalles, es una visión

interesante ya que se trata de una exitosa empresa en el desarrollo de videojuegos (hasta 2013 que puso fin a su trayectoria). Esta empresa ha publicado desde 1990 una gran cantidad de videojuegos, algunos muy populares, como por ejemplo *Alien vs Predator* o *Pacman World 3*. Su propuesta de ciclo de vida se divide en seis fases. En la primera fase, denominada *pitch*, se realiza un diseño muy básico del videojuego en base a las especificaciones y características que se obtienen del cliente. En la fase de pre-producción, ya se ha alcanzado un acuerdo económico con el cliente y se presta atención a aspectos como el motor del juego y las herramientas que utilizarán los diseñadores, animadores y programadores. De modo que en dicha fase se diseñan prototipos que pasarán a la fase de producción (*main production*) donde se desarrollará el videojuego, produciendo entregables cada cuatro o seis semanas, y de esta manera se puede recibir una retroalimentación o *feedback* por parte del cliente. La siguiente fase, *alpha*, sirve para realizar pruebas en un videojuego ya finalizado, pero que puede no incluir todos los efectos sonoros o incluso puede que parte de las texturas no estén finalizadas. Estas pruebas *alpha* se combinan con las pruebas *beta* para pulir el videojuego de errores, aunque en la versión *beta* el videojuego ya está finalizado. Por último, en la fase *master* se lanza el videojuego al mercado. En la imagen (Figura 15) se reflejan estas seis etapas junto con la media, en base a la experiencia de la empresa, del número de meses (*months*) que lleva consigo el desarrollo de un videojuego.

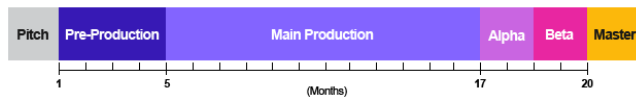


Figura 15. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (Blitz Games Studios, 2013).

Otra propuesta interesante es planteada por Ramadan y Widyani (2013), donde su ciclo de vida se descompone en seis fases, siguiendo en tres de estas fases un enfoque iterativo, las que ellos consideran las fases más importantes en el desarrollo: pre-producción, producción y pruebas. A esta triplete de fases, los autores la llaman ciclo de producción (mostrado en la Figura 16).

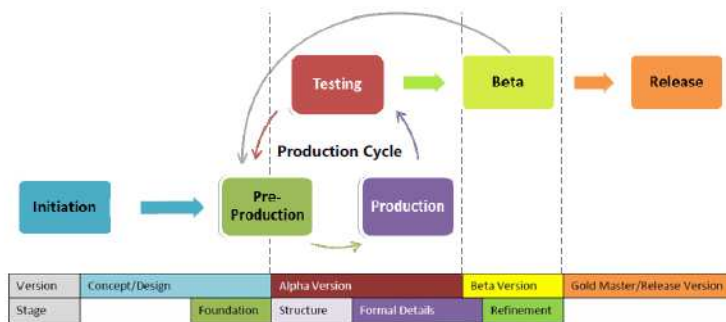


Figura 16. Ciclo de vida para el desarrollo de videojuegos (Ramadan & Widyani, 2013).

En la primera fase, la iniciación, simplemente se define el concepto del videojuego (tipo de videojuego y una breve descripción). En la fase de pre-producción se diseña el videojuego y comienzan a crearse los primeros prototipos, aspectos como el género, *gameplay*, historia, personajes, retos, factores asociados a la diversión, y consideraciones técnicas que son recogidas en un documento de diseño (*GDD, Game Design Document*). Una vez se ha desarrollado el *GDD* se comienza con la elaboración de prototipos. En las primeras iteraciones estos prototipos son considerados como los cimientos del videojuego (*foundation*), para que en posteriores iteraciones sea la estructura del videojuego (*structure*). A estas alturas el personaje principal se relaciona con las mecánicas del juego (lógica, reglas del juego, aritmética...). Esta fase de pre-producción finaliza cuando se han aprobado todos los cambios necesarios en el *GDD*. En la fase de producción son implementados los prototipos y también se pueden añadir nuevas características al videojuego. Detalles como la diversión y la accesibilidad son tenidos en cuenta en cada refinamiento sobre los detalles formales (*formal details*). En la fase de pruebas (*testing*) se valida cada prototipo siguiendo determinados criterios de calidad. Como resultado de este ciclo de producción se tienen los prototipos finalizados y son probados por personal externo al equipo de desarrollo (fase *beta*). Esta tarea se realiza siguiendo los mismos métodos de prueba que en *testing*, pudiendo ser *beta* cerrado o *beta* abierto (se analizará en la sección 5.5). Es interesante destacar que el ciclo de vida propuesto contempla en su representación gráfica el hecho de que se puede pasar de la fase *beta* a la pre-producción, con el fin de pulir prototipos. Como última fase, será realizado el lanzamiento o *release*, donde se publica el videojuego así como la documentación pertinente, además de planificar el mantenimiento y posibles extensiones del videojuego.

Analizando en su conjunto los trabajos revisados, cabe mencionar que son varios los autores que coinciden en las pautas y tareas a llevar a cabo en fases como la producción o las pruebas, además, también es cierto que en muchas ocasiones el desarrollo técnico del videojuego estará supeditado a la tecnología como puede ser la elección del motor del juego. Sin embargo, en las primeras fases, especialmente en el diseño, es donde podemos identificar más discrepancias y alternativas diferentes a la hora de desarrollar un videojuego. Al llevar el centro de atención a la fase de diseño, uno de los aspectos cruciales que ha sido tratado por otros autores, como por ejemplo García (2014), es que el proceso de diseño del videojuego involucra a un gran número de personas de diferentes disciplinas (narradores, artistas gráficos, desarrolladores, equipo de pruebas, etc.) y, sin duda, esto complica aún más la tarea de diseño si es comparado con el diseño de *software* en general. Este aspecto también ha sido estudiado durante el desarrollo del estado de la cuestión y, aunque el foco de esta tesis es el diseño de SG educativos, las

recomendaciones de diseño para videojuegos en general son y serán muy útiles, y por tanto, deben ser consideradas.

Así, la participación de expertos garantiza el componente serio del videojuego pero también significa que más personas participarán en el proceso de diseño y esto complica la tarea. Además, los SG deberían ser algo más que una versión digital de un juego tradicional. Como se destaca en el trabajo de Gros (2007), el diseño de SG educativos deberían combinar las potentes características del diseño multimedia interactivo o videojuegos a los principios más eficaces de aprendizaje para obtener un buen diseño final del videojuego. Pero, ¿qué se entiende por un buen diseño de SG? Para esta cuestión, obviamente, no existe una respuesta sencilla o única, pero consideramos que hay que tener en cuenta estos cuatro tipos de factores:

1. Las características del SG como videojuego: diversión, imaginación, inmersión, compromiso, etc. (de acuerdo con las directrices generales del videojuego mencionado anteriormente).
2. Las características de la parte seria incluida en el videojuego: propuesta, contenidos y recursos, contexto de uso, evaluación, etc.
3. La forma en que la parte seria es integrada en el videojuego, donde el equilibrio entre la *diversión* y la parte *seria* es vital (como también han argumentado otros autores como Padilla-Zea (2011) o Rooney (2012)). Cabe destacar que una de las posibles barreras para obtener un buen equilibrio entre la diversión y la parte seria puede ser la comunicación entre los distintos profesionales involucrados en el desarrollo del SG. Para facilitar esta comunicación, algunos autores proponen notaciones gráficas, como (Cooper & Longstreet, 2012) o una de las propuestas de esta tesis (Capítulo 6) donde *UML* es utilizado como lenguaje de modelado para SG. Otros investigadores incluso han desarrollado una herramienta en forma de *App* (*GuideaMaps*) para facilitar la comunicación multidisciplinar en las primeras etapas de desarrollo de un videojuego educativo (De Troyer & Janssens, 2014).
4. La calidad del SG generado como producto *software*. En este sentido, autores como Bellotti, Berta, De Gloria, D'ursi y Fiore (2012) destacan la importancia de considerar atributos como la usabilidad, apariencia gráfica o el contenido apropiado para SG.

2.3.2. Diseño de videojuegos

Los artefactos generados durante la fase de diseño fraguan el cimiento sobre el que se construirá el futuro videojuego, por lo tanto se trata de una fase de gran relevancia. Es indudable la complejidad que conlleva desarrollar un videojuego en cada una de sus fases o etapas. No obstante, la fase de diseño es, sin duda, una de las más complejas ya que requiere de la coordinación de un equipo multidisciplinar (diseñadores, programadores, expertos en sonidos

o guionistas, entre otros) para la realización conjunta de una labor creativa. Además, el diseño de un videojuego puede tratarse desde diferentes niveles conceptuales. Según Salen y Zimmerman (2004), el diseño de videojuegos puede ser considerado como “una idea, conocimiento, una práctica, un proceso o un producto”. En este trabajo de tesis doctoral se examina el diseño de los videojuegos como un proceso que implica un esfuerzo creativo para producir un nuevo producto y requiere consideraciones funcionales o estéticas.

En dicha línea, en los últimos años se han realizado muchos esfuerzos para mejorar el diseño del videojuego y son varios los trabajos de referencia que se han publicado (Salen & Zimmerman, 2004; Koster, 2013; Fullerton, 2014; Schell, 2014), poniendo todos ellos de relieve la dificultad de la tarea. Precisamente, una preocupación recurrente en todos estos trabajos es si el videojuego es realmente divertido. Pero, ¿cuándo un videojuego se considera divertido? Algunos autores han intentado definir el concepto, ciertamente subjetivo, de la diversión. En el trabajo de Koster (2013), por ejemplo, se define la diversión de una manera muy simple pero directa: “El acto de dominar un problema mental”. Otra consideración interesante que se puede extraer de los trabajos de referencia mencionados es que la fase de conceptualización del videojuego debe ser implementada durante el proceso de diseño (Fullerton, 2014).

De la misma manera que estos trabajos de referencia sobre el diseño de videojuegos tienen en común la relevancia de la diversión en el videojuego, estos trabajos también coinciden en la necesidad de dar un enfoque centrado en el usuario a la hora de crear videojuegos innovadores (Fullerton, 2014), o como dice Schell (2014): “El videojuego está hecho para el jugador”, destacando que lo más importante es la experiencia generada por el videojuego en la mente del jugador. Asimismo, otro aspecto que se puede extraer de algunos de estos trabajos es que en todo este proceso de diseño, la figura del diseñador es decisiva (Fullerton, 2014; Schell, 2014). Dichos autores consideran que la capacidad creativa del diseñador y su habilidad para funcionar como miembro del equipo son vitales para el éxito del videojuego. Por último, (Salen & Zimmerman, 2004) y (Schell, 2014) identifican como elementos clave para un buen diseño, el *gameplay* y la fase de pruebas, respectivamente.

Con un enfoque más cercano a la ingeniería de *software*, otros autores han propuesto el uso de patrones de diseño en videojuegos. Uno de los primeros autores en proponer esta idea fue Bernd Kreimeier (2002) siguiendo la estructura clásica de los patrones definido por Alexander, Ishikawa, Silverstein, Ramió, Jacobson y Fiksdahl-King (1977), es decir, concebir los patrones como una colección de soluciones reutilizables para problemas recurrentes. Posteriormente, Bjork y Holopainen (2004) rechazan esta concepción debido a las características especiales de los videojuegos, ya

que en su opinión estos requieren una nueva concepción de patrón de diseño y no el desarrollo clásico basado en el par problema-solución. En su trabajo, Bjork y Holopainen (2004) justifican esta postura destacando el riesgo que se asume al desarrollar patrones con el objetivo de solucionar errores, ya que podría convertir la herramienta de los patrones en un método de eliminar defectos en lugar de una herramienta en la que apoyarse durante el proceso de creación del videojuego. La manera en que estos autores ven los patrones aplicados al diseño de videojuegos está fundamentada en la tarea de identificar ciertas características en el diseño que podrían ser comunes y, por tanto, de utilidad en otros procesos de diseño. Además, vale la pena mencionar que los patrones de diseño propuestos por estos autores se centran en la interacción más que en la narrativa aunque ambos aspectos se consideran importantes en el proceso de diseño de los videojuegos.

2.3.3. Diseño en los videojuegos serios no educativos

La mayoría de los artículos científicos que se ocupan del diseño de SG lo hacen desde el punto de vista de su área de aplicación. Son numerosos los ejemplos en la literatura científica en diferentes áreas como el autismo (Whyte, Smyth & Scherf, 2015), la música (Chung, 2014), la rehabilitación (Burke, McNeill, Charles, Morrow, Crosbie & McDonough, 2009) o la salud mental (Cheek et al., 2015); e incluso podemos encontrar objetivos aún más específicos, como el estudio de Kayali et al. (2015) que se centra en el diseño de SG para pacientes de 8 a 14 años de edad que han sufrido trasplante de células madre como tratamiento para el cáncer, o el trabajo de Greitzer, Kuchar y Huston (2007) para la educación de la seguridad cibernética. En muchas ocasiones, estas propuestas tan específicas siguen una filosofía de diseño centrada en el usuario. En su artículo, Sim, Read, Gregory y Xu (2015) propusieron un diseño participativo, es decir, un SG dirigido a niños y diseñado por los propios niños. Para este videojuego, los niños crearon el guion gráfico o *storyboard* siguiendo una serie de directrices. Otro interesante estudio en esta misma línea (Gongsook et al., 2014) describe un videojuego para niños de entre 4 y 8 años de edad, los niños están nuevamente involucrados en el diseño, colaborando en diseñar la apariencia de los personajes. En ambos casos, se podría decir que parte del éxito está garantizado ya que el cliente ha decidido parte del producto.

Por otro lado, son muy pocos los estudios que han propuesto directrices, metodologías o herramientas para el SG en general, es decir, sin centrarse en ningún área específica como las que acabamos de mencionar u otras como los negocios o el ámbito militar entre otras. Uno de los pocos estudios que trata el diseño de un SG desde un punto de vista general es el llevado a cabo por Hartevelde (2011). En este trabajo, el autor establece aspectos fundamentales del diseño para cualquier videojuego con un propósito serio y

para ello introduce la filosofía *TGD* (*Triadic Game Design*). Esta filosofía enfatiza la importancia de tener en cuenta tres mundos diferentes: realidad (dominios), significado (valores) y juego (géneros), y también postula que es necesario mantener un equilibrio dentro de cada mundo y entre ellos.

Además de la filosofía *TGD*, el artículo mencionado anteriormente sobre el autismo de Whyte et al. (2015) es también interesante desde un punto de vista general. Y es que aunque su estudio se centra en el diseño de un SG para las personas afectadas por el autismo, establece cinco elementos básicos para el diseño del SG en las áreas de salud y educación. Es cierto que esta contribución no es aplicable de manera general a cualquier SG pero es un hecho que unifica las dos áreas de mayor impacto en SG, y también el área de interés de este trabajo, la educación; por tanto, estos elementos deberían ser analizados, y por ello se describen a continuación.

- **Narrativa:** La historia o narrativa del videojuego deberían envolver no solo la parte seria del videojuego sino también incluir diversión, para con ello contextualizar el aprendizaje y aumentar la motivación y, en consecuencia, los resultados de aprendizaje.
- **Objetivos de aprendizaje:** Los objetivos deben ser definidos en torno a las habilidades específicas, potenciando y centrándose en lo que realmente se quiere lograr con el videojuego.
- **Retroalimentación y formas de recompensas:** Fundamental plantear correctamente el sistema de recompensas, así como mecanismos para obtener un *feedback* por parte del colectivo objetivo del videojuego.
- **Niveles crecientes de dificultad e individualización:** La adaptación tiene mucha relevancia, ya que no todos los individuos son iguales, aprenden de la misma manera ni con un ritmo homogéneo.
- **Provisión de elección:** También es importante permitir al jugador elegir o configurar ciertos parámetros del juego. El estudio ejemplariza este elemento básico, junto con el de individualización, con una herramienta para mejorar la comprensión lectora de los niños denominada *Alpha*. La dinámica de la aplicación consiste en mostrar al niño un texto para su lectura, incrementando la dificultad conforme se avanza en la lectura, y además, los niños tienen a su disposición la posibilidad de elegir sus propias palabras para la lectura. Con todo ello, se consigue aumentar el grado de implicación y motivación por parte de los niños con autismo.

2.3.4. Diseño en los videojuegos serios educativos

A continuación se analizarán diversas propuestas para diseñar SG educativos revisadas durante el desarrollo del estado del arte. Dichas propuestas se mueven en niveles de abstracción muy diferentes, por lo que hemos

establecido la siguiente categorización: 1) marcos teóricos (incluyendo modelos, marcos, pautas, plantillas, etc.) que especifican conceptos, componentes y características que deberían aparecer en la diseño y la evaluación de SG; 2) metodologías que definen la pasos a realizar durante el proceso de diseño y desarrollo; y 3) *frameworks* para el desarrollo de *software* mediante herramientas que apoyan automáticamente el proceso.

2.3.4.1. Marcos teóricos de diseño para videojuegos serios educativos

En un nivel más alto de abstracción, varios autores han propuestos marcos, modelos, pautas o plantillas para asistir el diseño de SG educativos. Por ejemplo, Amory (2001) presenta un modelo teórico para el diseño y desarrollo de SG educativos. Este modelo (*Game Object Model, GOM*), en su primera versión, se destina para el diseño de SG educativos cuyo género es la aventura gráfica y se basan en teorías educativas para así apoyar el desarrollo de estos videojuegos. En *GOM* se describe la relación entre las dimensiones pedagógicas del aprendizaje y los elementos del videojuego, está basada en la orientación a objetos con conceptos como la encapsulación, polimorfismo o herencia. Por tanto, en *GOM* el videojuego se describe a través de un conjunto de interfaces abstractas (relacionada con la parte pedagógica) y concretas (elementos del diseño del videojuego); de esta manera, el equipo docente trabajará con las interfaces abstractas para proponer el diseño conceptual del videojuego, para que posteriormente el equipo de desarrollo use estas interfaces para diseñar las interfaces concretas. En la Figura 17 se representa el modelo *GOM*, donde los círculos blancos son las interfaces concretas, los círculos negros representan las interfaces abstractas, y los cuadrados con esquinas redondeadas hacen referencia a los objetos. Este modelo plantea muchos aspectos destacables, y debate la problemática en el diseño de los SG educativos y la importancia de equilibrar ambas dimensiones, la propia del videojuego y la educativa. Además, propone la participación directa del equipo pedagógico en el diseño del videojuego, y en su trabajo también destaca la idoneidad del género de aventura gráfica para la educación (esto será discutido más adelante, sección 4.2). Sin embargo, el planteamiento de los objetos que componen el universo del videojuego es algo escueto, dejando de lado aspectos relevantes como la narrativa, el tipo de interacción, la tipología del jugador o público objetivo. Por otro lado, esta propuesta carece de notaciones gráficas que faciliten la comunicación entre el equipo de desarrollo y el pedagógico.

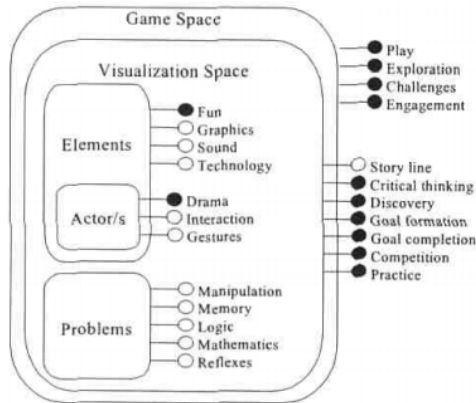


Figura 17. Modelo GOM y las relaciones entre sus componentes (Amory, 2001).

En un trabajo posterior, Amory (2007) presenta un *marco* teórico para el desarrollo y evaluación de SG educativos que actualiza al modelo propuesto anteriormente (Amory, 2001). El modelo GOM II añade conceptos que los videojuegos educativos deben incorporar para que sean, según el propio autor, relevantes, explorativos, emotivos o comprometidos. Esto requiere desafíos complejos que deben ser apoyados con actividades auténticas de aprendizaje donde la narración, ahora sí, se considera vital. Esta segunda versión, además de aspectos clave como la narración, tiene en cuenta otros aspectos que no se tuvieron en cuenta en la primera versión, como se puede observar en la Figura 18.

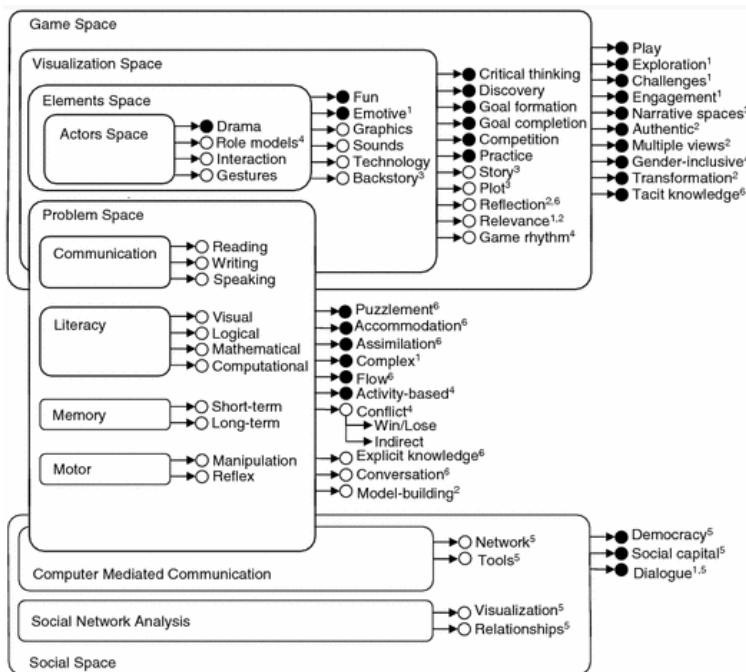


Figura 18. GOM II con sus relaciones (Amory, 2007).

GOM II añade muchos nuevos conceptos en forma de objetos e interfaces como son la narrativa (*narrative*) donde se analiza el tipo de historia y los tipos de espacios narrativos o la colaboración (*social collaboration*) para desarrollar ciertas habilidades de grupo o sociales. Sin embargo, a pesar de la exhaustiva descripción que realiza de todos los objetos e interfaces, el trabajo no incluye una evaluación del *marco*, o un ejemplo donde se aplica este *marco* teórico en el diseño y evaluación de un SG educativo. Además, de la misma manera que sucedía con *GOM* en su primera versión, esta propuesta no incluye una notación gráfica.

Por su parte, De Freitas y Oliver (2006) ofrecen el marco *4DF* (*fourth dimension focuses*) que comprende las cuatro dimensiones de: contexto, especificación del alumno, consideraciones pedagógicas y modo de representación, para evaluar SG en contextos educativos. Asociado con cada uno de ellos hay una serie de cuestiones que serán respondidas durante el proceso de evaluación, lo que permitirá a los profesores seleccionar los SG adecuados para sus clases. En un trabajo posterior, los autores combinan estos modelos con un proceso de desarrollo en seis etapas centrado en el usuario, obtenido a través de comparar los enfoques de diseño utilizados para el desarrollo de videojuegos. En el proceso incluyen una etapa de *actividad de aprendizaje* después de *desarrollar y probar* y antes de la *evaluación*.

Gunter, Kenny y Vick (2008), en una línea similar, describen el diseño pedagógico de videojuegos educativos no solo en términos del juego, sino también tomando en consideración los procesos de aprendizaje una vez que los estudiantes hayan terminado de jugar. El modelo propuesto de diseño y evaluación se denomina *RETAIN* (*Relevance, Embedding, Translation Adaptation, Immersion and Naturalization*), un acrónimo que traducido significa relevancia, incorporación, adaptación, inmersión y naturalización. En el modelo se define un sistema de rúbricas de cuatro niveles donde se evalúa el diseño de cada criterio. Los autores señalan como puntos clave la perfecta integración de los retos educativos en la narrativa, la correcta inclusión de la diversión o la posibilidad de extender el aprendizaje más allá del tiempo dedicado al videojuego.

En el caso del trabajo llevado a cabo por Rooney (2012), se define un marco teórico tríadico para el diseño de SG educativos, este marco comprende el *videojuego*, la *pedagogía* y la *fidelidad*, este último concepto hace referencia a la medida en que el videojuego emula al mundo real. En el trabajo también se examina la dificultad de diseñar videojuegos educativos y aborda la importancia de encontrar un equilibrio entre lo *divertido* y lo *serio*, así como tratar la naturaleza multidisciplinar de los equipos de diseño. Es interesante observar cómo el autor analiza las características de la participación del jugador, la motivación o el flujo durante el juego. Digno de mención es su análisis sobre la motivación, donde se nombran varias teorías

de diferentes autores, quizás una de las mejores definiciones analizadas fue desarrollada por Ormrod (1999), donde se afirma que la motivación “es un estado que nos despierta a la acción, nos empuja y nos mantiene comprometidos en ciertas actividades”. También se diferencia entre la motivación intrínseca, aquella que radica en el propio individuo y la motivación extrínseca, que en este caso no viene del individuo sino de factores externos. Varios estudios han analizado estos dos tipos de motivación con respecto al aprendizaje, y los resultados muestran que es mucho más efectiva la intrínseca para lograr un aprendizaje de mayor calidad (Ormrod, 1999; Ryan & Deci, 2000).

Otro ejemplo de marco teórico relacionado con el diseño de SG educativos, con un propósito algo diferente a los anteriores, es el que encontramos en el trabajo de Mitgutsch y Alvarado (2012) donde proponen un *marco* para la evaluación del diseño en los SG educativos (*Serious Game Design Assessment, SGDA*). Los criterios de evaluación que propone este *marco* son: *propósito, contenido e Información, mecánica de juego, ficción y narrativa, estética y gráfica, y coherencia y cohesión del sistema de juego*.

Por otra parte, Zarraonandia, Díaz, Aedo y Ruiz (2015) realizan un más que interesante trabajo, donde se propone un diseño conceptual para definir SG educativos. El objetivo principal de esta propuesta es conseguir que educadores y personal técnico tengan un mismo marco de comunicación. Su propuesta es muy original ya que a través de dos representaciones circulares estructura los elementos conceptuales del diseño en torno a las reglas del videojuego y el escenario. La Figura 19 muestra esta forma bi-modal de representar el SG.

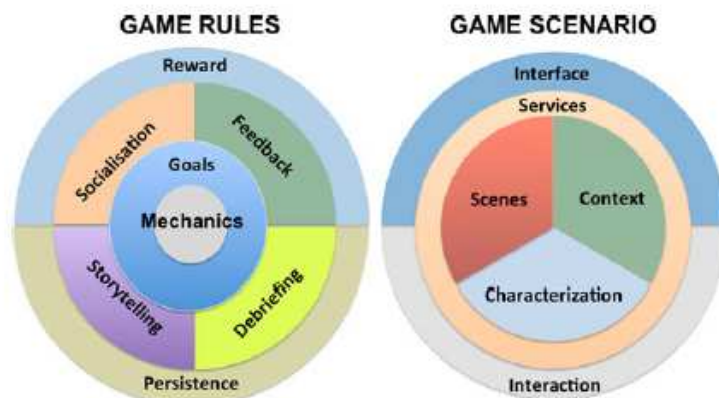


Figura 19. Representación del modelo GREM (Zarraonandia et al., 2015).

A continuación se detalla cada elemento con el fin de analizar el modelo propuesto, el cual ha sido denominado por sus autores como *GREM (Game Rules scEnario Model)*.

- *Mechanics*: Reglas del juego descritas en base a acciones, estados y atributos.
- *Goals*: Situaciones durante el juego en las que se presentan objetivos que deben ser logrados.
- *Feedback*: Puntos del juego que sirven para evaluar, ya sean retos lúdicos o educativos.
- *Debriefing*: Para reforzar los objetivos pretendidos con el videojuego, los diseñadores pueden utilizar foros de opinión donde hablar del videojuego.
- *Storytelling*: La historia o narrativa del juego.
- *Socialisation*: Posibilidad de colaboración en el caso de juegos multi-jugador.
- *Reward*: Recompensas en forma de puntos o bonus, por ejemplo, que sirven para generar una mayor motivación en el jugador.
- *Persistence*: Puntos concretos del juego donde se puede almacenar la partida.
- *Scenes*: Representación de un entorno físico que contiene entidades como objetos o áreas de la escena con las que se puede interactuar.
- *Context*: Elementos utilizados para enriquecer el videojuego, por ejemplo, efectos sonoros, animaciones o información textual.
- *Characterization*: Todo lo relacionado con los personajes del juego y su descripción (habilidades, aspecto, comportamiento, etc.).
- *Services*: Conjunto de servicios que se usarán para respaldar la actividad durante el juego (mensajes, chats, foros...).
- *Interface*: Controles de interfaz de usuario (casillas de verificación o controles deslizantes).
- *Interaction*: Dispositivo utilizado para interactuar en el juego, como por ejemplo pueden ser *wiimote*, un *joystick* o el teclado.

El modelo *GREM* es sencillo de utilizar y para ponerlo de manifiesto en (Zarraonandia et al., 2015) se describe un experimento que se realizó con 10 profesionales del videojuegos, 14 jugadores habituales y 8 educadores; el cual fue un éxito ya que tan solo fueron necesarios 30 minutos para que todos los participantes entendiesen el modelo propuesto. Sin embargo, aunque es muy destacable y original esta propuesta, ésta se centra en el diseño inicial del videojuego y no cubre el resto de fases del desarrollo.

Por último, otro estudio reseñable (Roungas & Dalpiaz, 2015) propone un modelo para facilitar el diseño de videojuegos educativos. El modelo se apoya en cuatro pilares: (1) elementos del contenido del juego (trama, personajes, música...), (2) elementos de diseño del juego (mecánica de juego, niveles, objetivos...), (3) atributos del juego (fantasía, misterio...) y (4) elementos educativos del juego (elementos de aprendizaje, plan de estudios...). Dicho modelo se representa mediante un diagrama de clase *UML*

donde el *Game* se relaciona mediante agregación con los elementos 1, 2 y 3, y herencia con el elemento 4, permitiendo su posterior implementación con cualquier lenguaje de programación. Además, este modelo es implementado como una aplicación web para facilitar su difusión. Sin embargo, aunque el modelo puede ser útil, tan solo permitiría diseñar videojuegos educativos de una manera superficial, sin poder entrar en muchos detalles. Aun así, su utilidad como diseño inicial o punto de partida de un videojuego educativo es indudable.

Además de marcos y modelos, otros autores han establecido pautas o plantillas conceptuales para llevar a cabo el diseño de SG educativos. Por ejemplo, en el trabajo de Bjoerner y Hansen (2011) se proponen una serie de pautas de diseño a tener en cuenta en el caso de SG educativos. Estas pautas son obtenidas como resultado del estudio realizado sobre el estado del arte y una serie de encuestas realizadas a profesores, diseñadores de videojuegos y alumnos. A continuación se describen brevemente las cinco pautas de diseño identificadas:

- Problemas a la hora de cubrir el currículum. El videojuego debería cubrir los mismos objetivos de aprendizaje que el currículum estándar, además debería tener la capacidad de ofrecer diferentes niveles de adaptación dependiendo del perfil del alumno.
- Complicaciones para encontrar videojuegos educativos de calidad. Los autores entienden por calidad la mezcla de la motivación generada en el alumno y la capacidad de enseñar del videojuego. En este sentido, se destaca la importancia de lograr un equilibrio entre la diversión y el aprendizaje.
- Brecha tecnológica en los docentes. Es fundamental que el videojuego no sea complejo de configurar, gestionar o jugar, además, es importante que los docentes hayan jugado antes de presentar el videojuego en el aula.
- Dificultad para gestionar a un grupo de alumnos. A veces en el aula no hay un ordenador para cada alumno. Esta situación es compleja de gestionar ya que hay que intentar no tener alumnos pasivos durante el juego, por el riesgo de desconexión que esto conlleva.
- El título del videojuego. El título debería ser ilustrativo, este aspecto no está relacionado con el diseño, pero podría ser importante a la hora de la búsqueda de videojuegos por parte de los docentes.

Es interesante analizar cómo se destacan en este trabajo aspectos que otros autores también consideran muy relevantes a la hora de diseñar videojuegos educativos, como es el equilibrio entre la parte lúdica y educativa o la brecha tecnológica que suele existir entre los docentes, aunque Bjoerner y Hansen (2011) enfocan esta brecha tecnológica desde

otro punto de vista, es decir, enfocándolo no al proceso de diseño del videojuego y sí a la habilidad en las nuevas tecnologías.

Relevante también en este sentido es el trabajo de Arnab et al. (2015), donde se propone *LM-GM (Learning Mechanics-Game Mechanics)*, traducido como: Mecánica del Aprendizaje-Mecánica de Videojuegos. La prioridad aquí es la conexión entre los objetivos de aprendizaje y los elementos del videojuego, basados en los tres componentes clave: mecánica del SG, patrones pedagógicos y patrones de diseño del videojuego. Este modelo ha sido ampliamente utilizado, y un ejemplo de su aplicación es el trabajo de Callaghan, Savin-Baden, McShane y Eguiluz (2015) donde un SG (*CircuitWarz*) se diseña para estudiantes de ingeniería electrónica y el modelo *LM-GM* se utiliza para vincular la mecánica del juego con los objetivos de aprendizaje. El modelo *LM-GM* pretende facilitar que la adquisición de conocimientos y el desarrollo de aptitudes sean obtenidos a través de la mecánica del juego, es decir, a través de misiones, objetivos, niveles, insignias, etc., en lugar de mediante habilidades manuales. Con este ánimo, el modelo define una serie de componentes para las *mecánicas del juego* como son: movimientos, competición, estado, colaboración, rol del jugador, *tokens* o puntos de acción entre otros. Se hace lo mismo con *las mecánicas de aprendizaje*, entre las que se encuentran: *feedback*, tareas, incentivos, tutorial, motivación, evaluación, guía, participación, etc. Posteriormente, el modelo proporciona una tabla con las relaciones existentes entre las dos dimensiones, la educativa y las mecánicas de juego.

En esta misma línea, en el trabajo de (De Troyer & Janssens, 2014) se implementa una aplicación para *tablet* con el objetivo de facilitar la comunicación entre personal técnico y pedagogos en el diseño inicial de un videojuego educativo para niños. Esta herramienta denominada *GuideaMaps* permite añadir diferentes características del futuro videojuego de forma intuitiva incluso sin tener un perfil técnico o vinculado a las nuevas tecnologías, ya que tienes la opción de editar texto o de seleccionar las diferentes opciones que la propia aplicación ofrece según la característica a rellenar. En la Figura 20 se muestra un ejemplo de plantilla en la aplicación.

En el ejemplo de la plantilla, se puede observar cómo se parte de un primer ítem, que sería *My Serious Game*, y desde ahí se puede ir añadiendo las diferentes características del SG, como el contexto de uso, aspectos pedagógicos, recursos, etc. Los elementos que aparecen con los símbolos “????” son opcionales. La *App* ofrece diferentes plantillas en función del objetivo serio del videojuego. Esta aplicación puede ser realmente beneficiosa, sobre todo en la etapa de concepción del videojuego; aunque, lógicamente, no es útil para asistir el resto del diseño ni el desarrollo del futuro videojuego.

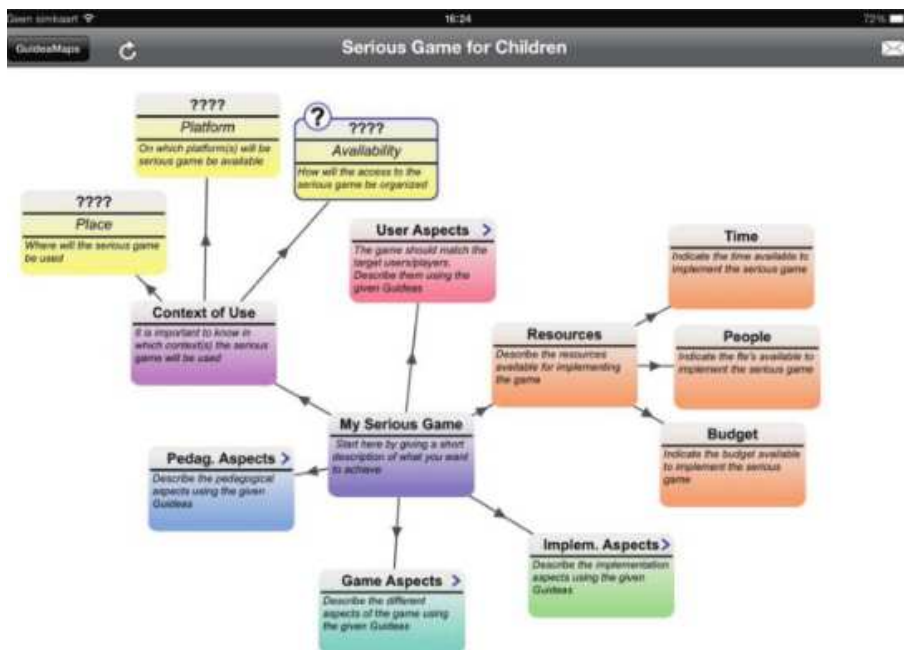


Figura 20. Ejemplo de la aplicación *GuideaMaps* (De Troyes & Janssens, 2014).

Por último, en el trabajo realizado por Melero y Hernández-Leo (2017) se involucran a 16 profesores de diferentes escuelas de secundaria en el diseño de videojuegos educativos sobre geolocalización en varias disciplinas como la historia del arte, geografía o matemáticas. Para ello, se realizó una primera reunión para explicar los detalles de cómo debían diseñar las diferentes preguntas, así como el sistema de recompensas. Para personalizar y diseñar estas cuestiones, los docentes completaron una serie de plantillas que posteriormente el equipo de desarrollo transformó en archivos XML. Es muy interesante el trabajo llevado a cabo ya que involucra completamente a los educadores en el diseño conceptual de los diferentes retos educativos a través de unas plantillas, que según una evaluación posterior, resultaron ser una herramienta comprensible y no dificultosa para poder diseñar los retos educativos. Sin embargo, de esta manera los docentes están muy limitados a la hora de diseñar la parte educativa de un videojuego, ya que se reduce a diseñar cuestiones y sus recompensas, no pudiendo tener decisiones sobre otros tipos de retos relacionados con el *gameplay* del videojuego, como por ejemplo los retos que evalúan las diferentes acciones que el jugador lleva a cabo durante el juego.

2.3.4.2. Metodologías para diseñar videojuegos serios y educativos

Con un nivel de abstracción más bajo, se han propuesto una serie de metodologías para el diseño de SG educativos. Por ejemplo, *Emergo* (Nadolski et al., 2008) es una relevante metodología basada en la

aproximación *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*); y proporciona un conjunto de herramientas para el desarrollo de videojuegos para la educación superior. Estas herramientas se utilizan durante las fases de desarrollo e implementación, *ADDIE* se aplica en forma de proceso iterativo. La metodología *Emergo* está pensada para que sea utilizada, con la ayuda del equipo técnico de desarrollo de videojuegos, por los docentes. A continuación se detalla cada una de las fases de esta metodología:

- **Análisis:** En esta fase se deben considerar los aspectos principales del futuro videojuego, de manera que se obtenga una visión más o menos clara sobre el producto final. Para facilitar esta tarea, *Emergo* proporciona una batería de preguntas sobre el contexto, contenido, estudiantes, aspectos colaborativos, fechas, soporte, coste y temas relacionados con la propiedad intelectual.
- **Diseño:** En la fase de diseño se cuenta con el documento de análisis previo para comenzar la tarea. En esta fase de la metodología, en primer lugar se describen las tareas globales que los estudiantes tendrán que realizar durante el juego (*marco de trabajo de escenario*). Posteriormente, para cada tarea se profundiza aún más, detallando qué hacen exactamente los estudiantes, las interacciones que se producen o qué herramientas necesitarán (*ingredientes del escenario*). Por último, el *escenario detallado*, en el cual los recursos y herramientas que los alumnos pueden utilizar deben quedar completamente descritos e identificados.
- **Desarrollo:** Tomando como guía el *escenario detallado*, se introducen todos los datos, y a partir de aquí será el equipo de desarrollo y diseño los que formalizarán el trabajo. Es interesante destacar que *Emergo* define tres roles para el desarrollo: propietario (responsable de dar acceso a cada componente), autor (responsable de la entrada de datos de su componente) y probador (responsable de probar las diferentes características).
- **Evaluación:** En esta última fase se corrobora que todas las cuestiones que se plantearon en el análisis, efectivamente quedan satisfechas con el producto final.

La metodología propuesta por Marfisi-Schottman, Sghaier, George, Tarpin-Bernard y Prevot (2009), por su parte, se centra en los recursos necesarios para generar un SG educativo siguiendo los cinco pasos de la ingeniería, conocido como la metodología de las *5M* (*Method, Milieu, Manpower, Machine and Materials*): Método, Medio, Mano de obra, Máquina y Materiales. (Resulta cuanto menos curioso que al traducir los términos al castellano siga manteniendo la coincidencia en la denominación, las *5M*) En la Figura 21 se muestran las siete fases aplicadas a través de la

metodología 5M, y a continuación se describen brevemente el significado de cada una de los componentes de las 5M:

- Método: Organización general de los diferentes pasos en la producción, incluyendo también el flujo de entrada de material y la producción e intervención de los actores humanos.
- Medio: Todos los elementos que intervienen en la producción del SG, como dominio expertos (profesores, médicos o ingenieros), subcontratistas independientes (diseñadores gráficos, actores o técnicos de sonido) o los alumnos y tutores (pruebas y retroalimentación).
- Mano de obra: El equipo de actores humanos que se emplea para trabajar en la cadena de producción, para facilitar la comprensión. Estos actores se describen por su función (experto pedagógico, programador, etc.) aunque estos roles pueden ser asignados a una sola persona.
- Máquina: Conjunto de herramientas que ayudarán a los actores humanos a producir el SG.
- Material: Documentos, modelos de prototipos, archivos ejecutables, bases de datos y todos los otros artefactos que se utilizarán como materiales para la fabricación del SG final.

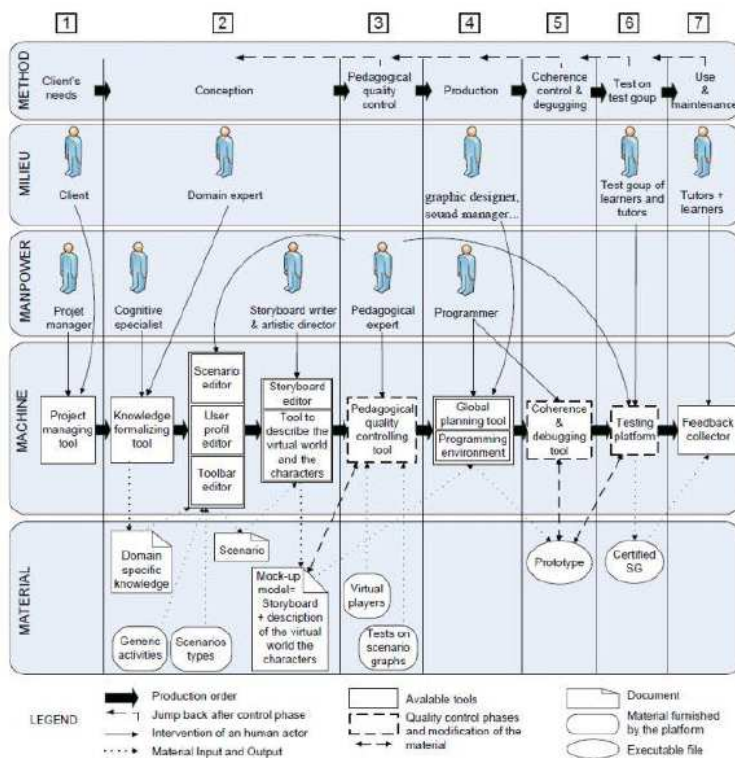


Figura 21. Esquema de la metodología 5M (Marfisi-Schottman et al., 2009).

Con un enfoque diferente, Hirumi y Stapleton (2009) identifican la problemática existente a la hora de diseñar SG educativos entre pedagogos y desarrolladores de videojuegos, estableciendo que el balance de tareas debería ser equilibrado para lograr un videojuego de calidad, es decir, divertido y que sirva como herramienta pedagógica. Como solución a esta problemática, establecen un marco basado en tareas que persigue facilitar la relación entre las tareas asociadas a los desarrolladores y diseñadores de videojuegos, y las tareas que corresponden a los educadores. La metodología de desarrollo que siguen consta de cuatro fases: conceptual, pre-producción, producción y post-producción, y admiten el desarrollo en cascada o en espiral. Es más que interesante cómo detectan la problemática entre equipos técnicos y educadores, y cómo proponen una detallada lista de tareas para que los educadores puedan integrar su trabajo con desarrolladores y diseñadores. En la primera fase (*conceptual*) es necesario evaluar las necesidades e identificar las metas, público objetivo y el contexto. Además, las tareas propias del desarrollo técnico de un videojuego, como preparar el documento de conceptualización del videojuego y el *pitch*². Posteriormente, en la segunda fase (*pre-producción*) se ha de generar y agrupar los objetivos, determinar los métodos de evaluación y generar la estrategia de aprendizaje. En esta fase también se crean los documentos de diseño del videojuego, el plan de producción y se crea el documento de diseño del videojuego. En la tercera fase (*producción*), el equipo de educadores participa en mayor o menor medida en: adquirir materiales, crear diagramas de flujo y guiones gráficos, generar prototipos y evaluar los materiales desde el punto de vista formativo. Además, en esta fase se desarrollan prototipos de baja fidelidad en primer lugar, para posteriormente producir las versiones *alpha*, *beta* y la versión *gold*. Por último, en la cuarta fase (*post-producción*) se ha de entregar y administrar el proceso de instrucción con el SG y planificar las evaluaciones. Por otra parte, desde el punto de vista técnico se debe generar y lanzar las versiones posteriores con actualizaciones y/o expansiones.

Por su parte, el proceso de diseño presentado por Padilla-Zea (2011) enfatiza la interrelación de la diversión y la formación o instrucción en videojuegos educativos. En el trabajo se pone de manifiesto los sistemas VGSL (*Video Games – Supported Collaborative Learning*), que usan los videojuegos como herramientas educativas para *aprender jugando*. El trabajo propone un proceso de diseño que tiene como punto fuerte la búsqueda de equilibrio entre la parte lúdica y educativa, de modo que se inicia el proceso creativo con una fase de diseño educacional que será tenida en cuenta durante la siguiente fase de diseño lúdico y que será formalizada

² En el ámbito de los videojuegos, hace referencia a la presentación de la idea del juego a los inversores o promotores. Normalmente se realiza en forma de documento aunque también puede incluir vídeos o incluso una pequeña demo.

en una tercera fase de interrelación de ambos. La propuesta define el videojuego mediante un conjunto de modelos generados durante el proceso de diseño: modelos para el contenido educativo, modelos para los contenidos lúdicos, modelo de interrelación entre los contenidos educativos y lúdicos y modelado de usuario para adaptación. Así, por ejemplo, en el diseño de los contenidos educativos hay que definir los objetivos y tareas educativas disponibles en el videojuego, actividad que debe ser realizada por un equipo de pedagogos y docentes en dos etapas:

- Diseño del diccionario general educativo, que haría las veces de ontología. De manera análoga hay otro diccionario para almacenar el contenido lúdico, *diccionario general*.
- Definición del modelo educativo que descompone los objetivos educativos en actividades para su consecución.

A continuación se muestra la interrelación entre tareas educativas y las fases lúdicas (Figura 22). La capa superior es la parte lúdica que contiene fases lúdicas como Sv1, estas fases son necesarias para completar los niveles, de forma que la unión entre fases y niveles está anotada con números de orden y marcas (*, ?), que indican si esa fase es obligatoria u opcional para alcanzar el nivel asociado. De manera análoga, la capa inferior representa la parte educativa, que muestra las tareas educativas que se trabajan en cada fase lúdica (mediante la relación de implementación representada con una línea discontinua); y que de forma similar a la parte lúdica, se unen para conseguir objetivos educativos, pudiendo existir conjuntos de tareas alternativas para superar el mismo objetivo.

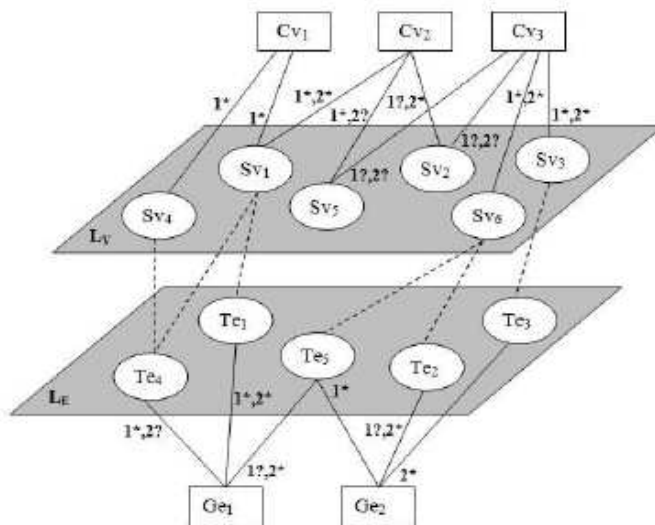


Figura 22. Interrelación entre tareas educativas (Te) y fases lúdicas (Sv). Metodología VGSLC (Padilla-Zea, 2011).

2.3.4.3. *Frameworks* para el desarrollo automático de videojuegos educativos

En el nivel más bajo de abstracción encontramos herramientas que facilitan al propio cliente, en este caso al docente, desarrollar su propia videojuego educativo. Un ejemplo muy representativo es *e-Adventure*, que es una metodología implementada como una herramienta *software* para el desarrollo de videojuegos educativos en 2D, centrado sobre todo en las aventuras gráficas. Ha sido desarrollado por el grupo de investigación e-UCM de la Universidad Complutense de Madrid (Burgos, Moreno-Ger, Sierra, Fernández-Manjón & Koper, 2007; Torrente, Moreno-Ger, Fernández-Manjón & Sierra, 2008; *e-Adventure*, 2015). Esta herramienta se divide en dos paquetes principales, el editor y el motor, con el primero se puede generar un videojuego, y el segundo está orientado a la ejecución. La herramienta no requiere de usuarios con perfil técnico para desarrollar un videojuego educativo.

El editor viene acompañado de un completo manual que facilita la inmersión en la herramienta así como la generación de un videojuego. Una vez accedes al editor aparecen dos opciones a la hora de crear la aventura gráfica, hacerlo en primera persona (no hay avatar visible) o bien en tercera persona (hay avatar). Por otro lado, una vez que se ha seleccionado el tipo de aventura gráfica, el usuario dispone de un menú del que se pueden destacar las siguientes funciones:

- Escenas: Son los lugares o escenarios de los que se compone cualquier videojuego.
- Escenas intermedias: Incluye contenido multimedia en forma de diapositivas o vídeo que tiene como finalidad la conexión de diferentes escenas.
- Objetos: Tal como indica su nombre, son los objetos que se puede crear para formar parte de la aventura gráfica.
- Protagonista: Opción para generar y personalizar al protagonista (sólo en el tipo de aventura gráfica en tercera persona).
- Personajes: Desde aquí se crean a los personajes que forman parte de la historia. A diferencia de los objetos, a los personajes se les puede asignar una serie de animaciones.
- Conversaciones: Permite la posibilidad de añadir diálogos a los personajes, estos pueden aparecer con diferentes colores, en forma de bocadillos (comics) o con voz.
- Perfiles de adaptación: Ofrece la posibilidad de adaptar la dificultad en función de una serie de reglas que la activan, así por ejemplo, se podrían eliminar ciertos objetos o cambiar la escena si previamente se cumplen una serie de reglas.

- Perfiles de evaluación: Función que permite la evaluación del aprendizaje adquirido durante el juego por parte del equipo docente, así como por parte del propio alumno (autoevaluación). La forma de trabajar con la evaluación es mediante reglas.

En la siguiente imagen (Figura 23) se puede observar el aspecto de la herramienta, en el menú lateral izquierdo se muestran las diferentes opciones, en este caso, se encuentra desplegada la segunda escena (*IdEscena1*).

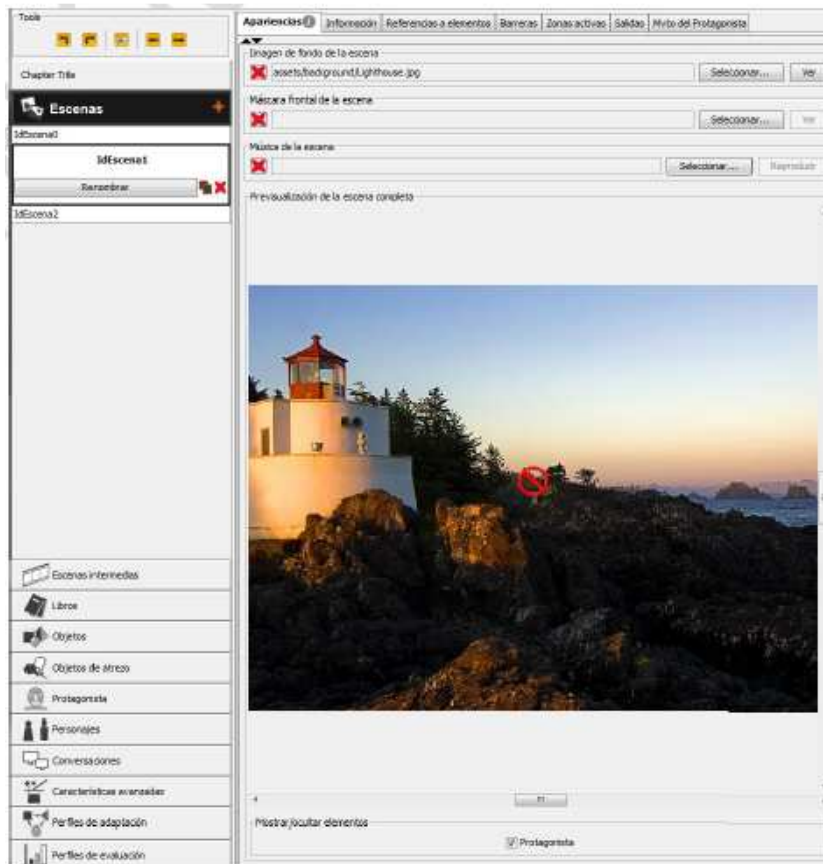


Figura 23. Edición de escenas con la herramienta *e-Adventure* (2015).

Existen otros ejemplos de herramientas o *frameworks* que permiten el desarrollo de videojuegos educativos, aunque sobre estos ejemplos no se han encontrado publicaciones científicas que analicen, desarrollen o utilicen estos *frameworks*, como es el caso de *e-Adventure*. Uno de estos ejemplos es *Cerebriti* (2017), se trata de un portal web donde cualquier persona puede crear un videojuego educativo, no tiene porqué ser educador. La web tiene además una amplia base de datos de videojuegos ya creados por otros usuarios, por lo que se trata de una plataforma colaborativa. Además de

esto, también resulta muy interesante que cada videojuego creado cuenta con un sistema de puntuación y los jugadores compiten entre sí publicando sus resultados en diferentes redes sociales. Parece que la web está teniendo éxito a razón de los más de 2500 videojuegos creados por sus usuarios en dicha plataforma. En la siguiente imagen (Figura 24) se puede observar una captura de su portal.

La idea es novedosa, pero está fuertemente limitada en la simplicidad que implican sus videojuegos ya que, lógicamente, el producto resultado no puede ser muy complejo. El proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.



Figura 24. Portal web de Cerebriti (2017).

Por último, en el trabajo de Thiyagu (2010) se destacan una serie de herramientas webs para crear contenido multimedia como presentaciones, diagramas e incluso videojuegos de una manera guiada y automática, todas estas herramientas pueden ser utilizadas por docentes en el aula. De todas las herramientas analizadas en este trabajo, una de ellas (Classtools, 2017) permite utilizar algunos de los videojuegos más populares de la década de los 80 (*Pacman*, *Manic Miner* o *Asteroids*), como base para diseñar el videojuego educativo.

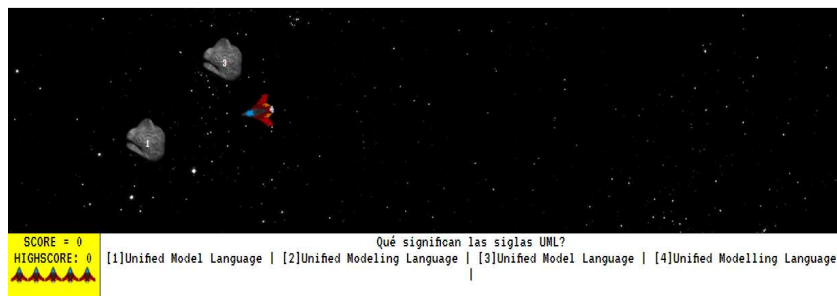


Figura 25. Videojuego arcade editado con Classtools (2017).

Para configurarlo, tan solo es necesario elegir algunas cuestiones (mínimo 10) y sus posibles respuestas, además, se debe seleccionar el videojuego que se utilizará de base. En la imagen (Figura 25) se muestra la cuestión en la parte inferior y sus posibles respuestas llevan asignado un número entre corchetes, el futuro alumno deberá producir una colisión de la aeronave con el asteroide que lleva asignado el número de respuesta que el alumno piense que es la correcta. En este ejemplo se puede observar que las reglas del videojuego original son modificadas a adaptadas a las cuestiones que planifica el docente.

2.4. Notaciones gráficas para el diseño de videojuegos serios educativos

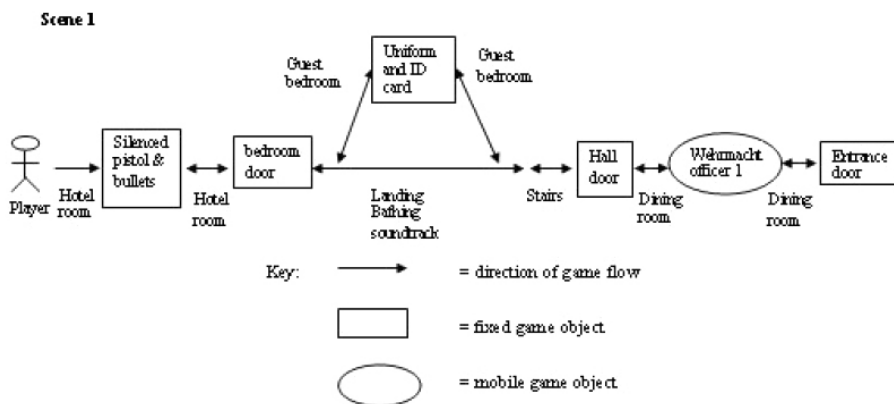
En la literatura científica son varios los trabajos que reclaman un lenguaje o método unificado para diseñar un videojuego y con ello representarlo de una manera unívoca (Zagal & Bruckman, 2008; Almeida & da Silva, 2013; García, 2014). Por otro lado, existen estudios que demuestran que la comunicación visual mediante diagramas, esquemas o notaciones gráficas son más expresivas y fáciles de entender que el lenguaje natural (Horrocks, 1999), también en el caso de los videojuegos (Crawford, 2002; Rollings & Adams, 2003). Algunos estudios como el de Neil (2012) o Araújo y Roque (2009) incluso especifican que sería necesaria una notación gráfica para modelar el diseño de un videojuego, reflexión que va en línea con la idea de esta tesis doctoral.

Esta necesidad de lenguaje unificado para diseñar videojuegos y con ello resolver problemas de comunicación y posibles malas interpretaciones por parte de diseñadores y programadores, se complica aún más si introducimos a un equipo de pedagogos y educadores en el diseño del videojuego. Por todo ello, dicho lenguaje de diseño podría convertirse en una herramienta fundamental para poder integrar el trabajo de todo este equipo multidisciplinar. A pesar de los trabajos que sugieren el uso de un lenguaje común para el diseño de los videojuegos, así como que éste sea en forma de notaciones gráficas, no son muchos los trabajos que concretan un lenguaje gráfico para facilitar el diseño de los videojuegos. A continuación, se detallarán algunas propuestas de notaciones gráficas ideadas como lenguaje de modelado para videojuegos, sean de naturaleza seria o no.

Un interesante trabajo que propone una notación gráfica para diseñar videojuegos es el realizado por Taylor, Gresty y Baskett (2006), donde se propone el uso de *UML* como herramienta gráfica para el diseño de videojuegos y, en concreto, se apuesta por una adaptación de los diagramas de caso de uso para modelar el videojuego. Dicha propuesta va dirigida a todo videojuego donde el avatar o jugador no tiene una libertad completa para moverse por el escenario, como puede suceder en videojuegos como *The Sims*. Los elementos básicos de sus diagramas de diseño son:

- Rectángulos, para representar los objetos del juego que son estáticos, como puertas, ascensores, escaleras, etc. Deben llevar una breve descripción asociada.
- Óvalos, que representan objetos móviles del juego, como son personajes u objetos con algún tipo de interacción. Deben llevar una breve descripción asociada.
- Círculos, que representan ciertos eventos que ocurren durante el juego, como pueden ser una explosión, por ejemplo.
- Flechas direccionales, que muestran el flujo del juego, conectando los anteriores elementos. Pueden representar una sola direccionalidad o indicar caminos bidireccionales. Estas flechas direccionales se pueden etiquetar semánticamente para indicar condiciones, lugares o la música asociada (entre otros).
- Pseudocódigo, describiendo la interacción que el jugador tiene con cada objeto, ya sea fijo o móvil.

En su trabajo, los autores muestran varias escenas para representar el videojuego *Electronic Arts Medal of Honour*. La Figura 26 ilustra un ejemplo de un diagrama de diseño para la primera escena de este videojuego. Parte del pseudocódigo utilizado para describir la interacción con los objetos mostrados en la figura se muestra debajo.



```

IF player moves over silenced pistol and bullets
  THEN add silenced pistol and bullets to player inventory

Bedroom door:

IF player selects activate button
  IF door state = closed
    THEN display open door animation, play door open sounds
  IF door state = open
    THEN display close door animation, play door close sounds

```

Figura 26. Diagrama de caso de uso adaptado para diseñar una escena de *Medal of Honour* y parte de su pseudocódigo asociado para representar la interacción (Taylor et al., 2006).

El diagrama de la escena junto con el pseudocódigo asociado permite entender cómo se representan los diferentes escenarios por los que pasa o podría pasar el jugador en esta escena del videojuego *Medal of Honour*. Las flechas indican cómo se puede mover el jugador entre los diferentes escenarios y objetos, incluidos sus oponentes. El pseudocódigo utilizado es bastante simple, siendo prácticamente lenguaje natural con algunas instrucciones sencillas de control, como *IF* o *THEN*. No obstante, los autores dejan claro que esto no es más que un ejemplo, ya que el pseudocódigo utilizado puede ser implementado con la complejidad que se desee siempre sin perder la perspectiva de que tanto el pseudocódigo como el diagrama deberían ser interpretados sin mucho esfuerzo por diseñadores gráficos, músicos y creativos. Es decir, aumentar la complejidad del pseudocódigo repercutirá en una curva de aprendizaje mucho más pronunciada para un perfil no técnico.

Con un enfoque bastante diferente, en el estudio de Araújo y Roque (2009) se propone la red *Petri* como lenguaje de modelado para videojuegos. Las redes *Petri* fueron creadas por el matemático alemán Carl Adam Petri en la década de los 60 con el propósito de describir procesos (Peterson, 1981). Esta herramienta se ha aplicado con éxito en diferentes áreas como las bases de datos distribuidas, las redes de comunicación o los procesos de negocio (Zhou & Zurawski, 1995). En este caso, Araújo y Roque (2009) utilizan la extensión de los diagramas *Yasper* (2009). En la siguiente imagen (Figura 27) se muestra un ejemplo de los autores para representar un videojuego que estaban desarrollando.

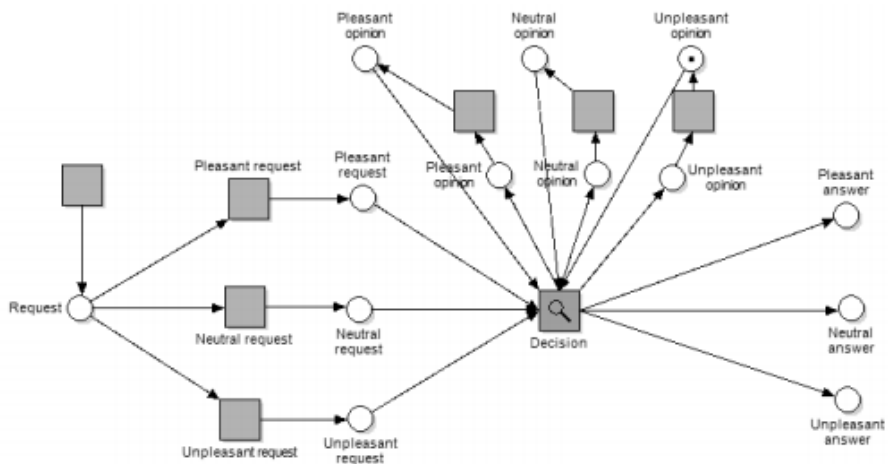


Figura 27. Red de Petri para modelar un videojuego de Araújo y Roque (2009).

En esta representación del juego, el jugador debe interactuar con unos nativos de una isla con los que debe negociar para obtener suministros e información sobre éstos. En la imagen se refleja la interacción del jugador con los nativos, la cual puede efectuarse de tres maneras (representadas con

diferentes nodos en la red): en un tono agradable, neutral o desagradable. Dependiendo de la forma en que el jugador haya realizado esta comunicación, se ejecutará una u otra transición en la red (actualizándose los *tokens* correspondientes), lo que determinará la respuesta que le dará al jugador el jefe nativo.

Otro estudio que propone la utilización de un lenguaje gráfico para modelar videojuegos es el llevado a cabo por Cooper y Longstreet (2012), donde se propone el uso de *UML* para modelar los requisitos de un SG educativo (en línea con la propuesta de (Taylor et al., 2006)). Para ello, primero dividieron el videojuego en actos (un videojuego tiene uno o más actos), escenas (un acto tiene una o más escenas), pantallas (una escena tiene una o más pantallas) y desafíos (una pantalla puede tener desafíos de manera opcional). Posteriormente, aplicaron una adaptación de casos de uso *UML* y unas plantillas de especificación para modelar cada acto del videojuego. Los autores aplican la notación propuesta al diseño de un SG particular, como prueba de su utilidad. En la Figura 28 se puede analizar la descomposición del videojuego en actos, escenas, pantallas y retos a través de una adaptación del diagrama de casos de uso *UML*.

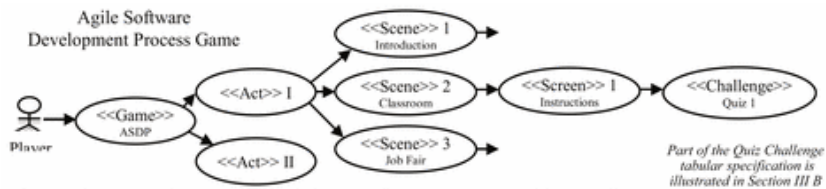


Figura 28. Adaptación de los casos de uso de *UML* para representar la estructura de un SG (Cooper & Longstreet, 2012).

Identifier	Quiz 1
Purpose	This quiz challenges the player on fundamental SE concepts including: requirements; architecture; testing; and process. The level of difficult of the questions is average.
Learning Objectives	Challenges the student on her/his general, background knowledge of: Software Testing Challenge = Interactive Quiz SWEBOK = Software Testing Software Testing Fundamentals Test Techniques Bloom = Knowledge, Comprehension Software Design ...
Quiz Elements	<i>Note. The quiz has 4 main questions.</i> <i>Note. Question 1</i> Quiz question Q1 Concept: Design SWEBOK: General Design Concepts SWEBOK: Context of Software Design Level of Difficulty: Average Text: What does a design specification describe? Hint: None Quiz answer Q1.A1 A specification of what will be implemented Evaluation: INCORRECT Feedback: No, I'm afraid not, <player name>. Recall that a requirements specification is used to define what will be implemented. Let's try another question. ...
Reward scheme	Correctly answered question: add 100 points Correctly answered on follow-up question: add 50 points Incorrectly answered question or follow-up question: none
Declarations, initialization	
Character presenting the quiz	Dr. Ima Coder
Characters taking the quiz	Player Nim Esis
Quiz Style	<i>Note. Quiz style declarations</i> Quiz Layout: Character asking questions, providing feedback is on the right side of the stage. Answers to quiz questions at the center of the stage, in a vertical alignment. Question Type: Conversation Bubble Size: MEDIUM Speaker: Dr. Ima Coder

Figura 29. Tabla de especificación del reto 1 de Cooper y Longstreet (2012).



Este diseño gráfico permite estructurar el videojuego para posteriormente describir los diferentes retos a través de una tabla de especificación. A continuación, se muestra la tabla de especificación (Figura 29) correspondiente al reto 1 (*Quiz 1*). Dicha tabla es un complemento asociado al diagrama de casos de uso y define, aunque de forma no gráfica, una gran cantidad de detalles del diseño del videojuego. Como se puede observar en la tabla (fragmentada en dos partes para una mejor visualización), la información se divide en varios bloques. Los más importantes son: la identificación del reto con una breve descripción del mismo, los objetivos educativos del reto, la descripción del reto en sí (*Quiz elements*) con todas las posibles opciones y su evaluación en forma de puntos. Finalmente, la tabla de especificación concluye con las diferentes declaraciones e inicializaciones de los personajes que intervienen. De esta forma, cada reto quedaría perfectamente descrito combinando lenguaje natural y algunas instrucciones en pseudocódigo.

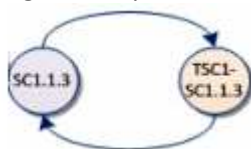
Otro relevante trabajo fue llevado a cabo por Padilla-Zea, Gutiérrez, López-Arcos, Abad-Arranz y Paderewski (2014), esta propuesta es una extensión del proceso de diseño VGSC para los videojuegos educativos (Padilla-Zea, 2011). Los autores proponen especificar la narrativa como una parte esencial del SG educativo, para ello se modela la historia del juego a través de capítulos, secuencias y escenas. El elemento más básico sería la escena, que se define como un evento concreto que se desarrolla en un solo lugar o escenario y en el que algunos personajes aparecen. La escena puede ser de tres tipos: (1) *básica*, si en ella se desarrolla una actividad incluida en el diccionario general, (2) *recreativa*, si presenta una actividad lúdica no incluida en el diccionario general, y (3) *cinemática narrativa*, que sucede cuando en esa escena no hay interacción con el jugador. Por otra parte, las escenas se agrupan en secuencias, cada secuencia incluye una serie de escenas relacionadas entre sí que constituyen un componente distinguible de la historia. En un nivel más alto se sitúa el capítulo, que está formado por un conjunto de secuencias con un significado en la narración. Por último, están los conceptos de zona y región. La zona hace referencia a lugares virtuales o escenarios, todas las escenas de una secuencia deben desarrollarse en una misma zona. La región, engloba la zona, de tal manera que las secuencias de un capítulo son desarrolladas en zonas de una misma región. Estos dos conceptos fueron definidos para permitir el intercambio de escenas y secuencias en diferentes partes de la historia, sin perder la coherencia de personajes y escenarios. Una vez definidos los elementos que intervienen, los autores también definen las restricciones de orden, concepto útil para mantener un orden narrativo en el videojuego, de esta manera se establecen dos niveles:

- Restricción de orden estricta: Donde se define el par de eventos (A → B), y A tiene necesariamente que ocurrir antes que B.


- Restricción de orden suave: Donde se define el par de eventos (A → B), y en el caso de que ocurran tanto A como B, entonces A debe suceder antes.

Estas restricciones se especifican a través de los atributos que acompañan a las escenas, secuencias y capítulos. De esta forma, se indica el orden establecido para mantener la coherencia narrativa. En el caso de no existir restricción, simplemente se deja el atributo *escenas/secuencias/capítulos anteriores* vacío. Otro concepto interesante son las escenas gemelas, utilizadas para repetir una tarea educativa a través de otra escena en lugar de obligar al jugador a repetir el reto en cuestión, todo ello sin afectar a la historia del juego. Relacionado con las restricciones, otro tipo de atributo indica la obligatoriedad de una escena, secuencia o capítulo para mantener la historia del juego, sin embargo, el proceso de diseño de los autores ofrece la posibilidad de que un profesor pueda seleccionar el contenido que pretende enseñar a sus alumnos a través del videojuego. Esta casuística puede dar lugar a que, por ejemplo, una escena obligatoria sea omitida por parte del docente, y por tanto, la historia pueda perder sentido. Para resolver esta contradicción, los autores incluyen dos nuevos atributos: la narración cinematográfica alternativa y la actividad lúdica alternativa. Para finalizar, esta metodología incluye una notación gráfica para representar los diferentes capítulos, secuencias y escenas.

- *Círculo con un identificador* para representar los diferentes elementos (capítulo, secuencias y escenas). Representación gráfica del capítulo 2: 
- *Flechas direccionales*, más gruesa en su punta para indicar restricciones estrictas. Representación gráfica de la restricción estricta y suave respectivamente: 
- *Escenas gemelas*, la escena gemela se relaciona con la original a través de la doble flecha direccional, además, la escena gemela tiene otro color y como identificador le precede el término *TSCi-* (donde *i* indica el número de escena) acompañado del identificador de la escena original. Representación gráfica de la escena *SC1.3* y su



gemela:

- *Capítulos, secuencias o escenas obligatorias*, se representa igual que un elemento estándar, con un círculo y un identificador, pero lleva doble línea. Representación gráfica del capítulo 6 obligatorio: 
- *Escenas alternativas*, se representa asociando la narración cinematográfica alternativa (*ASC-C* + identificador escena original) o la actividad lúdica alternativa (*ASC-A* + identificador escena original) a

la escena original a través de una línea discontinua de puntos. Representación gráfica de la escena *SC1.2.1* y su narración cinemática alternativa:



Para finalizar, la siguiente imagen (Figura 30) muestra las secuencias y escenas del primer capítulo del videojuego educativo *Ato's adventure*.

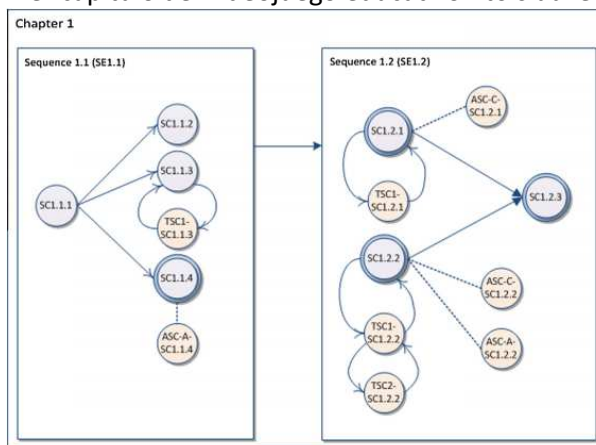


Figura 30. Secuencias y escenas del primer capítulo de *Ato's adventure* (Padilla-Zea et al., 2014).

Por último, encontramos el estudio más reciente de todos, llevado a cabo por Van Broeckhoven, Vlieghe y De Troyer (2015). En este trabajo los investigadores destacan la necesidad de usar un lenguaje gráfico de modelado que permita al personal técnico y no técnico participar en un diseño colaborativo del SG educativo. En el trabajo se propone un lenguaje gráfico de flujo denominado *ATTAC-L*, el cual está basado en el concepto de *bricks* o bloques especialmente adecuado para videojuegos con un alto componente narrativo. Los conceptos claves utilizados para modelar en *ATTAC-L* son:

- Movimiento del juego: Representa un avance en la narrativa del juego, ya sea realizado por el propio jugador o de manera automática por un personaje. Todos estos movimientos tienen forma de secuencia, es decir, unos preceden a otros. También se puede expresar ramificación, concurrencia o independencia de orden (historias de la narrativa que deben realizarse independientemente del orden ejecutado).
- *Brick*: Elemento básico en *ATTAC-L*, se usa para componer los movimientos del juego. Hay dos tipos:
 - *Brick* regular: Unidad más simple de *ATTAC-L*, puede ser una acción a realizar, un objeto con el que experimentar, o un estado concreto. Se representa con un rectángulo que contiene una palabra u oración

- *Brick* de control: Se utilizan para encapsular los *bricks* regulares, de manera que se pueda expresar concurrencia, independencia de orden o ramificación. Se representan con un borde gris sobre el *brick* regular.
- Escenario: Concebido para estructuras de juegos más complejas, de manera que se puede dividir una amplia narrativa en unidades más pequeñas.
- Anotación: Contienen información pedagógica, clasificada en tres tipos: acciones, objetivos y estrategias pedagógicas.

A continuación se muestran dos ejemplos del modelo ATTAC-L. En el primero de ellos (Figura 31) se muestran cuatro *bricks* (a, b, c y d) con dos personajes, el jugador y Nate. Se puede observar también como cada *brick* tiene un tipo control asociado. Por ejemplo, el *brick* de la opción (b) es un ejemplo de ramificación representado por dos barras de color de gris en forma de E mayúscula y E mayúscula invertida, siendo el movimiento de juego permitido la primera opción o la segunda. En el (c), esos corchetes de color gris representan que es irrelevante el orden en el que se ejecutan los diferentes *bricks*. Por último, los casos (a) y (d) representan un secuencia estándar y una concurrencia, respectivamente.

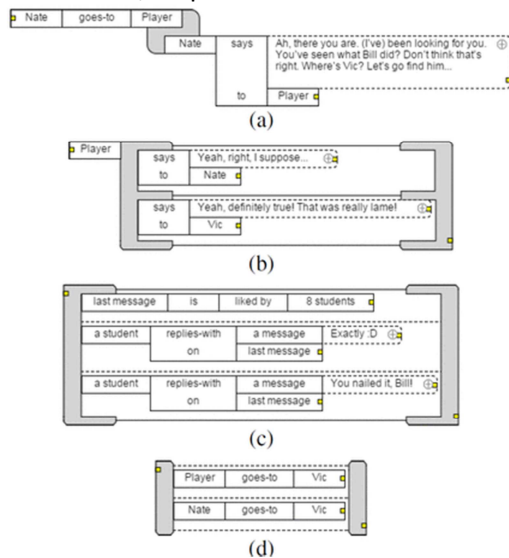


Figura 31. Ejemplo del modelado ATTAC-L con diferentes *bricks* (Van Broeckhoven et al., 2015).

Por otro lado, la Figura 32 muestra un ejemplo de descripción de escenarios con anotaciones. Concretamente, en el ejemplo se observa una trama descompuesta en dos escenarios, donde cada escenario lleva asociado una anotación pedagógica. Estas anotaciones se separan gráficamente para evitar mezclar el contenido de juego con el pedagógico. Se utilizan para

indicar acciones que deberían realizarse, como proporcionar información adicional, asistencia o *feedback*.

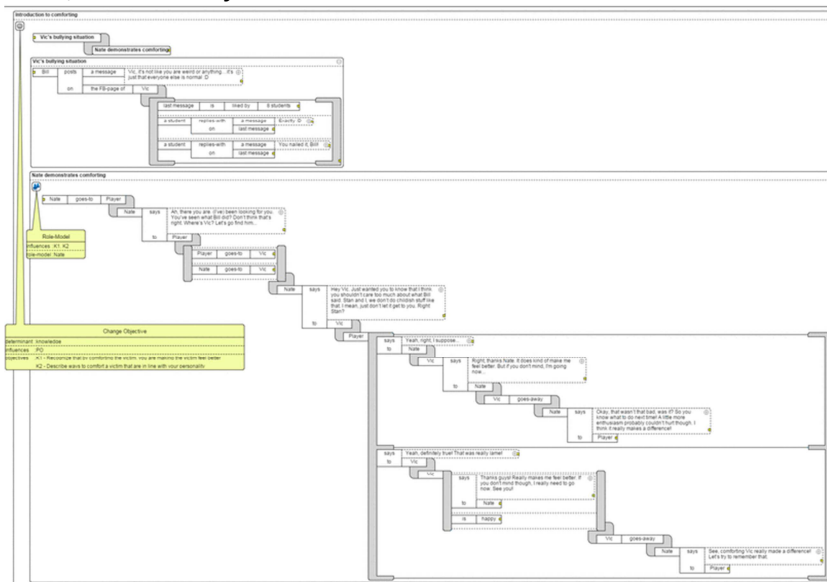


Figura 32. Ejemplo del modelado ATAC-L con dos escenarios y anotaciones (Van Broeckhoven et al., 2015).

Como se ha podido analizar, son muy pocos los trabajos que proponen una metodología de diseño para SG educativos que incorporen un lenguaje gráfico o notaciones gráficas. De hecho, se han incluido trabajos que no tenían como propósito los SG educativos, debido a la escasez de propuestas pero también porque pueden aportar nuevas ideas sobre el planteamiento en cuestión. Este es el caso del enfoque basado en redes *Petri*, propuesto por Araújo y Roque (2009), que es realmente interesante, sobre todo por la originalidad mostrada al usar estas redes *Petri* para modelar videojuegos. Sin embargo, las redes *Petri* como lenguaje gráfico están bastante limitadas. En su propuesta, los autores utilizan la extensión *Yasper* (2009) para sus representaciones, no obstante esta extensión dispone de un conjunto de elementos limitado para, por ejemplo, modelar diálogos y ciertas acciones de un videojuego. Unido a esto, las redes *Petri* no parecen la mejor opción para un perfil poco técnico como suele ser el de los educadores o pedagogos, ya que su comprensión es difícil para quienes no son expertos en dicho formalismo.

En contraste con esta posible dificultad para asimilar este lenguaje gráfico, hay estudios que demuestran que *UML* puede ser adecuado para ser utilizado fuera del ámbito de la ingeniería del *software*. Esta afirmación se apoya en las conclusiones alcanzadas por Dobing y Parsons (2006) en su estudio sobre *UML*, donde se encuestaron a cerca de 200 profesionales de *software* y sus clientes; concluyendo que “UML no debe ser considerado

exclusivamente como un lenguaje para los profesionales de software”. En contra de este planteamiento, en el trabajo de Broeckhoven et al. (2015) se afirma que *UML* podría ser un buen candidato para su modelado en *ATTAC-L*, sin embargo lo descartan porque interpretan que *UML* no sería comprendido por perfiles no técnicos, afirmación que contradice las conclusiones de Dobing y Parsons (2006) y con las que no se converge (sección 8.3). Además, aunque es más que interesante el trabajo realizado en *ATTAC-L*, se observan dos inconvenientes: (1) dada la forma de representar los *bricks* junto con el texto de los diálogos incluidos, se hace realmente complejo imaginar un videojuego con un alto componente narrativo representado así, ya que el espacio físico de representación podría desbordarse; y (2) El modelado *ATTAC-L* se diseña para vincularse a *IMP*³ (*Intervention Mapping Protocol*) (Bartholomew, Parcel & Kok, 1998), por lo que no soporta estrategias de diseño pedagógicas diferentes a *IMP*, lo cual restringe bastante su uso.

Con esto en mente, es conveniente analizar más despacio las dos propuestas descritas en esta sección donde *UML* es el lenguaje gráfico utilizado. De hecho, el trabajo de Cooper y Longsteet (2012) tiene varios puntos en común con la propuesta realizada en esta tesis, como se podrá corroborar en el Capítulo 8. Entrando en detalle, y teniendo presente el ciclo de vida clásico en la ingeniería del *software*, se podría pensar que su trabajo se enmarca en la fase de análisis, y no en la de diseño, de hecho los propios autores del trabajo mencionan el “análisis de requisitos”. Sin embargo, en opinión del autor de la tesis, aunque es cierto que utiliza herramientas más propias de la fase clásica de análisis que de diseño, como son los casos de uso, lo que se propone es una opción para modelar el diseño de videojuegos con un componente educativo. Aunque, al igual que sucede con las redes *Petri*, el hecho de utilizar tan solo una adaptación de los casos de uso limita en gran medida el potencial de *UML* para poder representar otros aspectos del videojuego como pueden ser ciertas acciones y diálogos. En cuanto a las tablas de especificación que acompañan al diagrama de casos de uso, podemos realizar una doble interpretación: como aspecto positivo, la facilidad de comprensión por parte de educadores (como se pondrá de relieve en el mencionado Capítulo 8); y, como aspecto negativo, que es una forma de representación poco esquemática y probablemente para modelar varios retos en un mismo videojuego puede llevar consigo problemas de extensión excesiva. Además, podría dar lugar a ambigüedades si las redacciones en lenguaje natural no son exquisitas. No obstante, se trata de una propuesta específica para SG educativos a tener muy en cuenta.

³ *IMP* es un protocolo diseñado por Bartholomew, Parcel and Kok en octubre de 1998 para educar en el área de la salud, consta de una serie de pasos: crear una matriz de objetivos a perseguir, diseñar el programa (materiales, grupos, etc.), implementar el plan diseñado, y por último, evaluar y monitorear la intervención.

Por otra parte, retomando la otra propuesta que utiliza *UML* como lenguaje de diseño, esto es, el trabajo de Taylor et al. (2006), encontramos que a pesar de no ser su área de interés los SG educativos, sin duda, merece toda la atención. En el estudio se propone también una adaptación de los casos de uso *UML*, representando de forma muy sencilla y simple los diferentes objetos e interacciones en el videojuego, utilizando asimismo un pseudocódigo para definir correctamente las diferentes interacciones. Sin embargo, de nuevo la propuesta muestra la carencia de los trabajos anteriores, ya que aspectos como la narrativa o determinadas acciones durante el juego quedan excluidos.

Por último, merece una mención especial el trabajo llevado a cabo por Padilla-Zea et al. (2014), aunque es cierto que la extensión de su proceso de diseño (Padilla-Zea, 2011) es para desarrollar la narrativa en un SG educativo, son muchos los aspectos a destacar y que se alinean con la propuesta metodológica de esta tesis. Partiendo de las bondades que ya tenía su proceso de diseño inicial (Padilla-Zea, 2011), hay que añadir algunos más como el hecho de estructurar el videojuego en captítulos, secuencias y escenas, sin duda, no solo ayuda a estructurar la narrativa del videojuego sino también el propio videojuego; además, los autores persiguen con su metodología facilitar el entendimiento entre los desarrolladores y diseñadores de videojuegos, y el personal educativo, así como buscar el equilibrio entre la parte lúdica y educativa del videojuego. A pesar de todo ello, su metodología muestra algunas carencias mencionadas en trabajos anteriores, como el hecho de la no representación de las acciones o diálogos que tienen lugar en el juego. Además, su notación gráfica aunque parece sencilla y adecuada, no es un estándar como sí lo es *UML*.

Con todo esto, parece necesario abastecer la laguna existente en el diseño de los SG educativos con una metodología específica que incluya notaciones gráficas *UML*, con el fin de facilitar la integración del equipo educativo en el desarrollo y diseño de estos videojuegos, y con ello garantizar un correcto equilibrio entre la parte educativa o seria y la parte propia de todo videojuego, la diversión.

2.5. Necesidad de una nueva propuesta metodológica para desarrollar videojuegos serios educativos

El desarrollo de videojuegos en general, y de videojuegos educativos en particular, es un proceso muy complejo que dista en gran medida del desarrollo de *software* convencional. Sin embargo, son muy pocas las publicaciones que abordan el desarrollo de SG educativos con un enfoque específico, una afirmación también compartida por autores como Arnab et al. (2015): “Aunque no existe un consenso sobre el potencial de instrucción de los SG, todavía hay una falta de metodologías y herramientas no sólo para el diseño, sino también para apoyar el análisis y la evaluación”.

No cabe duda que los esfuerzos realizados en el diseño de videojuegos en general sí que ha sido elevado, con una gran cantidad de trabajos sobre ello, algunos de estos trabajos con una gran relevancia en la literatura científica (Salen & Zimmerman, 2004; Koster, 2013; Fullerton, 2014). De todos estos trabajos se pueden extraer conclusiones muy útiles para el diseño y desarrollo de SG educativos, al fin y al cabo éstos son videojuegos. Aspectos como la diversión, la motivación o las pruebas continúan siendo claves en el proceso de desarrollo de cualquier SG.

Entre algunos de los trabajos sobre metodologías que se destacan en el presente documento, la metodología ontológica (García, 2014) hace hincapié en la peculiaridad de trabajar con un equipo multidisciplinar, lo que es imprescindible en el desarrollo del videojuego, y propone una metodología completa para solventar esta problemática. Sin embargo, tiene como inconvenientes que no se especializa en videojuegos serios (ignorando posiblemente particularidades propias de este género) y que se centra fundamentalmente en facilitar la comunicación entre los diferentes miembros del equipo dejando al lado otras dificultades propias del diseño en sí mismo. Además, la sintaxis de la ontología puede no ser intuitiva para el personal no técnico. Por su parte, la metodología para el aprendizaje colaborativo presentada en (Padilla-Zea, 2011) tiene planteamientos relevantes como el hecho de que esté enfocada a videojuegos educativos y que tenga en cuenta la colaboración como aspecto enriquecedor del proceso de aprendizaje, pero adolece de notaciones gráficas que puedan ser fácilmente entendibles por los miembros del equipo multidisciplinar ya que emplea modelos muy formales centrados principalmente en la parte educativa; y aunque en su extensión (Padilla-Zea et al., 2014) propone una notación gráfica, ésta tiene como objetivo principal estructurar la narrativa y no es un estándar como sí lo es *UML*. Asimismo, la metodología *SUM* (2009) está orientada a los videojuegos en general y se define para proyectos muy pequeños, por lo que no se alinea con el propósito de esta tesis. Igualmente, la metodología *5M* propone un proceso de producción interesante para videojuegos educativos, pero flaquea en la parte de ingeniería del *software*. Por último, dentro de las herramientas o *frameworks* de generación automática de videojuegos educativos, se destaca por su base científica *e-Adventure*, que es una herramienta excelente para el desarrollo de videojuegos serios educativos dentro del género de aventura gráfica, pero está pensada más bien para que los educadores puedan hacer sus propios SG y no para ser utilizado de forma colaborativa por un equipo multidisciplinar de desarrollo y, por tanto, limitado a videojuegos educativos de una complejidad menor.

Además de todo lo expuesto en lo relativo a cada una de las metodologías revisadas, son varias las carencias detectadas en general en cuanto al necesario enfoque metodológico para el diseño de SG educativos. Dichas

carencias han sido identificadas durante del amplio análisis del estado de la cuestión realizado y recogido en esta memoria de tesis doctoral y son, principalmente, las siguientes tres:

- Las propuestas metodológicas revisadas para SG educativos no especifican ni formalizan el proceso de desarrollo y su descomposición en etapas y tareas (haciendo la salvedad del trabajo de Padilla-Zea (2011)) con el nivel de detalle necesario para que puedan ser fácilmente reproducidas.
- Aunque en general se destaca la problemática derivada de un incorrecto equilibrio entre la parte lúdica y la parte seria del juego (Arnab et al., 2015), las metodologías propuestas no contemplan una correspondencia clara y bien definida entre la parte educativa y la parte lúdica. En este sentido, la propuesta de Padilla-Zea (2011) supone una excepción, aunque en dicho trabajo la correspondencia se define a nivel conceptual de objetivos educativos y lúdicos, pero no se concreta dónde se incluyen los retos educativos dentro de la narrativa del juego.
- Prácticamente ninguna metodología revisada integra notaciones gráficas para el desarrollo del videojuego. Mención especial al trabajo de Padilla-Zea (2014), que aunque utiliza notaciones gráficas para modelar la narrativa a través de capítulos, secuencias y escenas, estas notaciones están limitadas a la hora de implementar gráficamente todos los elementos de un SG educativo, y además, no es un estándar como sí lo es *UML*. También el trabajo de García (2014) usa algunas notaciones gráficas pero no con el fin de ser empleadas como herramienta de diseño. Por el contrario, se utiliza la máquina de estados dentro de la metodología para representar exclusivamente el comportamiento de los personajes. Sin embargo, las notaciones gráficas son de gran utilidad a la hora del desarrollo de *software* en general, y de mayor utilidad si cabe en el complejo desarrollo de un SG educativo tal y como se argumentó en la sección anterior.

En conclusión, podemos formular la hipótesis de que es necesario desarrollar una metodología específica para el desarrollo de videojuegos educativos que sea: ágil, centrada en el usuario y que emplee notaciones gráficas que sean de fácil comprensión para equipos de pedagogos o educadores con un perfil eminentemente no técnico; facilitando así la combinación de elementos que conforman un videojuego y logrando la integración de todo el equipo de desarrollo.

Capítulo 3

Propuesta de una taxonomía para videojuegos serios

En este capítulo se desarrollará la propuesta de la taxonomía CSG, describiendo los dieciséis criterios que la componen, además, se profundizará sobre algunos aspectos de la taxonomía CSG que pueden tener cierto impacto en el diseño de un SG o SG educativo.

3.1. Taxonomía CSG: Comprehensive Serious Games Taxonomy

El objetivo principal en esta sección es desarrollar una taxonomía completa para SG ya que, como se analizó en el capítulo anterior, no existe una taxonomía lo suficientemente completa como para clasificar cualquier SG de una manera detallada y completa. La taxonomía CSG es un sistema de organización del conocimiento que es capaz de permitir y facilitar la clasificación u ordenación de cualquier SG de acuerdo con una serie de propiedades significativas, además de definir un vocabulario controlado para nombrar los criterios de clasificación y las diferentes posibilidades para cada criterio. Este sistema de clasificación es necesario porque los SG son complejos y, puesto que son multifacéticos, deben ser considerados desde diferentes perspectivas durante su desarrollo y uso. Además, casi parece existir una completa independencia entre los diferentes valores que cada criterio del videojuego podría tomar en relación con los demás, generando así un número extremadamente alto de combinaciones entre las posibilidades existentes. Esta complejidad se ve incrementada por la variabilidad del mundo de los SG, y por su previsible crecimiento futuro. Por lo tanto, una taxonomía de SG más completa de las existentes hasta el momento (revisada en 2.2.3) representaría una herramienta valiosa para los desarrolladores, de manera que se pudieran seleccionar técnicas adecuadas y reducir los riesgos de desarrollo. Esto permitiría también a los desarrolladores seleccionar las características deseables y ciclos de vida adecuados para sus productos. Respecto a los usuarios finales (padres, educadores, pacientes, etc.) también se beneficiarían de este recurso al intentar elegir entre las propuestas disponibles.

En vista a la gran variedad de SG existentes y venideros, deben proponerse criterios suficientes para clasificarlos. Consecuentemente, la siguiente tabla (Tabla 14) enumera los diferentes criterios propuestos en la taxonomía CSG. Para facilitar la comprensión y aplicación, los criterios se dividen en seis bloques diferentes (agrupando conceptualmente criterios relacionados entre sí): **Desarrollo** (criterios sobre el proceso y la metodología utilizados para crear el videojuego), **Plataforma** (aspectos de la plataforma donde se ejecutará el videojuego), **Diseño** (aspectos a considerar durante la

definición y diseño del videojuego), **Uso** (atributos del comportamiento dinámico del videojuego), **Usuarios** (a quién va dirigido y qué tipos de jugadores) y **Modelo de negocio** (formas de distribución). Estos criterios se obtuvieron a partir del exhaustivo análisis del estado del arte documentado en las secciones anteriores de la presente memoria (teniendo en especial consideración lo expuesto en la sección 2.2.2), incluyendo la identificación por observación de una serie de características en los SG incluidos en la revisión.

Desarrollo	Plataforma	Diseño	Uso	Usuarios	Modelo de negocio
Autoría	Arquitectura <i>Hardware</i>	Género	Evaluación	Público objetivo	Licencia
Metodología de desarrollo	Despliegue	Área de aplicación	Jugabilidad	Interacción del jugador	
		Interactividad	Adaptación	Dedicación	
		Contexto de uso			
		Narrativa			

Tabla 14. Criterios de la taxonomía CSG ordenados por bloques.

Estos bloques facilitarán las posibles modificaciones de la taxonomía según lo requiera el progreso esperable en el campo. Los criterios de la taxonomía deben estar claramente definidos para una implementación efectiva, con este objetivo, se establece la siguiente plantilla de especificación para cada criterio:

- Definición: Una breve descripción del criterio de clasificación, definiendo su naturaleza y utilidad.
- Especificidad para SG: Algunos de los criterios son exclusivos de SG mientras que otros se aplican a cualquier videojuego, sea o no sea considerado SG.
- Tipologías asociadas a cada criterio: Cada criterio tiene un conjunto asociado de valores o tipos posibles que el SG puede tomar respecto a dicho criterio de clasificación.
- Multi-valor: Algunos criterios admiten varios valores, mientras que en otros criterios el SG solo puede ser clasificado de uno de los tipos posibles. Por ejemplo, respecto al criterio de la interacción del jugador, un SG podría tomar los valores *monoplayer* y *multiplayer* si permite ser jugado de ambas formas.
- Elementos del videojuego a inspeccionar: Para categorizar un videojuego desde la perspectiva de un determinado criterio es necesario analizar ciertos aspectos del videojuego. Este ítem indica dónde se encuentran las claves para realizar correctamente la clasificación del SG respecto a cada criterio.

En las siguientes secciones se describirán cada uno de los criterios que se muestran en la Tabla 14. Cada criterio se discute en comparación con las propuestas de clasificación revisadas en el capítulo anterior con la excepción de la metodología de desarrollo, el despliegue, la narrativa y la licencia, ya que estos criterios de la taxonomía CSG no se han incluido en ninguna propuesta anterior.

3.1.1. Autoría

Este criterio especifica el autor o grupo responsable del desarrollo del videojuego. Este criterio no es específico de los SG, y los elementos a inspeccionar para determinar la autoría del SG son generalmente los créditos del videojuego. Este criterio es multi-valor, aunque en condiciones normales habrá una única entidad responsable, es decir, un *autor* o grupo de *autores* independientes o una *institución*, como puede ser una *compañía* de desarrollo de *software* o un *grupo de investigación* de algún organismo. No obstante, en ocasiones puede ser que intervengan dos entidades. La Tabla A del Anexo I recoge algunos videojuegos de autoría compartida entre un grupo de investigación y una empresa de desarrollo, los SG *Triage trainer* o *Macbeth* son un ejemplo ello. Los diferentes tipos de autorías se muestran en la Figura 33.

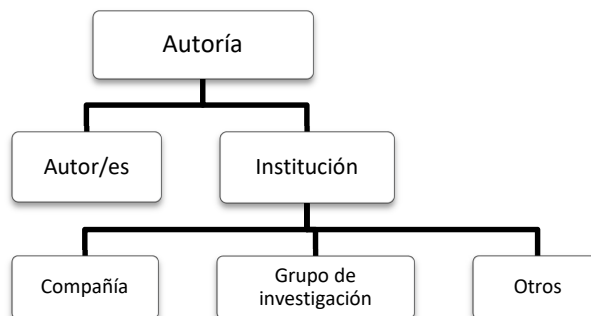


Figura 33. Criterio taxonómico de CSG. Autoría.

La única clasificación que incluye este criterio (*game developer*) es la propuesta de Katsaliaki y Mustafe (2015), donde únicamente se indica el nombre del autor.

3.1.2. Metodología de desarrollo

La metodología de desarrollo se refiere al conjunto de técnicas y/o procedimientos que facilitan el correcto desarrollo del videojuego. Este criterio no es específico de los SG y tampoco es multi-valor. La Figura 34 contempla las distintas posibilidades existentes en términos de la especificidad de la metodología utilizada.

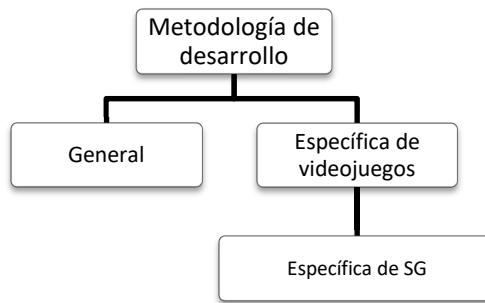


Figura 34. Criterio taxonómico de CSG. Metodología de desarrollo.

Los videojuegos son desarrollados normalmente siguiendo o adaptando metodologías de *software* existentes, como por ejemplo: el modelo en cascada, incremental o métodos ágiles. Esto, sin embargo, no es lo ideal ya que los videojuegos tienen una serie de características muy específicas que necesitan ser abordadas desde la propia metodología. Por su parte, hay varios ejemplos de metodologías específicas para el diseño de SG, que integran las particularidades del propósito no serio del videojuego, como se han analizado en el capítulo anterior.

3.1.3. Arquitectura Hardware

La arquitectura *hardware* es el componente físico de una computadora, y los videojuegos son desarrollados para desplegarse en una determinada arquitectura. Este criterio no es específico de los SG y tampoco es multi-valor, ya que cuando un mismo videojuego está disponible para diferentes plataformas, en realidad se trata de versiones diferentes. Para consultar la arquitectura de un videojuego determinado se puede analizar el manual de instrucciones o las especificaciones del videojuego. En la Figura 35 se pueden visualizar los tipos de arquitectura *hardware* contemplados en la taxonomía: *arcade*, *PC*, *videoconsola*, etc. Es conveniente mencionar que aunque algunas propuestas se refieren a la arquitectura *hardware* como *game platform*, como sucede en los trabajos de *Engage Learning* (2011) o Wattanasoontorn et al. (2013), se ha considerado que el término *game platform* engloba a la arquitectura *hardware* y al despliegue, y por tanto, la taxonomía CSG aborda estos dos conceptos de forma separada.

Finalmente, aclarar que una videoconsola con sensores de movimiento es considerada un subtipo de consola con una arquitectura *hardware* ligeramente diferente, ya que controla el movimiento a través de ciertos sensores. Un ejemplo de este subtipo de consolas es la popular *Nintendo Wii*.

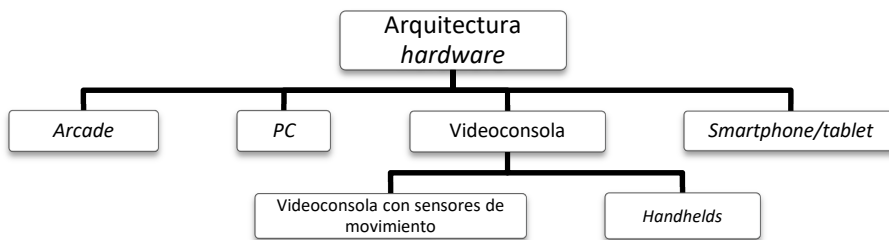


Figura 35. Criterio taxonómico de CSG. Arquitectura *hardware*.

3.1.4. Despliegue

El despliegue se define como el entorno donde el videojuego se inicia. Este criterio, obviamente, no es específico de los SG y suele documentarse en el manual de instalación del videojuego. En esta ocasión se trata de un criterio multi-valor, ya que ciertos videojuegos pueden ser desplegados en entornos locales y remotos durante las distintas fases del juego. Los dos tipos de despliegue, *local* y *web*, se muestran en la Figura 36.

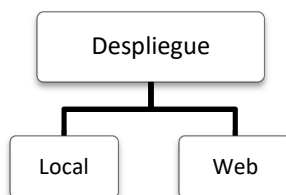


Figura 36. Criterio taxonómico de CSG. Despliegue.

Como se observa en la figura, el despliegue puede ser en una máquina *local* o en un servidor externo (*web*). No obstante, es necesario añadir que en ocasiones el despliegue local puede utilizar más de un dispositivo, como sucede con las nuevas generaciones de televisores y la tecnología *mirroring*⁴, o en ejemplos más complejos como las tarjetas gráficas *Nvidia*, que permiten que la potencia de procesamiento de una tarjeta gráfica instalada en un PC sea utilizada de forma inalámbrica desde otro dispositivo.

3.1.5. Género

El género es la manera de clasificar un videojuego basándose principalmente en su *gameplay*, aunque también puede afectar a la hora de determinar el

⁴ Tecnología que permite sincronizar, siempre que estén conectados en la misma red de área local, un *smartphone* o *tablet* con el televisor, y mostrar el contenido del dispositivo móvil en la pantalla del televisor o viceversa.

género el diseño gráfico del mismo. En la actualidad no existe un estándar para determinar el género de un videojuego, ni siquiera las grandes compañías de desarrollo de videojuegos como *Electronic Arts*, *Sony* o *Nintendo* se ponen de acuerdo. Además, un videojuego podría tener asociado varios géneros, por ello se considera este criterio como multi-valor, y por supuesto, no es específico de SG. Como se ha mencionado para determinar el género de un videojuego es necesario analizar el *gameplay*. Aunque varias propuestas previas definen una categorización del videojuego basada en el género (Rego et al., 2010; *Engage Learning*, 2011; *Imagine*, 2011; Wattanasoontorn et al., 2013), se ha decidido adoptar la clasificación de Herz (1997) debido a su simplicidad y completitud. En la Figura 37 se puede consultar esta clasificación, que incluye géneros tales como: *acción*, *aventura*, *lucha*, etc.

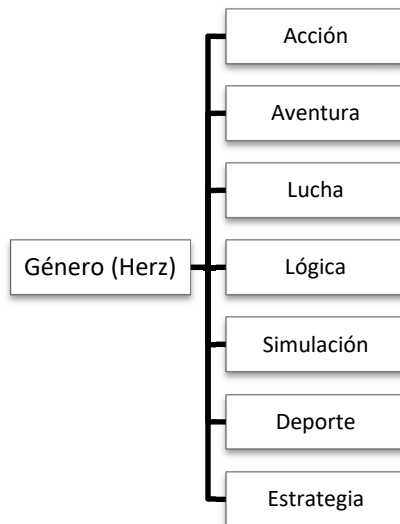


Figura 37. Criterio taxonómico de CSG. Género (Herz, 1997).

3.1.6. Narrativa

En términos generales, la narrativa es la “voz” de la historia que acompaña el videojuego. Aunque este criterio puede llegar a ser muy importante, no todos los videojuegos lo incluyen. Por otro lado, el criterio no es específico de los SG y permite múltiples valores ya que un videojuego puede combinar varios tipos de narrativa a lo largo de sus distintas escenas. Para identificar este criterio en un videojuego, los elementos a inspeccionar son fundamentalmente las reglas del juego, los escenarios, los diálogos y los mensajes (voces en off, instrucciones, etc.).

La Figura 38 muestra la doble clasificación de la narrativa propuesta en la taxonomía. Así, los tipos de narrativa pueden ser clasificados en función del

espacio de juego (Jenkins, 2004) o del nivel de narrativa (Belinkie, 2011). Basándonos en Jenkins (2004), se definen cuatro tipos:

- 1) Los *Evocative spaces*, representando la narrativa de una historia conocida que permite al jugador navegar a través de ella, no siendo simplemente una adaptación de la historia original. Un ejemplo de este tipo de narrativa es la utilizada en el videojuego de *Star Wars*.
- 2) Las *Enacting stories* que aparecen a través del juego y se dividen en dos subtipos. El primero de ellos, denominado *Spatial stories*, donde la narrativa no juega un papel principal sino más bien complementario, de hecho, el orden en el que se navega en los diferentes escenarios no siempre afecta a la historia narrativa como sucede en el videojuego de *Mario Bros*. El segundo subtipo, denominado *Micronarrative*, se pretende conseguir un alto impacto emocional en una determinada escena, como puede suceder en la lucha entre el *Dr. Robotnik* y *Sonic* (videojuego de *Sonic*).
- 3) Las *Embedded narratives* que están perfectamente integradas con los elementos del escenario. Un género asociado a este tipo de narrativa es la aventura gráfica, donde a menudo es necesario descubrir objetos y pistas (videojuego *Quake*) inmersos dentro de los objetos y escenarios.
- 4) Las *Emerging narratives*, que aparecen gradualmente conforme se van tomando decisiones en el juego. Un videojuego que representa perfectamente este tipo de narrativa es *The Sims*, donde los jugadores determinan en muchas ocasiones la narrativa como consecuencia de sus propias elecciones.

En cuanto a la categorización de Belinkie (2011), en la taxonomía propuesta (Figura 38) se ha optado por una adaptación de la propuesta original que consta de diez niveles de narrativa. La Tabla 15 muestra estos diez niveles ordenados de menor a mayor grado de narrativa. Se ha realizado una reducción de diez a seis criterios para clasificar la narrativa en base a la presencia cuantitativa de la misma en el videojuego, ya que esta menor escala se considera suficiente para poder categorizar el nivel de narrativa en un SG. De esta manera los niveles propuestos son:

- 1) *Ninguno*: El videojuego no incluye narrativa alguna. Esto suele suceder en los videojuegos de lógica como por ejemplo *Minisweeper*.
- 2) *Elemental*: El videojuego tiene una narrativa muy simple, algo que sucede habitualmente en los videojuegos de deporte o lucha.
- 3) *Básico*: Existe una narrativa con ciertos desafíos pero relativamente simple, por ejemplo: *Castlevania II*.
- 4) *Completo*: El videojuego tiene una historia completa pero no es el eje central del videojuego. Esto sucede en el videojuego *Bioshock*.
- 5) *Complejo*: La historia no es solo completa, sino que exige determinadas habilidades por parte del jugador para resolver con

éxito el videojuego. Un ejemplo que ilustra esta tipología de narrativa podría ser *Fallout* series.

- 6) *Todo*: La historia lo es todo, el control de la acción del jugador pasa a un segundo plano. A este tipo de narrativa a veces se le denomina película interactiva.

Nivel	Descripción	Ejemplos
1	No hay trama en absoluto	<i>Tetris, Bejeweled</i>
2	Pequeño germen de una historia	<i>Super Mario, Mortal Kombat</i>
3	El escenario juega un papel importante pero no hay mucho argumento	<i>SimCity, Leaf 4 Dead</i>
4	La historia básica forma parte del juego	<i>Legend of Zelda, Civilization</i>
5	Una trama simple se revela gradualmente	<i>Call of Duty, Halo series</i>
6	La trama se desarrolla a través de escenas frecuentes	<i>Assassins Creed series, Grand Theft Auto series</i>
7	La trama es compleja e implica mucho tiempo al jugador	<i>Mass Effect series, Final Fantasy series</i>
8	La trama es el centro, las escenas de acción son opcionales	<i>LA Noire</i>
9	La historia es todo, el jugador tan solo avanza	<i>Heavy rain</i>
10	Cualquier libro en formato electrónico	Cualquier novela

Tabla 15. Niveles de narrativa de Belinkie (2011).

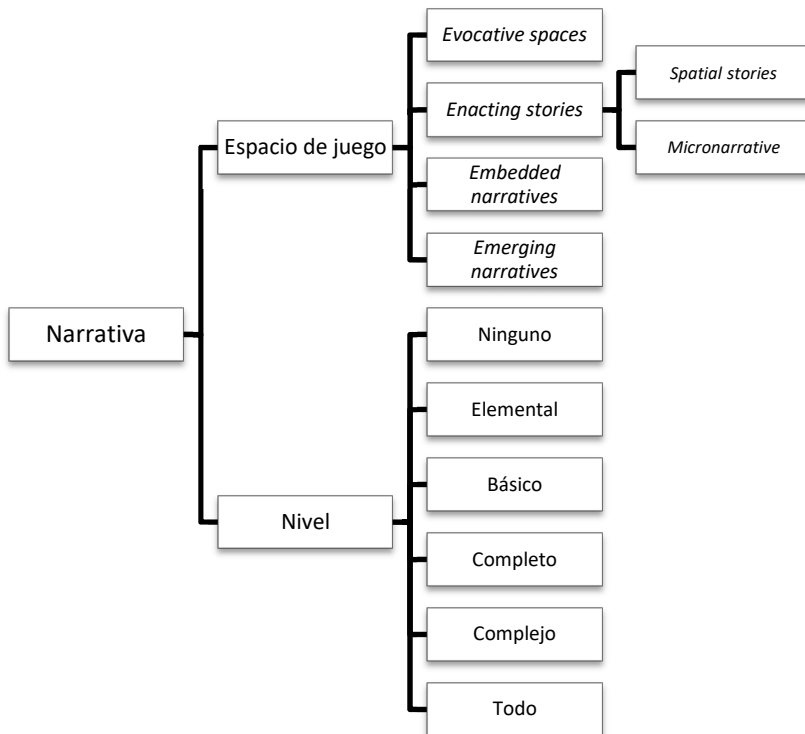


Figura 38. Criterio taxonómico de CSG. Narrativa (Jenkins, 2004; Belinkie, 2011).

3.1.7. Interactividad

La interactividad establece como los jugadores interactúan con el videojuego. Este criterio no es específico de los SG y puede ser multi-valor. Para poder analizar el criterio se deberían examinar las dinámicas de juego. Como se ha visto en la sección 2.2.3, algunos autores se han referido a este criterio desde el punto de vista de los periféricos utilizados para interactuar, como en el caso de Laamarti et al. (2014) o Rego et al. (2010). Otros autores se mueven en un nivel conceptual como Djaouti et al. (2011). Sin embargo, en la taxonomía CSG el modo de interacción se clasifica primero independientemente de los periféricos y luego se estructura de acuerdo con el tipo de dispositivo en sub-criterios. Los diferentes tipos de interacción se muestran en la Figura 39.

En un primer nivel de clasificación se puede hablar de interacción *activa*, interacción *estándar* o interacción *pervasiva*. En la interacción estándar el jugador utiliza en la gran mayoría de los casos los dedos para controlar el videojuego. Esta interacción contempla dos subcategorías según el usuario utilice periféricos comunes o periféricos especiales tales como pedales, cascos de realidad virtual, *joysticks* o guitarras (como sucede en el videojuego *Guitar Hero*). Respecto a los periféricos comunes la interacción se subdivide en:

- Interacción *táctil*: Se asocia con *smartphones* y *tablets* y su manejo táctil; aunque, desde no hace mucho, también en ordenadores personales se permite este tipo de interacción.
- Interacción *tradicional*: Probablemente la interacción más habitual, donde se controla el videojuego a través de un teclado y un ratón en el caso de los ordenadores personales, y con un mando en el caso de videoconsolas.

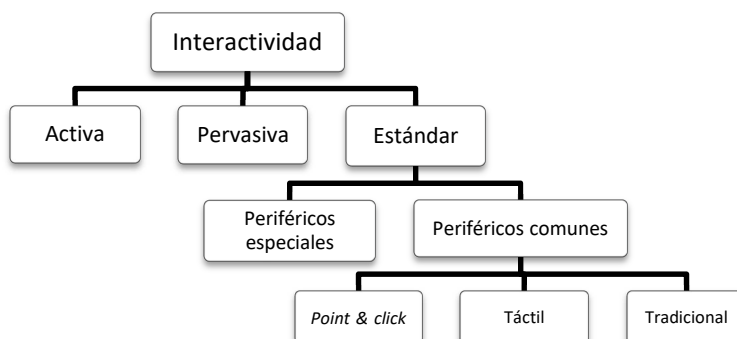


Figura 39. Criterio taxonómico de CSG. Interactividad.

En ambos casos, el jugador utiliza las manos para controlar el juego, y en la mayor parte de las ocasiones los eventos de los usuarios se realizan después de un *point&click* en la interacción. De este modo, la interacción

point&click es un subtipo de la interacción estándar (compatible con los dos anteriores), donde el jugador utiliza el ratón o directamente sus dedos para hacer clic en los objetos y menús disponibles en el juego. Los videojuegos de aventura gráfica son asociados normalmente con este mecanismo.

En la interacción *activa*, el jugador realiza la interacción con el videojuego con su propio cuerpo, para ello hace uso de una serie de dispositivos que utilizan sensores giroscópicos o acelerómetros para captar los movimientos. Un ejemplo de este tipo de interacción sería la producida en los *exergamings* (Sanders & Hansen, 2008), y uno de los dispositivos que permite este tipo de interacción es la videoconsola *Wii* de *Nintendo*.

Por último, la interacción *pervasiva* es el tipo más reciente en el tiempo, uno de los primeros trabajos que puso de relieve este tipo de interacción fue el estudio de Cheok et al. (2004) con el videojuego *Human Pacman*. En este tipo de interacción se persigue integrar el videojuego y el contexto personal del jugador, es decir, una parte importante de la experiencia del videojuego interactúa con objetos/personas del mundo real (Kasapakis, Gavalas & Bubaris, 2015).

3.1.8. Contexto de uso

El contexto de uso define un conjunto de factores internos y externos que van más allá del propio videojuego. Estos factores pueden influir en los objetivos que persigan los diseñadores del videojuego, así como en el éxito de su implantación y uso. Este criterio es multi-valor ya que podría implicar simultáneamente varios factores. Por otra parte, se trata de un criterio específico para los SG, aunque ciertos factores son aplicables también a cualquier videojuego. Los elementos a inspeccionar para determinar la condición del videojuego respecto a dicho criterio serían fundamentalmente los recursos disponibles y la participación de los diferentes actores en el proceso del juego. Así, los principales factores que pueden afectar al contexto de uso del SG se muestran en la Figura 40.

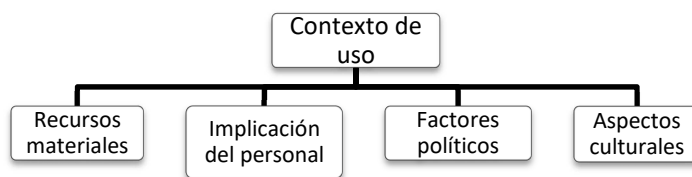


Figura 40. Criterio taxonómico de CSG. Contexto de uso.

Los recursos se refieren a los materiales disponibles para desarrollar el experimento con el videojuego. Cuanto mayor sea el número de recursos mayor será la probabilidad de éxito, y como sucede con otros aspectos es un criterio importante para lograr los objetivos del videojuego. Otros atributos contextuales que puede ser responsables del éxito o fracaso del SG incluyen:

(1) el nivel de participación e implicación de los principales actores (estudiantes, pacientes, equipo docente, etc.); (2) los hábitos o costumbres de un determinado territorio o grupo étnico donde se va a implantar el SG; y (3) los factores políticos o legales de cada país, región o localidad. Por ejemplo, un videojuego puede ser ofensivo o incluso ilegal en ciertas culturas o territorios, por lo tanto dicho contexto debe ser analizado previamente. Respecto al hecho de si este criterio ha sido tenido en cuenta por parte de otros autores, solo se ha encontrado un estudio que lo tiene en consideración entre sus opciones de categorización. Se trata del trabajo de Katsaliaki y Mustafee (2015) que hace referencia a la participación variable de las partes interesadas o *stakeholders*, un aspecto que coincide con uno de los sub-criterios propuestos en la taxonomía CSG para clasificar el contexto de uso: la implicación del personal.

3.1.9. Área de aplicación

El área de aplicación define el dominio para el que el SG ha sido creado, como pueden ser la salud, la educación, ámbito militar, política pública, entre otros. Como se ha analizado anteriormente, varios autores incluyen el área de aplicación en su clasificación o taxonomía, como Alvarez et al. (2007), Djaouti et al. (2011), Laamarti et al. (2014), Rego et al. (2010) o Michael Zyda (2005). Sin embargo, se considera como la categorización más completa, y de hecho se toma como referencia en la taxonomía CSG, la propuesta por Sawyer y Smith (2008). A continuación se muestra la tabla (Tabla 16) que estos autores proponen en su trabajo.

	Juegos para la salud	Juegos publicitarios	Juegos para la formación	Juegos para la educación	Juegos para la ciencia e investigación	Producción	Juegos para el trabajo
Gobiernos y ONG	Educación para la salud pública / Respuestas a problemas de salud masivos	Juegos políticos (Campañas de partidos políticos)	Formación de empleados	Información pública	Recogida de datos / Planificación	Planificación de políticas y estrategias	Diplomacia pública / Estudios de opinión
Defensa	Rehabilitación y bienestar psicológico	Reclutamiento y propaganda	Formación de apoyo a los soldados	Educación en la escuela y en el hogar	Juegos de guerra / Planificación	Planificación de la guerra e investigación armamentística	Mando y control
Sistemas de salud	Ciberterapia y videojuegos para hacer deporte o ejercicio físico	Política de salud pública / Campañas de concienciación social	Juegos formativos para profesionales de la salud	Juegos para educación de los pacientes y para la gestión de la enfermedad	Visualización y epidemiología	Diseño y fabricación de biotecnologías	Planificación y logística de planes de salud pública
Marketing y comunicaciones	Publicidad de tratamientos médicos	Publicidad, marketing con juegos, publicidad indirecta (publicidad por	Uso de productos	Información de productos	Estudios de opinión	<i>Machinima</i> (corto de animación que usa un videojuego)	Estudios de opinión

		emplazamiento)					
Educación	Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Juegos sobre temática social	Formación de profesorado / Entrenamientos de competencias específicas	Aprendizaje	Ciencias de la computación y reclutamiento	Aprendizaje P2P constructivismo ¿Documental?	Formación a distancia
Empresa	Información a empleados del sistema sanitario y bienestar	Educación y concienciación del cliente	Formación de empleados	Formación continua / Cualificación profesional	Publicidad / Visualización	Planificación estratégica	Mando y control
Industria	Prevención de riesgos laborales	Ventas y contratación	Formación de empleados	Formación profesional	Procesos de optimización mediante simulación	Diseño nanobiotech	Mando y control

Tabla 16. Taxonomía de Sawyer y Smith (2008).

Sawyer y Smith (2008) clasifican los SG de acuerdo con la organización: *Educación, Defensa, Sistemas de salud*, etc. (en filas) y sus dominios de aplicación: *Juegos para la formación o Juegos para la educación*, entre otros (en columnas). La intersección entre una fila y una columna permite establecer el tipo del videojuego (celda). Para ello, los elementos a inspeccionar son fundamentalmente el *gameplay* y los créditos. En condiciones normales este criterio no debería ser multi-valor, aunque en ciertas circunstancias sí que podría ser considerado como multi-valor; por ejemplo, el SG propuesto en el trabajo de Guillén-Nieto y Aleson-Carbonell (2012) se puede clasificar como *Juego para la educación (Aprendizaje)* y como *Juego para la formación (Formación de empleados)*. Este videojuego se denomina *It's a deal!*, y tiene como objetivo mejorar el inglés empresarial o de negocios. Por último, añadir que el criterio es específico de los SG.

3.1.10. Evaluación

Este criterio está enfocado a detectar el sistema de evaluación utilizado en los SG para comprobar la efectividad del juego respecto al propósito serio del mismo. De esta manera, si existe evaluación, se podrán cuantificar o medir los objetivos previamente definidos y posteriormente alcanzados con el SG. Lógicamente este criterio es específico de los SG, ya que en los videojuegos no serios su objetivo principal es el puro entretenimiento, y en todo caso, el número de ventas logradas. Para examinar si el SG incluye algún sistema de evaluación se debería analizar el manual de instrucciones o el documento específico que haga referencia a la evaluación (si existe). Además, la evaluación se podría mostrar directamente durante el juego, en forma de puntos o recompensas. Este criterio puede ser multi-valor ya que el mismo videojuego puede implementar diferentes tipos de evaluación.

Ciertas propuestas de clasificación de ámbito específico, analizadas en el Capítulo 2, incluyen la evaluación como uno de sus criterios. Por ejemplo, Rego et al. (2010) la denomina *feedback*, mientras que Katsaliaki y Mustafee (2015) hacen referencia a resultados de aprendizaje y Greco et al. (2013) a objetivos didácticos. Otro trabajo que es digno de mención es el realizado

por Nakai, Luimula, Hongo y Vuola (2013), donde se propone evaluar el SG *The Glider* a través de la usabilidad y las emociones, denominado como *Kansei* (término japonés que significa emoción). Sin embargo, el propósito de la taxonomía CSG es considerar si hay algún tipo de evaluación centrándose en quién, cuándo y cómo se evalúa, independientemente del área de aplicación que se trate. La Figura 41 muestra las opciones para este criterio en la taxonomía CSG, las cuales son completamente diferentes a lo existente hasta la fecha.

Desde la perspectiva de *quién* evalúa (mostrada a la izquierda de la Figura 41), la taxonomía diferencia entre evaluación automática, manual y mixta. En la evaluación *automática* es el propio SG el que analiza los datos almacenados sobre el jugador para producir una evaluación (Chan, Qin, Chui & Heng, 2012). En la evaluación *manual* aparece la figura del observador, el cual debe analizar los datos obtenidos durante el uso del SG (Saposnik et al., 2010; Gil-Gómez, Lloréns, Alcañiz & Colomer, 2011). La evaluación *mixta* se trata de una combinación de la evaluación manual y la evaluación automática.

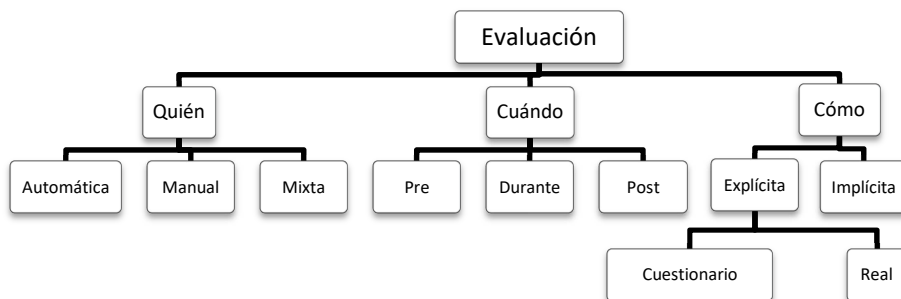


Figura 41. Criterio taxonómico de CSG. Evaluación.

Si hacemos referencia a *cuándo* se produce la evaluación, encontramos que se puede definir la evaluación antes de que comience el juego (*pre*), durante el desarrollo del juego (*durante*) o, lo que es más habitual, al finalizar el juego (*post*).

Respecto a *cómo* se realiza la evaluación, son dos las opciones disponibles: evaluación *implícita* o *explícita*. La evaluación *implícita* es transparente al jugador y se obtiene por parte del propio videojuego en base a las diferentes acciones o decisiones que toma el jugador. Por el contrario, en la evaluación *explícita* el jugador es consciente de que lo están evaluando. Dicha evaluación puede ser realizada a través de diferentes tests (*cuestionarios*) o a través de una evaluación *real* donde el jugador se somete a una prueba real para evaluar las habilidades o conocimientos obtenidos. Un ejemplo de este tipo de evaluación *real* se realizó en el trabajo de Muratet et al. (2011), donde se evaluó a un grupo de estudiantes de Ingeniería Informática de la Universidad de Toulouse que estuvieron

practicando programación a través de un SG llamado *Prog&Play* en lugar de seguir el programa oficial de prácticas.

3.1.11. Jugabilidad

El concepto de jugabilidad o *gameplay* aparece por primera vez en el contexto del diseño de los videojuegos por la década de los 80 y, aunque la jugabilidad es un aspecto crítico para la calidad del mismo, no ha sido abordado desde una perspectiva científica en demasiadas ocasiones. Uno de los pocos trabajos que profundiza en el estudio de la jugabilidad forma parte de la tesis doctoral de González Sánchez (2010), donde se define el *gameplay* como “el conjunto de propiedades que describen la experiencia del jugador ante un sistema de juego determinado, cuyo principal objetivo es divertir y entretener ‘de forma satisfactoria y creíble’ ya sea solo o en compañía”.

En referencia a las clasificaciones y taxonomías analizadas anteriormente, otros autores como Djaouti et al. (2011) incluye el *gameplay* entre sus criterios pero desde una perspectiva diferente y solo considera si el videojuego tiene o no un objetivo definido. Consecuentemente, este criterio de la taxonomía CSG se basa en el trabajo de González Sánchez (2010), sintetizando los elementos de medida de cada uno de los atributos pero conservando todos sus atributos principales. La clasificación final se recoge en la Figura 42 e incluye los siguientes atributos.

La *satisfacción* es el placer o la diversión que el jugador experimenta con el videojuego. La satisfacción puede medirse evaluando explícitamente al jugador en términos de *tiempo de juego* (mayor tiempo puede indicar un mayor grado de satisfacción), *porcentaje de retos resueltos* o descubiertos con éxito (un mayor número de retos descubiertos va ligado a una mayor diversión, y por tanto, mayor satisfacción), o analizando al jugador a través de *cuestionarios*, para comprobar el nivel de agrado del jugador frente a los aspectos estéticos o interactivos.

Aprendizaje es la facilidad con que el jugador domina la mecánica del juego, es decir, la curva de aprendizaje del juego. Esta curva de aprendizaje se puede medir utilizando el *número de aciertos* realizados en cada desafío, el *porcentaje de desafíos no resueltos* y el tiempo dedicado a cada uno, y el número de *conceptos necesarios* para terminar un nivel o fase.

La *efectividad* hace referencia al tiempo y los recursos necesarios para ofrecer al jugador diversión. Se puede medir a través del *porcentaje del mundo no explorado*, un valor bajo de esta medida indica que el juego no ha logrado ser efectivo para generar deseo en el jugador, también se puede emplear como medida el *intervalo entre los retos y objetivos*, una medida de tiempo elevada puede indicar una mala estructuración del juego, generando en el jugador un sentimiento de confusión.

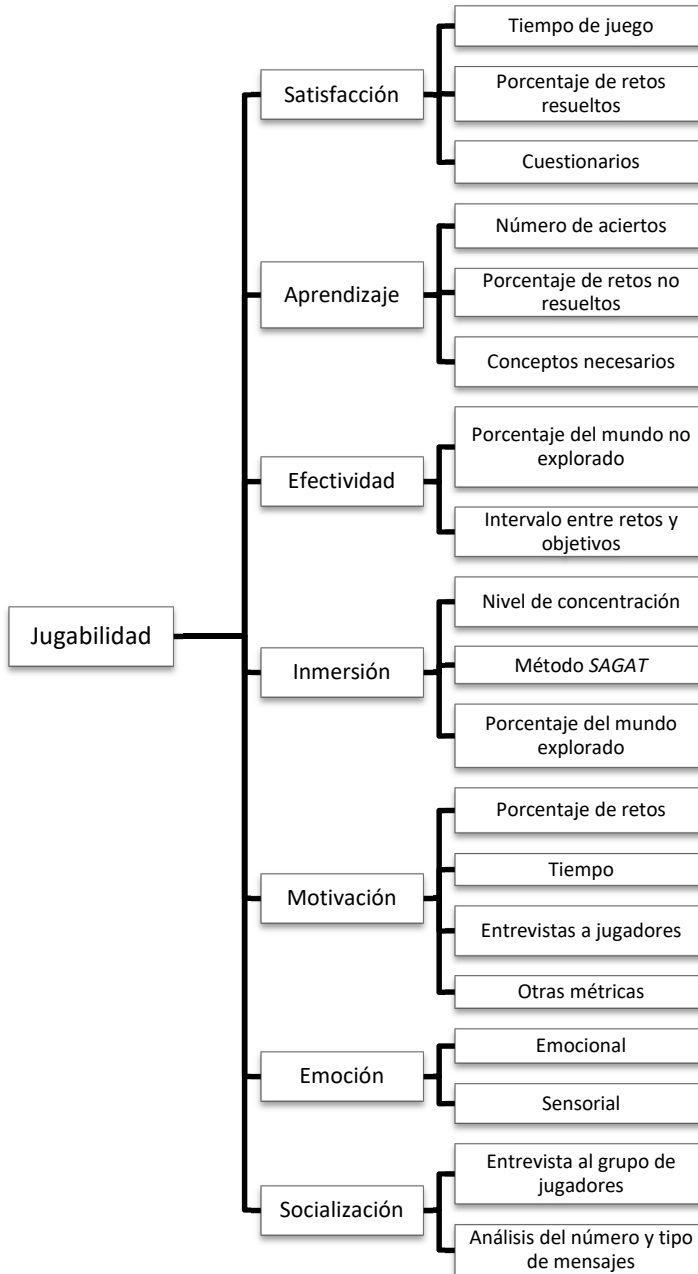


Figura 42. Criterio taxonómico de CSG. Jugabilidad.

La *inmersión* “es la capacidad para creerse lo que se juega e integrarse en el mundo virtual” (González Sánchez, 2010), para medirla se puede estimar el *nivel de concentración*, por ejemplo, un número de fallos elevado en tareas relativamente sencillas indica un nivel bajo de concentración; la *inmersión* también puede medirse a través del *método SAGAT* (Endsley,

1988), que consiste en pausar el juego en un punto determinado y cuestionar al jugador sobre qué reto espera. Por último, la inmersión también se puede medir en función del *porcentaje del mundo explorado*, un número elevado de retos u objetos recogidos indica una mayor inmersión del jugador.

La *motivación* se refiere a las características del videojuego que hacen que el jugador quiera jugar. Esta motivación puede lograrse a través de los retos propuestos (estos deben ser alcanzables pero no demasiado sencillos) o despertar la curiosidad del jugador. Para medir la motivación es posible analizar datos como el *porcentaje de desafíos* completados con éxito, el *tiempo* dedicado al juego, datos derivados de las *entrevistas con los jugadores* y otras métricas implementadas en el videojuego (por ejemplo para indicar la curiosidad despertada).

Por otra parte, existen dos posibles tipos de *emoción*, la *sensorial*, que en Laamarti et al. (2014) llaman *modalidad* y definen como “el canal por el cual la información se le comunica desde la computadora al ser humano que participa en el videojuego”, y que puede ser visual, auditiva o táctil. En línea con González Sánchez (2010), que denomina atracción sensorial a los canales que generan la estimulación del jugador a través del juego, definiendo los mismos canales: canal visual, canal sonoro y canal táctil. El segundo tipo, *emocional*, que se refiere a los estímulos involuntarios experimentados por el jugador y generados por el videojuego. Algunas de las técnicas de medición de la emoción pueden ser: recoger las diferentes expresiones faciales o analizar indicadores físicos como la frecuencia cardíaca, la respiración o la presión arterial.

Por último, se encuentra el atributo de *socialización*, que engloban los elementos que fomentan la experiencia en grupo, y cómo esas relaciones entre jugadores pueden afectar a la consecución de objetivos o la experiencia durante el juego. Para medir este atributo se puede realizar una *entrevista al grupo de jugadores*, con el fin de obtener algunas características sobre su comportamiento como grupo, o un *análisis del número y tipo de mensajes* entre los diferentes miembros del grupo, y con ello deducir el grado de implicación de cada uno de los jugadores o analizar las estrategias empleadas.

3.1.12. Adaptación

La adaptación determina si el videojuego puede adaptarse a las capacidades y características del jugador, al dispositivo de juego o al entorno. El criterio no es específico para los SG y los elementos a inspeccionar para la clasificación son fundamentalmente el manual de instrucciones y la dinámica de juego. Es un criterio multi-valor porque el mismo videojuego puede combinar varios tipos de adaptación. En la taxonomía CSG la adaptación realizada puede ser categorizada de acuerdo

con el elemento del videojuego (*objeto*) que se adapta (desafíos, reglas, gráficos, etc.), el *sujeto* para el que se diseña el sistema (jugador, dispositivo de juego, etc.) y las características del sujeto en base a las que se determina la adaptación (necesidades, progreso, emociones, etc.).

Cabe señalar que sólo una de las propuestas revisadas menciona la adaptación entre sus criterios (Rego et al., 2010) pero la categoriza simplemente como “sí/no”, mientras que en la propuesta de la taxonomía CSG se especifica el sujeto, el objeto y las diferentes formas o maneras disponibles para realizar la adaptación (Figura 43).

Comenzando por la parte inferior de la Figura 43, la adaptación al *contexto* (subtipo de adaptación según el sujeto) puede ser *operativa* (en función de las tareas realizadas por el jugador), *física* (en función de la localización y movimiento del jugador), *interpersonal* (en función a las relaciones que mantiene con otros jugadores) o *ambiental* (en función, por ejemplo, del ruido ambiental). Por el contrario o complementariamente, la adaptación puede ser realizada en función de la tecnología utilizada por el jugador para jugar, es decir, según las características del *dispositivo* de juego (tamaño de la pantalla, resolución, velocidad, etc.). Un ejemplo para los usuarios con discapacidades visuales sería conectar un terminal Braille o verbalizar el texto escrito. La adaptación puede basarse también en la estructura del *grupo* al que pertenece el jugador (en entornos multi-jugador) o en cómo los miembros del grupo se *relacionan* entre sí. Respecto a la adaptación según las particularidades del propio *jugador*, un videojuego puede adaptarse a las limitaciones (*necesidades*) del jugador, pero también a sus *gustos y preferencias*. Por ejemplo, los avatares pueden cambiar según el género elegido, el sonido puede ser silenciado o aumentado, se pueden proponer desafíos más difíciles, etc. Dependiendo del *progreso* del jugador (conocimientos, habilidades, etc.) durante el juego, la dificultad y los desafíos pueden ser adaptados de forma automática o manual (por parte del usuario).

La adaptación también puede ser apoyada por las *emociones* de los jugadores (Lazzaro, 2004; Lazzaro, 2009), distinguiendo entre:

- *Emociones fuertes*: Los jugadores buscan desafíos difíciles y problemas complejos, resultando en sentimientos de frustración, entusiasmo o satisfacción.
- *Diversión fácil*: Los jugadores se muestran muy curiosos pero no quieren grandes desafíos.
- *Diversión seria*: Los jugadores buscan experimentar emociones viscerales.
- *Diversión social*: Los jugadores utilizan los videojuegos como una herramienta para las relaciones sociales.

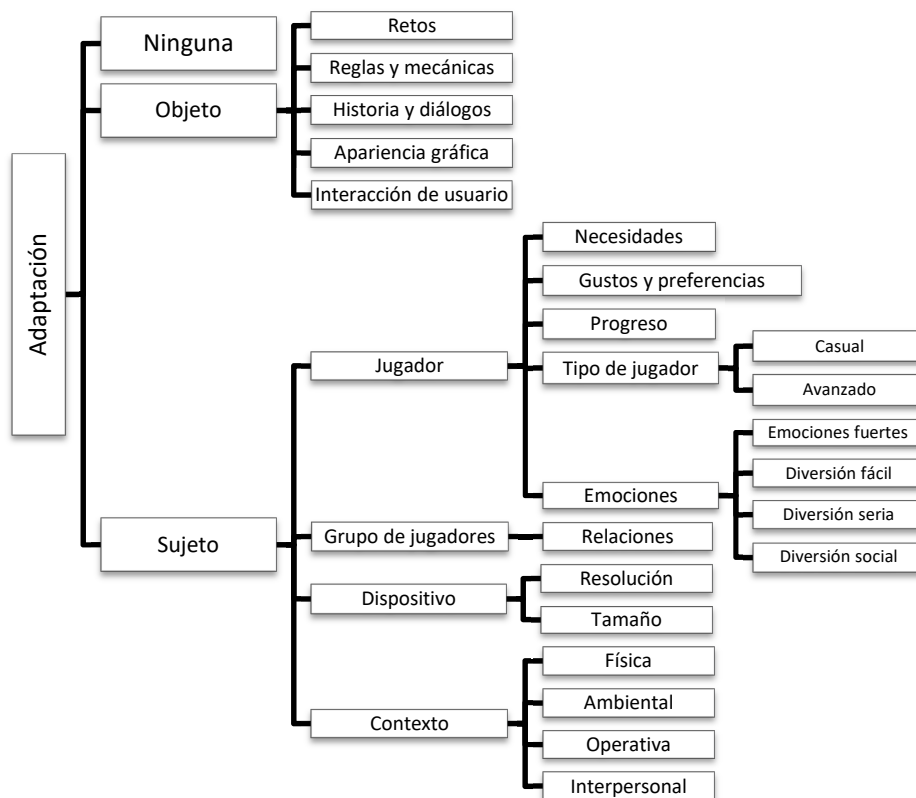


Figura 43. Criterio taxonómico de CSG. Adaptación.

Finalmente, las estrategias de adaptación pueden identificar el *tipo de jugador*, esto es: si el jugador es un jugador *hardcore* o de *nivel avanzado*, que son jugadores que buscan desafíos más complejos, en cuyo caso será necesario aumentar la dificultad del videojuego o, diametralmente opuesto, un *jugador ocasional* o *casual gamer*, en el caso de jugadores que pasan menos tiempo jugando y no suelen tolerar niveles de dificultad importantes.

Por otra parte, teniendo en cuenta el sujeto que recibe la adaptación también se puede clasificar la adaptación realizada según el *objeto* del videojuego que “sufre” la adaptación. En este sentido pueden ser adaptados en número o dificultad los *retos* del videojuego, al igual que las *reglas* del juego o la *mecánica* del mismo. De la misma manera, podría ser adaptada la propia *historia* del videojuego así como los *diálogos* que tienen lugar entre personajes. Esto podría ser muy útil para reducir los tiempos de juego, reduciendo parte de estos diálogos, y por ende, la propia historia del videojuego. Por último, se podría personalizar la *apariencia gráfica* y la *interacción del usuario*; en este último caso, pudiéndose modificar la manera en la que el usuario maneja su avatar en el videojuego.

3.1.13. Público objetivo

El público objetivo del videojuego es un factor crítico en el campo de los SG. En prácticamente todo el mundo existen sistemas para determinar la edad del público objetivo de un videojuego: en la Unión Europea (*Pan European Game Information, PEGI*), en Norteamérica (*Entertainment Software Rating Board, ESRB*), en Australia a través de la Junta Australiana de Clasificación (*Office of Film and Literature Classification, OFLC*), *ClassInd* en Brasil (*Brazilian Advisory Rating System*, en portugués abreviado como *ClassInd*); y *USK (Unterhaltungssoftware Selbstkontrolle)* en Alemania. A su vez, todos ellos están unificados bajo la coalición internacional de calificación por edad (*IARC*, por sus siglas en inglés, *International Age Rating Coalition*), que proporciona un proceso de clasificación por edades simplificado y global.

Sin embargo, a diferencia de otros videojuegos que simplemente establecen una edad para la cual el videojuego puede ser adecuado con el fin de evitar contenido inapropiado para los jugadores más jóvenes, el público del SG suele estar muy bien definido y acotado. Así, es necesario determinar el *grupo* objetivo o *colectivo* específico del SG al cual el videojuego está dirigido. Éste podrá ser un grupo particular como, por ejemplo, pacientes con trastornos mentales, estudiantes de secundaria, profesionales militares o pacientes con lesiones cerebrales.

Las diferentes categorizaciones para el público objetivo integradas en la taxonomía CSG se muestran en la Figura 44. Este criterio no es exclusivo de los SG y es multi-valor ya que se proporcionan en la taxonomía diferentes escalas de clasificación compatibles. Los elementos a inspeccionar para determinar dicho criterio son el contenido del videojuego y las especificaciones que puedan existir en referencia al público objetivo.

Respecto al público objetivo, hay que destacar que éste es el criterio de la taxonomía CSG que más veces se repite en otras propuestas en la literatura científica, aunque otros autores hacen referencia a él con distintos términos: público (Djaouti et al., 2011), audiencia (*seriousgameclassification*, 2011), grupo de edad objetivo (*Engage Learning*, 2011), objetivo de grupos (Greco et al., 2013), grupo objetivo (Druzhinenko et al., 2014), edad objetivo (Katsaliaki & Mustafee, 2015) y público objetivo (*Imagine*, 2011); siendo, precisamente, este último término el nombre adoptado por la taxonomía CSG. En términos de categorización de las diversas propuestas, después de analizar todas, parece que ninguna de ellas es lo suficientemente completa en comparación con la taxonomía CSG donde se han asimilado todos los sistemas de clasificación de contenido de videojuegos (*PEGI*, *ESRB*, *OFLC*, *ClassInd* y *USK*) y que también tiene en cuenta el colectivo específico del SG.

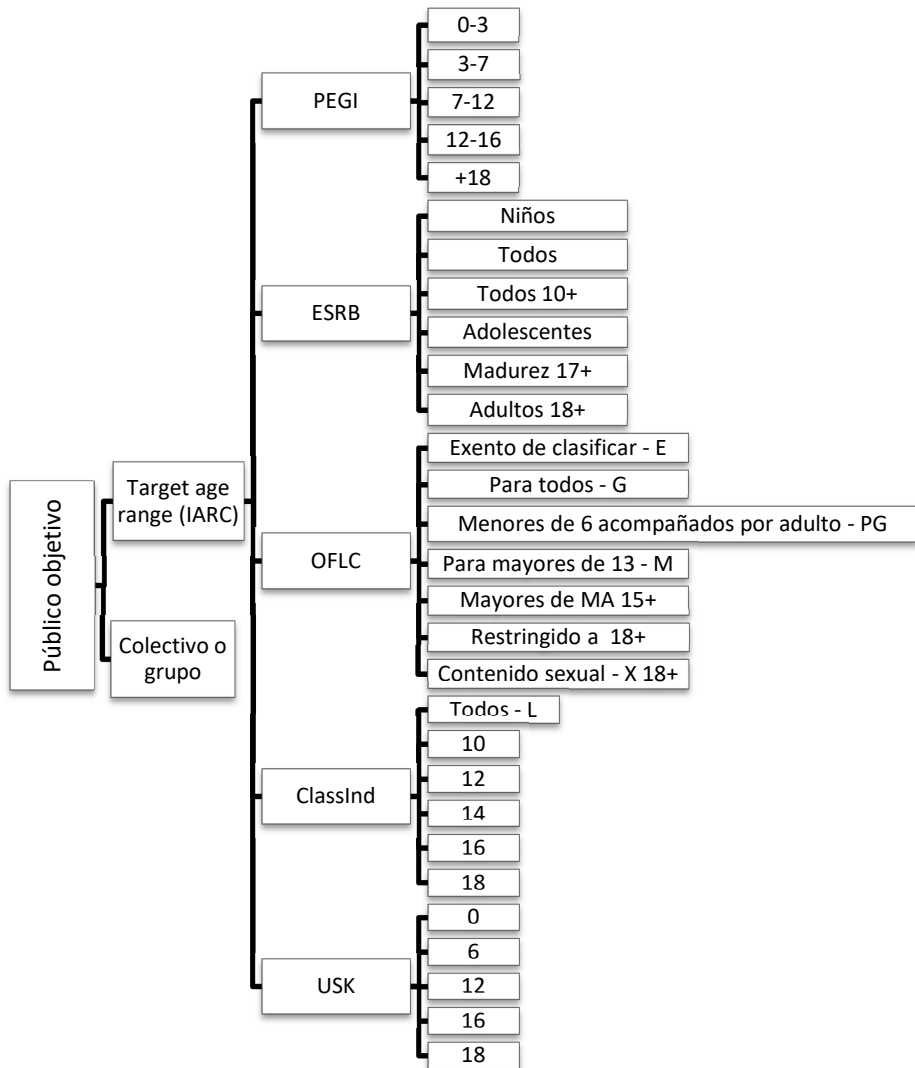


Figura 44. Criterio taxonómico de CSG. Público objetivo.

3.1.14. Interacción del jugador

La interacción del jugador se refiere al número de jugadores que pueden participar en la dinámica del juego y cómo interactúan entre sí. No es un criterio específico para SG ni multi-valor, y los elementos a inspeccionar son las reglas del juego y la configuración. En la Figura 45 se muestra la tipología de la interacción del jugador en función del número de jugadores en el videojuego.

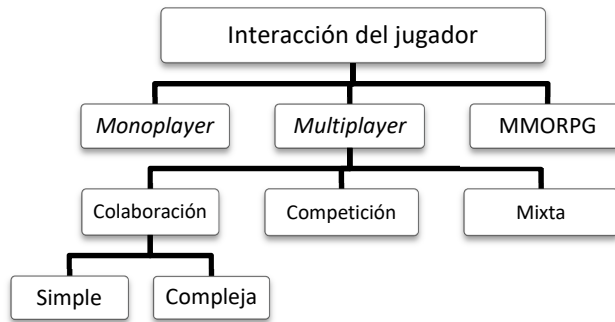


Figura 45. Criterio taxonómico de CSG. Interacción del jugador.

Comenzando con el término *multiplayer*, a diferencia del *monoplayer* donde solo interviene un único jugador, éste implica la interacción de más de un jugador, donde se puede producir *colaboración*, cuando los jugadores interactúan entre sí para alcanzar una meta, ya sea común o no, como sucede en el SG *eEscape* (Russoniello, O'Brien & Parks, 2009). Dentro del sub-criterio de *colaboración*, ésta puede clasificarse como *simple* cuando la colaboración es liviana, por ejemplo, obtener puntos extra; o *compleja*, donde se pueden resolver conjuntamente misiones o alcanzar objetivos de mayor envergadura, como puede suceder en el videojuego *Pro Evolution Soccer*. La interacción *multiplayer* también puede ser *competitiva*, por lo que existiría rivalidad entre los jugadores, algo que sucede en cualquier videojuego de carreras de coches, como *F1 2014*. La colaboración *mixta* se observa en los videojuegos en los que los jugadores comparten los dos escenarios, colaboración y competición. Esta situación sucede en las competiciones entre equipos por parejas, donde los equipos compiten pero los socios colaboran. El último tipo de interacción hace referencia a los videojuegos de rol en línea y masivos (*multiplayer online role-playing game*, *MMORPG*), como ejemplo se puede nombrar uno de los videojuegos más populares, *World of Warcraft*.

De nuevo, como ha sucedido con otros criterios de la taxonomía CSG, hay ejemplos de clasificaciones o taxonomías en las que se ha incluido este criterio como son: el modo de jugador en (Engage Learning, 2011), la composición del jugador en Greco et al. (2013), o el número de jugadores en Rego et al. (2010), Katsaliaki y Mustafee (2015) y Patiño y Romero (2014). De todas estas propuestas, los autores Greco et al. (2013) ofrecen un mayor número de opciones dentro de su criterio y, por tanto, una clasificación más completa. Sus opciones de clasificación son: Un solo jugador, un solo equipo, dos jugadores, dos equipos, *multiplayer*, multi-equipo y masiva. Por esta razón, la taxonomía CSG se ha basado parcialmente en esta propuesta. Por último, cabe mencionar que se ha decidido utilizar la terminología anglosajona en dos de los sub-criterios (*monoplayer* y *multiplayer*), igual que

en otras ocasiones similares, debido a lo extendido que están ambos términos.

3.1.15. Dedicación

La dedicación establece el tiempo requerido por el videojuego según el tipo de jugador. Este criterio no es específico para SG ni multi-valor, y los elementos a inspeccionar para determinarlo son las reglas de juego y la dinámica. El criterio de dedicación se muestra en la Figura 46 (basado en la industria del videojuego).

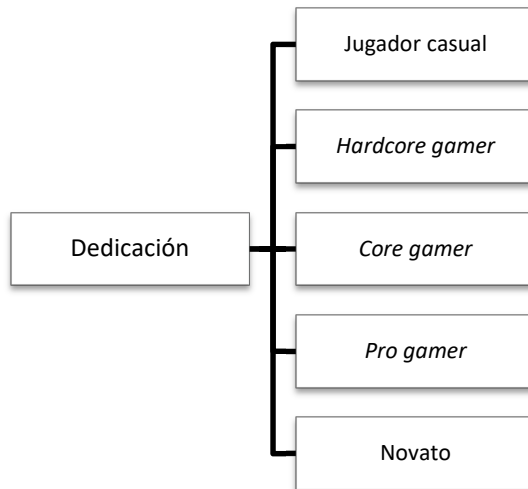


Figura 46. Criterio taxonómico de CSG. Dedicación.

De nuevo, para no desvirtuar los términos con su traducción, se ha decidido conservar su terminología original en algunos casos.

- *Jugador casual* o *casual gamer* (Russoniello et al., 2009): Como se ha comentado en el criterio de adaptación, este término hace referencia a jugadores con un nivel bajo de compromiso hacia el videojuego, suelen demandar reglas de juego simples ya que tampoco dedicarán mucho esfuerzo ni tiempo al videojuego.
- *Hardcore gamer*: El jugador dispone de tiempo para jugar y necesita grandes retos para lograr mantener una alta motivación. Se podría decir que el videojuego es una parte importante de su vida.
- *Core gamer*: Se trata de un tipo de jugador habilidoso pero que no tiene la misma implicación que un *hardcore gamer*.
- *Pro gamer*: Este tipo de jugador convierte el juego en profesión, por lo que su grado de implicación es muy elevado, literalmente vive de ello.

- *Novato o newbie*: Hace referencia a jugadores sin experiencia que no suelen estar familiarizado ni con las reglas del juego ni con los controles.

3.1.16. Licencia

La licencia determina el tipo de distribución del videojuego. Este criterio no es multi-valor y no es específico para SG. Los elementos a inspeccionar son las especificaciones del videojuego y el sistema de distribución. Los diversos tipos de licencia contemplados en la taxonomía se muestran en la Figura 47. De todos los tipos de licencia de SG, la comercial es la menos común en base al conjunto de 84 SG resumidos en la Tabla 2 (sección 2.2.3).

Existen los siguientes tipos de licencia:

- *Comercial*: Los videojuegos tienen un coste de compra asociado o algún tipo de contraprestación, como puede ser la publicidad. Pueden ser varios los tipos asociados a esta licencia:
 - *Contenido*: Mientras que el código fuente es gratuito para descargar, el contenido del videojuego (música, gráficos, etc.) está bajo licencia.
 - *Advergaming*: Aunque la licencia del videojuego es gratuita, la publicidad está incluida en el videojuego (Moisés Barrio, 2014). Un ejemplo de esta tipología es el videojuego *AngryBirds*.
 - *Complementario*: La publicidad aparece durante el juego pero no juega un papel clave y, por lo tanto, no afecta o modifica la acción del juego (por ejemplo, en el videojuego *Fifa 15*, donde las vallas publicitarias a veces aparecen en el campo de juego).
 - *Invasivo*: La publicidad es parte del escenario del juego, modifica el desarrollo normal de éste y, en ocasiones, puede llegar a ser molesto (por ejemplo, la *App de Juegos Infantiles Educativos*).
- *Libre*: La licencia del videojuego es gratuita, al igual que su código fuente y su contenido (por ejemplo, *Torcs*).
- *Freeware*: El videojuego puede ser redistribuido pero no modificado, su código fuente no está disponible (un ejemplo puede ser el videojuego *War Rock*).
- *Shareware* o modo de prueba: Las copias pueden ser redistribuidas pero el videojuego está restringido, y si se desea continuar jugando hay un precio estipulado a pagar por obtener la licencia completa del videojuego (por ejemplo, *Quake*).

- *Free-to-play*: La única diferencia entre *free-to-play* y *shareware* son las restricciones, de esta manera *free-to-play* permite al jugador disfrutar de forma gratuita del videojuego durante más tiempo.
- *Propietario*: Se necesita permiso para redistribuir o modificar el videojuego, además su licencia tiene un coste (por ejemplo, *PES 2015*).

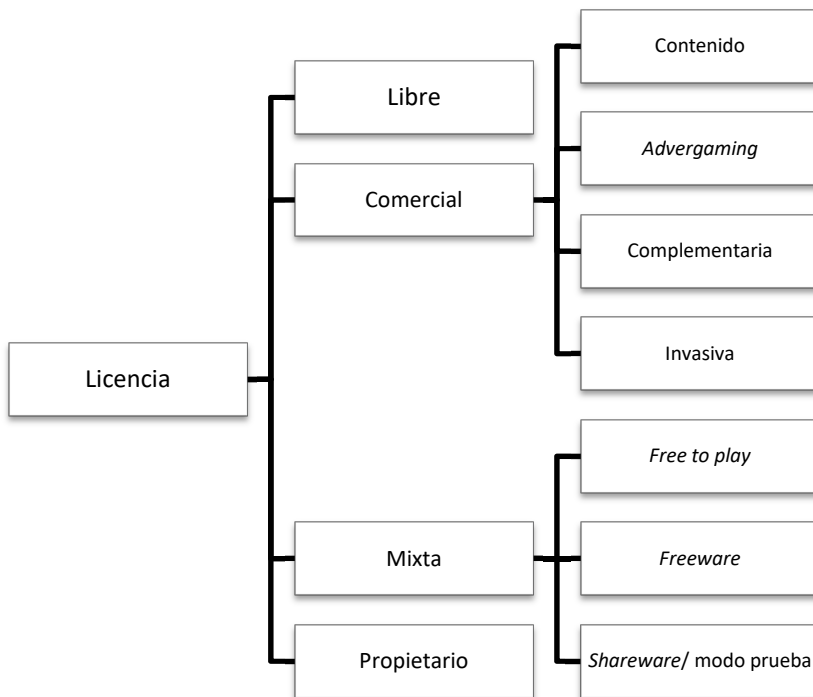


Figura 47. Criterio taxonómico de CSG. Licencia.

3.2. Aspectos críticos en el diseño de videojuegos serios

Hay varios factores o criterios de los expuestos en la taxonomía CSG que deberían ser cuidadosamente considerados al diseñar un SG, sobre todo por la repercusión que estos criterios podrían tener en el desarrollo inicial de un SG. En primer lugar es necesario determinar el área aplicación (es decir, el dominio o alcance del videojuego) y luego el género, que determinará la esencia del videojuego. Con estos dos aspectos se está acotando considerablemente el futuro videojuego. Posteriormente, el equipo tendrá que decidir sobre otros criterios como la narrativa, la interactividad, la adaptación o el contexto de uso que deben ser estudiados en las fases más tempranas de concepción del SG.

A pesar de que la narrativa no es obligatoria para un SG, sí que juega un papel muy importante como destaca Lindley (2005). La importancia de la narrativa para resolver problemas en algunos videojuegos es discutida

también por Amory (2001), Dickey (2006), Mitgutsch y Alvarado (2012) o Rooney (2012); y todos ellos consideran que la narrativa debe abordarse durante el proceso de diseño. Además, en áreas de aplicación como la educación, la narrativa representa un papel motivador fundamental y es muy habitual utilizar dos técnicas literarias en estos videojuegos: a) *enganchar o intrigar* al jugador (en inglés se denomina *plot hook*), y b) *proximidad emocional* para identificar al jugador con el personaje o avatar que representa en el SG. Por su parte, la interactividad está relacionada con la plataforma del videojuego, así como con los recursos técnicos relacionados con la interacción del jugador y determinará muchas de las posibilidades del juego. Respecto a la adaptación, al igual que sucede con la narrativa, tampoco es un criterio obligatorio, pero sí es pertinente su utilización para generar motivación extra en algunos jugadores, y también, evitar la apatía en otros. Por último, el contexto de uso también tiene un papel principal en el diseño inicial de un SG, e incluso puede ser responsable del éxito o fracaso del proyecto. Los recursos materiales y económicos, así como los recursos humanos, también deben ser evaluados y tenidos en cuenta desde el principio, ya que estos factores externos pueden implicar cambios significativos en el planteamiento del proyecto.

En consecuencia, llega a ser crucial el hecho de considerar estos seis criterios en las primeras etapas del diseño, ya sean tratados de manera global o individualmente, dependiendo de las características del videojuego, del equipo de desarrollo, tipo de cliente o jugadores potenciales. Para realizar esta tarea eficientemente es esencial conocer estos criterios clave y las posibilidades de diseño que existen para cada uno. Con este fin, los mencionados criterios de la taxonomía serán retomados en las secciones 3.2.1 a 3.2.6, con el fin de determinar los aspectos del diseño del SG que pueden verse afectados por las elecciones realizadas en torno a cada uno de ellos.

3.2.1. Área de aplicación

El área de aplicación define el dominio para el que se crea el SG, el cual podría pertenecer al ámbito de la salud, la educación o la política pública, por ejemplo. Varios autores han propuesto una clasificación para el área de aplicación en los SG (Zyda, 2005; Alvarez et al., 2007). Sin embargo, como ya se justificó anteriormente (sección 3.1.9), se puede considerar como la propuesta más completa la descrita por Sawyer y Smith (2008), la cual ha sido adoptada en la taxonomía CSG. Esta clasificación permite clasificar cualquier SG. Por ejemplo, de acuerdo a la Tabla 16, *eBaViR* (Gil-Gómez et al., 2011) o *VRWii* (Saposnik et al., 2010) se pueden clasificar como *videojuegos para salud* → *Cuidado de la salud*; mientras que el SG *America's Army* (2017) puede ser clasificado como *videojuegos para la formación* → *Defensa*.

No cabe duda de que el área de aplicación es un factor importante en el diseño de SG y, obviamente, afectará a los roles de los jugadores, la representación del avatar, el tipo de imágenes y el lenguaje utilizado (asociado al dominio de conocimiento correspondiente), las partes interesadas o el apoyo financiero. Por ejemplo, si el área de aplicación es apoyada por la administración pública puede facilitarse de alguna manera el hecho de conseguir apoyo financiero. Por lo tanto, el área de aplicación debe ser considerada desde la semilla inicial del proyecto de desarrollo de un SG.

3.2.2. Género

El género es otro factor de diseño muy relevante y debe ser identificado al principio del proceso de diseño del SG, ya que es importante para poder definir la interacción, los gráficos o la jugabilidad del mismo. Aunque existen varias clasificaciones, analizadas en el capítulo anterior, como las definidas por Rego et al. (2010): simulación, estrategia, *exergaming* o una combinación de estos; en *Engage Learning* (2011) con valores como: aventura, acción, rompecabezas, *exergaming*, negocio, sistemas de salud o militar entre otros. Dada su simplicidad y completitud, en la taxonomía CSG se optó por seguir la categorización propuesta por Herz (1997), ya que es de ámbito general, aparentemente completa y muy similar a la utilizada por la mayoría de videojuegos. La clasificación de Herz (1997) es detallada a continuación de una manera más profunda para poner de manifiesto sus implicaciones durante el diseño del SG:

- Acción: Videojuegos que implican la reacción del jugador, como por ejemplo videojuegos donde se utilizan armas para disparar a enemigos, o videojuegos conocidos como *plataforma* (*Mario Bros* o *Sonic*) que fueron muy populares en los años 80 y donde el jugador avanza a través de varios escenarios controlando un avatar, a la par que gestiona y controla una serie de funciones como correr, saltar, volar o recoger objetos.
- Aventura: También conocido como aventura gráfica, en este género de videojuegos el jugador debe resolver problemas y misterios e interactuar con personajes y objetos para progresar a través de un mundo virtual. No suele haber límite de tiempo. Un ejemplo muy representativo de este género es el videojuego *The Legend De Zelda*.
- Lucha: Este género es el propio de videojuegos donde el jugador lucha contra personajes controlados por el ordenador o controlados por otros jugadores (por ejemplo, *Mortal Combat*).
- Lógica: Videojuegos con un diseño gráfico simple y unas reglas de juego muy básicas que normalmente requieren alguna habilidad mental por parte del jugador. Un videojuego muy popular categorizado con este género es *Tetris*.

- Simulación: En este tipo de videojuego, el jugador debe lograr el éxito en una recreación simplificada de un lugar o situación real. Son varios los SG categorizados con el género de simulación, *Triage Trainer* (Knight et al., 2010) es uno de sus ejemplos.
- Deporte: Videojuegos que están conectados y relacionados con cualquier deporte (*Virtual tennis, Pro Evolution Soccer, F1 2014...*).
- Estrategia: Muy representativo de este género son los videojuegos sobre grandes batallas de otras épocas, donde el jugador suele asumir el papel de máximo responsable de un ejército en reconstrucciones de batallas y guerras históricas. Para lograr la victoria, el jugador debe gestionar adecuadamente los recursos materiales, humanos y militares (por ejemplo, *Age of Empires*).

Cabe señalar que antes de diseñar el videojuego es posible estimar los costes y obtener alguna idea de la futura inversión simplemente identificando el género del mismo. El género de los videojuegos de lógica pueden tener un diseño bastante básico o simple, mientras que los géneros de simulación, aventura o deporte tienen un diseño probablemente más complejo y creativo. Por otro lado, en los SG siempre hay un objetivo serio a perseguir y este objetivo puede estar muy relacionado con un género particular o una combinación de varios géneros diferentes. A modo de ejemplo, los videojuegos de aventura son perfectos para mejorar la comprensión lectora (videojuegos educativos), los de acción o videojuegos de lucha son ideales para reducir los tiempos de reacción o mejorar la coordinación “mano-ojo”; y los videojuegos de simulación se asocian perfectamente a tareas de entrenamiento y perfeccionamiento de habilidades, como sucede con el videojuego *Microsoft Flight Simulator*.

3.2.3. Narrativa

Aunque no todos los videojuegos incluyen narrativa, este factor podría llegar a ser clave en el diseño y desarrollo de un SG. Los niveles de narrativa en un videojuego pueden variar desde una minúscula historia a videojuegos donde todo gira a través de la narración (en casos extremos, se puede llegar hasta el punto de encontrarse en la frontera entre un libro y un videojuego). Concretamente, Belinkie (2011), como analizamos en el capítulo anterior, define diez niveles diferentes de narrativa. Dependiendo de este nivel de narrativa en el videojuego, podría ser necesario que un equipo de expertos en narrativa asistan al equipo de diseño del videojuego. Por otra parte, la narrativa puede integrarse de muy diferentes maneras. Jenkins (2004) propuso cuatro tipos de espacios narrativos en el videojuego, integrados en la taxonomía CSG, y que ya fueron desarrollados en la sección 3.1.6. La elección entre estos distintos tipos de narrativas tienen su impacto en el diseño del SG de manera diferente. Por ejemplo, generar la historia

utilizando *evocative spaces* requiere probablemente una mayor inversión, ya que en circunstancias normales será necesario adquirir permiso o licencia de la productora o editorial propietaria de los derechos de autor. Por otra parte, en el tipo *enacting stories* sería necesario tener asesoramiento por parte de expertos en narrativa, con el objetivo de lograr a través de la trama las fuertes emociones que se buscan. Algo similar sucede con la *embedded narrative*, donde también podrían estar involucrados artistas gráficos para determinar cómo integrar la narrativa en los escenarios del SG. Por último, en *emergent narrative*, será importante, no solo contar con expertos en el diseño de la narrativa, sino también con la colaboración de expertos en inteligencia artificial o procesamiento del habla si deseamos, por ejemplo, conseguir un mayor realismo en los diálogos.

3.2.4. Interactividad

La interactividad establece la forma en la que el jugador o los jugadores interactúan con el videojuego. Al diseñar el videojuego es esencial aclarar cómo ocurrirá la interacción entre el jugador y el videojuego en cada momento. Un determinado equipo técnico será necesario dependiendo del tipo de interacción elegido. En este contexto, factores como la popularidad del tipo de interacción, las restricciones existentes del público objetivo al que va dirigido el futuro SG, o los canales de distribución serán claves para el éxito social y económico del videojuego.

Anteriormente se describió en la sección 3.1.7 que la interacción puede ser activa, como sucede en los videojuegos *exergaming* (Sanders & Hansen, 2008). Así, por ejemplo, en los populares videojuegos de la consola *Nintendo Wii*, el jugador interactúa con su propio cuerpo a través de diferentes periféricos como guantes, cámaras de video o controles. Estos dispositivos utilizan sensores giroscópicos o acelerómetros para captar el movimiento y deben diseñarse de manera que las mediciones en tiempo real afecten al desarrollo del videojuego y las puntuaciones de los jugadores. Este tipo de interacción ofrece grandes posibilidades para los SG, sobre todo en el área de la salud, además, implementar este tipo de interacción tiene la ventaja de no requerir una elevada inversión económica.

No obstante, la alternativa más común es utilizar la interacción estándar. En este caso, los jugadores interactúan principalmente con sus manos pero también pueden utilizar ciertos tipos de periféricos especiales como volantes o pedales, como sucede en el videojuego *Need for Speed* o el SG *Orthopedic-surgery* (Qin, Chui, Pang, Choi & Heng, 2010), donde se simulan las herramientas y los materiales utilizados en operaciones quirúrgicas para facilitar la formación de futuros cirujanos en un escenario no real y, por tanto, sin riesgos para la salud de ningún paciente. Para el diseño de estos SG tan específicos es muy probable que la inversión económica sea mayor y

posiblemente sea necesario involucrar ciertos perfiles muy específicos a la hora de diseñar el SG.

Por otro lado, en los últimos años ha surgido un nuevo tipo de interacción donde el videojuego se integra en el contexto personal del jugador, rompiendo la dimensión física del juego, y desplazándose con él. En estos videojuegos “omnipresentes”, una parte significativa de la experiencia de juego se hace interactuando con objetos del mundo real, es decir, los jugadores se integran en un entorno inteligente donde se comunican con diferentes dispositivos y objetos inteligentes. Quizás, el ejemplo más representativo de estos videojuegos es el popular *Pokemon Go* (2017), que se convirtió en un fenómeno mundial. Este videojuego que fue lanzado por *Nintendo* en el año 2016, y tiene como dinámica de juego capturar *pokemon*s a través del *smartphone* y la tecnología de geolocalización, con la peculiaridad de que éstos se encuentran en un escenario real: las calles de las diferentes ciudades del planeta. En un interesante estudio llevado a cabo por McCartney (2016), se ponen de relieve los beneficios de dicho videojuego, siendo una de las ventajas principales la actividad física. Como muestra de ello se describe en el trabajo cómo un jugador completó el juego después de recorrer 225 kilómetros. Pero no solo detallan los beneficios, sino también los problemas sobre la seguridad que se asocian al videojuego, habiendo casos documentados de jugadores que terminaron en el agua del mar, en cuevas sin salida o incluso, siendo las víctimas de un atraco en la ciudad de Londres, donde los delincuentes aprovecharon alguno de los puntos de reunión de los jugadores para sustraer sus teléfonos móviles a punta de pistola. En esta línea de interacción, también es utilizada la realidad aumentada, que puede usarse para enriquecer el mundo físico (Serino, Cordrey, McLaughlin & Milanaik, 2016). Como es de esperar, diseñar SG que utilicen esta tecnología conlleva una inversión económica mayor, y requiere contar con expertos en el diseño de este tipo de videojuegos.

Con el fin de ilustrar algunos de estos tipos de interacción (en este caso, la activa y pervasiva), en la Figura 48 se puede observar, de izquierda a derecha: 1) Una captura de pantalla del conocido videojuego *Pokemon Go*; 2) Un ejemplo de uno de los primeros videojuegos pervasivos, *Hearbeat* (Magielse & Markopoulos, 2009), que es un videojuego dirigido a niños donde cada jugador lleva consigo un dispositivo portátil que incorpora un *GPS*. El videojuego consiste en crear dos equipos, uno denominado equipo defensor y otro denominado equipo atacante. En un escenario real, el equipo defensor procede a esconderse y dispone de 30 segundos para ello, el objetivo del equipo atacante sería localizar a cada uno de los defensores, en especial, a uno de ellos al cuál se le asigna un “tesoro”. Si el equipo atacante logra en un tiempo de cuatro minutos encontrar al defensor que tiene el tesoro habrá ganado la partida, en caso contrario gana el equipo defensor; y 3) Un SG con interacción activa llamado *Rabbit Chase* (Burke et al., 2009),

donde el jugador debe intentar cazar un conejo que se va moviendo entre los diferentes agujeros. Los jugadores destinatarios o público objetivo de este SG son pacientes con lesiones medulares cuya movilidad en las extremidades superiores ha quedado reducida.



Figura 48. Ejemplos de videojuegos con interacción activa y pervasiva (Magielse & Markopoulos, 2009; Burke et al., 2009; *Pokemon Go*, 2017).

3.2.5. Adaptación

Al igual que sucede con la narrativa, aunque un videojuego no necesariamente tiene que incluir la adaptación, es un criterio que es importante considerar ya que no todos los jugadores son los iguales en términos de conocimientos, metas, necesidades, intereses, requisitos, etc., ni los dispositivos son los mismos en términos de resolución gráfica, potencia de cálculo, dimensiones, etc. Cuando se considera el diseño del videojuego es necesario decidir si se incluye cualquier tipo adaptación, ya que en etapas tempranas del desarrollo del videojuego es mucho menos costoso plantear este tipo de cuestiones. El diseño de la adaptación implica el diseño del modelo de usuario (Medina-Medina & García-Cabrera, 2016), su gestión (inicialización, consulta, actualización) y técnicas de adaptación (para la adaptación del contenido o adaptación de la interacción del usuario) que dinámicamente cambiarán el videojuego. Algunos de los autores anteriormente mencionados (sección 2.3) han incorporado la adaptación al diseño de videojuegos como Gunter et al. (2008) en su modelo RETAIN o Whyte et al. (2015).

Para definir la adaptación, se deberían plantear tres preguntas: 1) quién es el sujeto de adaptación (es decir, quién determina y quién recibe la adaptación), el cual puede ser un usuario, grupo de usuarios o un dispositivo; 2) cómo se realiza la adaptación, es decir qué características del sujeto se tendrán en cuenta para realizar la adaptación (conocimiento, habilidades, preferencias, discapacidades, etc.); y 3) cuáles son los objetos del videojuego que pueden ser modificados para satisfacer requisitos particulares del sujeto de la adaptación (gráficos, historia, narrativa, desafíos, etc.). Para responder estas preguntas, el equipo de diseño puede necesitar integrar a diferentes expertos en el área de aplicación particular. Dichos especialistas serían los que diseñarán las adaptaciones requeridas para

mejorar la experiencia de juego del usuario o la efectividad del SG. En base a esto, será posible, por ejemplo, adaptar el videojuego al tipo de jugador mediante la modificación de desafíos, reglas o mecanismos para hacer el juego más complejo a un tipo de jugador *hardcore*. Del mismo modo, al considerar las emociones de los jugadores, los diseñadores de videojuegos pueden ajustar la naturaleza de los desafíos para adaptarse a los jugadores que buscan más emoción o que son más curiosos; por ejemplo, los niveles de dificultad en un videojuego de género policíaco pueden adaptarse para que los casos sean más difíciles o sencillos de resolver. Por otra parte, para los jugadores con fuertes habilidades de socialización o que busquen estas interacciones interpersonales, puede ser importante en el diseño considerar tareas más colaborativas.

En el caso concreto de los videojuegos educativos, el SG podría ser personalizado atendiendo a cada nivel de conocimiento o habilidad de los estudiantes, como sucede en el videojuego *Puzzle & Learn*. También debería ser posible modificar ciertos parámetros en videojuegos *multiplayer* dirigidos a grupos de jugadores, como reconfigurar la estructura del grupo o modificar los desafíos del grupo. Además, el videojuego también puede adaptarse a los dispositivos, y un ejemplo de esto se demuestra en el trabajo de Lemlouma y Layaïda (2004) que utilizaron el lenguaje *XQuery* para adaptar el contenido y así cumplir con las restricciones del dispositivo del cliente. Finalmente, los videojuegos también pueden ser adaptados para jugadores discapacitados (por ejemplo, terminales Braille o gestores / procesadores de texto operados por voz). En la misma línea, el trabajo de López, Medina y De Lope (2016) discuten las principales barreras para las personas con discapacidad visual a la hora de interactuar con videojuegos, y esbozan varias líneas de acción para que los videojuegos se puedan adaptar a este grupo de sujetos. Este conjunto heterogéneo de posibilidades relacionadas con la adaptación del videojuego debe ser cuidadosamente analizado para generar un adecuado diseño del producto.

3.2.6. Contexto de uso

Este criterio define los factores externos e internos más allá del videojuego mismo. Este contexto de uso tiene lugar durante el juego y puede afectar la forma en que se alcanzan los objetivos perseguidos. Al diseñar el videojuego, hay que tener en cuenta varios factores contextuales, ya que el videojuego podría violar ciertas leyes (área de política) u ofender ciertas culturas, grupos humanos o grupos étnicos (factores culturales). Es decir, el contenido de nuestro videojuego debe ser apropiado para la audiencia a la que se dirige (estos factores no son tenidos en cuenta por *PEGI* o *IARC*). Por lo tanto, el diseño del videojuego queda influido por el contexto de uso.

Complementariamente, existe el riesgo de que el videojuego no cumpla los objetivos previstos debido a la falta de cooperación entre los actores

involucrados (implicación del personal). Por lo tanto, en una fase inicial debería estudiarse dicho aspecto. Un efecto positivo de este factor se produjo al probar el proyecto *Playmancer*, cuyo propósito era desarrollar y evaluar un SG diseñado para cambiar los procesos actitudinales, conductuales y emocionales subyacentes de los pacientes con trastornos mentales (Fernández-Aranda et al., 2012), donde la gran colaboración y aceptación del videojuego por los trabajadores de la salud y los pacientes fue clave para el éxito de este SG. Por último, los recursos materiales y el equipo tampoco pueden ser ignorados cuando se trata de lograr el éxito de un SG.

Capítulo 4

Aplicando la taxonomía CSG a Urano: Los Invasores del Tiempo.

Este cuarto capítulo describe un SG educativo para asistir la lectura comprensiva, el cual ha sido desarrollado dentro del mismo contexto de investigación que esta tesis doctoral: el proyecto *P11-TIC-7486* concedido por la Junta de Andalucía y cofinanciado con fondos *FEDER*. Dicho SG ha sido titulado “Los invasores del tiempo”, aunque también es conocido internamente por el equipo de investigación como “Urano”. Este SG será utilizado posteriormente como caso de estudio donde aplicar la taxonomía CSG propuesta en el Capítulo 3.

4.1. Contexto

Dentro del proyecto de investigación en el que ha sido desarrollada esta tesis doctoral, se ha diseñado y desarrollado un SG educativo, cuyo título es: *Los Invasores del Tiempo*, aunque en adelante será referido como *Urano*. El diseño del videojuego se ha llevado a cabo por los integrantes del grupo de investigación asociado al proyecto de Excelencia de la Junta *P11-TIC-7486*. Dicho grupo incluye a expertos TIC así como educadores y pedagogos, habiendo sido el desarrollo técnico del videojuego trasladado a la empresa *Greyman SL* (2016). La Tabla 17 detalla los diferentes perfiles (en el inicio del proyecto) de los investigadores involucrados en el proyecto, el grupo de investigación al que pertenecen y la dedicación asociada.

Nombre	Perfil	Grupo de investigación	Dedicación al proyecto
N. Medina	Doctor en Informática	GEDES	Completa
F. L. Gutiérrez	Doctor en Informática	GEDES	Completa
P. Paderewski	Doctor en Informática	GEDES	Completa
J. L. Isla	Doctor en Informática	SPI&FM	Parcial
J. L. González	Doctor en Informática	GEDES	Completa
R. Montes	Doctor en Informática	GIIG	Parcial
N. Padilla	Doctor en Informática	GEDES	Completa
F. Zurita	Doctor en Ciencias Actividad Física y el Deporte	HUM	Completa
M. D. Álvarez	Doctor en Bellas Artes	HUM	Completa
J. Morales	Doctor en Filología	ÉTIMO	Completa
P. Núñez	Doctor en Filología	ÉTIMO	Completa
J. Rienda	Doctor en Filología	ÉTIMO	Completa
I. Gómez	Doctor en Psicología	HUM	Parcial
A. Pérez	No doctor	HUM	Completa

A. Martínez	No doctor	HUM	Completa
M. Cabrera	No doctor	GEDES	Parcial
C. V. García	No doctor	Orientador Educativo en el Colegio Ave María <i>Casa Madre</i>	Completa

Tabla 17. Perfiles de los investigadores del proyecto de *Urano*.

El desarrollo del videojuego fue finalizado por *Greyman SL* (2016) en abril de 2017. A continuación, el videojuego fue evaluado en varios centros escolares de la ciudad de Granada para cuantificar su potencial como herramienta educativa. Los resultados de la experiencia y la metodología con la que fue llevada a cabo son descritos en el Capítulo 8.

4.2. Descripción del videojuego

Urano es una aventura gráfica en 2D con un tipo de interacción *point&click* para practicar y mejorar la comprensión lectora, enfocada a niños de entre 7 y 12 años. En este tipo de videojuegos el jugador es el personaje principal de la historia, y ésta le lleva a buscar objetos, dialogar con otros personajes o resolver diferentes acertijos y problemas. Conforme se avanza en la trama hay varias acciones y logros que van desbloqueando y modificando la historia que vive el jugador. Este tipo de género es realmente adecuado desde una perspectiva pedagógica, ya que elementos como la reflexión continua, el ritmo lento o el análisis de los diferentes escenarios, lo alinean hacia los SG educativos. En este mismo sentido, otros autores también destacan la idoneidad de las aventuras gráficas como género a utilizar en el ámbito de la educación (Amory, 2001; Van Eck, 2007; Moreno-Ger, Burgos, Martínez-Ortiz, Sierra & Fernández-Manjón, 2008).

En concreto, el videojuego *Urano* plantea la aventura de un niño o niña (el avatar es adaptable) sobre quien recae el futuro del planeta Tierra. Con el fin de salvar nuestro planeta, el jugador debe viajar en el tiempo y conocer algunos personajes históricos como por ejemplo: *Cleopatra*, *Julio César*, *Marco Polo* o los *Reyes Católicos*, para obtener una serie de objetos de importancia histórica. Finalmente, el niño debe entregar estos objetos a los alienígenas del planeta Urano que están tratando de clonar estos personajes históricos (para llevárselos a Urano) y destruir la Tierra.

El videojuego comienza con una excursión del niño/niña a la *Alhambra* (en Granada) donde es elegido como salvador por un león parlante de la famosa fuente del *Patio de los Leones*. Después de ir superando algunos retos, el avatar es apresado por los malvados alienígenas de Urano quienes, desde su sede establecida en los sótanos de la *Alhambra*, están viajando a nuestro pasado para clonar a las personas más influyentes de nuestra historia. Puesto que dicho proceso de clonación no es indoloro, precisamente, el avatar se ve obligado a ofrecerse para conseguir dichos fines de un modo más amable. Con este ánimo, el avatar debe realizar cuatro saltos espacio-tiempo que le permitirán recorrer: la historia antigua, la edad

media, la historia moderna y la historia contemporánea. Dentro de cada período, el avatar visita diferentes lugares, por ejemplo, en el primer período viaja a Egipto y a Roma. En cada lugar, el jugador debe superar desafíos de comprensión lectora para lograr los objetivos del juego. Todo lo que sucede en un lugar y en un tiempo ha sido denominado mini-historia. En la Figura 49 se muestra al avatar (niño en este caso) en el comienzo del videojuego, en su cuarto, donde debe superar un primer reto educativo que consiste en preparar la mochila para la excursión a la *Alhambra* a partir de una nota que le ha dejado su madre en el cajón de la mesita de noche.

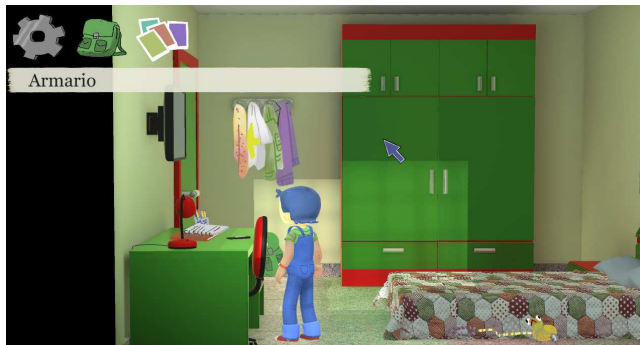


Figura 49. El avatar en el inicio del videojuego, en su cuarto justo antes de preparar la mochila.

Como se puede observar, en la parte superior izquierda se encuentran tres iconos que representan (por orden): la configuración del videojuego, el inventario de objetos que se irán recopilando durante del juego y una colección de cromos que se irán coleccionando durante la partida a modo de recompensa educativa. La siguiente imagen (Figura 50) muestra al avatar ya en la *Alhambra*, concretamente en el *patio de los Arrayanes*, donde un guía ofrece algunos interesantes datos sobre este lugar del emblemático monumento granadino (estos datos, entre otros, deberán ser leídos y comprendidos por el jugador para superar con éxito los desafíos del juego en esta fase).



Figura 50. En el *patio de los Arrayanes*, el guía ofrece datos históricos interesantes.

Como se ha mencionado anteriormente, una vez supera una serie de retos en la *Alhambra*, el avatar llega a la nave extraterrestre desde donde se le permitirá realizar los mencionados saltos en el espacio-tiempo; eso sí, después de dialogar con los alienígenas y satisfacer algunos retos propuestos por éstos. Al fondo del escenario de la Figura 51 se puede observar la máquina de clonar usada por los extraterrestres.



Figura 51. Nave alienígena de los uranos.

En la siguiente imagen (Figura 52) se puede ver a *Cleopatra* junto con el avatar. En este escenario, *Cleopatra* propone un trato al avatar que posteriormente se descompondrá en una serie de pequeños retos educativos consistentes en entender datos, extraer información de imágenes, seleccionar opciones, realizar deducciones, etc.; todo ello con el fin de que *Cleopatra* le ceda finalmente su bastón de mando. Este valioso objeto es parte de lo que los extraterrestres necesitan para realizar el proceso de clonación de nuestro planeta en Urano. Por lo tanto, si el avatar consigue llevarles el bastón, evitará que los uranos acaben con la vida de la reina egipcia y por lo tanto cambien nuestra historia (con las destructivas consecuencias que esto supondría).

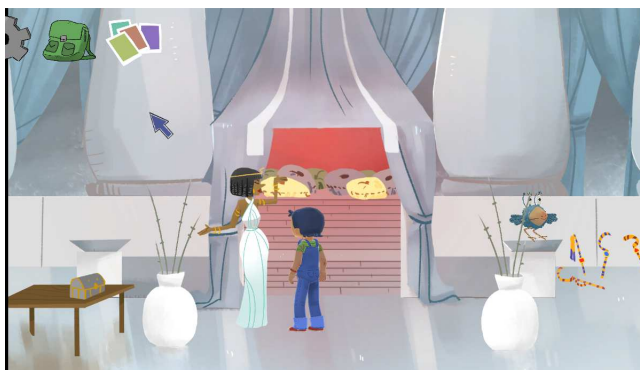


Figura 52. Diálogo con *Cleopatra* para conseguir el bastón de mando.

A continuación, una vez que es superado el reto en Egipto, el protagonista emprende un nuevo viaje en el tiempo hacia la Roma de *Julio César*. Es sobre

esta mini-historia sobre la que se ejemplarizará más adelante la propuesta metodológica basada en notaciones gráficas de esta tesis doctoral (Capítulo 6). En la Figura 53 se muestran cuatro capturas de pantalla sobre la mini-historia de Roma, de izquierda a derecha y de arriba abajo: en la primera imagen, el chico está hablando con un anciano romano (escena: *Reparar biga*). En la segunda, el avatar está en la cárcel con *Julio César* (escena: *Visita a Julio César en la cárcel*). En la tercera, de nuevo en el campo, el personaje está tratando de arreglar la biga (escena: *Reparar biga*). Por último, en la cuarta imagen, el protagonista está a punto de empezar a hablar con uno de los senadores (escena: *Visita al Senado en busca de Craso y Pompeyo*).



Figura 53. Cuatro capturas de la mini-historia de Roma.



Figura 54. El avatar en el barco de Marco Polo.

Por último, en la Figura 54 se puede observar al protagonista tras un nuevo salto espacio-tiempo que le ha conducido hasta la baja edad media. Esta captura del videojuego muestra al avatar en el barco de *Marco Polo*, donde entablará conversación con el tío y el padre del famoso mercader veneciano, a los que debe convencer para emprender el viaje de la *Ruta de la Seda*. En esta mini-historia el jugador tendrá como objetivo lograr entregar a los uranos el *libro de las maravillas del mundo* (Polo & Armiño, 2002). Por

ejemplo, en este escenario uno de los retos consistirá en entregar a un fraile un trozo de queso isósceles. Este reto involucra competencias de comprensión lectora, como son la comprensión literal, la extracción de información de imágenes y la selección de opciones; y, complementariamente, trabaja conceptos matemáticos del nivel educativo al que va dirigido.

A medida que el jugador disfruta de la aventura, un conjunto de competencias de comprensión lectora relacionadas con la comprensión literal, inferencial, global, crítica y de meta-comprensión son evaluadas internamente. El conjunto de 48 competencias de comprensión lectora trabajadas en el SG puede ser consultado en la página web del videojuego: <http://bios.ugr.es/~nmedina/> donde se podrá descargar también una versión PC para el mismo. Este progreso educativo puede ser visualizado por el jugador a través del sistema de cromos, ya que cuantos mayores sean los logros educativos alcanzados durante una mini-historia más cromos se irán completando en ese nivel.

No obstante, el videojuego también ofrece informes educativos para padres y educadores donde se pueden ver explícitamente los logros del niño/niña respecto a cada competencia educativa concreta. Las competencias de comprensión lectora son identificadas con dos letras para indicar el tipo de competencia: CL (comprensión literal), CI (comprensión inferencial), CG (comprensión global), CC (comprensión crítica) y MC (metacomprensión); y un número para establecer de qué competencia específica se trata: CL1 (Identifica datos concretos en textos de distinto tipo), CL2 (Identifica los hechos y personajes principales de una narración), CL3 (Selecciona datos concretos de entre varias opciones), etc.

Tipo	Nombre	Intentos	Fallos	Tiempo
MC2	Trono - Preguntar gnomón	0	0	15s-OK
CL1	Mercado - Preguntar por Mut	0	3	19s-MAL
CL1, CL3, CI5	Mercado - Dar monedas correctas	0	1	19s-MAL
CC5	Embarcadero - Ayudar o reírse	0	0	2s-OK
CL1	Monos - Saber que RA es dios del sol	0	0	3s-OK
CL1	Monos - Darse cuenta que el no ho es Mito	0	0	1s-OK
CL1, CL2	Monos - Saber que tiene que ir a Amontegui III	0	0	2s-OK
CL1	Monos - Saber cual es la puerta del dentista	0	0	1s-OK
CL1	Monos - Poner el número de monedas correctas	0	0	8s

Enviar a nmedina@ugr.es

Figura 55. Ejemplo de informe educativo de la mini-historia de Egipto.

Estos informes educativos se proporcionan para cada mini-historia (por ejemplo en la Figura 55 podemos ver un informe para la mini-historia de Egipto), pero también se genera un informe educativo global a partir de todo

el aprendizaje derivado del uso del videojuego. Para la correcta interpretación de los informes educativos se proporciona un manual educativo para padres y educadores junto con el juego.

4.3. Caso de uso de la taxonomía CSG: Urano

En esta sección se procederá a clasificar el videojuego detallado en la sección anterior haciendo uso de la taxonomía CSG. La Tabla 18 recoge todos los criterios de clasificación de la taxonomía en la primera columna, y en la segunda columna el valor asignado a *Urano*.

Criterio	Valor
Autoría	Institución → Grupo de investigación y Compañía (<i>Greyman SL</i> , 2016)
Metodología de desarrollo	Específica de SG
Arquitectura <i>hardware</i>	PC con SO <i>Windows</i> y <i>Smartphone/tablet</i> con SO <i>Android/iOS</i>
Despliegue	Local
Género	Aventura gráfica
Narrativa	-Según nivel→ compleja -Según el espacio de juego→ <i>Emergent narrative</i> y <i>Embedded narrative</i>
Interactividad	Estándar→ <i>point&clic</i> y táctil (<i>smartphone/tablet</i>)
Contexto de uso	-Recursos materiales→ Financiación de la Junta de Andalucía y fondos <i>Feder</i> -Implicación del personal→ Óptima participación de los investigadores, pedagogos, desarrolladores, docentes y estudiantes involucrados -Factores culturales y aspectos políticos→ El videojuego trabaja valores como la igualdad, la empatía, conservación del patrimonio, etc. y se ajusta a la normativa vigente.
Área de aplicación	Juegos para la Educación→ Aprendizaje
Evaluación	-Quién→ Evaluación mixta (automática durante el juego y manual durante las experiencias docentes) -Cuándo→ Durante y Post -Cómo→ Implícita → Sistema basado en competencias y Explícita → Cuestionarios
Jugabilidad	-Satisfacción→ En base al tiempo de juego y complementariamente usando cuestionarios de satisfacción -Aprendizaje→ La curva de aprendizaje se puede obtener a través del número de veces que se ha repetido cada reto, el número de fallos en los retos, etc. -Efectividad→ No medida -Inmersión→ No medida -Motivación→ Medida a través de cuestionario y tiempo de

	juego -Emoción→ No medida Socialización→ No es un videojuego <i>multiplayer</i>
Adaptación	-Objeto→ Avatar (personalizable niño o niña), retos (dificultad adaptable) y diálogos (pistas adicionales para jugadores que las necesitan) -Sujeto→ Jugador→Preferencias y gustos y necesidades, y Dispositivo→Resolución
Público objetivo	Niños de entre 7 y 12 años
Interacción del jugador	<i>Mono-player</i>
Dedicación	<i>Newbie</i> o <i>Novato</i>
Licencia	Por determinar

Tabla 18. Aplicación de la taxonomía CSG para clasificar *Urano*.

Para una mejor interpretación de la información sintetizada en la Tabla 18, en primer lugar analizamos los criterios de la taxonomía que hacen referencia al *desarrollo* del videojuego, como puede ser la *autoría* de *Urano* compartida entre el equipo de investigación del proyecto P11-TIC-7486 (diseño) y la empresa *Greyman SL* (implementación), lo que ya ha sido mencionado en la sección 4.1, o la *metodología de desarrollo*, respecto a la que cabe aclarar que durante el desarrollo del videojuego *Urano* ha tenido lugar un proceso bidireccional de *feedback* que ha permitido definir la metodología propuesta en esta tesis doctoral (Capítulo 5) en base a la experiencia de desarrollo con el videojuego y al mismo tiempo aplicar durante el desarrollo de *Urano* determinados aspectos de la metodología propuesta. Respecto a la *plataforma*, debemos hablar de la *arquitectura hardware* que soporta el videojuego, que en este caso ha sido adaptada tanto para ordenadores personales con sistema operativo *Windows* (a partir de *Windows 7*), como para *smartphones* y *tablets* en *Android* e *iOS*. El motor utilizado por *Greyman SL* (2016) ha sido *Unity* (2017), dada su versatilidad y la experiencia en dicho motor por parte de la empresa desarrolladora. En referencia al *despliegue* del videojuego, en un principio se ha planificado para que éste sea únicamente local (no existiendo versiones *on-line* del juego).

A continuación se analizan los criterios agrupados en la categoría de *diseño* del videojuego. Comenzando por el *género*, como se ha mencionado al principio de este capítulo, tenemos que *Urano* es una aventura gráfica. La elección de este género ha sido tomada en base a la idoneidad de este género en contextos educativos, aspecto argumentado en la sección 4.2. Por su parte, el criterio de la *narrativa* es un pilar básico en todo videojuego donde el género es la aventura gráfica; otra razón para elegir este género en un SG de lectura comprensiva. Así que, como era de esperar, *Urano* incluye una narrativa compleja en cuanto al nivel (Belenkie, 2011), ya que no solo

cuenta una historia completa sino que esta historia debe ser, en cierto modo, creada por el propio jugador, o al menos que así sea percibido por parte del jugador. Esto se conoce como literatura *ergódica* (Aarseth, 1997), donde el tránsito por el texto no es trivial, pero a cambio surge la sensación en el jugador de que no solo es un mero espectador de la historia, sino que la crea de alguna manera. A colación de esto, la narrativa en *Urano*, teniendo en cuenta la categorización de Jenkins (2004), aparece de forma emergente (*emergent narrative*) y, a veces, también de forma embebida (*embedded narrative*); ya que parte de esta narrativa está perfectamente integrada con los elementos del videojuego, por ejemplo en los objetos de los escenarios, ya sean interactivos o no. Respecto a la *interactividad*, el videojuego está diseñado para una interacción estándar, concretamente *point&click* (subtipo habitual en el género de aventura gráfica), ya sea a través del cursor del ratón o usando el dedo de la mano, dependiendo si utilizamos *PC* o una *tablet/smartphone*, respectivamente. El *área de aplicación de Urano*, obviamente, es la educación. Más específicamente, según la tabla propuesta por Sawyer y Smith (2008), el área de aplicación de este SG se categoriza como *juegos para la educación* → *aprendizaje*. Por último, en referencia al *contexto de uso*, el contenido del videojuego ha sido diseñado con respecto a las leyes españolas, siendo adecuado para el público que se dirige, incluyendo conceptos de su currículum educativo y sin ofender de ninguna manera ni los hábitos ni las costumbres de la población española. Además, se han integrado en la trama del juego diversas situaciones donde se trabajan valores importantes como pueden ser la conservación del patrimonio, la amistad, la igualdad, la empatía, etc. Por otro lado, cabe mencionar que los recursos materiales han sido adecuados para acometer el videojuego, ya que se ha contado con recursos económicos suficientes para lograr un producto de calidad, pudiéndose desarrollar el videojuego por una empresa con una dilatada experiencia en el ámbito de los videojuegos. Finalmente, la implicación del personal ha sido excelente, tanto la del equipo multidisciplinar de investigación, como la de la propia empresa desarrolladora del videojuego, *Greyman SL* (2016), así como por parte de las instituciones educativas (profesores y alumnos) que han tenido a bien hacer un hueco al videojuego en su planificación docente.

Al hacer referencia del *uso* del videojuego, se incluyen los criterios de *evaluación, jugabilidad o gameplay* y *adaptación*. Comenzando por el final, el videojuego incluye adaptación de diferentes tipos. El principal objeto de esta adaptación es la dificultad de los retos, aunque también la adaptación puede modificar determinados diálogos para dar pistas a aquellos jugadores que las necesiten. Asimismo, el juego permite elegir el avatar entre dos posibilidades: niño o niña. Por su parte, como sujeto de la adaptación tenemos, por un lado, el dispositivo (la resolución de pantalla puede ser adaptada) y, por otro lado, el jugador (se tienen en cuenta sus preferencias y

necesidades). Por ejemplo, el jugador podrá elegir el avatar que más le guste y determinar un nivel de dificultad para jugar que será usado con el fin de ajustar la dificultad de algunos retos y mini-juegos; aunque, en base a sus fallos y aciertos, en determinados momentos se puede producir también alguna adaptación de los retos y diálogos. Con respecto a la *evaluación*, ésta es mixta ya que incluye una evaluación automática por parte del propio videojuego en base a un sistema de puntuación interno por competencias y una evaluación manual por parte del docente que guía el juego. En respuesta a cuándo se produce la evaluación, en este escenario mixto se combina una evaluación durante el videojuego (automática) y otra post juego (manual). Finalmente, sobre cómo se hace esa evaluación, podemos decir que la evaluación automática es implícita, ya que es transparente al jugador aunque puede ser intuida por éste a partir del sistema de recompensa en forma de cromos coleccionables. Por su parte, la evaluación manual será llevada a cabo por el docente de forma explícita. Finalmente, el *gameplay* recoge aspectos de: a) satisfacción, medible en base al tiempo de juego y, complementariamente, usando cuestionarios de satisfacción tras la experiencia de juego; b) aprendizaje del SG, donde la curva de aprendizaje que define el jugador a medida que va conociendo y comprendiendo el juego se puede obtener a partir del número de veces que se ha repetido cada reto, el número de fallos en los retos, y otros aspectos recogidos en los informes educativos asociados a cada mini-historia; y c) motivación, medible a razón del tiempo de juego y los éxitos del jugador durante el juego, así como a través de pre y post cuestionarios.

El siguiente y penúltimo agrupamiento de la taxonomía hace referencia a los *usuarios* del SG. En primer lugar se ha de analizar el *público objetivo* del videojuego, el cual, como se ha mencionado al comienzo de este capítulo, está dirigido a niños de entre 7 y 12 años, en especial a los de 10-11 años que son aquellos que cursan quinto de primaria. En segundo lugar, respecto a la *interacción del jugador*, el videojuego ha sido diseñado para ser un juego *mono-player*, aunque no se descarta en un futuro introducir aspectos colaborativos que permitan un juego *multi-player*. En tercer lugar, la *dedicación* esperada de los jugadores se puede clasificar como *novato*, ya que el videojuego no requiere un alto compromiso por parte del jugador ni demanda una gran experiencia previa en este tipo de *software* de entretenimiento.

Respecto al último agrupamiento, el de *modelo de negocio*, no se ha podido clasificar el criterio de la *licencia* porque es una decisión que está actualmente en proceso.

Capítulo 5

Propuesta metodológica para el desarrollo de videojuegos serios educativos

En base a las carencias identificadas en el análisis del estado del arte de la sección 2.5, y a las consideraciones de diseño identificadas en la propuesta taxonómica realizada en el Capítulo 3, en este capítulo se detallará en profundidad una propuesta de metodología para desarrollar y diseñar SG educativos, describiendo las cinco fases que la componen: inicio, diseño, producción, pruebas y post-producción.

5.1. Introducción

En primer lugar se describirán algunos aspectos relevantes de la metodología, como pueden ser los antecedentes, el propósito que persigue, su naturaleza ágil, los roles y las fases que la componen.

5.1.1. Antecedentes

Esta metodología ha sido obtenida en base a cinco pilares clave: (1) una revisión analítica de los SG existentes en la literatura científica, en especial de aquellos cuya área de aplicación es la educación; (2) un análisis del estado del arte sobre metodologías de desarrollo y diseño en SG; (3) el conocimiento y formación obtenida en diversos congresos sobre videojuegos y SG; (4) la experiencia previa del equipo de investigación en el desarrollo y diseño de videojuegos, donde trabajos como la tesis de Natalia Padilla-Zea (2011) o José Luis González Sánchez (2010) han sido pilares básicos; y (5) la experiencia derivada del desarrollo de *Urano*, y es que el desarrollo de dicho videojuego ha servido para definir y acotar la metodología, y, a su vez, esta metodología ha sido aplicada al desarrollo del videojuego, aunque de manera no formal ni exhaustiva.

5.1.2. Propósito

La metodología propuesta tiene como objetivo desarrollar SG educativos en los que la historia juega un papel importante, es decir, juegos con un alto componente narrativo. En base a esto, la metodología es especialmente apropiada para el desarrollo y diseño de videojuegos cuyo género es el de aventura gráfica, aunque se podría aplicar a otros géneros del videojuego como se analizará en la sección 7.2.

5.1.3. Enfoque ágil

Como es sabido, en febrero del año 2001 se produce un importante acontecimiento en referencia a las metodologías de desarrollo de *software*. Y es que la industria del *software* observa el nacimiento del “movimiento ágil”, que se materializa en el manifiesto para el desarrollo ágil de *software* (*Manifiesto for Agile Software Development*) publicado por un grupo de expertos de la mano de Kent Beck (Beck et al., 2001). Entre los expertos se encontraban algunos de los percusores de métodos ágiles de desarrollo de *software* en la década de los 90, como el propio Beck, que dos años antes era el ideólogo de la programación extrema o *extreme programming* (Beck, 1999); o Ken Schwaber (1995), que presentó un conjunto de reglas para el desarrollo de *software* basadas en *Scrum* (Takeuchi & Nonaka, 1986).

El manifiesto dice lo siguiente: “Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar *software* tanto por nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. A través de este trabajo hemos aprendido a valorar:

- A los individuos e interacciones sobre los procesos y herramientas.
- El *software* funcionando sobre la documentación extensiva.
- La colaboración con el cliente sobre la negociación contractual.
- La respuesta ante el cambio sobre el seguimiento de un plan predeterminado.

Esto es, aunque valoramos los elementos de la derecha (procesos, herramientas, documentación, etc.), valoramos más los de la izquierda (individuos e interacciones, *software* funcionando, colaboración con el cliente, etc.)”. El manifiesto también incluye doce principios sobre el *software* ágil, estos son:

1. Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de *software* con valor.
2. Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos ágiles aprovechan el cambio para proporcionar una ventaja competitiva al cliente.
3. Entregamos *software* funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.
4. Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
5. Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.
6. El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.
7. El *software* funcionando es la medida principal de progreso.

8. Los procesos ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la agilidad.
10. La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto-organizados.
12. A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para, a continuación, ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.

Este manifiesto da un impulso definitivo y una mayor notoriedad al desarrollo ágil de *software*, apareciendo en años posteriores nuevas metodologías de desarrollo *software* basadas en el principio ágil. En un completo trabajo desarrollado por Abrahamsson, Salo, Ronkainen y Warsta (2017) se detallan las metodologías ágiles presentes hasta la fecha en la literatura científica: *Extreme Programming, Scrum, Crystal family of methodologies, Feature Driven Development, The Rational Unified Process, Dynamic System Development Method, Adaptive Software Development, Open Source Software development, Agile Modeling y Pragmatic Programming*.

En esta línea, la propuesta metodológica realizada en esta tesis permite seguir un enfoque ágil, ya que al igual que todos los métodos ágiles se basa en el desarrollo iterativo e incremental, sobre todo en la fase de diseño del videojuego (como se podrá observar en la sección 5.3) y la fase de producción y pruebas (sección 5.4 y 5.5). Sin embargo, la propuesta metodológica no exige ni asegura que se satisfagan completamente las doce reglas del manifiesto ágil, ya que esto puede no ser así en parte por la propia naturaleza del producto. Por ejemplo, la regla número 2 puede no ser adecuada en el desarrollo de un videojuego de cierta envergadura, dado que es más que probable que el coste de cambiar ciertos requisitos iniciales pueda ser elevado. Es decir, si se han tomado decisiones sobre el tipo de interacción en la fase de inicio, siendo seleccionada el tipo “activa”, seguramente conlleve cierta inversión económica en sensores de movimiento y otros dispositivos tecnológicos, así como la selección de un *framework* y equipo específico que no sea fácil ni factible cambiar en las últimas fases del desarrollo del videojuego. De igual manera, sucede con las reglas 4 y 7, ya que en el proceso de desarrollo del videojuego habrá interacciones con el cliente en la que no se entrega *software* funcional, sino por ejemplo, diseños gráficos o bocetos de personajes, objetos o escenarios. Al margen de estos matices, podemos decir que la metodología propuesta se alinea en gran medida con algunos de los principios básicos de *Scrum*

(Schwaber & Sutherland, 2011), como puede ser la definición de tareas, aunque no se agrupen en pilas de *sprints*, la definición de roles o la producción de los diferentes artefactos.

5.1.4. Roles

Como se ha mencionado en la sección anterior, es necesario definir un conjunto de roles que estarán implicados durante las distintas etapas del desarrollo del videojuego. Como ocurre en algunas metodologías ágiles como *Scrum*, *Extreme programming*, *Crystal* o *SUM* (Acerenza et al., 2009), esta última analizada en el Capítulo 2, se definen en la metodología propuesta un conjunto de roles que serán asignados a las diferentes tareas. Estos roles se describen en las secciones 5.1.4.1 a 5.1.4.7.

5.1.4.1. Jefe de proyecto (JP)

Este rol está formado por un único componente. El jefe o director del proyecto es el máximo responsable del proyecto. Interviene para facilitar y guiar las reuniones entre diferentes roles o en la resolución de conflictos potenciales. El JP es el líder del proyecto y es responsable en última instancia de cualquier circunstancia ligada al proyecto, por ello debe tener un perfil experimentado, con una amplia visión del producto. En todo momento debe conocer las inquietudes del cliente final, así como saber priorizar sobre las diferentes tareas a desarrollar.

5.1.4.2. Equipo de desarrollo (ED)

Lo componen un grupo de profesionales TIC donde analistas, arquitectos *software*, diseñadores, programadores o *testers* trabajan con un grado de responsabilidad compartida, como un equipo. En *Scrum* (Schwaber & Sutherland, 2011), existe un rol denominado de la misma forma, equipo de desarrollo, y en la definición del rol, se incide en la visión de equipo que no de grupo de trabajo, marcando la diferencia principal en el hecho de la implicación de todos los miembros en las tareas asignadas al equipo, compartiendo con ello las responsabilidades de todas las tareas y no de manera exclusivamente individual. Esta misma filosofía de equipo frente a grupo de trabajo es adoptada en la metodología propuesta en esta tesis. Sin embargo, *Scrum* recomienda que el equipo esté formado por entre tres y nueve personas, entienden que más miembros dificultarían la comunicación directa y cohesión del grupo; mientras que en la propuesta metodológica de esta tesis no se recomienda un número mínimo o máximo de integrantes, tampoco la organización del mismo.

Finalmente, el equipo tendrá comunicación con el cliente a través del JP, y no directamente. El rol está asociado a todas las tareas relacionadas con el desarrollo técnico del videojuego, como puede ser: elaborar diagramas de diseño (por ejemplo para descomponer el videojuego en actos o un acto en

escenas), implementar las diferentes funcionalidades del juego, desarrollar los sistemas de evaluación, gestionar los datos, etc.

5.1.4.3. Diseñadores gráficos (D)

Este equipo es responsable de todo el diseño gráfico del proyecto (personajes, escenarios u objetos), así como de su modelado. En proyectos pequeños es probable que este rol esté ocupado por un solo integrante. Cabe destacar que, al contrario de lo que comúnmente sucede con el equipo de desarrollo que no debería tener comunicación directa con el cliente, en el caso de los diseñadores gráficos sucede frecuentemente lo contrario. Es decir, aunque el JP traslade ciertas inquietudes o sugerencias al equipo de diseñadores; sin duda es positivo un contacto más directo del equipo de diseño gráfico con el cliente (pudiendo estar presente el JP en estas reuniones) para facilitar la transmisión de ideas y lograr un grado de satisfacción plena en la apariencia final del videojuego.

5.1.4.4. Diseñadores de efectos sonoros (DS)

Los diseñadores de efectos sonoros son los responsables de todo el sonido que incluye el videojuego, desde la música o banda sonora del mismo hasta el sonido asociado a cada evento que tiene lugar durante el juego. La importancia de este rol es relativa, ya que existen videojuegos que no incluyen efectos sonoros o éstos son muy simples, de manera que se pueden obtener a través de algún paquete de sonidos. También puede suceder el extremo opuesto, videojuegos donde los efectos sonoros son parte de la historia, y ayudan a provocar una inmersión total en el juego. En gran medida toda esta gestión dependerá del presupuesto.

5.1.4.5. Expertos en narrativa (EN)

La narrativa es uno de los aspectos clave en determinados videojuegos, por ejemplo en juegos de aventura, donde no solo refleja la propia historia del videojuego, sino que debe constituir un conjunto de herramientas que generen una inmersión total en el juego, y es que la narrativa puede estar presente en objetos, diálogos, escenarios, vídeos, etc. Por otro lado, la narrativa debe ser interactiva, es decir, debe permitir bifurcaciones o caminos diferentes en función de las acciones llevadas a cabo por el jugador. En este sentido, el equipo de expertos en narrativa deberá trabajar activamente con los educadores y/o pedagogos, ya que en un SG educativo es fundamental incrustar los diferentes retos educativos en la narrativa del videojuego.

Por otra parte, como la metodología propuesta podría ser aplicada a otros géneros del videojuego, es posible que en dichos casos el componente narrativo no sea tan esencial como sucede en las aventuras gráficas. Así, por ejemplo, como se indicó en secciones previas (Capítulo 3), la narrativa puede presentar diferentes grados (Belinkie, 2011) y formas (Jenkins, 2004). No

obstante, aunque el papel de los expertos en narrativa podría ser menos protagonista en función del tipo y grado de narrativa que incorpore el videojuego, difícilmente se puede prescindir de este rol, dado lo poco usual que es encontrar un SG sin ningún tipo de componente narrativo.

5.1.4.6. Equipo de educadores y/o pedagogos (EE)

Uno o varios educadores, docentes o pedagogos formarán parte de este equipo, y serán responsables de la parte educativa del videojuego. A este equipo se le asignan todas las tareas relacionadas con los retos educativos, por ejemplo: plantear, identificar y etiquetar los desafíos educativos. Es fundamental que el equipo colabore en todas las tareas relacionadas con la parte “seria” del videojuego. En el caso de un SG educativo, el equipo de educadores, lógicamente, jugará un papel fundamental en la calidad del producto final.

5.1.4.7. Cliente (C)

En ocasiones, el cliente no será únicamente el individuo o compañía que demanda la producción del videojuego, sino que estará compuesto por un grupo de interés o *stakeholders*. Por ejemplo, en el desarrollo de un videojuego educativo dirigido a niños menores de edad, es probable que además de la figura del cliente, que puede ser un Centro Educativo, intervenga también la Asociación de Padres y Madres (AMPA) y algunos organismos oficiales como puede ser la Consejería de Educación en el caso de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Este rol participará en muchas tareas relevantes como la definición de requerimientos, la elaboración de bocetos gráficos de personajes, escenarios u objetos, o parte del diseño de las interacciones, retos e historia. De esta manera, probablemente aumentará la satisfacción final del cliente.

5.1.5. Fases

Como se ha comentado anteriormente, la metodología propuesta para desarrollar SG educativos busca un enfoque iterativo e incremental que permita generar prototipos ágiles. La metodología está compuesta por cinco fases, de entre las cuales será en la fase de diseño donde se centrarán los mayores esfuerzos; y es que esta fase es clave en cualquier SG, además de ser la fase que requiere mayor trabajo como destacan otros autores tales como Pereira (2014): “Sin lugar a dudas el proceso más costoso, por el número de personas a las que involucra, es el Diseño del juego junto con el Diseño técnico (ambas conforman la fase tradicional de Diseño de *Software*)...”.

Concretamente, las cinco fases propuestas en la metodología son:

- 1. Fase de inicio:** En esta fase inicial se decide el género del videojuego, un primer diseño de la historia, el tipo de interacción, si incluirá

adaptación o no, y las habilidades educativas a trabajar con el SG educativo. Todo esto ayudará a concretar el alcance del proyecto, el tamaño y el público objetivo, entre otros aspectos. Se ampliará y detallará esta fase en la sección 5.2.

2. **Fase de diseño:** En esta segunda fase, el videojuego se estructura en actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos. Esta estructuración conceptual permite aplicar un enfoque “divide_y_vencerás” para descomponer la complejidad del diseño del videojuego, haciendo uso de una analogía del videojuego con una obra teatral interactiva. Otros elementos importantes implicados en esta fase son el *gameplay* o la concreción de las reglas de adaptación. Dada la importancia de esta fase, se detallará ampliamente en la sección 5.3.
3. **Fase de producción:** Utilizando todos los artefactos generados en la fase de diseño en forma de documentos, prototipos o diagramas, se realizan las tareas de programación, animación y modelado de personajes, objetos y escenarios, así como la implementación de los efectos sonoros. Esta fase es eminentemente técnica, aunque se puede solicitar la participación del equipo de diseño y del equipo de educadores para aclarar dudas o revisar partes de lo implementado con el fin de detectar de forma temprana cambios en el diseño o en la implementación. Esta fase se describe en la sección 5.4.
4. **Fase de pruebas:** Como en la gran mayoría de las metodologías de desarrollo de *software*, es necesario planificar y realizar un conjunto de pruebas para verificar, en este caso, el videojuego. Durante esta fase se generan prototipos para su posterior evaluación por parte del equipo, tanto técnico como educativo. Esta fase es detallada en la sección 5.5.
5. **Fase de post-producción:** Esta fase hace referencia a los parches o actualizaciones necesarias para corregir y mejorar el videojuego después de su publicación, así como medir el potencial educativo del videojuego (*debriefing*). En el ámbito de la ingeniería del *software* esta fase es conocida como mantenimiento (o evolución), aunque en el ámbito de los videojuegos es más habitual este término, como se analizará más adelante. Esta fase se describe en la sección 5.6.

Las cinco fases son resumidas en la Figura 56, donde se pueden observar también las principales tareas implicadas en cada una de las fases que serán descritas en las secciones indicadas anteriormente.

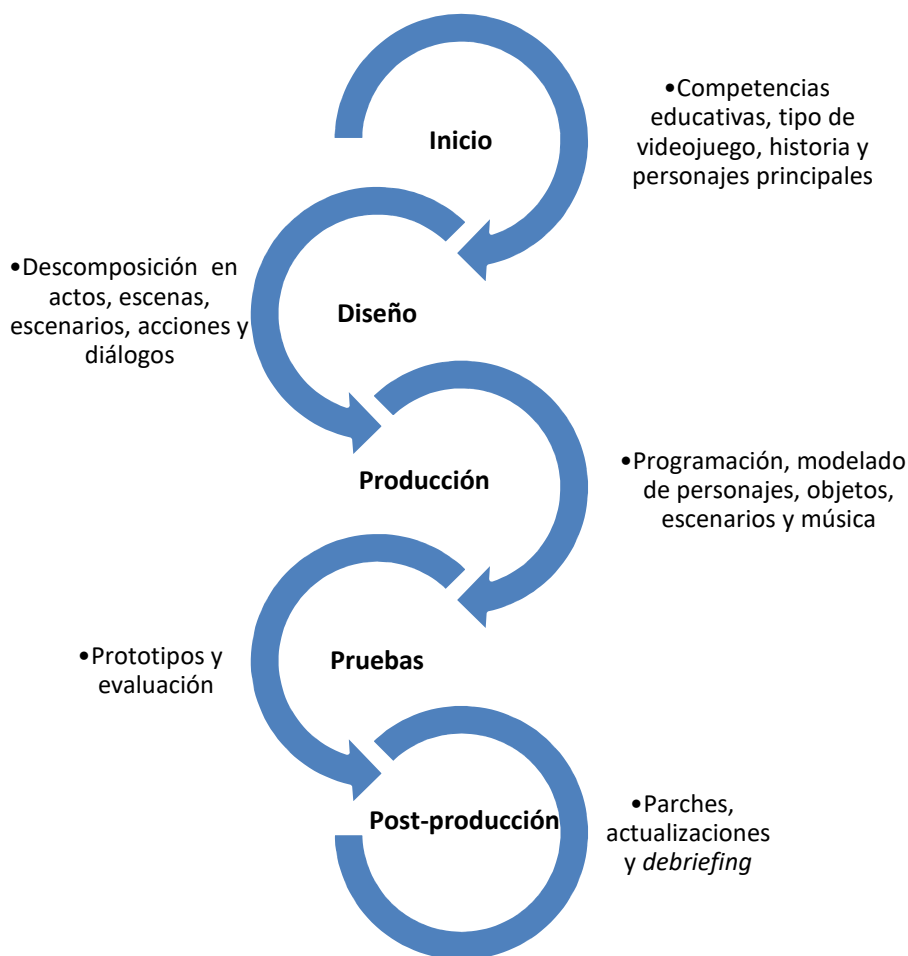


Figura 56. Fases de la metodología para el desarrollo de SG educativos.

5.2. Fase de inicio

En esta fase inicial o pre-fase se considerarán los aspectos críticos identificados previamente como clave para el diseño de un SG (sección 3.2). De este modo, habrá que decidir el género que va a tener el SG (acción, estrategia, lógica, etc.), el nivel narrativo del videojuego (llevando a cabo un primer diseño de la historia), el tipo de interacción, si se incluirá adaptación o no, y el contexto de uso (principalmente en cuanto a los recursos disponibles). También será fundamental tener en cuenta las habilidades educativas a adquirir con el uso del SG educativo (por ejemplo, analizando el currículo de los alumnos a los que se dirige el videojuego).

Más detalladamente, la fase de inicio se descompone en tres sub-fases o etapas, de acuerdo a la Figura 57. Estas son: 1) *especificación de objetivos y competencias educativas*; 2) *diseño previo del tipo de videojuego*; y 3) *diseño inicial de la historia y personajes principales*.

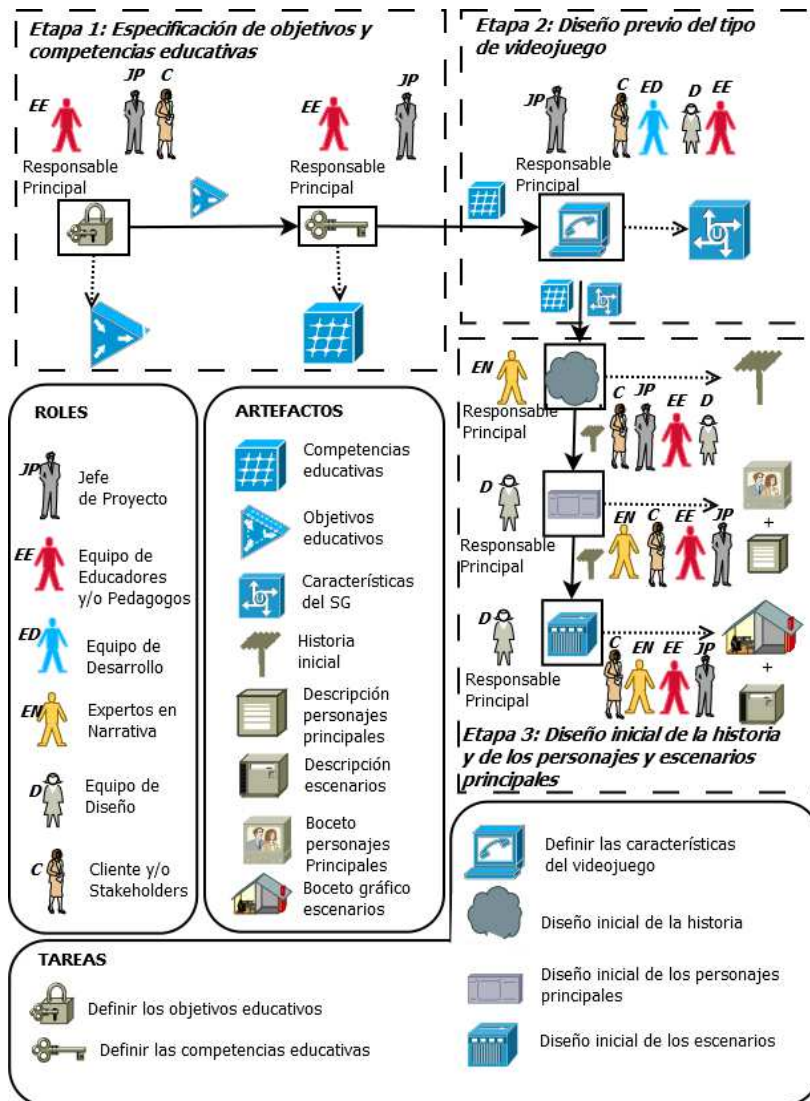


Figura 57. Esquema de los diferentes artefactos, tareas y roles asociados a la fase inicial de la metodología.

En la figura se ilustran de forma gráfica las tres etapas en las que se descompone la fase inicial de la metodología, cada una de éstas se encuadran utilizando una caja con línea discontinua. Dentro de cada etapa se muestran con formas icónicas las tareas a desarrollar. Además, las etapas llevan asociados los artefactos generados como resultados de dichas tareas; esto se representa en la figura con una flecha discontinua desde la tarea al artefacto. También, cada tarea tiene un rol responsable indicado bajo el correspondiente icono, así como el resto de roles implicados en el desarrollo de la tarea. Por último, cuando un artefacto es necesario para poder

completar una tarea, se añade su icono a modo de prerrequisito junto a la flecha de transición entre las tareas. Por ejemplo, en la etapa 1 de la fase de inicio, la tarea de definir las competencias educativas requiere como entrada el artefacto de los objetivos educativos generado en la tarea anterior. No obstante, se indican siempre los artefactos principales y fundamentales para poder llevar a cabo la tarea deseada, sin perjuicio de que en determinadas situaciones se considere a bien considerar algún otro artefacto.

Para abordar la fase inicial, previamente se deben definir una serie de elementos clave. Dichos conceptos están incluidos en la sección 5.2.1. A continuación, las secciones 5.2.2 a 5.2.4 detallan cada una de las tres etapas de la fase inicial de la metodología indicando las tareas y artefactos derivados, y también los criterios de la taxonomía que hay que considerar durante el desempeño de dichas tareas.

5.2.1. Conceptos clave

Algunos conceptos clave implicados en esta fase de la metodología propuesta, y no descritos con anterioridad, son:

- **Currículo educativo:** El Ministerio de Educación, Cultura y Deporte define el currículo educativo a través de la LOMCE (2013) como “la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas”. La misma ley identifica los siguientes elementos dentro del currículo: objetivos de cada enseñanza y etapa educativa, competencias, contenidos, metodología didáctica, estándares de aprendizaje evaluables y criterios de evaluación.
- **Objetivo educativo:** En la LOMCE (2013) se define el objetivo educativo como “los logros que el alumno debe alcanzar al finalizar el proceso educativo, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin”.
- **Competencia educativa:** De nuevo en la LOMCE (2013) se define competencia como “las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”. Igualmente, son varios los autores que han definido este término. Laura Frade (2017) define la competencia como “un conjunto de conocimientos que al ser utilizados mediante habilidades de pensamiento en distintas situaciones generan diferentes destrezas en la resolución de los problemas bajo un código de valores previamente aceptado que muestra una actitud concreta ante el desempeño realizado, son una capacidad de hacer algo”. Por su parte, Carlos Marcelo García (2017) la define como “un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionados entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área

ocupacional”. Por último, Miguel Zabalza Beraza (2017) afirma que el concepto de competencia “pone el acento en los resultados del aprendizaje, en lo que el alumno es capaz de hacer al término del proceso educativo y en los procedimientos que le permiten continuar aprendiendo de forma autónoma a lo largo de la vida”.

5.2.2. Etapa 1 de la fase de inicio: Especificación de objetivos y competencias educativas

En esta primera etapa, el equipo de pedagogos y educadores, que también podrían integrar a los padres, tutores (*stakeholders*) o al cliente en cuestión, determinan los objetivos y las competencias educativas específicas que el futuro videojuego debería incluir y trabajar. En un primer paso, el equipo define los objetivos que se han de alcanzar durante un determinado período de desarrollo de un ciclo educativo o de un curso específico, y que posteriormente (en la fase de diseño) se integrarán directa o indirectamente en la evaluación de los retos educativos trabajados dentro de los retos lúdicos del videojuego. En este procedimiento, el equipo docente podría utilizar modelos curriculares con los cuales ellos estén familiarizados. Así, por ejemplo, la citada LOMCE (2013) establece un currículo base para diferentes niveles educativos, estos currículos sirven de base para el posterior trabajo de los diferentes centros o departamentos en el desarrollo de los currículos específicos para un determinado ciclo educativo y asignatura. En el caso de primaria, la LOMCE establece los diferentes objetivos educativos:

- a) Conocer y apreciar los valores y las normas de convivencia, aprender a obrar de acuerdo con ellas, prepararse para el ejercicio activo de la ciudadanía y respetar los derechos humanos, así como el pluralismo propio de una sociedad democrática.
- b) Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y de responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje, y espíritu emprendedor.
- c) Adquirir habilidades para la prevención y para la resolución pacífica de conflictos, que les permitan desenvolverse con autonomía en el ámbito familiar y doméstico, así como en los grupos sociales con los que se relacionan.
- d) Conocer, comprender y respetar las diferentes culturas y las diferencias entre las personas, la igualdad de derechos y oportunidades de hombres y mujeres y la no discriminación de personas con discapacidad.
- e) Conocer y utilizar de manera apropiada la lengua castellana y, si la hubiere, la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma y desarrollar hábitos de lectura.

- f) Adquirir en, al menos, una lengua extranjera la competencia comunicativa básica que les permita expresar y comprender mensajes sencillos y desenvolverse en situaciones cotidianas.
- g) Desarrollar las competencias matemáticas básicas e iniciarse en la resolución de problemas que requieran la realización de operaciones elementales de cálculo, conocimientos geométricos y estimaciones, así como ser capaces de aplicarlos a las situaciones de su vida cotidiana.
- h) Conocer los aspectos fundamentales de las Ciencias de la Naturaleza, las Ciencias Sociales, la Geografía, la Historia y la Cultura.
- i) Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las Tecnologías de la Información y la Comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.
- j) Utilizar diferentes representaciones y expresiones artísticas e iniciarse en la construcción de propuestas visuales y audiovisuales.
- k) Valorar la higiene y la salud, aceptar el propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias y utilizar la educación física y el deporte como medios para favorecer el desarrollo personal y social.
- l) Conocer y valorar los animales más próximos al ser humano y adoptar modos de comportamiento que favorezcan su cuidado.
- m) Desarrollar sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como una actitud contraria a la violencia, a los prejuicios de cualquier tipo y a los estereotipos sexistas.
- n) Fomentar la educación vial y actitudes de respeto que incidan en la prevención de los accidentes de tráfico.

Aunque el equipo docente pueda partir de un currículo educativo general, la selección y definición de los objetivos educativos que particularmente se van a trabajar en el videojuego atenderá a las necesidades propias de un contexto concreto, y por lo tanto requerirá un diseño a medida lo más específico posible. En un segundo paso, los objetivos serán concretados aún más a través de las diferentes competencias educativas que se van a trabajar en el SG. El videojuego podrá trabajar competencias generales o específicas. Por ejemplo, el sistema educativo español define ocho competencias básicas (LOMCE, 2013), cada una de las cuales puede ser descompuesta gradualmente hasta llegar a un conjunto de competencias educativas mucho más específicas:

- Competencia lingüística comunicativa.
- Competencia matemática.
- Conocimiento e interacción con el mundo físico.
- Procesamiento de datos y competencia digital.
- Aprender a aprender.
- Competencia social y cívica.

- Autonomía e iniciativa personal.
- Competencia cultural y artística.

Aunque la Figura 57 resume gráficamente en su totalidad la fase de inicio de la metodología propuesta, con el fin de facilitar la comprensión de cada una de sus etapas, se muestra a continuación la parte correspondiente a la primera etapa: la *especificación de objetivos y competencias educativas* (Figura 58). Este esquema se repetirá en la descripción de todas las etapas de la metodología.

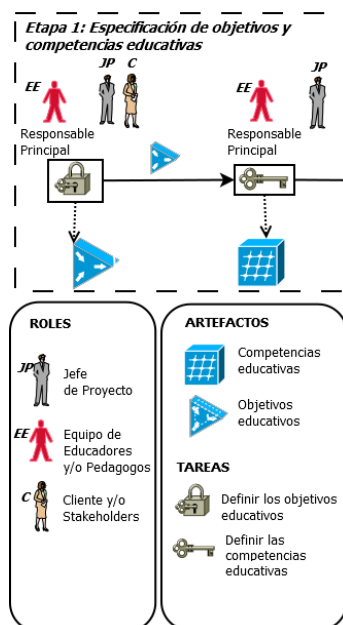


Figura 58. Resumen gráfico de la especificación de objetivos y competencias educativas.

5.2.2.1. Descripción de tareas y artefactos

En esta etapa son dos las tareas a llevar a cabo, y también serán dos los artefactos generados. En la Tabla 19 se muestran estas tareas, junto a los roles y artefactos implicados.

ETAPA 1.1 – Especificación de objetivos y competencias educativas				
Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.1.1.1	Definir los objetivos educativos que soportará el videojuego	EE, JP, C	A1	Documento con los objetivos educativos
T.1.1.2	Definir las competencias educativas que incluirá el videojuego	EE, JP	A2	Documento de competencias educativas

Tabla 19. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de especificación de objetivos y competencias educativas.

La primera tarea, *definir los objetivos educativos* (T.1.1.1), es un paso clave ya que determinará el objetivo serio del videojuego. Así, es necesario establecer cuidadosamente los objetivos educativos que se pretenden alcanzar con el videojuego. El educador puede obtener los diferentes objetivos, completos o parcialmente, a partir de las unidades didácticas con las que se encuentra familiarizado. El conjunto de objetivos será discutido con el cliente para asegurar la satisfacción de éste; y con el jefe de proyecto, con el fin de corroborar la futura viabilidad del videojuego. Como consecuencia, el primer artefacto (A1) generado será un *documento con los objetivos educativos* del SG, del cual no existe restricción alguna de formato, pero sí es esencial que cada objetivo tenga asociado un identificador unívoco y que éstos se recojan de forma clara y ordenada en el documento. Un ejemplo de objetivo educativo podría ser: “Reconocer la normativa de uso y las medidas de seguridad en el laboratorio para poder trabajar en él correctamente”. Este objetivo podría formar parte de una unidad didáctica de biología y geología de primero de ESO.

En la segunda tarea, *definir las competencias educativas* (T.1.1.2), se debe delimitar el conjunto de competencias educativas que el juego deberá atender en menor o mayor grado. Para ello, el punto de partida será determinar las necesidades educativas que se desean cubrir o soportar con el uso del videojuego teniendo en mente los objetivos desarrollados en la tarea anterior (artefacto A1). El conjunto de competencias se registrará en un *documento de competencias educativas* (artefacto A2) y la redacción de cada competencia debería hacer referencia, al menos, a: a) la acción que el estudiante debe ser capaz de realizar como resultado de la adquisición de la competencia, b) el conocimiento conceptual, procedural y/o actitudinal necesario para realizar dicha acción y c) el contexto donde se ejecutaría esa acción. No existe un estándar para redactar una competencia, pero debe redactarse, en la medida de lo posible, de forma escueta y verificable. Las competencias podrán organizarse en bloques y en todo caso deberán ser identificadas de manera unívoca, por ejemplo a través de una codificación. Tras esta tarea se habrá perfilado el ámbito educativo del juego en base a competencias generales y específicas. Por último, cabe mencionar que esta tarea involucra al jefe de proyecto (JP) y al equipo de educadores y/o pedagogos (EE) que, precisamente, son los responsables de la tarea.

5.2.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta primera etapa de la fase de inicio es necesario considerar el público objetivo del SG educativo, ya que antes de definir los objetivos y las competencias educativas se requiere identificar al colectivo de estudiantes al que se dirige, y esta decisión marcará de manera importante la selección de objetivos y competencias educativas, como no podría ser de otra manera. Por otra parte, el contexto de uso también se debería valorar en esta etapa;

fundamentalmente los recursos materiales y personas implicadas con las que se contará en el futuro despliegue del videojuego, los cuales influirán en gran medida el devenir del mismo.

5.2.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 20) resume la etapa 1 de la fase de inicio, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos generados.

ETAPA 1 de la Fase de inicio: Especificación de objetivos y competencias educativas			
TAREA T1.1.1	Definir los objetivos educativos que soportará el videojuego		
Artefactos de entrada	Ninguno		
Propósito	Determinar los objetivos educativos que se pretende trabajar con el videojuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	Público objetivo y contexto de uso		
Roles implicados	EE, JP, C		
Artefactos de salida	A1	Documento con los objetivos educativos	Documento sin formato específico con la descripción de los objetivos educativos y su identificador
TAREA T1.1.2	Definir las competencias educativas que incluirá el videojuego		
Artefactos de entrada	A1	Documento con los objetivos educativos	
Propósito	Determinar las competencias educativas que se pretender alcanzar con el videojuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	Público objetivo y contexto de uso		
Roles implicados	EE, JP		
Artefactos de salida	A2	Documento de competencias educativas	Documento que contiene las competencias educativas, descritos de forma escueta y verificable, que podrán organizarse en bloques y deberán ser identificadas de forma unívoca

Tabla 20. Resumen de la etapa de especificación de objetivos y competencias educativas.

5.2.3. Etapa 2 de la fase de inicio: Diseño previo del tipo de videojuego

En esta segunda etapa de la fase de inicio se deben considerar la mayoría de los criterios de la taxonomía para perfilar a rasgos generales el tipo de videojuego, especialmente aquellos criterios identificados como críticos. Por lo tanto, antes de diseñar la historia y los retos del videojuego, es necesario

determinar una serie de características del videojuego que pueden afectar a decisiones de diseño posteriores. Estas características incluyen: el género, el avatar, la plataforma, el nivel narrativo, el ámbito de aplicación o la interactividad. La Figura 59 resume gráficamente esta etapa, cabe señalar que aparece un nuevo epígrafe en la imagen, “ARTEFACTOS [Etapas previas]”, estos son artefactos que han sido generados en etapas anteriores y que son necesarios para realizar una tarea, en la fase de diseño se ejemplariza con más detalle sobre ello.

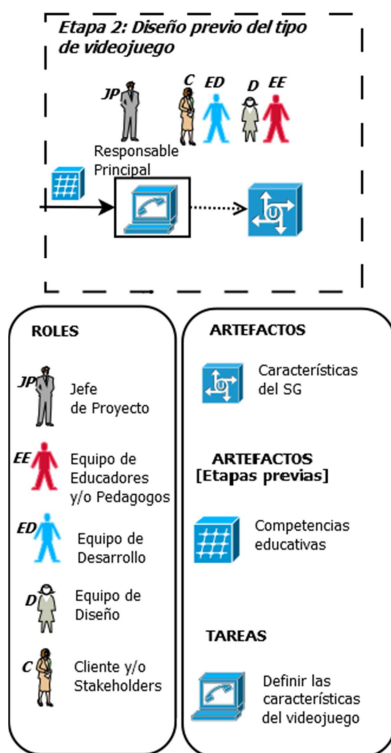


Figura 59. Resumen gráfico del diseño previo del tipo de videojuego.

5.2.3.1. Descripción de tareas y artefactos

En esta etapa se deben definir las características del videojuego, una tarea que se descompone en un conjunto de sub-tareas que están orientadas a elegir entre los distintos tipos de género, plataformas, etc. El resultado de todas estas decisiones se recoge en un único artefacto que es el documento de características generales del videojuego. En la siguiente tabla (Tabla 21) se describe esta tarea, junto a los roles y artefactos implicados.

ETAPA 1.2 – Diseño previo del tipo de videojuego						
Tareas		Sub-tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.1.2.1	Definir las características	ST.1.2.1.1	Decidir el área	JP, C, ED, D, EE	A3	Documento con la

	del videojuego		aplicación			relación de características del videojuego
		ST.1.2.1.2	Determinar género y tipo de avatar			
		ST.1.2.1.3	Delimitar la dedicación esperada del público objetivo			
		ST.1.2.1.4	Establecer la arquitectura <i>hardware</i>			
		ST.1.2.1.5	Determinar el despliegue			
		ST.1.2.1.6	Decidir la interactividad			
		ST.1.2.1.7	Decidir el tipo de narrativa a usar			
		ST.1.2.1.8	Definir las reglas generales del juego			
		ST.1.2.1.9	Determinar el tipo de interacción entre jugadores			
		ST.1.2.1.10	Analizar cómo se va a llevar a cabo la evaluación			
		ST.1.2.1.11	Decidir la adaptación			
		ST.1.2.1.12	Analizar las posibles licencias			

Tabla 21. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño previo del tipo de videojuego.

Por ende, el objetivo de esta etapa, implementado a través de la tarea de *definición de características del videojuego* (T.1.2.1), es categorizar el videojuego, para lo que se aconseja el uso de prácticamente todos los criterios de la taxonomía CSG (excluyendo los que se refieren al proceso de desarrollo y no al videojuego). Cada sub-tarea se corresponde con el estudio de un criterio de la taxonomía para determinar qué alternativa es la más apropiada para el videojuego que se desea desarrollar. Por ejemplo, la clasificación propuesta en la sección 3.1.5 podría ser utilizada para determinar el género de los videojuegos (acción, aventura gráfica, lucha,

lógica, simulación, deporte o estrategia) (ST1.2.1.2), y la clasificación de la sección 3.1.9 serviría para concretar el área educativa del SG (formación en salud, aprendizaje, entrenamiento de competencias, etc.) (ST1.2.1.1). Siguiendo de nuevo la taxonomía propuesta en esta tesis, la plataforma empleada (sección 3.1.3) implicaría elegir, normalmente, entre *PC*, videoconsola o *smartphone/tablet* (ST1.2.1.4). Igualmente, en esta etapa habrá que decidir si se considera algún tipo de adaptación (ST1.2.1.11), ya sea en referencia a los niveles de dificultad del juego o la personalización de los parámetros de juego. Del mismo modo, la interacción (ST1.2.1.6) establecerá cómo el jugador o los jugadores interactúan con el videojuego, pudiendo ser activa (interactuando con su propio cuerpo), estándar (interactuando con periféricos especiales o comunes), o incluso usando tecnologías más novedosas que se dan en los videojuegos pervasivos. El resto de sub-tareas serían igualmente abordadas en base a lo previamente establecido en la taxonomía CSG.

Adicionalmente, desde la perspectiva de cómo los jugadores controlan el avatar es necesario establecer si se trata de un videojuego en tercera persona o, por el contrario, en primera persona, donde el avatar o protagonista no tiene aspecto físico definido. Otra posibilidad es que no haya ningún avatar concreto o único para representar al jugador en el videojuego, esto sucede en videojuegos como *The Sims* donde varios personajes son controlados, no existiendo un avatar principal; o todo lo contrario, ningún avatar, como en el caso de videojuegos de lógica (*Tetris*).

Dada la trascendencia de esta tarea es fundamental que participen muchos de los roles presentes en el proyecto, desde el jefe de proyecto (JP) hasta los diseñadores gráficos (D) y educadores (EE), pasando por el cliente (C) y el propio equipo de desarrollo (ED). Añadir, que esta tarea tiene como artefacto de entrada las *competencias educativas (A2)*, ya que podría marcar en gran medida algunas de las características del futuro SG. Como resultado, el artefacto A3 (*documento con la relación de características generales del videojuego*) es generado como un compendio de las alternativas elegidas respecto a cada criterio y la toma de decisiones que ha tenido lugar para llegar a dicha elección.

5.2.3.2. Criterios de la taxonomía involucrados

Como se ha indicado, en esta etapa se requiere considerar una gran cantidad de los criterios de la taxonomía, como son: área de aplicación, género, dedicación, arquitectura *hardware*, despliegue, interactividad, narrativa, jugabilidad, interacción entre jugadores, evaluación, adaptación y licencia.

5.2.3.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 22) resume la segunda etapa de la fase de inicio, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 2 de la Fase de inicio: Diseño previo del tipo de videojuego			
TAREA T1.2.1	Definir las características del videojuego		
Artefactos de entrada	A2	Competencias educativas	
Propósito	Categorizar el videojuego a través de la taxonomía CSG		
Criterios de la taxonomía a considerar	Área de aplicación, género, dedicación del público objetivo, arquitectura <i>hardware</i> , despliegue, interactividad, narrativa, jugabilidad, interacción entre jugadores, evaluación, adaptación y licencia		
Roles implicados	JP, C, ED, D, EE		
Artefactos de salida	A3	Documento con la relación de características del videojuego	Documento sin formato específico describiendo las características generales del videojuego en términos de la taxonomía CSG

Tabla 22. Resumen de la etapa del diseño previo del tipo de videojuego.

5.2.4. Etapa 3 de la fase de inicio: Diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales

En términos generales, para definir completamente la historia de un videojuego se requieren varias iteraciones y el número de éstas es probable que sea proporcional al nivel narrativo elegido. Así, por ejemplo, cuando se tiene en mente un nivel narrativo complejo, en cantidad o en forma, es fácil perder la visión general de la historia y generar como resultado una narrativa deficiente con diversas incoherencias o lagunas. Para reducir este riesgo, en la tercera etapa de la fase de inicio de la metodología propuesta se debe elaborar un diseño inicial de la historia donde se recoja el argumento principal del videojuego de una forma más abstracta y/o global. En este diseño inicial, algunos o todos los personajes principales que aparecerán en el futuro videojuego deberían ser también planteados. Este diseño inicial se podrá enriquecer con algunos bocetos gráficos. La Figura 60 muestra la etapa de forma resumida.

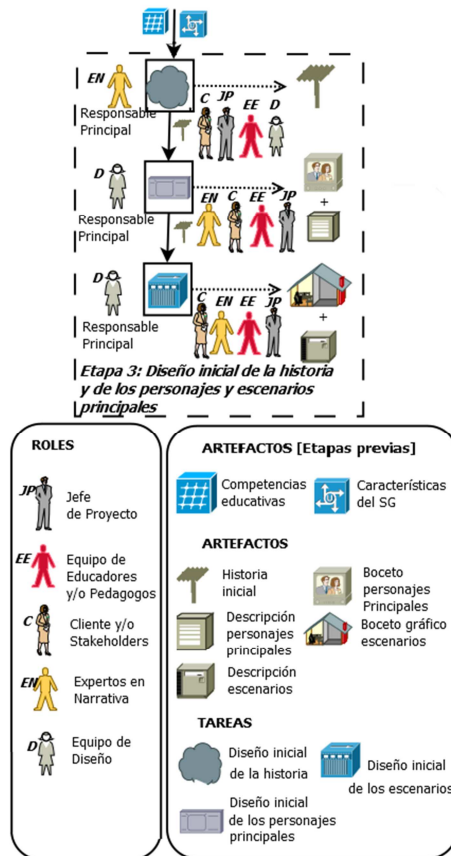


Figura 60. Resumen gráfico del diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.

5.2.4.1. Descripción de tareas y artefactos

En esta tercera etapa de la fase de inicio se realizan tres tareas, y como resultado cinco artefactos son generados. En la siguiente Tabla 23 se sintetizan las tareas, junto a los roles y artefactos implicados.

ETAPA 1.3 – Diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales				
Tareas		Roles implicados		Artefactos generados
T.1.3.1	Diseño inicial de la historia	EN, C, EE, JP, D	A4	Documento inicial de la historia del videojuego
T.1.3.2	Diseño inicial de los personajes principales	D, C, EN, EE, JP	A5	Documento de descripción de los personajes principales
			A6	Bocetos gráficos con el aspecto de los personajes principales
T.1.3.3	Diseño inicial de los escenarios	D, C, EN, EE, JP	A7	Documento de descripción de los escenarios principales

			A8	Bocetos gráficos con la apariencia de los escenarios principales
--	--	--	----	--

Tabla 23. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.

La primera tarea de esta tercera etapa de la fase de inicio consiste en desarrollar un esbozo o borrador del *diseño inicial de la historia* (T.1.3.1). Previamente, en la etapa anterior, se tomaron algunas decisiones de diseño en cuanto al nivel narrativo que va a tener el videojuego. De acuerdo a la taxonomía CSG (sección 3.1.6), los siguientes tipos podrían establecerse: no hay narrativa, narrativa elemental, narrativa básica, narrativa completa, narrativa compleja o todo es narrativa. Además del nivel y forma de la narrativa (que podría ser redefinido o concretado en esta tarea si se ve necesario) es importante tener en mente todas las características del videojuego identificadas en la segunda etapa de la fase de inicio, así como las competencias educativas identificadas en la primera etapa de la fase de inicio, a la hora de diseñar la historia inicial del videojuego.

Además, antes de comenzar a escribir la historia del videojuego hay que decidir el esqueleto argumental que se va a seguir. Uno de los esqueletos argumentales más recurrentes en la cultura del entretenimiento (cine, videojuegos y novelas) es el viaje del héroe. Es una terminología ideada por el antropólogo americano Joseph Campbell (1959) para establecer un modelo de muchos de los relatos épicos de la historia. El héroe es la personalización de los ideales de una cultura. Tradicionalmente, el héroe podría ser un guerrero (el ideal de fuerza), un explorador (fundador de civilizaciones), un filósofo o en el mundo actual, un artista o un científico. En cualquier caso la base de la historia se repite una y otra vez, ya sea en la *Odisea*, *el Rey Arturo*, *Luke Skywalker* o *Matrix*, el héroe responde a la llamada de la aventura. Todo comienza como una inquietud, algo falta en la vida del personaje, Campbell y Blake (1989) dividen este patrón literario en tres etapas básicas, y cada etapa tiene varias sub-etapas:

1. Separación:
 - a. Llamada a la aventura.
 - b. Rechazo de la llamada.
 - c. Ayuda sobrenatural.
 - d. Cruce del umbral.
 - e. El vientre de la ballena.
2. Iniciación:
 - a. Camino de pruebas.
 - b. Encuentro con la diosa.
 - c. Mujer como tentación.
 - d. Apoteosis.

- e. Última bendición.
3. Regreso
- a. Rechazo de regreso.
 - b. Vuelo mágico.
 - c. Umbral de retorno.
 - d. Maestro de dos mundos.
 - e. Libertad para vivir.

Existen varias versiones del viaje del héroe, pero en esencia, sigue el modelo planteado por Campbell y Blake (1989). Los ejemplos que siguen este patrón son innumerables: *La Guerra de Las Galaxias*, *El Señor de los Anillos*, *El Mago de Oz* o *El Rey León* (Wars, 2002), entre otros. Finalmente, de acuerdo al nivel narrativo seleccionado y el esqueleto argumental elegido, se generará un esbozo general de la historia del videojuego que después será concretada y ampliada durante el diseño de cada escena.

En referencia a los roles asociados, esta tarea tiene como responsable al equipo narrativo (EN), secundado por el jefe de proyecto (JP), el cliente (C) y el equipo educativo (ED). El resultado o artefacto generado será el *documento inicial de la historia del videojuego* (artefacto A4).

Respecto a la segunda tarea (T.1.3.2), *el diseño inicial de los personajes principales*, durante el desarrollo de la tarea antecesora irán apareciendo los diferentes personajes que deben ser capturados en esta tarea. Los personajes con un papel significativo en la historia global del videojuego deberán ser descritos en un documento aparte denominado *documento de descripción de los personajes principales* (artefacto A5) que recogerá, al menos, la siguiente información sobre cada personaje: nombre, sexo, edad aproximada, descripción física, descripción del carácter y eventos significativos durante el desarrollo de la historia del videojuego. Finalmente, también pueden realizarse bocetos gráficos que concreten aún más la apariencia de los personajes cuando esto es fundamental para la semántica de la historia. Estos *bocetos gráficos de los personajes principales* constituyen el artefacto A6.

También es necesario, de forma análoga a la anterior, realizar la tarea de *diseño de los escenarios principales* (T.1.3.3), donde los *escenarios principales* son *descritos* (artefacto A7) y concretados en *bocetos gráficos* (artefacto A8). La descripción de cada escenario debería indicar, al menos: nombre, localización física, época histórica, descripción del espacio, principales objetos en dicho espacio, y objetos interactivos cuyo uso es trascendental para la historia del videojuego vista de forma global. La especificación detallada de dichos escenarios se realizará en la etapa de diseño de escenarios.

Para la elaboración de los bocetos gráficos (artefactos A6 y A8) es fundamental un *feedback* por parte del cliente (C), ya que el diseñador gráfico (D) debe adaptarse a las preferencias del cliente, aunque también

debería seguir las recomendaciones del equipo educador (EE) o diferentes grupos de interés, como pueden ser los padres, sobre todo si el videojuego tiene como público objetivo a menores. Lógicamente, el jefe de proyecto (JP) y el equipo narrativo (EN) también deberían participar en la consecución de esta tarea.

5.2.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa, en principio, el único criterio de la taxonomía involucrado es la narrativa, como se ha podido analizar en la sección anterior. Aunque otros criterios podrían ser tenidos en cuenta en función del motor del videojuego (metodología de desarrollo), la audiencia del videojuego (público objetivo) o de la reutilización de una historia o personajes ya existentes (licencia).

5.2.4.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 24) resume la tercera etapa de la fase de inicio, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 3 de la Fase de inicio: Diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales			
TAREA T1.3.1	Diseño inicial de la historia		
Artefactos de entrada	A2	Documento con las competencias educativas	
	A3	Documento con las características del SG	
Propósito	Detallar el esqueleto argumental del videojuego y, si es necesario, concretar más el nivel narrativo que se empleará		
Criterios de la taxonomía a considerar	Narrativa, licencia, público objetivo		
Roles implicados	EN, C, EE, JP, D		
Artefactos de salida	A4	Documento inicial de la historia del videojuego	Documento, sin formato establecido, que resume la historia del videojuego
TAREA T1.3.2	Diseño inicial de los personajes principales		
Artefactos de entrada	A4	Documento inicial de la historia del videojuego	
Propósito	Describir los personajes principales del videojuego, así como su apariencia		
Criterios de la taxonomía a considerar	Público objetivo, licencia, metodología de desarrollo		
Roles implicados	D, C, EN, EE, JP		
Artefactos de salida	A5	Documento de descripción de los personajes principales	Documento que debe describir aspectos como el nombre, la edad, sexo, descripción física o carácter de cada personaje
		A6	Bocetos gráficos con el Representación gráfica de los

		aspecto de los personajes principales	personajes principales
TAREA T1.3.3	Diseño inicial de los escenarios		
Artefactos de entrada	A4	Documento inicial de la historia del videojuego	
Propósito	Detallar los escenarios principales del videojuego, y la apariencia de éstos		
Criterios de la taxonomía a considerar	Público objetivo, licencia, metodología de desarrollo		
Roles implicados	D, C, EN, EE, JP		
Artefactos de salida	A7	Documento de descripción de los escenarios principales	Documento que contiene la descripción de los escenarios principales (nombre, localización física, época de la historia, descripción del espacio y objetos principales presentes)
	A8	Bocetos gráficos con la apariencia de los escenarios principales	Representación gráfica de los escenarios principales

Tabla 24. Resumen de la etapa de diseño inicial de la historia y de los personajes y escenarios principales.

5.3. Fase de diseño

La fase de diseño es una fase crucial en el desarrollo del videojuego. Cuando comienza la fase de diseño, ya se han definido una serie de características genéricas del videojuego en la fase de inicio. Sobre la base de las primeras decisiones, la fase de diseño propone un conjunto de tareas de modelado, lo que da lugar a un conjunto de artefactos de diseño.

Concretamente, la fase de diseño se descompone en siete etapas o sub-fases conforme a la Figura 61. Estas etapas son: (1) *diseño de actos*, donde se realiza una primera estructura de descomposición del videojuego. (2) *Diseño de escenas*, en el que cada acto es dividido en una o varias escenas. (3) *Diseño de escenarios*, que se realiza de forma paralela al diseño de escenas, y donde cada acto se descompone en los diferentes escenarios presentes en el juego. (4) *Diseño de personajes y objetos*, para cada escena se diseña los diferentes personajes y objetos interactivos que estarán presentes. (5) *Diseño de retos*, todos los retos del videojuego son diseñados aquí, de los cuales algunos incluirán componentes educativos. (6) *Diseño de acciones*, concretando aún más, cada escena se divide en acciones. (7) *Diseño de diálogos*, los diálogos son un tipo especial de acción y son diseñados de forma paralela a las acciones. Por último, existe una etapa transversal a todo el proceso que incluiría el *gameplay*, la *adaptación* y los *efectos sonoros*.

En la Figura 61 se observan estas ocho etapas divididas a través de cajas de líneas discontinuas. Además, dentro de cada etapa se pueden ver iconos que representan las diferentes tareas y artefactos que intervienen en cada etapa, siguiendo la misma representación que la adoptada en la figura de la fase de inicio. Estas etapas son:

1. Diseño de actos.
2. Diseño de escenas.
3. Diseño de escenarios (realizada de forma paralela a la anterior).
4. Diseño de personajes y objetos.
5. Diseño de retos.
6. Diseño de acciones.
7. Diseño de diálogos (realizada de forma paralela a la anterior).
8. Diseño del *gameplay*, adaptación y efectos sonoros (realizada de forma transversal a todas las anteriores).

Cabe mencionar que en la figura que sintetiza de forma gráfica la fase de diseño del SG educativo, se han agrupado por un lado las etapas 1, 2 y 3; y por otro las etapas 4, 5, 6 y 7. Otro aspecto relevante es que en las leyendas de la figura aparece de nuevo el bloque, “ARTEFACTOS [Etapas previa]”, donde se indican los artefactos que han sido generados en fases o etapas previas y que son necesarios en etapas actuales. De este modo, bajo el grupo de etapas 1, 2 y 3 aparecen asociadas tres leyendas: ARTEFACTOS [Fase previa], ARTEFACTOS (artefactos generados durante las etapas) y TAREAS (tareas en las que se descompone la ejecución de dichas etapas). Lo mismo ocurre para el grupo de etapas 4, 5, 6 y 7. La leyenda de ROLES es común para ambos grupos de etapas. Por último, hacer notar que algunos artefactos llevan asociado los términos “v0” o “v1” (por ejemplo), ya que esto permite indicar la versión del mismo (siendo la más reciente la de mayor valor numérico). Por ejemplo, después de llevar a cabo la tarea de *identificar y etiquetar los retos educativos* (T.2.6.2) en la etapa 6 del diseño de acciones, como resultado se obtiene una versión más avanzada del diagrama de acciones generado en la tarea anterior (T.2.6.1 *descomponer escenas en acciones*).

A continuación, al igual que se hizo para la fase de inicio, se definirán los roles asociados a las tareas, los artefactos necesarios para ejecutar determinadas tareas (artefactos previos) y todo lo necesario para la ejecución de las mismas (tareas y artefactos generados). Es importante destacar que el grupo de etapas 4, 5, 6 y 7 se llevarán a cabo para cada escena. No obstante, antes de describir en detalle cada etapa de la fase de diseño (secciones 5.3.2 a 5.3.6), en la siguiente sección se definen una serie

de conceptos claves que están ligados a dichas etapas y que no han sido anteriormente descritos.

5.3.1. Conceptos clave

Para llevar a cabo la fase de diseño, previamente se deben abordar una serie de elementos que son detallados a continuación.

- Estructuración del juego basada en una metáfora teatral: evocando los espectáculos teatrales, la *estructura del videojuego* se ha planteado como una metáfora de una obra teatral, siguiendo y ampliando el modelo planteado en el trabajo de Cooper y Longstreet (2012) y similar a la estructura narrativa de Padilla-Zea et al. (2014). Concretamente, se proponen los siguientes elementos organizativos:
 - **Acto:** Cada una de las partes principales en las que se divide la historia del videojuego. Por muy simple que sea el futuro videojuego, al menos debería tener un acto, aunque normalmente suelen presentarse varios actos.
 - **Escena:** Cada acto se divide en escenas, como sucede en las obras de teatro, y siguiendo su misma estructura, hay una presentación, desarrollo y desenlace para cada uno de los actos. Cada una de estas tres partes pueden involucrar una o varias escenas, aunque normalmente la parte de desarrollo es la más prolífera en escenas.
 - **Acción:** Concretando aún más, cada escena se divide en acciones. Las acciones describen todos los eventos presentes en la historia del videojuego. La acción puede tener desafíos educativos asociados (como se detallará más adelante).
 - **Diálogo:** Es un tipo especial de acción que corresponde a cualquier conversación que se produzca entre los personajes del videojuego.
- El **escenario** hace referencia a un espacio en dos o tres dimensiones (2D/3D) donde se desarrolla el videojuego, aunque en muchos títulos es simplemente un fondo decorativo, el escenario puede llegar a ser pieza clave en el desarrollo del videojuego, y es que el escenario puede ser parte de la historia y, por tanto, de la narrativa como sucede en el videojuego *Okami*; incluso el escenario puede personalizarse en función de las acciones del jugador algo que ocurre en títulos como *Infamous*. En cualquier caso, el género del videojuego marcará en gran medida cómo se diseña el escenario. Volviendo a la estructura teatral, las escenas se desarrollan en los escenarios, sin embargo, no hay una correspondencia directa entre escenas y escenarios, por lo que varias escenas pueden tener lugar en un mismo escenario, o una escena específica puede implicar un cambio de escenario.

- Los **personajes** son parte fundamental del videojuego, están involucrados en las escenas y realizan las acciones y diálogos propuestos. Tiene que ser diseñado tanto el aspecto físico de los personajes como su personalidad (cualidades, habilidades u otras características). Normalmente, habrá un personaje especial o principal, que será el protagonista del videojuego (avatar del jugador). Por otra parte, como se ha comentado anteriormente, dependiendo de si el videojuego se narra en primera o tercera persona, el avatar tendrá una presencia física o no.
- Los **objetos interactivos** o partes activas de los escenarios que tienen asociada alguna funcionalidad y, en muchos casos, pueden ser recogidos por el jugador e incorporados a su inventario. Los objetos podrían ser utilizados en las acciones, servir para aumentar el número de vidas o armas, o requerirse para alcanzar determinados logros. Como sucede con los escenarios, la tipología de los objetos, la frecuencia con la que aparecen, o la dificultad para conseguirlos, dependerá del género del juego y de la dedicación o compromiso que se pretende lograr en los jugadores. De esta manera, videojuegos como *Gears of War* muestran los objetos muy visibles y sin excesiva dificultad para obtenerlos, mientras otros títulos como *Call of Duty 4* buscan un tipo de jugador con alta dedicación y gran compromiso, ya que son pocos los objetos ofrecidos y hay que usar cierta lógica (no básica) para lograrlos. Otro ejemplo del diferente enfoque con que pueden integrarse los objetos en el videojuego ocurre en las aventuras gráficas con trama detectivesca, donde los objetos interactivos enriquecen la historia, y son parte de ella, obligando al jugador a utilizar habilidades inferenciales para obtener determinados objetos y avanzar en el juego.
- Los **retos lúdicos** es algo que incluye todo videojuego, sea cual sea su historia o género. Lo que sí es dependiente del género será la forma en los que éstos se presentan o la dificultad y/o número de ellos. Videojuegos clásicos como *Mario Bros*, *Alex Kid*, *Sonic* o *Megaman* ofrecen retos similares en forma de destruir enemigos o conseguir determinados objetos, con un enemigo especial al final de cada acto. Por su parte, las aventuras gráficas suelen ofrecer una serie de retos menos simples y de mayor variedad, como también sucede en los videojuegos de rol.
- Los desafíos o **retos educativos** son diseñados por el equipo de expertos pedagogos o educadores con el fin de desarrollar determinadas competencias educativas dentro del currículo de los alumnos que formen parte del público objetivo. Estos retos se intentan ocultar integrándolos en una parte de los retos lúdicos, con la intención de que el jugador no perciba que se trata de un reto educativo, o lo que es lo mismo, intentando que el jugador se divierta mientras aprende.

- La **banda sonora, música o sonidos** incluyen todos los elementos acústicos necesarios en el videojuego como voces, efectos sonoros y música.
- El **gameplay** o jugabilidad es un término complejo que define la mecánica del juego y que ha sido definido por varios autores. Por ejemplo, en el trabajo de Järvinen, Heliö y Mäyrä (2002) se define como “el periodo de tiempo durante el cual un juego impone sus reglas y su entorno al jugador, y donde el jugador desarrolla habilidades y estrategias para trabajar los objetivos del juego en base a sus reglas”. Por su parte, Björk y Holopainen (2005) lo definen como “las estructuras de interacción del jugador con el sistema de juego y con otros jugadores”, añadiendo así el componente *multiplayer* de los videojuegos. Incluso algunos autores se niegan a definir el *gameplay*, como es el caso de Rolling y Adams (2003), ya que según ellos “es el resultado de una gran cantidad de elementos”. Por último, una de las definiciones más completas es detallada por González Sánchez (2010) y ya reflejada en la sección 3.1.11. Además, este concepto está intrínsecamente relacionado con el género del videojuego, que define la forma en la que el jugador interactúa con los mecanismos y dinámicas del juego para lograr los objetivos serios (en el caso de los SG), y proporcionar una experiencia divertida que satisfaga al jugador. En este punto, las reglas de juego adquieren un papel importante.
- La **adaptación**, entendida como la capacidad del videojuego para ajustarse, automáticamente (en base a reglas de experto implementadas en el videojuego) o manualmente (a través de la monitorización de un docente) al jugador/es. Su diseño implica decidir qué características del juego son configurables dependiendo del perfil del jugador, tales como: la forma de interacción, los desafíos educativos y su evaluación, o la narrativa (entre otros).

La Figura 62 ilustra a través de un ejemplo, algunos de estos elementos clave. En la captura de pantalla del videojuego *Urano* se puede observar al avatar justo antes de recoger (acción) el martillo (objeto interactivo). En este caso, un niño (puede adaptarse a una niña) aparece en una escena del acto de Roma. Esta escena ocurre en un escenario al aire libre donde el jugador debe superar algunos desafíos para reparar la biga (un tipo de carro romano). Uno de estos desafíos educativos tiene asociado dos competencias educativas: comprensión literal y comprensión inferencial porque el jugador debe ser capaz de interpretar las instrucciones del anciano romano para reparar la biga e inferir que la madera de la silla puede ser utilizada para esta reparación (el martillo es necesario para extraer la madera de la silla).



Figura 62. Ejemplo de la escena *reparar biga* del acto de Roma de *Urano*.

5.3.2. Etapa 1 de la fase de diseño: Diseño de actos

La primera etapa de la fase de diseño corresponde al diseño de los actos (Figura 63). En esta etapa se decide una descomposición de la historia del videojuego en actos, junto con el flujo de acción a través de estos actos. El resultado de esta primera tarea se refleja en un documento de diseño denominado diagrama de actos. Además, se realiza una descripción informal de cada acto para tener una idea sintetizada del desarrollo que tendrá lugar durante el mismo. Por ejemplo, en el videojuego *Urano*, son nueve los actos que componen el juego, de los cuales cuatro se corresponden con saltos en el tiempo a diferentes épocas (Egipto, Roma, Asia y Reino de Castilla-América).

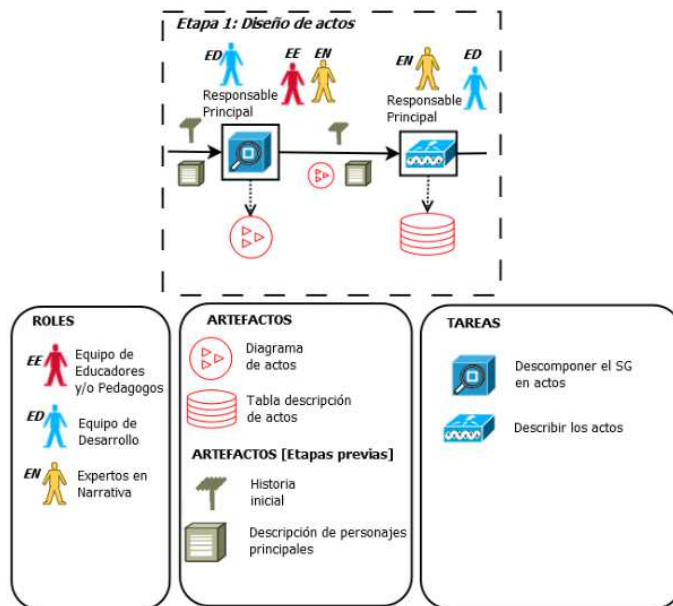


Figura 63. Resumen gráfico del diseño de actos.

5.3.2.1. Descripción de tareas y artefactos

En esta primera etapa de la fase de diseño son dos las tareas a llevar a cabo, las cuales generan sendos artefactos. En la Tabla 25 se muestran estas tareas, junto a los roles y artefactos implicados.

ETAPA 1				
Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.1.1	Descomponer el SG en actos	ED, EE, EN	A9	Diagrama de actos
T.2.1.2	Describir los actos	EN, ED	A10	Tabla de descripción de actos

Tabla 25. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de actos.

La primera tarea da forma a la estructura del videojuego (*descomponer el SG en actos*, T.2.1.1). Para llevar a cabo esta tarea (o tareas sucesivas donde se requiere descomponer, como puede ser el diseño de escenas, escenarios o acciones) se pueden utilizar técnicas de descomposición, como por ejemplo, la descomposición estructurada utilizada en proyectos *software*: *Work Breakdown Structure (WBS)*, *Work Flow Diagram (WFD)* o *Work Flow System (WFS)*. También, en la literatura científica existen varios trabajos relacionados con las técnicas de descomposición (Benders, 1962; Van Slyke & Wets, 1969; Geoffrion, 1970; Dietzenbacher & Los, 1998; Conejo, Castillo, Mínguez & García-Bertrand, 2006) que pueden ser tenidos en cuenta. Es importante, no solo establecer una división lógica del videojuego en actos, sino que éstos deben tener una duración o tamaño similar con el fin de evitar desequilibrios pronunciados entre actos. Como resultado de esta tarea se obtiene el artefacto A9, *diagrama de actos*. El diagrama de actos representará el conjunto de actos del videojuego y el flujo entre ellos, esto es cómo se produce la transición entre cada uno y el siguiente, pudiéndose fijarse un orden fijo o órdenes alternativos. El responsable de esta tarea es el equipo de desarrollo (ED), y puede contar con el apoyo del equipo de educadores (EE) y el equipo de expertos en narrativa (EN). Para poder realizar esta primera tarea es necesario partir de los artefactos A4 y A5 desarrollados durante la fase inicial, es decir, la *historia inicial* y la *descripción de los personajes principales*.

La segunda tarea, *describir los actos* (T.2.1.2), debe ofrecer una descripción escueta de lo que ocurrirá en cada acto, a modo de resumen. El resultado es una tabla con la *descripción de los actos* en la que cada fila identifica, unívocamente, y describe cada acto indicando su argumento principal, y los objetos y personajes importantes que aparecen en ese acto. Se puede indicar también si algunos objetos recogidos en ese acto son necesarios para los siguientes actos. El rol responsable de esta segunda tarea es el equipo narrativo (EN) con la colaboración del equipo de desarrollo (ED). Como resultado de esta tarea se obtiene un artefacto con la descripción en lenguaje natural de todos los actos (A10). Por último, es relevante mencionar que esta tarea tiene algunos artefactos fundamentales para su correcto desarrollo, la *historia inicial* (A4), la *descripción de los personajes principales* (A5) y el *diagrama de actos* (A9).

5.3.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa, difícilmente puede incluirse algún criterio de la taxonomía como tal, aunque la descomposición del videojuego en actos puede depender del género elegido, del público objetivo o del propósito educativo concreto que se pretende alcanzar. Asimismo, aspectos como la adaptación o el *gameplay* pueden estar presentes.

5.3.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 26) resume la etapa 1 de la fase de diseño, recogiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 1 de la Fase de diseño: Diseño de actos			
TAREA T2.1.1	Descomponer el SG en actos		
Artefactos de entrada	A4	Historia inicial	
	A5	Descripción de personajes principales	
Propósito	Descomponer el videojuego en una serie de actos, de manera que exista cierto equilibrio		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> y adaptación, entre otros, pudieran tener alguna influencia		
Roles implicados	ED, EE, EN		
Artefactos de salida	A9	Diagrama de actos	Diagrama que estructura el videojuego en actos
TAREA T2.1.2	Describir los actos		
Artefactos de entrada	A4	Historia inicial	
	A5	Descripción de personajes	
	A9	Diagrama de actos	
Propósito	Realizar una descripción textual de cada uno de los actos del videojuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> y adaptación, entre otros		
Roles implicados	EN, ED		
Artefactos de salida	A10	Tabla de descripción de actos	Tabla que contiene la descripción de cada uno de los actos del videojuego

Tabla 26. Resumen de la etapa del diseño de actos.

5.3.3. Etapas 2 y 3 de la fase de diseño: Diseño de escenas y escenarios

Para cada uno de los actos incluidos en el diagrama de actos, se realizará el diseño de las escenas y el diseño de los escenarios pertinentes. Normalmente, estas dos etapas se deben llevar a cabo conjuntamente aunque, dada su envergadura, se separan en dos etapas diferentes de la fase de diseño. Generalmente, estas etapas se realizan de forma incremental, es decir, comenzando con el primer acto dentro del diagrama de actos y

progresando con los actos que están relacionados hasta recorrer el diagrama completo. No obstante, el diseño de los actos también podría planificarse de manera concurrente, tanto si la capacidad del equipo de diseño lo permite, como si no hay dependencia entre actos que lo impida.

5.3.3.1. Descripción de tareas y artefactos para el diseño de las escenas

En primer lugar, se muestra el resumen gráfico de la etapa correspondiente al diseño de escenas (Figura 64). Posteriormente, la Tabla 27 recoge cada una de las tareas, roles y artefactos vinculados a la etapa del diseño de escenas.

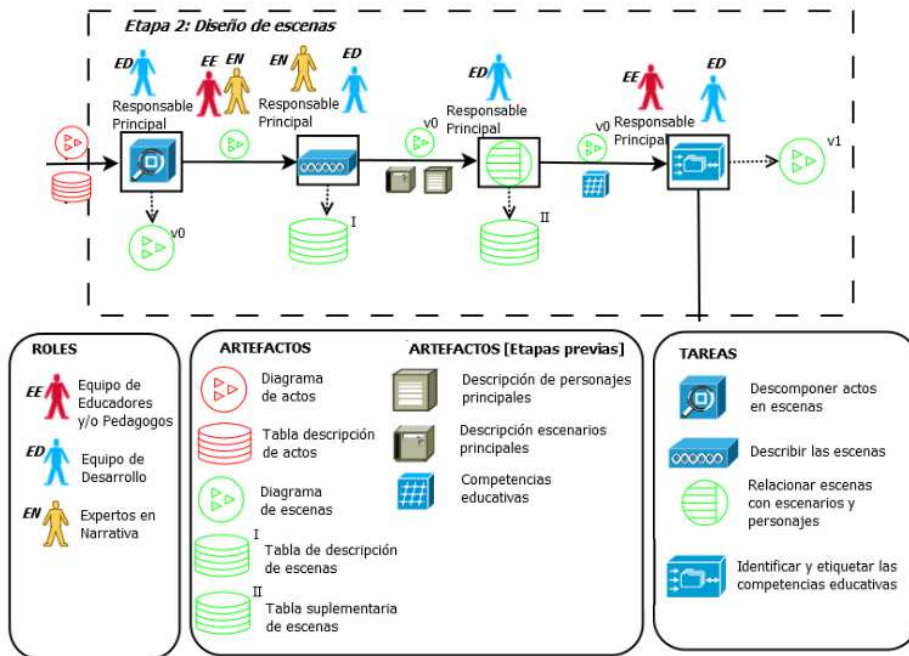


Figura 64. Resumen gráfico del diseño de escenas.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.2.1	Descomponer actos en escenas	ED, EE, EN	A11	Diagrama de escenas (v0)
T.2.2.2	Describir las escenas	EN, ED	A12	Tabla de descripción de escenas
T.2.2.3	Relacionar escenas con escenarios y personajes	ED	A13	Tabla suplementaria de escenas
T.2.2.4	Identificar y etiquetar las competencias educativas	EE, ED	A14	Diagrama de escenas (v1)

Tabla 27. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de escenas.

La tarea de *descomponer los actos en escenas* (T.2.2.1) implica decidir qué escenas tiene cada uno de los actos, así como el flujo que puede tener lugar entre dichas escenas. Para realizar esta tarea se partirá del *diagrama de actos* (A9) y la *descripción* narrativa de cada *acto* de la historia del videojuego (A10). Habitualmente habrá más de una escena por acto, aunque podría haber solo una. A modo de ejemplo, en el caso de *Urano*, el acto de Roma tiene un total de veinticinco escenas. En la Figura 62 se mostró la escena de la reparación de la biga que es la primera escena del acto de Roma. Por tanto, esta primera tarea de la etapa de diseño de escenas representa un nivel más detallado de descomposición de la historia que el realizado durante la etapa de diseño de los actos y, al igual que se ha comentado en el diseño de actos, pueden utilizarse técnicas de descomposición para ello. El resultado de esta tarea es un *diagrama de escenas* (artefacto A11) en su versión inicial (v0). El diagrama de escenas refleja la descomposición de un acto determinado en una o varias escenas, indicando su flujo de transición, es decir, cómo se navegan entre las diferentes escenas. En actos complicados, las escenas podrían agruparse en secuencias de escenas (como se verá en la sección 6.3).

Posteriormente, se realizan las tareas de *describir las escenas* (T.2.2.2) y *relacionar* éstas con los *escenarios* y *personajes* (T.2.2.3), como consecuencia se genera una *descripción* informal de cada *escena* (artefacto A12) y una *tabla suplementaria* (artefacto A13). La descripción informal de cada escena debe indicar una breve narración de lo que sucede en dicha escena, junto con toda la información que se estime oportuno, como pueden ser los personajes que intervienen, objetos presentes, cambios de escenarios, etc.; incluso dependiendo del equipo de trabajo, a veces se puede entrar en detalles de la movilidad del personaje o los tipos de cámaras que se emplean (ángulo de visionado, perspectiva, cambios de enfoque, etc.). Por su parte, la tabla suplementaria asociada a la escena enumera los escenarios y los personajes principales de cada escena. Además, en esta etapa, los educadores pueden asociar a cada escena un conjunto de competencias educativas (T.2.2.4, *identificar y etiquetar las competencias educativas*) que son seleccionadas entre las establecidas en la fase de inicio (T.1.1.2), con la posibilidad de plantearse nuevas competencias, modificaciones de éstas o, por el contrario, suprimir alguna. Estas competencias serán las que se pretende que los futuros jugadores adquieran en cada escena durante sus sesiones de juego.

En referencia a los artefactos necesarios para afrontar las diferentes tareas de esta etapa, se parte del *diagrama de actos* (A9) y su *tabla de descripción de actos* (A10) para poder descomponer los actos en escenas. Por otra parte, es fundamental la *descripción de personajes principales* (A5) y *escenarios* (A7) para poder confeccionar la tabla que relaciona éstos con las escenas. Lógicamente, las *competencias educativas* (A2) desarrolladas en la

fase de inicio son utilizadas para etiquetarlas sobre el diagrama de escenas v0 y producir la versión v1 de dicho artefacto. Para finalizar, mencionar que el equipo de desarrollo (ED) será responsable de las tareas T.2.2.1 y T.2.2.3, y sirve de apoyo en las demás, T.2.2.2 y T.2.2.4, siendo éstas últimas responsabilidad del equipo narrativo (EN) y el equipo de educadores (EE), respectivamente.

5.3.3.2. Descripción de tareas y artefactos para el diseño de los escenarios

A continuación se muestra la representación gráfica del diseño de escenarios (Figura 65) y la tabla (Tabla 28) con las tareas, roles y artefactos presentes en dicha etapa.

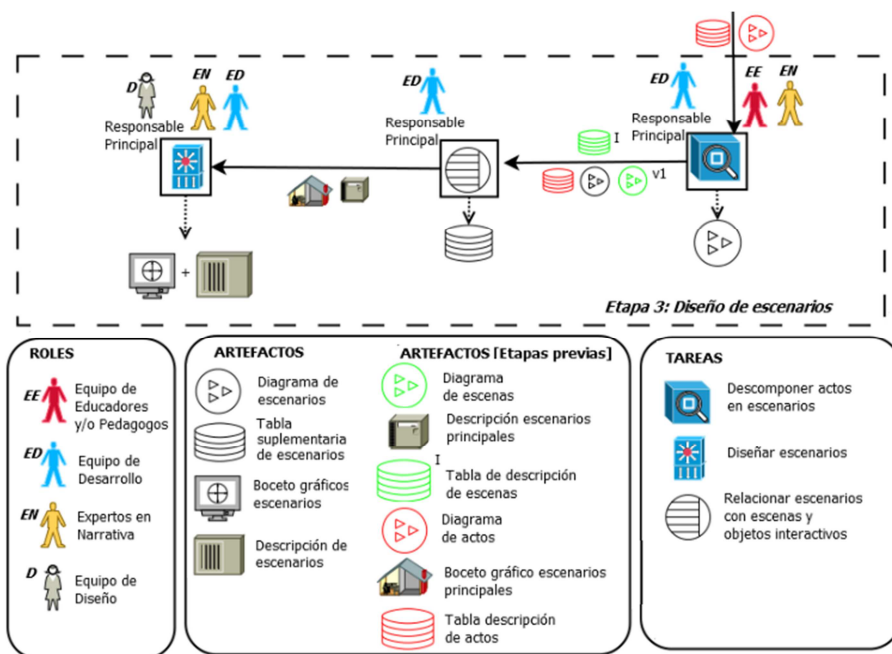


Figura 65. Resumen gráfico del diseño de escenarios.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.3.1	Identificar los escenarios para cada acto	ED, EE, EN	A15	Diagrama de escenarios
T.2.3.2	Relacionar escenarios con escenas y objetos interactivos	ED	A16	Tabla suplementaria de escenarios
T.2.3.3	Diseñar escenarios	D, EN, ED	A17	Boceto gráfico de escenarios
			A18	Descripción de escenarios

Tabla 28. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de escenarios.

Por su parte, en el diseño de los escenarios se ha de decidir el conjunto concreto de escenarios utilizados para ubicar cada acto (T.2.3.1), así como las condiciones que deben ocurrir para pasar de un escenario a otro. Aunque se pueden emplear técnicas de descomposición, en este caso tendrá un mayor peso la propia historia del videojuego, ya que los escenarios deben tener ahí la razón de su existencia. Para realizar esta tarea es necesario el *diagrama de actos* (A9) y la *descripción de los actos* (A10). El resultado se documenta en el denominado *diagrama de escenarios* (artefacto A15) que debe representar los diferentes escenarios que incluye un acto, con sus transiciones entre escenarios y las condiciones que llevan a ello.

El diseño de escenarios continúa con la segunda tarea (T.2.3.2) donde se deben *relacionar escenarios con escenas y objetos* (que fueron abordados en la descripción de los actos). Esta tarea ayudará a mejorar la cohesión entre estas tres entidades ayudando a replantear, modificar o cambiar algunos conceptos. Para elaborar esta tarea se parte de la *descripción de los actos* (A10), los *diagramas de escenas* (A14), *descripción de escenas* (A12) y los *diagramas de escenarios* (A15). Como resultado, se obtiene una *tabla suplementaria* (artefacto A16) que representa las escenas que se producen en cada escenario y los objetos interactivos presentes en él.

La última tarea del diseño de escenarios consiste en darle forma a esos escenarios conceptuales (T.2.3.3), esta tarea es una de las más relevantes en el diseño de un videojuego ya que el escenario puede llegar a ser parte fundamental del éxito del futuro juego. Aunque ya se parte de todo el trabajo realizado en la fase inicial, con lo que hay muchas decisiones ya tomadas, es decir, el tipo de interacción, el género del juego, la plataforma donde se ejecutará, incluso la historia, personajes principales y escenarios principales ya están planteados; hay decisiones sobre el escenario que deben ser planteadas ahora. Por ejemplo, habrá que decidir si se trata de escenarios reales o fantásticos, basados en alguna cultura antigua, el nivel de detalle visual que ofrecerá el videojuego, si se opta por escenarios genéricos (obtenidos a través del motor de juego), espacios interiores, exteriores o ambos, el nivel de exploración durante el juego, etc. Todo ello determinará el resultado final de los escenarios presentados en el videojuego, así como la cantidad de recursos invertidos. Además, es importante describir los escenarios brevemente, con todas las decisiones tomadas hasta el momento y susceptibles de ser modificadas en futuras iteraciones. Para llevar a cabo esta tarea se parte de la idea inicial sobre los escenarios plasmados en los artefactos A7 y A8. Una vez completada la tarea se obtienen dos artefactos, la *descripción informal de cada escenario* (artefacto A18), y sus correspondientes *bocetos gráficos* (artefacto A17). Respecto a los roles involucrados, el equipo de desarrollo (ED) tiene bajo su responsabilidad las tareas de *identificar los escenarios para cada acto* (T.2.3.1), con el posible apoyo del equipo educador (EE) y los expertos en narrativa (EN), y *relacionar*

éstos con las *escenas y objetos interactivos* (T.2.3.2). La última tarea (*diseñar escenarios*, T.2.3.3) es responsabilidad del equipo de diseño (D) en colaboración con el equipo narrativo (EN) y el equipo de desarrollo (ED).

Recurriendo nuevamente al ejemplo de *Urano*, en el acto de Roma hay diez escenarios diferentes. En la Figura 62 se puede observar el escenario donde se produce la escena de la reparación de la biga, en este caso, el escenario es una finca rural. En este ejemplo concreto, la correspondencia entre la escena y el escenario es uno a uno, pero no siempre es así. Por ejemplo, en el escenario de la mazmorra (véase Capítulo 6) se desarrollan cinco escenas: (1) llegada a la cárcel, (2) visitar a *Julio César* en la cárcel, (3) volver a la prisión para ver a *Julio César*, (4) de vuelta a la prisión con el estandarte y de (5) regreso a la prisión con el estandarte bendecido.

5.3.3.3. Criterios de la taxonomía involucrados

En estas dos etapas, criterios de la taxonomía como la adaptación o el *gameplay* deben ser tenidos en cuenta (etapa transversal del proceso propuesto por la metodología). Además, puede ser considerada la dedicación esperada del público objetivo, ya que el tamaño y la diversidad de escenas y escenarios pueden venir dada en función de dicho aspecto; (no obstante, todos los criterios de la taxonomía, especialmente aquellos incluidos en las características del juego (A3) deberán estar siempre en mente de los profesionales que desempeñan los roles involucrados en cada etapa de la fase de diseño).

5.3.3.4. Resumen de las etapas

Las dos tablas siguientes (Tablas 29 y 30) resumen las etapas 2 y 3, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 2 de la Fase de diseño: Diseño de escenas			
TAREA T2.2.1	Descomponer actos en escenas		
Artefactos de entrada	A9	Diagrama de actos	
	A10	Tabla de descripción de actos	
Propósito	Descomponer cada acto en una o más escenas, indicando las transiciones permitidas entre las mismas		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , adaptación y dedicación		
Roles implicados	ED, EE, EN		
Artefactos de salida	A11	Diagrama de escenas v0	Diagrama de escenas para cada acto
TAREA T2.2.2	Describir las escenas		
Artefactos de entrada	A11	Diagrama de escenas v0	
Propósito	Establecer en una tabla la descripción informal de cada una de		

	las escenas		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , adaptación y dedicación		
Roles implicados	EN, ED		
Artefactos de salida	A12	Tabla de descripción de escenas	Tabla que contiene la descripción de cada una de las escenas
TAREA T2.2.3	Relacionar escenas con escenarios y personajes		
Artefactos de entrada	A5	Descripción de personajes principales	
	A7	Descripción de escenarios principales	
	A11	Diagrama de escenas v0	
Propósito	Relacionar las escenas con escenarios y personajes del videojuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> y adaptación		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	A13	Tabla suplementaria de escenas	Tabla que relaciona las escenas con escenarios y personajes
TAREA T2.2.4	Identificar y etiquetar las competencias educativas		
Artefactos de entrada	A2	Competencias educativas	
	A11	Diagrama de escenas v0	
Propósito	Elaborar el diagrama final de escenas (v1), incluyendo las competencias educativas		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , adaptación y dedicación		
Roles implicados	EE, ED		
Artefactos de salida	A14	Diagrama de escenas v1	Diagrama final de escenas, con las competencias educativas

Tabla 29. Resumen de la etapa del diseño de escenas.

ETAPA 3 de la Fase de Diseño: Diseño de escenarios			
TAREA T2.3.1	Identificar los escenarios para cada acto		
Artefactos de entrada	A9	Diagrama de actos	
	A10	Tabla de descripción de actos	
Propósito	Identificar cada uno de los escenarios presentes en los actos del videojuego y el movimiento entre ellos durante las escenas		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , adaptación y dedicación		
Roles implicados	ED, EE, EN		
Artefactos de salida	A15	Diagrama de escenarios	Diagrama que representa los escenarios de cada acto
TAREA T2.3.2	Relacionar escenarios con escenas y objetos interactivos		

Artefactos de entrada	A10	Tabla de descripción de los actos	
	A12	Tabla de descripción de escenas	
	A14	Diagrama de escenas v1	
	A15	Diagrama de escenarios	
Propósito	Establecer en una tabla relacionando escenas, escenarios y objetos interactivos		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> y adaptación		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	A16	Tabla suplementaria de escenarios	Tabla que contiene las escenas y objetos interactivos que se producen en cada escenario
TAREA T2.3.3	Diseñar escenarios		
Artefactos de entrada	A8	Boceto gráfico de escenarios principales	
	A7	Descripción de escenarios principales	
Propósito	Diseñar los escenarios principales del videojuego con más detalle		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , adaptación y dedicación		
Roles implicados	D, EN, ED		
Artefactos de salida	A17	Boceto gráfico de escenarios	Bocetos de los escenarios principales del videojuego
	A18	Descripción de escenarios	Descripción asociada a cada escenario

Tabla 30. Resumen de la etapa del diseño de escenarios.

5.3.4. Etapa 4 de la fase de diseño: Diseño de los personajes y objetos

Una vez llegados a este punto del proceso propuesto por la metodología, para cada una de las escenas del diagrama se realizan cuatro etapas: (etapa 4) diseño de los personajes de la escena junto con el diseño de objetos interactivos en cada escenario de la escena, (etapa 5) diseño de los desafíos lúdicos y retos educativos de cada escena, (etapa 6) diseño de las acciones que se llevan a cabo en la escena, y (etapa 7) diseño de los diálogos entre los personajes.

Concretamente, en la cuarta etapa (*Diseño de los personajes y objetos*) que es la que nos ocupa en esta sección, se realiza una única tarea que consiste precisamente en *diseñar los personajes y objetos interactivos*, la cual se descompone en varias sub-tareas. La siguiente figura (Figura 66) muestra la representación gráfica de esta etapa.

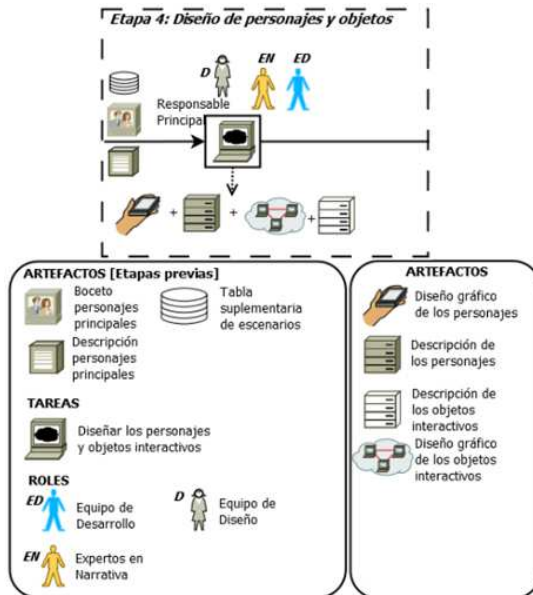


Figura 66. Resumen gráfico del diseño de personajes y objetos.

5.3.4.1. Descripción de tareas y artefactos

A continuación se muestra la tabla (Tabla 31) con las tareas, las sub-tareas, roles implicados y artefactos generados durante el diseño de los personajes y objetos.

Tareas		Sub-tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.4.1	Diseñar los personajes y objetos interactivos	ST.2.4.1.1	Diseñar personajes	D	A19	Diseño gráfico de los personajes
		ST.2.4.1.2	Describir personajes	EN, D	A20	Descripción de los personajes
		ST.2.4.1.3	Diseñar objetos interactivos	D	A21	Diseño gráfico de los objetos interactivos
		ST.2.4.1.4	Describir objetos interactivos	EN, ED, D	A22	Descripción de los objetos interactivos

Tabla 31. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de personajes y objetos.

En la fase de diseño de los personajes, en primer lugar, deben ser modelados los personajes principales establecidos en la fase de inicio. Además de los personajes principales, todos los personajes que participan en la escena deberían ser diseñados en esta etapa. Diseñar personajes (aparición, gestos, vestimentas, etc.) puede llegar a ser una de las tareas

más complejas al desarrollar un videojuego. Para comenzar, se deberían tener en cuenta las limitaciones que conlleva asociadas el motor del juego elegido, ya que esto evitará problemas en la fase de producción (para qué diseñar ciertos aspectos del personaje si posteriormente no serán correctamente representados en el juego). Por otra parte, si el personaje tiene forma humanoide es fundamental conocer correctamente las proporciones de los huesos o músculos, un mal conocimiento de ello puede desembocar en personajes defectuosos; incluso si el objetivo es exagerar ciertas facciones del personaje en cuestión. Aunque es cierto que en muchos videojuegos esta tarea no es de vital importancia, hay casos donde el diseño de personajes tiene mucha relevancia, como es el caso de los videojuegos *Destiny* o *Grand Theft Auto 5*. Para facilitar su desempeño, esta tarea se divide en varias sub-tareas, por tanto, en primer lugar es necesario realizar bocetos gráficos (ST.2.4.1.1), para posteriormente definir los rasgos de personalidad y otras particularidades de cada uno de los personajes (ST.2.4.1.2). En este sentido, hay títulos como *Uncharted 4* donde los personajes, como puede ser *Nate Drake* (Wiki-*Uncharted*, 2017), tienen realmente desarrollada una verdadera personalidad, incluso biografía, familiares, amigos o relaciones, en definitiva, una vida completa. Respecto a posibles cambios de estado del personaje, si el personaje no cambia de una escena a otra, todas las definiciones anteriores pueden ser reutilizadas en varias escenas. Por supuesto, hay que tener en cuenta que también es posible que un personaje cambie su ropa o su estado de ánimo de una escena a otra, inclusive dentro de la misma escena cuando cambia el escenario o como reacción ante una determinada acción o diálogo. Como resultado de estas dos sub-tareas se obtienen los artefactos A19 (*diseño gráfico de los personajes*) y A20 (*con la descripción de los personajes*). Será el equipo de diseño el que decide la forma de presentar los bocetos gráficos de los personajes, que debe estar lo suficientemente detallado como para ser modelado en dos o tres dimensiones en la fase de producción. Respecto a la descripción de los personajes, el documento tiene que almacenar un mínimo de información, como su nombre, o una breve descripción de su personalidad. El nivel de detalle es definido en función del tipo de videojuego.

Por otra parte, en esta tarea se diseñarán todos los objetos interactivos presentes en los escenarios y asociados con la escena. Además de un boceto gráfico (ST.2.4.1.3), cada objeto debe describirse definiendo todas sus propiedades y sus posibles estados (ya que un objeto puede cambiar de apariencia si se usa, por ejemplo), limitaciones, *feedback*, etc. (ST.2.4.1.4). En el caso de la existencia de inventario, se debería indicar si el objeto puede almacenarse en el inventario del jugador. De manera análoga a los personajes, estas dos sub-tareas generan dos artefactos, el *diseño gráfico de los objetos interactivos* (A21) y la *descripción de los objetos interactivos*

(A22). En referencia a los artefactos de entrada, para llevar a cabo la única tarea presente en esta etapa son necesarios dos artefactos obtenidos en la fase inicial de la metodología, esto es: el *boceto de los personajes principales* y la *descripción* de estos (los artefactos A5 y A6 respectivamente) y también el artefacto de la fase de diseño que *relaciona los escenarios, escenas y objetos* (A16).

Por último, es conveniente aclarar una serie de propiedades que deben estar presentes a la hora de describir los objetos en esta etapa, que aunque dependen en gran medida del motor de juego, el género o el tipo de narrativa, hay una serie de propiedades que se podrían considerar generales a la hora de diseñarlos.

- **Affordance:** Este término fue creado por el psicólogo James Gibson (1979), modificando el término anglosajón “afford”. Trasladado al universo de los videojuegos, el *affordance* hace referencia a lo que el jugador puede interpretar sobre qué hacer con un objeto en función de su aspecto visual y de la propia experiencia de juego acumulada. De esta manera, el jugador puede encontrar una llave en algún lugar del escenario, y si más tarde observa una puerta cerrada, instintivamente querrá usar esa llave para abrir la puerta.
- **Visibilidad o lenguaje visual:** Consiste en los apoyos visuales que le brindan al usuario información sobre cómo actuar en determinadas circunstancias, y es que la relación entre los objetos y la *affordance* no es siempre tan obvia. Ejemplos: calcomanías, letreros, etc.
- **Retroalimentación:** Hace referencia a la información que se envía al usuario sobre lo que éste esté haciendo. Incluye sonidos, luminosidad, animaciones y combinaciones de estas. Por ejemplo, si durante el juego aparece una puerta y un botón rojo junto a ella, al pulsar sobre el botón, éste cambia el color a verde. Esta retroalimentación se extiende también al escenario, de manera que existan también esa retroalimentación sobre el entorno. Siguiendo con el ejemplo, al pulsar el botón la puerta se abre (botón verde), y si vuelvo a presionar el botón la puerta se cierra (botón rojo).
- **Limitaciones:** Consiste en restringir y advertir acciones para prevenir al usuario sobre selecciones de opciones incorrectas. Por ejemplo, al eliminar archivos en una computadora, la máquina te pregunta si realmente quieres eliminar.
- **Consistencia:** Diseñar interfaces que tengan operaciones y elementos similares para realizar tareas similares. Por ejemplo, no tendría sentido que en un videojuego donde en el escenario hay continuos cambios de habitación a través de puertas, cada una tenga

un mecanismo de apertura diferente, salvo que esto forme parte de los retos del propio juego.

5.3.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa, de nuevo es considerada la adaptación, ya que diferentes opciones del avatar podrían ser personalizadas y, por consiguiente, habría que añadir nuevos modelos gráficos. Lógicamente, el *gameplay* puede influir también en esta etapa, y marcará en gran medida la forma física y la manera de interactuar con los objetos del juego. Por lo tanto, como ocurre en el resto de las etapas de diseño, la etapa transversal está siempre presente. Igualmente, todas las características del videojuego deben tenerse en mente. Además, como se ha mencionado antes, el género o el tipo de narrativa son criterios de la taxonomía muy relacionados con las tareas a llevar a cabo en esta etapa.

5.3.4.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 32) resume la cuarta etapa de la metodología propuesta, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 4 de la Fase de diseño: diseño de personajes y objetos			
TAREA T2.4.1	Diseñar los personajes y objetos interactivos		
Artefactos de entrada	A5	Descripción de personajes principales	
	A6	Boceto de personajes principales	
	A16	Tabla suplementaria de escenarios	
Propósito	Diseñar y describir los personajes y objetos interactivos para cada una de las escenas		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y <i>gameplay</i>		
Roles implicados	D, EN, ED		
Artefactos de salida	A19	Diseño gráfico de los personajes	Boceto gráfico de todos los personajes presentes en la escena concreta
	A20	Descripción de los personajes	Documento que incluye una descripción detallada de cada personaje (nombre, personalidad, etc.)
	A21	Diseño gráfico de los objetos interactivos	Boceto gráfico de todos los objetos interactivos presentes en la escena concreta
	A22	Descripción de los objetos interactivos	Documento que refleja una descripción de los objetos como pueden ser sus propiedades, posibles estados, <i>feedback</i> o limitaciones

Tabla 32. Resumen de la etapa del diseño de personajes y objetos.

5.3.5. Etapas 5, 6 y 7 de la fase de diseño: Diseño de los retos, las acciones y los diálogos en una escena

Antes de comenzar las etapas de diseño de las acciones (etapa 6) y los diálogos (etapa 7) que se llevarán a cabo en la escena, debe abordarse la etapa de diseño de los retos (etapa 5) incluyendo un subconjunto de éstos que son los desafíos educativos. Por lo tanto, en esta quinta etapa, deberá decidirse la forma en que se apoyarán las competencias educativas etiquetadas previamente durante la etapa del *diseño de escena*. Así, una vez que el equipo de educadores y pedagogos tiene una idea clara sobre la historia del videojuego y la trama en cada escena, se puede construir una serie de retos educativos que se enmascaren durante el juego en la misma.

5.3.5.1. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de los retos

En la Tabla 33 se muestran las dos tareas que incluye esta quinta etapa, así como los dos artefactos generados como salida. Además, también se puede ver la imagen que resume gráficamente el proceso (Figura 67).

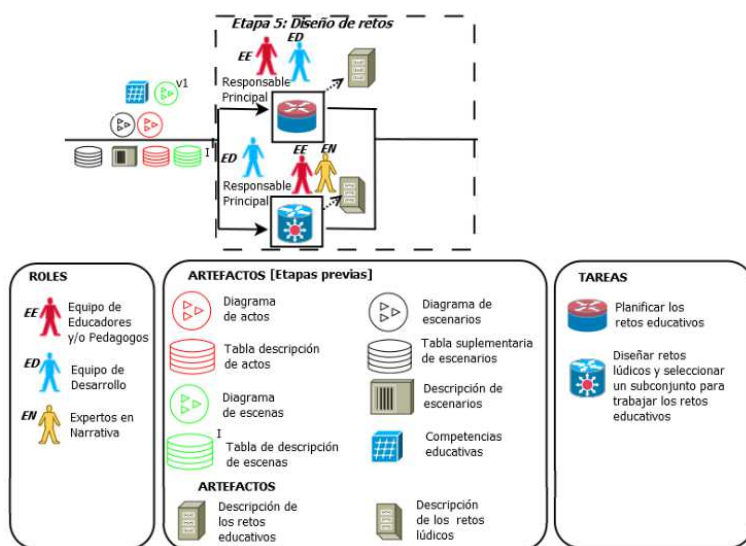


Figura 67. Resumen gráfico del diseño de retos.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.5.1	Planificar los retos educativos	EE, ED	A23	Descripción de retos educativos
T.2.5.2	Diseñar retos lúdicos y seleccionar un subconjunto de éstos para trabajar los retos educativos	ED, EE, EN	A24	Descripción de retos lúdicos

Tabla 33. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de los retos.

El equipo de educadores (EE) utilizando como base las competencias educativas (A2) y el etiquetado de las mismas sobre el diagrama de escenas v1 (A14), y con la colaboración del equipo de desarrollo (ED), deben plantear una serie de retos educativos en el juego para cada una de las escenas que se contempló previamente. Para realizar esta decisiva tarea, T.2.5.1: *planificar los retos educativos*, sobre una escena concreta, los profesionales implicados en la misma deberán disponer de una gran cantidad de información, la cual incluye: *el diagrama de actos* (A9), *la tabla de descripción de actos* (A10), *la tabla de descripción de escenas* (A12), *el diagrama de escenarios* (A15), *la tabla suplementaria de escenarios* (A16) y *la descripción de escenarios* (A18). El artefacto generado (A23) consiste en un documento informal con la *descripción* inicial, en lenguaje natural, *de los retos educativos* contextualizados dentro de la historia del videojuego donde se detalla la escena, y teniendo en cuenta los objetos y personajes implicados, así como las acciones requeridas. Adicionalmente, deberá indicarse cómo la competencia educativa o competencias educativas asociadas a cada reto se pretenden trabajar en el mismo.

Por su parte, la segunda tarea (T.2.5.2) de esta etapa consiste en *diseñar los retos lúdicos*, esencia de cualquier videojuego. Diseñar los retos presentes en un videojuego es clave en el éxito del mismo, sea SG o no, en gran medida las directrices las marcarán decisiones ya tomados anteriormente, como el motor de juego, los recursos disponibles, el género, el tipo de interacción, etc. No obstante, en el caso de los SG es importante mantener una curva creciente de dificultad pero buscando el equilibrio óptimo entre esta dificultad y el aburrimiento (Eguía, Contreras & Solano Albajés, 2011). Aunque como afirma González, Cabrera y Gutiérrez (2007), “no existe una receta mágica que nos ayude a obtener un éxito asegurado”, y es que mantener la diversión o una alta motivación por el juego en todos sus jugadores es realmente utópico, ya que no todos los futuros jugadores reaccionan de la misma manera ante los diferentes retos. Volviendo a la metodología, el equipo de desarrollo (ED) es responsable de esta tarea teniendo en mente el motor del juego y el *gameplay*. Durante esta tarea, una parte de los retos lúdicos tendrán encapsulados los retos educativos planificados en la tarea anterior, de ahí que sea necesario para realizar esta segunda tarea la colaboración del equipo de educadores (EE) y los expertos en narrativa (EN), con el fin de integrar correctamente todos los retos vinculados a la propia narrativa. Estas dos tareas se desarrollan en paralelo. Al finalizar la tarea, una *descripción de los retos lúdicos* debe quedar reflejada sobre las diferentes escenas (A24). De nuevo se obtiene un documento informal con los retos en cada escena junto con objetos, personajes o acciones que intervienen.

5.3.5.2. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de las acciones

En las etapas siguientes, estos retos se materializan en forma de acciones (etapa sexta) y diálogos (etapa séptima), etiquetando los retos educativos sobre los puntos concretos de éstos donde se trabajan (en base a las competencias asociadas). Es inevitable que la etapa del diseño de los retos, la etapa del diseño de las acciones y la etapa del diseño de diálogos tengan cierta concurrencia, ya que hasta que no se realiza un esbozo sobre las acciones y diálogos que tendrán lugar en una determinada escena no se comprobará la viabilidad real del reto educativo, y todo ello sin perder de vista la tipología del videojuego y el motor del juego. La siguiente tabla (Tabla 34) esquematiza las tareas, roles y artefactos presentes en el diseño de las acciones (etapa 6), y la Figura 68 resume gráficamente dicha etapa.

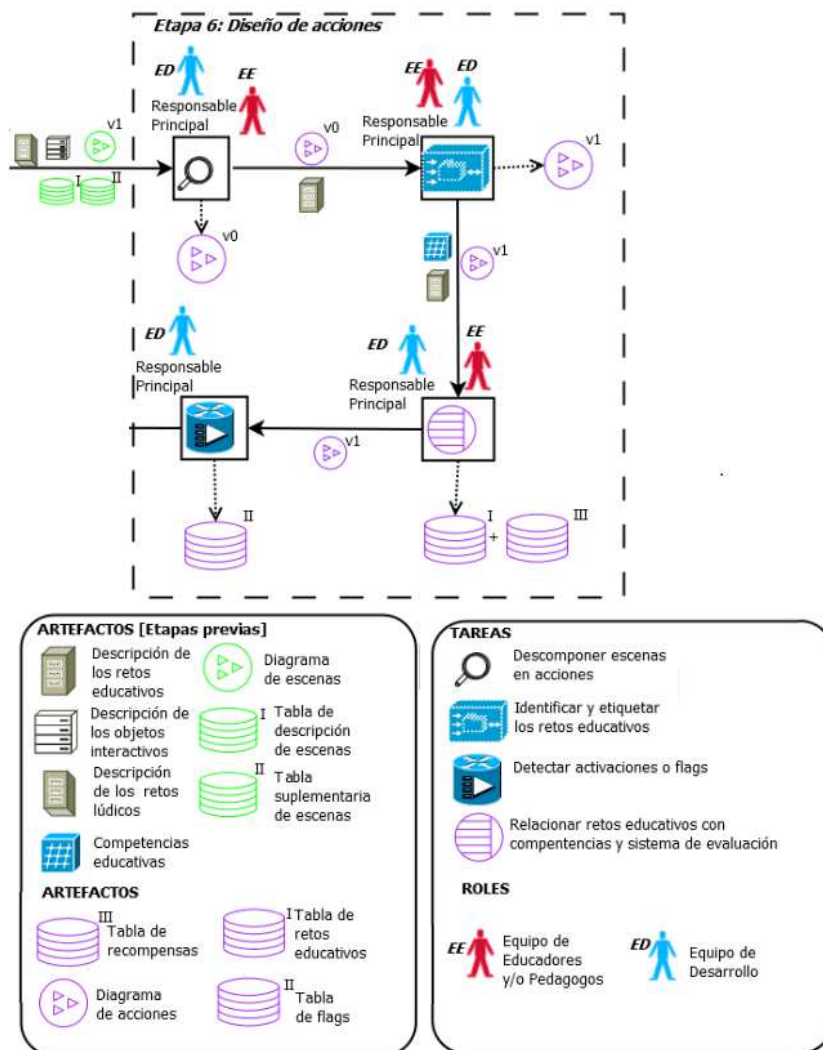


Figura 68. Resumen gráfico del diseño de acciones.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.6.1	Descomponer escenas en acciones	ED, EE	A25	Diagrama de acciones v0
T.2.6.2	Identificar y etiquetar los retos educativos	EE, ED	A26	Diagrama de acciones v1
T.2.6.3	Relacionar retos educativos con las competencias y el sistema de evaluación	ED, EE	A27	Tabla de retos educativos
			A28	Tabla de recompensas
T.2.6.4	Detectar las activaciones o <i>flags</i>	ED	A29	Tabla de <i>flags</i>

Tabla 34. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de las acciones.

Durante el diseño de las acciones que un jugador puede realizar en una escena (T.2.6.1) se desarrolla el *diagrama de acciones* (A25), que debe representar gráficamente todas las posibles acciones que puede llevar a cabo el jugador durante una determinada escena (así como el orden entre ellas, restricciones, concurrencias, etc.), e incluir la lógica de todos los *retos lúdicos* diseñados en la etapa anterior (A24). Las acciones representan el nivel más bajo de abstracción del diseño del videojuego. En muchos casos, estas acciones implican el uso (recoger, utilizar, ver su descripción) de objetos interactivos presentes en el escenario o almacenados previamente en el inventario del jugador, de ahí que sea necesario contar con la *descripción de los objetos interactivos* (A22) entre otros artefactos como: el *diagrama de escenas v1* (A14) y las tablas de *descripción de escenas* y *suplementaria de escenas* (artefactos A12 y A13, respetivamente), ya que es necesario tener una visión de conjunto con el resto de escenas. De nuevo se pueden aplicar técnicas de descomposición como se hizo en etapas anteriores durante esta etapa para conseguir una escena equilibrada en cuanto a sus acciones.

Respecto a la segunda tarea en esta etapa, T.2.6.2 (*identificar y etiquetar los retos educativos*) que parte del anterior *diagrama de acciones* (A25), los educadores deben analizar los *retos educativos* planificados para esta escena (A23) e incluirlos en alguna acción o conjunto de acciones presente en el diagrama de acciones. Esta es, sin duda, una de las tareas más complejas e importantes ya que marcará el componente serio del videojuego. A la hora de etiquetar los desafíos educativos sobre el diagrama de acciones será necesario diferenciar entre los tres estados posibles de la competencia trabajada: iniciado el trabajo, trabajándose o evaluándose. Además, se debe hacer uso de identificadores unívocos en el etiquetado de estos retos educativos para diferenciarlos claramente, y es que un mismo reto educativo podría estar asociado a una serie de acciones situadas en diagramas diferentes. Por ejemplo, se puede dar el caso de que un reto educativo se inicie en una escena y se trabaje y evalúe en otra u otras escenas diferentes. Una vez se han identificado y etiquetado los retos educativos sobre el

diagrama de acciones se obtiene como resultado la versión v1 del *diagrama de acciones* (A26). Cabe mencionar que si un reto plantea varias competencias educativas este etiquetado se podría plantear hacerlo en base a competencias, en lugar de a retos.

Para concretar esta parte educativa, se ha de definir también durante esta etapa de diseño una tabla que defina, lo más inequívoca y formalmente posible, el sistema de evaluación de los diferentes *retos educativos* junto con las competencias educativas que se trabajan en cada reto (A27), y también contemplar la posibilidad de incluir un sistema de *recompensas* (A28) asociado a dicha evaluación. Es decir, si la evaluación de un reto educativo es dependiente del tiempo de resolución de una determina acción o conjunto de acciones, el sistema de evaluación reflejará esta relación otorgando una escala de premios o puntuaciones en función del tiempo de resolución que emplee el jugador. Además, si el videojuego así lo contempla, se debe incluir una tabla con el sistema de recompensas, que en muchas ocasiones puede estar vinculado a los propios retos educativos pero también puede estar asociado a la consecución de un acto, una secuencia, una escena o lo que se considere en los requisitos del videojuego. La tarea donde se generan ambos artefactos, A27 y A28, se denomina *relacionar retos educativos con las competencias y el sistema de evaluación* (T.2.6.3) y tiene como artefactos de entrada las *competencias educativas* (A2), la *descripción de los retos educativos* (A23) y el *diagrama de acciones v1* (A26).

Por último, la tarea T.2.6.4 (*detectar las activaciones o flags*) implica la construcción de una *tabla de flags* (A29) contemplando aquellas acciones de la escena que implican un cambio de estado en el videojuego, por ejemplo, la activación de un nuevo diálogo o la disponibilidad de un objeto. Estos *flags* son especialmente útiles para comprobar la satisfacción de prerrequisitos de acciones, escenas o actos, así como para aplicar las reglas de evaluación definidas para cada reto educativo y las competencias que involucran. El artefacto de entrada de esta tarea (en condiciones normales) es el *diagrama de acciones v1* (A26) aunque dependiendo del ámbito donde se gestione el *flag*, puede ser necesario el diagrama de diálogos, escenas, escenarios o incluso de actos.

En referencia a los roles involucrados en la etapa de diseño de las acciones, las cuatro tareas en esta etapa tienen implicados al equipo educador (EE) y al equipo de desarrollo (ED), salvo en la tarea T.2.6.4 que es solo responsabilidad del equipo de desarrollo.

Siguiendo, y para concluir la sección con el ejemplo del acto de Roma (Figura 62), podemos mencionar que el diagrama de acciones correspondiente a la escena de reparación de la biga tiene un total de quince acciones y cuatro desafíos educativos. Por ejemplo, la acción *obtener heno* está asociada al desafío educativo identificado con el código 004, donde el jugador debe haber previamente inferido que debe usar la horca para

recolectar el heno. En la sección 6.5 se puede observar y analizar con más detalle esta asociación.

5.3.5.3. Descripción de tareas y artefactos en el diseño de los diálogos

Por otra parte, dialogar con un personaje en una escena se ha considerado como un tipo especial de acción que, por lo tanto, se indica en el diagrama de acciones como una acción más, pero que se descompone durante la etapa del diseño de diálogos de una forma más específica en cuanto a su semántica. La Figura 69 esquematiza esta séptima etapa de la fase de diseño de la metodología propuesta, y la Tabla 35 muestra las tareas de ésta junto con sus roles y artefactos.

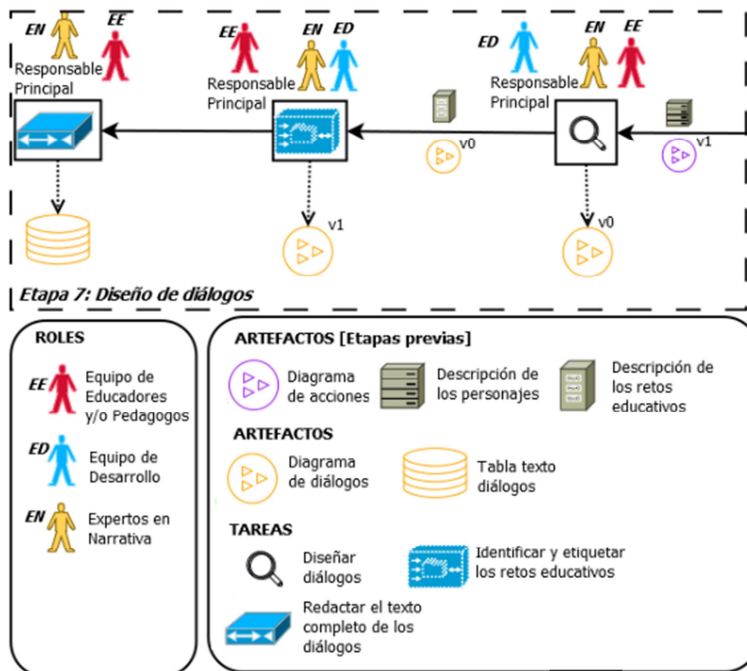


Figura 69. Resumen gráfico del diseño de diálogos.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.2.7.1	Diseñar diálogos	ED, EN, EE	A30	Diagrama de diálogos v0
T.2.7.2	Identificar y etiquetar los retos educativos	EE, ED, EN	A31	Diagrama de diálogos v1
T.2.7.3	Redactar el texto completo de los diálogos	EN, EE	A32	Tabla texto diálogos

Tabla 35. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa del diseño de diálogos.

La tarea de *diseño de los diálogos* (T.2.7.1) se aborda de manera paralela al diseño de las acciones, ya que es más que probable que exista vinculación

entre acciones y diálogos, de ahí que sea necesario el diagrama de acciones (A26) para poder realizar la tarea, así como el documento de descripción de los personajes (A20). En esta etapa se redactarán los diálogos entre los diferentes personajes de la escena indicando todos los posibles flujos de intervenciones, como resultado se obtiene el *diagrama de diálogo v0* (A30) para cada acción de tipo diálogo incluida en el diagrama de acciones de la escena. Cada diagrama de diálogo debe reflejar todos posibles caminos en un diálogo, y esto dependiendo del tipo de videojuego o de la envergadura del proyecto puede llegar a ser una tarea bastante ardua, tanto que en los grandes proyectos se utiliza *software* de apoyo como puede ser el caso de *MindManager* (2017), con el fin de modelar todas las ramificaciones de los diferentes diálogos.

Por otro lado, con respecto a cada diálogo en la escena hay que *etiquetar los desafíos educativos* (T.2.7.2) en los puntos específicos de los diálogos a los que afectan, obteniendo la versión *v1* de cada *diagrama de diálogo* (A31). Durante dicha tarea, de forma similar a cómo se indicó para la tarea análoga de la etapa anterior (T.2.6.2), se debe indicar el estado del reto educativo así como su identificador unívoco. Y es que un reto educativo puede ser trabajado en un fragmento de un diálogo, ya sea proporcionando información para la resolución de un reto, o que la propia decisión en un árbol de diálogo sea el reto. Esta segunda tarea necesita la *descripción de los retos educativos* (A23) para poder desarrollarse.

La última tarea en esta etapa de diseño de los diálogos (T.2.7.3, *redactar el texto completo de los diálogos*) puede no ser necesaria si las intervenciones son cortas y ya han sido plasmadas íntegramente en el diagrama de cada diálogo. Así, la realización o no de la misma dependerá del tamaño o extensión de los diálogos, de modo que los textos excesivamente extensos se incluirán en una tabla auxiliar (A32, *tabla texto diálogos*). Así, por ejemplo, los textos demasiado largos en un diagrama de diálogo se podrían identificar con el inicio de la frase y un código y, posteriormente, esos textos serían recogidos completamente en el documento anexo. De esta manera se asegura que los diagramas de diálogos no contendrán textos excesivamente extensos que dificulten su comprensión. Respecto a los roles implicados en esta séptima etapa de diseño, cabe mencionar que intervienen en todas sus tareas el equipo de desarrollo (ED), el equipo de educadores (EE) y el equipo narrativo (EN), salvo en la tarea T.2.7.3 que no es necesario que intervenga el equipo de desarrollo.

Siguiendo el ejemplo de la escena de la reparación de la biga (Figura 62), en esta escena se produce un diálogo entre el anciano y el jugador, este diálogo tiene un máximo de ocho frases dependiendo del flujo seguido en la conversación. Además, este diálogo incluye un desafío educativo (con el código 001), como será detallado en el ejemplo de la sección 6.6. En este

caso, el anciano describe qué hacer para reparar la biga, por lo que el jugador debe trabajar la lectura comprensiva.

5.3.5.4. Criterios de la taxonomía involucrados

En estas tres etapas, de nuevo hay que tener en cuenta la adaptación, ya que la dificultad de los retos educativos puede ser adaptada a diferentes niveles, también determinados diálogos o acciones. Y lo mismo sucede con el *gameplay*, donde es fundamental en estas tres etapas, sobre todo en el diseño de acciones. Ambos forman parte de la etapa transversal de la fase de diseño. Dentro de todas las características del videojuego (A3), que siempre hay que mantener en mente durante el diseño, el criterio taxonómico de la evaluación es especialmente trascendente ya que es necesario definir la manera de evaluar cada reto educativo. Por último, la narrativa también está muy involucrada en estas etapas, siendo en el diseño de los diálogos donde mayor relevancia tendrá.

5.3.5.5. Resumen de las etapas

Las tres tablas siguientes (Tabla 36, 37 y 38) resumen las etapas 5, 6 y 7, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 5 de la Fase de diseño: Diseño de retos			
TAREA T2.5.1	Planificar los retos educativos		
Artefactos de entrada	A2	Competencias educativas	
	A9	Diagrama de actos	
	A10	Tabla de descripción de actos	
	A12	Tabla de descripción de escenas	
	A14	Diagrama de escenas v1	
	A15	Diagrama de escenarios	
	A16	Tabla suplementaria de escenarios	
	A18	Descripción de escenarios	
Propósito	Plantear los retos educativos presentes en la escena correspondiente		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y <i>gameplay</i>		
Roles implicados	EE, ED		
Artefactos de salida	A23	Descripción de retos educativos	Documento informal con la descripción inicial de los retos educativos de la escena
TAREA T2.5.2	Diseñar retos lúdicos y seleccionar un subconjunto de éstos para trabajar los retos educativos		
Artefactos de entrada	A2	Competencias educativas	
	A9	Diagrama de actos	
	A10	Tabla de descripción de actos	
	A12	Tabla de descripción de escenas	

	A14	Diagrama de escenas v1	
	A15	Diagrama de escenarios	
	A16	Tabla suplementaria de escenarios	
	A18	Descripción de escenarios	
Propósito	Definir los retos lúdicos presentes en las diferentes escenas		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y <i>gameplay</i>		
Roles implicados	ED, EE, EN		
Artefactos de salida	A24	Descripción de retos lúdicos	Documento que define los retos lúdicos junto a una descripción de los objetos, personajes o acciones que intervienen

Tabla 36. Resumen de la etapa del diseño de retos.

ETAPA 6 de la Fase de diseño: Diseño de acciones			
TAREA T2.6.1	Descomponer escenas en acciones		
Artefactos de entrada	A12	Tabla de descripción de escenas	
	A13	Tabla suplementaria de escenas	
	A14	Diagrama de escenas v1	
	A22	Descripción de los objetos interactivos	
	A24	Descripción de los retos lúdicos	
Propósito	Representar todas las posibles acciones que puede llevar a cabo el jugador en una escena dada		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> y adaptación		
Roles implicados	ED, EE		
Artefactos de salida	A25	Diagrama de acciones v0	Diagrama que incluye todas las acciones presentes en una escena
TAREA T2.6.2	Identificar y etiquetar los retos educativos		
Artefactos de entrada	A25	Diagrama de acciones v0	
	A23	Descripción de los retos educativos	
Propósito	Incluir los retos educativos en el diagrama de acciones, asociando los retos a las acciones		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y <i>gameplay</i> y evaluación		
Roles implicados	EE, ED		
Artefactos de salida	A26	Diagrama de acciones v1	Diagrama de acciones con los retos educativos
TAREA T2.6.3	Relacionar retos educativos con las competencias y el sistema de evaluación		
Artefactos de	A2	Competencias educativas	

entrada	A23	Descripción de los retos educativos	
	A26	Diagrama de acciones v1	
Propósito	Asociar los retos educativos con la/s competencia/s trabajada/s, así como definir su sistema de evaluación. Además, puede incluirse la definición de un sistema de recompensas basado en la evaluación educativa		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación, <i>gameplay</i> y evaluación		
Roles implicados	ED, EE		
Artefactos de salida	A27	Tabla de retos educativos	Tabla que relaciona los retos educativos con las competencias educativas y definición de la fórmula para evaluar cada reto y/o competencia
	A28	Tabla de recompensas	Tabla que incluye las recompensas si las hubiera y los mecanismos para otorgarlas
TAREA T2.6.4	Detectar las activaciones o flags		
Artefactos de entrada	A26	Diagrama de acciones v1	
Propósito	Detectar las acciones que implican algún cambio de estado en el videojuego (nuevos diálogos, visibilidad de objetos o personajes, etc.) a tener en cuenta en otros puntos del mismo		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y <i>gameplay</i>		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	A29	Tabla de <i>flags</i>	Tabla que detalla la acción y la variable que cambia de estado

Tabla 37. Resumen de la etapa del diseño de acciones.

ETAPA 7 de la Fase de diseño: Diseño de diálogos			
TAREA T2.7.1	Diseñar diálogos		
Artefactos de entrada	A20	Descripción de los personajes	
	A26	Diagrama de acciones v1	
Propósito	Detallar los diálogos entre los personajes de las escenas		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación, <i>gameplay</i> y narrativa		
Roles implicados	ED, EN, EE		
Artefactos de salida	A30	Diagrama de diálogos v0	Diagrama que incluye todas las intervenciones entre uno o más

			personajes
TAREA T2.7.2	Identificar y etiquetar los retos educativos		
Artefactos de entrada	A23	Descripción de retos educativos	
	A30	Diagrama de diálogos v0	
Propósito	Incluir los retos educativos en el diagrama de diálogos		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación y evaluación		
Roles implicados	EE, ED, EN		
Artefactos de salida	A31	Diagrama de diálogos v1	Diagrama de diálogos con los retos educativos
TAREA T2.7.3	Redactar el texto completo de los diálogos		
Artefactos de entrada	Ninguno		
Propósito	Redactar en un documento anexo los textos con una extensión elevada		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación		
Roles implicados	EN, EE		
Artefactos de salida	A32	Tabla texto diálogos	Tabla que incluye los diálogos excesivamente extensos del diagrama de diálogos

Tabla 38. Resumen de la etapa del diseño de diálogos.

5.3.6. Etapa transversal de la fase de diseño: Diseño del *gameplay*, adaptación y efectos sonoros

Además de las etapas descritas hasta el momento, como ya se indicó al principio y se ha ido mencionando en cada etapa, existe en la metodología propuesta una etapa transversal a todo el proceso de diseño, que incluye: el diseño del *gameplay*, el diseño de la adaptación y el diseño de los efectos sonoros. Estas tareas no pueden hacerse en un orden determinado, en relación a las ya definidas, sino que deben ejecutarse de forma paralela a lo largo de todas ellas.

5.3.6.1. Diseño del *gameplay*

El diseño del videojuego requiere definir las mecánicas, dinámicas y reglas del juego, en definitiva decidir cómo será la experiencia del jugador durante el juego. Aspectos como la movilidad del jugador dentro del universo virtual, cómo se controla el avatar, o cómo se interactúa con el juego y con otros jugadores son fundamentos básicos a la hora de crear un videojuego. Al fin y al cabo, el *gameplay* repercutirá en la parte lúdica del juego, pero también en la parte educativa; ya que, por ejemplo, el entendimiento de las reglas del juego que debe asimilar el jugador o jugadores es esencial para superar con

éxito los diferentes actos, escenas y acciones; y, por ende, alcanzar los objetivos educativos esperados. De ahí que el *gameplay* esté presente de manera transversal en prácticamente todas las etapas del diseño del SG educativo en la metodología propuesta, y es que siempre hay que tener en mente la jugabilidad del videojuego a la hora de diseñar los actos, escenas y escenarios, o los diferentes objetos y retos que involucran las acciones del mismo.

En el caso de *Urano*, por ejemplo, como se ha descrito en el capítulo anterior, el equipo de diseño decidió utilizar una aventura gráfica con una fuerte componente narrativa e interacción *point&click*, la cual usaba el concepto de inventario y un sistema de recompensas basado en cromos. Además, para incrementar la satisfacción y motivación de los jugadores, algunos retos fueron planteados con forma de mini-juegos. Estos, y otros aspectos relacionados con la jugabilidad, fueron tenidos en cuenta durante la definición estructural del videojuego desde los actos hasta las acciones.

Dejando al margen este caso concreto, sin duda, la opinión del equipo técnico o de desarrollo será necesaria y fundamental para concretar en profundidad el *gameplay*; ya que aspectos como el motor de juego, el *framework* y el lenguaje de desarrollo marcarán en gran medida el resultado. Por último, volver a incidir en que el *gameplay* estará presente en muchas de las etapas de diseño, de esta manera, influirá en el diseño de las acciones que puede desarrollar el jugador, en la interacción dentro de los escenarios o en la forma de obtener/usar los objetos y conseguir/recibir las recompensas durante el juego.

5.3.6.2. Diseño de la adaptación

Por otra parte, otra etapa transversal en la fase de diseño es la adaptación, esta implica identificar las partes del videojuego susceptibles de ser adaptadas, y especificar las reglas de adaptación en caso de que se plantee una ejecución automática durante el juego. Todas las posibilidades de adaptación o tipos fueron descritas en la sección 3.1.12, por lo que no se volverán a detallar en esta sección. Simplemente, se incidirá en que, como sucede con el *gameplay*, la adaptación debe ser tenida en cuenta en prácticamente todas las etapas de diseño de la metodología propuesta (si es que se opta por incluir adaptación, obviamente).

Por ejemplo, en el caso de *Urano* se ha incluido una adaptación muy básica. Concretamente, el videojuego se adapta a diferentes sistemas operativos (*Android*, *Windows* o *iOS*) y plataformas (*tablets*, *smartphones* o *PC*) y, además, ofrece tres niveles de dificultad para que el docente en el aula pueda cubrir los diferentes niveles de habilidad y conocimientos presentes en los alumnos/jugadores (o el propio alumno decida su nivel si juega en casa). Esto ha requerido que durante el diseño del mencionado videojuego, el equipo de diseño haya tenido en cuenta la adaptación tanto en el

planteamiento de desafíos educativos (integrados en las acciones, incluyendo diálogos) como en su evaluación. Por último, *Urano* permite personalizar la resolución gráfica y, lo que es más importante, el sexo del avatar, una elección que se deja en manos del propio jugador para mejorar su experiencia de juego.

5.3.6.3. Diseño de los efectos sonoros

Por último, los efectos sonoros o la banda sonora del videojuego pueden alcanzar cotas elevadas de responsabilidad en el futuro éxito del videojuego. Esto ha sido así desde sus inicios, donde los sonidos no pasaban de un simple sonido agudo (*Pong* de *Atari* fue el primer videojuego con sonido (Collins, 2005, p. 2)), pasando por los sonidos repetitivos de los videojuegos de los 80 y parte de los 90 (*Sonic* o *Mario Bros*), hasta la actualidad, con grandes producciones como sucede con la banda sonora del videojuego *Webzen*, compuesta por el famoso compositor *Howard Shore*, u otros títulos como *Enemy Zero* o *Peter Greenaway*, compuestas por *Michael Nyman*. La importancia del sonido del videojuego es tal que, desde hace algunos años, se vienen celebrando eventos para premiar las mejores bandas sonoras de videojuegos, como sucede en los premios *BAFTA* o *MTV*. Y es que, pese que habla de cine y no de videojuegos, citando al prestigioso director *George Lucas*: “El sonido es un 50% de la experiencia cinematográfica” (Aschieri, 1999).

Respecto a la misión específica que juegan los efectos sonoros en el videojuego, autores como *Karen Collins* (2005) detallan los siguientes cometidos:

- Aprovechar las mismas funciones que el sonido ofrece en las películas, como pueden ser: establecer un ambiente concreto, enfatizar el movimiento, generar emociones, etc. (*Lissa, Tanska & Tarska, 1965*).
- Ayudar a localizar al jugador en el juego.
- Avisar al jugador cuando algo está bien o mal hecho.
- Alertar del peligro al jugador.
- Proporcionar pistas en forma de sonidos para poder continuar con el juego.

Dicho esto, es necesario añadir que existen tres posibilidades cuando se pretende añadir música al videojuego: 1) La manera más económica de incrustar efectos sonoros en un videojuego es a través de paquetes de sonidos ya establecidos. Un paquete es un archivo comprimido o servidor web con un conjunto de sonidos y efectos sonoros que están listos para ser introducidos directamente en un videojuego. Algunos de estos paquetes son gratuitos (*freesound* o *soundbible*), mientras que otros paquetes son de pago (*Unity Asset Store* o *audiojungle*). Incluso en este último caso, a pesar de tener un coste asociado, los paquetes ofrecen un conjunto de efectos

sonoros por unas cantidades sensiblemente inferiores a las que generarían un estudio o compositor. 2) Otra posibilidad es contar con un experto o equipo de expertos en sonidos dentro del equipo de desarrollo, los cuales podrían utilizar *software* para crear los diferentes sonidos y la música del videojuego. Algunos de estos programas son: *Sfxr*, *Bfxr*, *PxTone*, *Musagi*, *MilkyTracker*, *Lmms* o *SunVox*. 3) Finalmente, la última opción, y probablemente la menos económica, es subcontratar a un estudio, empresa o compositor el diseño de todos los efectos sonoros del videojuego.

5.3.7. Resumen de la fase de diseño

Para finalizar la especificación de la fase de diseño de la metodología propuesta para el desarrollo de SG educativos, a continuación se procederá a resumir todas las etapas que componen dicha fase utilizando una imagen que pretende proporcionar una perspectiva global del proceso (Figura 70), incluyendo las principales tareas y artefactos generados en cada etapa.

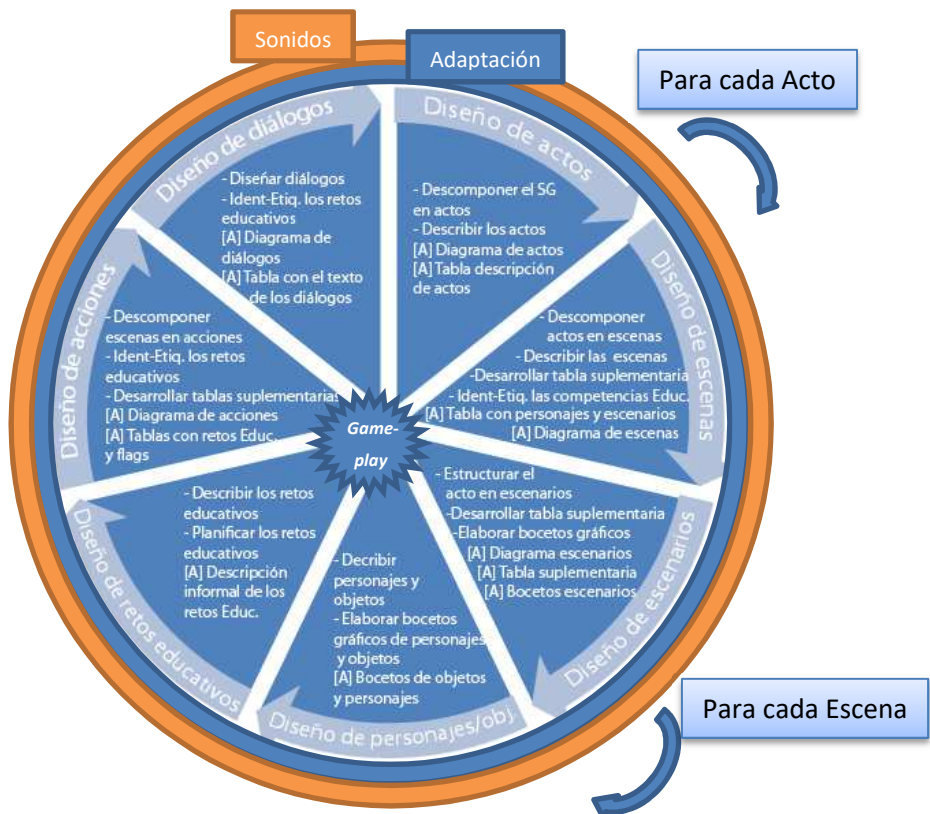


Figura 70. Tareas de modelado y artefactos generados en la fase de diseño.

Finalmente, cabe destacar que todos los artefactos serán refinados iterativamente, especialmente el conjunto de diagramas de diseño que por su complejidad y relevancia constituyen un pilar esencial de esta etapa de diseño, el cual será utilizado como referencia en la fase de producción.

También cabe adelantar que para la representación de estos diagramas, más adelante (en el Capítulo 6), se propone un conjunto de anotaciones basadas en *UML*. No obstante, dichos diagramas podrían modelarse con otros enfoques diferentes como por ejemplo los desarrollados en el trabajo de Cooper y Longstreet (2012). Es decir, la metodología de diseño no depende de la notación utilizada para representar los artefactos generados.

5.4. Fase de producción

En la fase de producción de la metodología propuesta para desarrollar SG educativos, el equipo técnico deberá determinar, a través de los diferentes artefactos generados en las fases previas (diagramas, tablas suplementarias, documentos o bocetos, entre otros) y la planificación propuesta al inicio del proceso, las líneas de trabajo a seguir para obtener los prototipos demandados. La existencia de esta fase, como es de esperar y se ha analizado en el estado del arte (sección 2.3.1), es común en la mayoría de los ciclos de vida para videojuegos definidos en la literatura científica, aunque no siempre aparece con el mismo enfoque. De esta manera, mientras que Hendrick (2009), Chandler (2009) o la popular empresa de desarrollo de videojuegos *Blitz Games Studios* (2013) tienen un enfoque de la fase de producción muy similar, donde un equipo técnico desarrolla los prototipos y posteriormente éstos se trasladan a la fase de pruebas donde se validan; Ramadan y Widyani (2013), sin embargo, definen un ciclo de producción en lugar de una de fase de producción, incluyendo en este ciclo iterativo las fases de pre-producción, producción y pruebas, en otras palabras, observan el proceso como un ciclo continuo de mayor alcance. Por su parte, McGrath (2014) divide la fase de producción en dos fases en su ciclo de vida, por un lado el tándem desarrollo y re-desarrollo, y por otro la evaluación, de nuevo en un ciclo iterativo. Por último, es interesante mencionar un matiz respecto a la denominación de la fase de producción, la empresa *Blitz Games Studios* (2013) no usa el término “producción” para definir esta fase sino que utiliza el término “producción principal”. Basado en lo anterior, en la metodología para SG educativos propuesta en esta tesis doctoral se plantean las tareas de la fase producción de forma similar a como se aborda en las propuestas realizadas por Hendrick (2009), Chandler (2009) o *Blitz Games Studios* (2013) con algunas adaptaciones debido a las diferencias en la fase de diseño que le precede y la naturaleza seria del videojuego. Son dos los motivos principales que llevan a seguir las líneas marcadas por las tres propuestas mencionadas: en primer lugar, debido a la idoneidad de su enfoque basado en la elaboración de prototipos respecto a la forma de estructurar los videojuegos propuesta en esta tesis (en actos, escenas, escenarios, acciones o diálogos); en segundo lugar, porque a pesar de la escasez de trabajos que describan ciclos de vida para el desarrollo de videojuegos o SG en la literatura científica, tres de dichos trabajos siguen una filosofía similar, constituyendo

una mayoría. Una vez analizado el origen de la fase de producción planteada en la metodología propuesta, hay que destacar que esta fase cuenta con tres etapas: (a) *planificación de la producción*, (b) *diseño gráfico digital de personajes, escenarios y objetos interactivos*, e (c) *implementación del gameplay*.

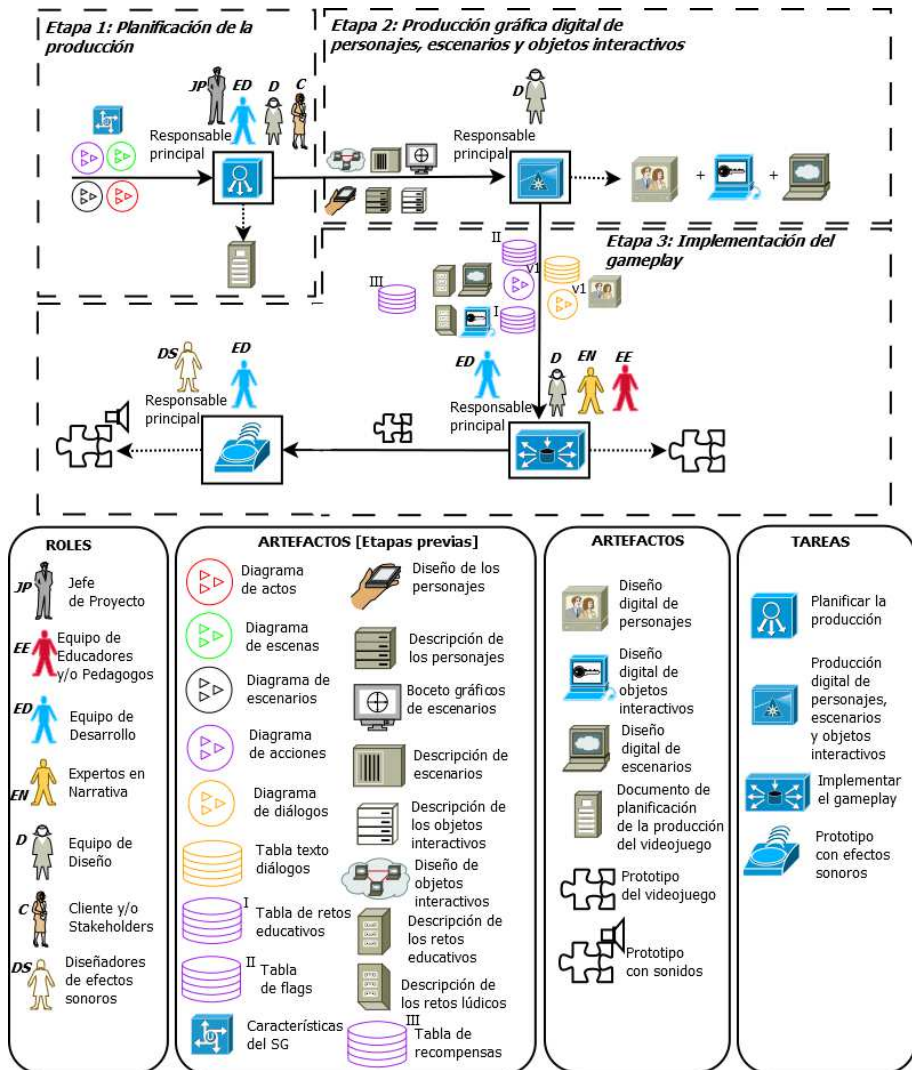


Figura 71. Esquema de los diferentes artefactos, tareas y roles asociados a la fase de producción de la metodología.

Para finalizar, no podemos obviar que la fase de producción puede llegar a diferir en gran medida de un proyecto a otro. Esto sucede principalmente cuando se trata de géneros diferentes (además de otros factores como el tamaño del proyecto). Así, la fase de producción de un videojuego de lógica, donde no hay personaje principal y existe poca narrativa, no guarda mucha

relación con la fase de producción de uno de aventura gráfica, en el que sí aparece un personaje principal y donde la historia es parte principal del juego. De esta manera, y con el fin de describir las etapas y ejemplificarlas durante su descripción, se tendrán en mente videojuegos serios donde existe un personaje principal, hay algún tipo de narrativa y existe más de un escenario con personajes y objetos interactivos. Nótese que con estos parámetros no encaja solo el género de aventura gráfica, sino que un amplio abanico de videojuegos de acción, simulación o estrategia también pueden cumplir dichos requisitos.

La Figura 71 esquematiza el proceso de producción a través de sus tres etapas: *planificación de la producción*, *producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos* y la *implementación del gameplay*. A continuación, se definen algunos conceptos básicos necesarios para abordar la fase (sección 5.4.1) y se detalla cada una de sus etapas (secciones 5.4.2 a 5.4.4).

5.4.1. Conceptos clave

Existen una serie de elementos involucrados en la fase de producción que son necesarios definir antes de abordar las diferentes tareas y artefactos, estos son:

- **Motor del juego:** Es el conjunto de herramientas que permite crear el universo del videojuego. Hace referencia a un conjunto de rutinas que facilita la representación de todos y cada uno de los elementos del videojuego (Rollings & Morris, 2003). Autores como Pereira (2014) o González (2010) directamente lo definen como el elemento más importante a la hora de desarrollar un videojuego, y es que éste es responsable de gestionar el motor gráfico y los efectos sonoros, la IA y el motor físico. Dicho esto, no todos los motores de juego que ofrece el mercado son iguales, de hecho pueden diferir enormemente las funcionalidades que ofrecen. Ward (2008) define tres tipos de motores de juegos:
 - *Roll-your-own:* Este motor es el que requiere un mayor esfuerzo por parte del equipo de desarrollo para su uso, y es que hay que definir en gran medida muchas de las funcionalidades del motor del juego. Tiene como ventaja las posibilidades de personalización que ofrece a la hora de seleccionar funciones, con la consiguiente eficiencia al no utilizar funciones o recursos innecesarios. Algunos ejemplos pueden ser *XNA*, *DirectX*, u *OpenGL*.
 - *Point-and-click:* Este tipo de motor se encuentra en el otro extremo (respecto al anterior) en cuanto su complejidad de uso. Se trata de motores muy completos que permiten crear videojuegos sin elevados conocimientos técnicos. Se pueden

categorizar *Unity 3D*, *Torque* o *GameMaker* con esta tipología.

- *Mostly-ready*: Es un tipo de motor intermedio a los dos anteriores (en cuanto a dificultad de uso), ya que son motores completos pero que tan solo requieren un mínimo de conocimientos técnicos para poder desarrollar un videojuego. *Unreal* o *GameBryo* son ejemplos de este último grupo de motores.
- **Renderización**: Es un término utilizado por los diseñadores gráficos para hacer referencia al proceso de generación de imágenes o vídeos, dándole un aspecto realista, en cuanto a textura, luces o la apariencia de los diferentes materiales. El origen del término es la palabra *render*. El *software* encargado de esta tarea es el motor.
- **Prototipo**: Es un concepto con varias definiciones en función del ámbito en el que se emplee. Concretamente, en el ámbito de la informática se utiliza como un modelo que representa un sistema parcialmente. Por ejemplo, en ciclos de desarrollo de *software*, como pueden ser el desarrollo en espiral o el desarrollo en cascada, se utiliza el término prototipo para definir una versión del producto final.

5.4.2. Etapa 1 de la fase de producción: Planificación de la producción

Una vez finalizada la fase de diseño, y antes de comenzar propiamente el proceso de desarrollo del SG educativo, se elaborará una planificación para estimar cuándo lanzar los diferentes prototipos que irán dando forma al producto final. En dicha planificación es conveniente la participación del jefe de proyecto, el equipo de desarrollo, los diseñadores y el cliente. En la Figura 72 se representa gráficamente esta primera etapa de la fase de producción.

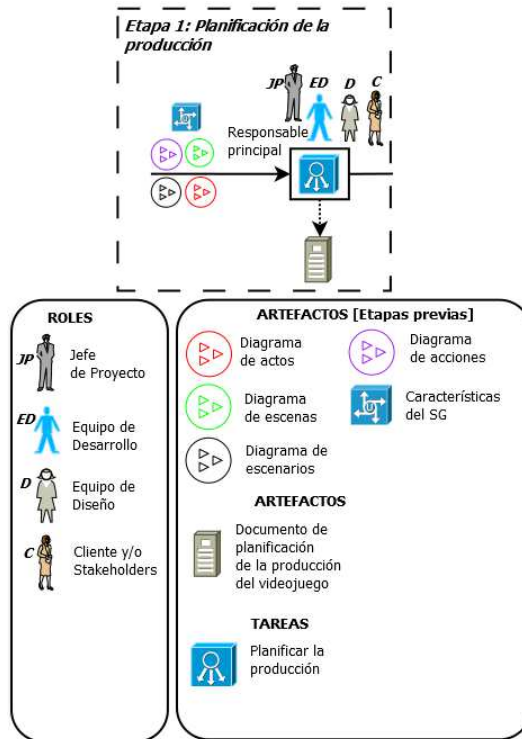


Figura 72. Resumen gráfico de la planificación de la producción.

5.4.2.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta etapa 1 de la fase de producción tiene una única tarea y un único artefacto generado. La Tabla 39 muestra dicha tarea junto a los roles implicados.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.3.1.1	Planificar la producción	JP, ED, D, C	A33	Documento de planificación de la producción del videojuego

Tabla 39. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de la planificación de la producción.

En la única tarea de esta etapa (T3.1.1) se decide, en función de las necesidades del cliente, cuál será el ritmo de producción, cuándo se entrega al cliente un prototipo y en qué condiciones. La casuística aquí es amplia, y depende de muchos factores como pueden ser el presupuesto económico, el motor utilizado o el tamaño del proyecto. Dicho esto, un escenario habitual a la hora de planificar la producción puede ser marcar un primer ítem a corto plazo para desarrollar una escena del videojuego, con el fin de recibir un primer *feedback* por parte del cliente. Una vez satisfecho esto en las primeras iteraciones de la fase de producción, se puede ampliar la

autonomía del equipo de desarrollo hasta recibir *feedbacks* por cada desarrollo de una secuencia de escenas relacionadas (sección 6.3) o un acto completo.

Como se ha comentado anteriormente, son varios los roles implicados en esta primera tarea de la fase de producción: el equipo de desarrollo (ED), los diseñadores (D), el cliente (C) y, por supuesto, el jefe de proyecto (JP). El artefacto generado con esta planificación (A33) puede tener un estilo informal donde se especifique la dinámica de trabajo y resultados esperados, junto con sus fechas estimadas, indicando en cada caso el incremento de funcionalidad respecto al incremento anterior. Este artefacto también puede ser desarrollado con algún *software* de gestión de proyectos (por ejemplo, *Microsoft Project* u *OpenProj*) incluyendo las diferentes tareas junto con su estimación temporal, los roles responsables y su correspondiente descripción. Por último, como artefactos de entrada para completar la tarea, es probable que sean necesarios la mayoría de los artefactos generados en la etapa de diseño, no obstante, con toda seguridad serán utilizados los *diagramas de actos, escenas, escenarios y acciones* como documentos principales. Asimismo, el documento que sintetiza todas las *características del videojuego* (A3) elaborado durante la fase de inicio puede servir para obtener, de forma rápida, una visión global del alcance del proyecto.

5.4.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa, al igual que ocurría en muchas etapas de la fase de diseño, todas las características del videojuego identificadas en las fases previas y relacionadas con los siguientes criterios de la taxonomía: área de aplicación, género, dedicación del público objetivo, arquitectura *hardware*, despliegue, interactividad, narrativa, *gameplay*, interacción entre jugadores, evaluación, adaptación y licencia; podrían ser tenidas en cuenta. No obstante, la metodología de desarrollo seleccionada para la tarea de producción será la que marque en gran medida la planificación de la producción del videojuego.

5.4.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 40) resume la etapa de planificación de la producción, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 1 de la Fase de producción: Planificación de la producción	
TAREA T3.1.1	Planificar la producción
Artefactos de entrada	A3 Características del videojuego
	A9 Diagrama de actos
	A14 Diagrama de escenas v1
	A15 Diagrama de escenarios
	A26 Diagrama de acciones v1
Propósito	Decidir el ritmo de producción así como las fechas acordadas

	con el cliente para entregar los diferentes hitos		
Criterios de la taxonomía a considerar	Metodología de desarrollo (además de todos o parte de los criterios relacionados con las características del videojuego)		
Roles implicados	JP, ED, D, C		
Artefactos de salida	A33	Documento de planificación de la producción del videojuego	Documento informal donde se especifica la dinámica de trabajo, fechas de entrega de los hitos y funcionalidad esperada en cada hito

Tabla 40. Resumen de la etapa de planificación de la producción.

5.4.3. Etapa 2 de la fase de producción: Producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos

En esta segunda etapa de la fase de producción, todos los bocetos gráficos realizados en la fase de diseño deben digitalizarse y modelarse en dos o tres dimensiones con el fin de formar parte del futuro videojuego. La Figura 73 resume gráficamente la etapa.

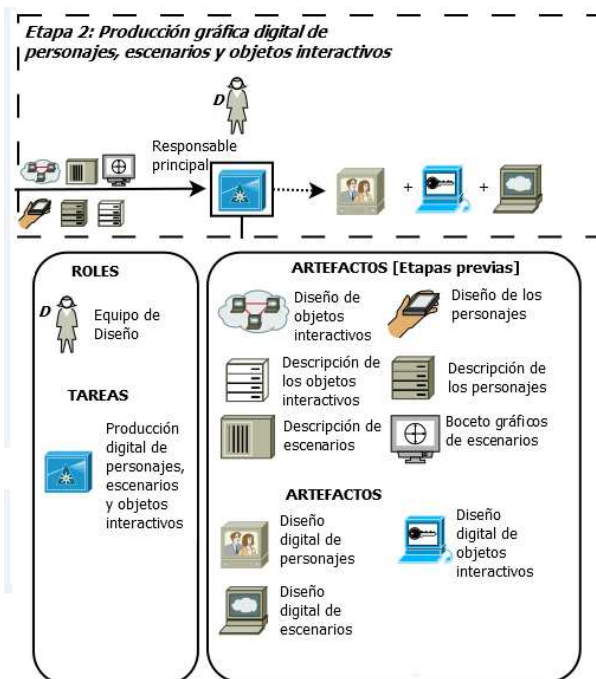


Figura 73. Resumen de la producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.

5.4.3.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta segunda etapa de la fase de producción tiene una única tarea dividida en tres sub-tareas que dan lugar a tres artefactos. La Tabla 41 muestra la tarea junto al único rol implicado en esta etapa, el diseñador gráfico.

Tareas		Sub-tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.3.2.1	Producción digital de los personajes, escenarios y objetos interactivos	ST.3.2.1.1	Diseñar personajes	D	A34	Diseño digital de personajes
		ST.3.2.1.2	Diseñar escenarios		A35	Diseño digital de escenarios
		ST3.2.1.3	Diseñar objetos interactivos		A36	Diseño digital de objetos interactivos

Tabla 41. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.

Esta etapa, al igual que la anterior, también presenta una única tarea, la *producción digital de los personajes, escenarios y objetos interactivos* (T.3.2.1), aunque ésta se desarrolla a través de tres sub-tareas: *diseñar los personajes del videojuego* (ST.3.2.1.1), *diseñar los escenarios* (ST.3.2.1.2) y *diseñar los objetos interactivos* (ST.3.2.1.3). El punto de partida de la tarea son los bocetos previos de escenarios, personajes y objetos que fueron diseñados en etapas anteriores con la colaboración de educadores o el propio cliente, junto con sus descripciones (A17, A18, A19, A20, A21, A22). Para desarrollar esta tarea solo es necesario el trabajo del equipo de diseñadores (D). Como sucede en la etapa anterior de la fase de producción, esta tarea es altamente dependiente del motor de juego utilizado, ya que por ejemplo, en entornos como *Unity 3D* se permite crear una amplia cantidad de objetos y escenarios desde el propio motor, sin necesidad de ser importado un diseño previo renderizado con algún otro *software* como puede ser *Blender*, *Sculptris* o *Pixie*. También será muy dependiente de la elección 2D vs 3D, y es que los tiempos de diseño varían bastante entre dos y tres dimensiones, siendo muy inferior en el caso de la primera opción; aunque como prestación positiva, generalmente se logra una mayor inmersión en el juego con gráficos en tres dimensiones. Respecto al renderizado, es una variable a tener muy en cuenta por su repercusión en los recursos temporales y económicos, algo que marcará la elección del *software* empleado para ello, así como los propios gráficos del videojuego. En cuanto a los artefactos generados, al finalizar las respectivas sub-tareas el videojuego comenzará a tener forma, los *personajes* que aparecen en la escena tienen su aspecto definitivo (A34). Los *escenarios* también estarán completos (A35), así como los *objetos interactivos* (A36).

5.4.3.2. Criterios de la taxonomía involucrados

Esta etapa requiere tener presentes varios aspectos de la taxonomía durante su desarrollo, los más relevantes son: la adaptación, en el caso de que se haya decidido incluir adaptaciones del avatar u otros personajes, la arquitectura *hardware*, ya que la carga gráfica empleada en el desarrollo de los diferentes ítems puede estar limitada en función de la plataforma donde se desplegará el videojuego y, con el mismo argumento, el tipo de despliegue (local o web).

5.4.3.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 42) resume la segunda etapa de la fase de producción, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 2 de la Fase de producción: Producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos			
TAREA T3.2.1	Producción digital de los personajes, escenarios y objetos interactivos		
Artefactos de entrada	A17	Boceto gráfico de escenarios	
	A18	Descripción de los escenarios	
	A19	Diseño de los personajes	
	A20	Descripción de personajes	
	A21	Diseño de objetos interactivos	
	A22	Descripción de los objetos interactivos	
Propósito	Diseñar y modelar digitalmente los personajes, escenarios y objetos interactivos		
Criterios de la taxonomía a considerar	Adaptación, arquitectura <i>hardware</i> y despliegue		
Roles implicados	D		
Artefactos de salida	A34	Diseño digital de personajes	Diseño digital final de los personajes
	A35	Diseño digital de escenarios	Diseño digital final de los escenarios
	A36	Diseño digital de objetos interactivos	Diseño digital final de los objetos interactivos

Tabla 42. Resumen de la etapa de la producción gráfica digital de personajes, escenarios y objetos interactivos.

5.4.4. Etapa 3 de la fase de producción: Implementación del gameplay

Como se ha comentado en la sección 5.4 la casuística es amplia a la hora de decidir el ritmo de desarrollo del videojuego. Dependiendo de la envergadura y el tipo de videojuego se pueden generar prototipos por cada escenario, secuencia, escena o por cada conjunto de acciones, siendo los

primeros prototipos de un tamaño menor con el fin de poder satisfacer al cliente sin la necesidad de deshacer una gran cantidad de trabajo. La siguiente imagen (Figura 74) detalla gráficamente esta tercera etapa de la fase de producción donde se generan dichos prototipos.

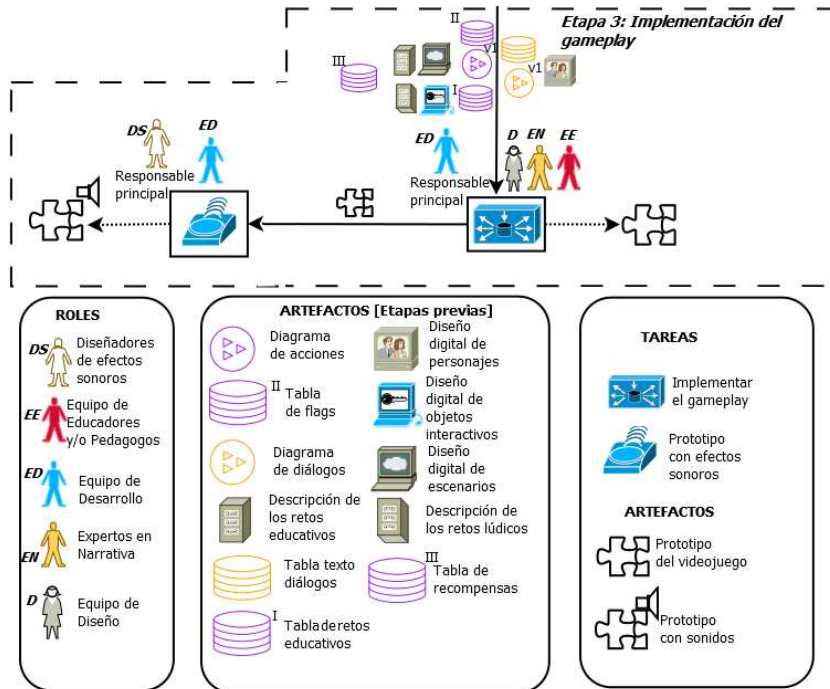


Figura 74. Resumen gráfico de la implementación del *gameplay*.

5.4.4.1 Descripción de tareas y artefactos

En esta etapa se desarrollan dos tareas, y dos artefactos son generados como consecuencia de ello. La Tabla 43 muestra ambas tareas junto a los roles implicados.

Tareas		Sub-tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.3.3.1	Implementar <i>gameplay</i>	ST.3.3.1.1	Desarrollar movimientos del avatar	ED, D	A37	Prototipo del videojuego
		ST.3.3.1.2	Desarrollar la lógica del videojuego	ED, D, EN		
		ST.3.3.1.3	Incluir retos lúdicos y educativos	ED, EE		
T.3.3.2	Incrustar efectos sonoros	-	-	DS, ED	A38	Prototipo con sonidos

Tabla 43. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de la implementación del *gameplay*.

En la fase de producción, generalmente, es la tarea de *implementar gameplay* (T.3.3.1) la que conlleva un mayor esfuerzo. Esta tarea se divide en tres sub-tareas. La primera sub-tarea, *desarrollar los movimientos del avatar* (ST.3.3.1.1), consiste en dotar de movimiento o “animar” al personaje principal a través de los diferentes *scripts* o funciones. Lógicamente esta sub-tarea es muy dependiente del motor o lenguaje empleado.

La segunda sub-tarea consiste en *desarrollar la lógica del videojuego* (ST.3.3.1.2); como continuación de haber hecho realidad al avatar, hay que programar las diferentes reglas del universo donde se moverá, qué parte del escenario es transitable, qué personajes interactúan con sus respectivos diálogos, los objetos interactivos a su alcance, las acciones permitidas en cada momento, etc. Por otra parte, es necesario mencionar que los *flags* definidos previamente en la fase de diseño también deberán ser tenidos en cuenta durante esta tarea de implementación del *gameplay* para controlar los cambios de estado del videojuego y su influencia sobre el progreso en los niveles del juego, la evaluación educativa, o el disparo de determinadas reglas de adaptación. Ya que no podemos olvidar que durante todo este proceso de implementación, las reglas de adaptación definidas durante la etapa transversal de diseño deberán ser programadas (si las hubiera).

De manera paralela, se deben *incluir los retos lúdicos y educativos* (ST.3.3.1.3) asociados a las acciones y diálogos planificados. En este sentido habrá que implementar también las evaluaciones educativas que el videojuego realiza de forma implícita, así como los sistemas de recompensa (si los hay) que el jugador percibe conforme progresa en el juego.

Las dos primeras sub-tareas son llevadas a cabo por el equipo de desarrollo (ED) junto con el equipo de diseño (D), ya que es fundamental a la hora de generar movimientos en los personajes, siendo más que probable que diseñen nuevos aspectos del personaje, ropajes, posturas, gestos faciales, etc. Además, en la sub-tarea TS.3.3.1.2 es posible que sea necesaria la colaboración de los expertos en narrativa (EN), sobre todo en los diálogos. Por su parte, para la correcta realización de la tercera sub-tarea (ST.3.3.1.3), como es de esperar, se aconseja la colaboración del equipo de educadores (EE), ya que ellos son los que pueden verificar la implementación de todos los retos educativos.

La última tarea (*incrustar efectos sonoros*, T.3.3.2) es llevada a cabo por los diseñadores de efectos sonoros (DS), que añaden la música y sonidos al prototipo ya desarrollado. Entre los efectos sonoros se incluirán distintos tipos, como son: atmósferas sonoras mantenidas durante un largo periodo o a través de escenas completas; sonidos de barrido, como por ejemplo onomatopeyas para recrear movimientos, velocidad, rotura de algún objeto...; sonidos de animales o criaturas integradas en la escena, etc.

Como resultado de todo este proceso se obtiene un *prototipo del videojuego* (A37) que, como se ha comentado anteriormente, puede ser de

una escena, una secuencia de escenas o incluso un acto completo; para, posteriormente, añadirle los efectos sonoros (A38). Por último, tan solo añadir que esta etapa es la que necesita un mayor número de artefactos, y es que a los recién creados en la etapa anterior (*diseño digital de escenarios* (A35), *objetos interactivos* (A36) y *personajes* (A34)) hay que sumar las *descripciones de los retos lúdicos* (A24) y los *retos educativos* (A23), los *diagramas de acciones* (A26) y *diálogos* (A31), así como sus *tablas* asociadas, la *evaluación de los retos educativos* (A27), la *tabla de recompensas* (A28), los *flags* (A29) y los *textos de los diálogos completos* (A32).

5.4.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa están involucrados varios criterios de la taxonomía CSG: lógicamente, el *gameplay*; pero también la evaluación, ya que durante la incorporación de los retos educativos se implementa el tipo de evaluación previamente definido. El despliegue, aunque ya se habrá decidido en fases previas, es en esta etapa donde se probará a través de los distintos prototipos. Y por último, la metodología de desarrollo seguida para implementar el *gameplay*. Asimismo, la adaptación es implementada durante esta etapa (si fuese el caso).

5.4.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 44) resume esta última etapa de la fase de producción, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 3 de la Fase de producción: Implementación del <i>gameplay</i>		
TAREA T3.3.1	Implementar <i>gameplay</i>	
Artefactos de entrada	A23	Descripción de los retos educativos
	A24	Descripción de los retos lúdicos
	A26	Diagrama de acciones v1
	A27	Tabla de retos educativos
	A28	Tabla de recompensas
	A29	Tabla de <i>flags</i>
	A31	Diagrama de diálogos v1
	A32	Tabla texto diálogos
	A34	Diseño digital de personajes
	A35	Diseño digital de escenarios
A36	Diseño digital de objetos interactivos	
Propósito	Desarrollar los movimientos del avatar y la lógica o reglas del juego, así como incluir los retos lúdicos y educativos	
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , evaluación, despliegue y metodología de desarrollo	
Roles implicados	ED, D, EN, EE	
Artefactos de	A37	Prototipos del videojuego
		Prototipo

salida			desarrollado siguiendo la planificación
TAREA T3.3.2	Incrustar efectos sonoros		
Artefactos de entrada	A37	Prototipo del videojuego	
Propósito	Incluir en el prototipo desarrollado los efectos sonoros		
Criterios de la taxonomía a considerar	Despliegue y metodología de desarrollo		
Roles implicados	DS, ED		
Artefactos de salida	A38	Prototipo con sonidos	Prototipo que incluye los efectos sonoros

Tabla 44. Resumen de la etapa de implementación del *gameplay*.

5.5. Fase de pruebas

Del mismo modo que sucede con la fase de producción, la fase de pruebas está presente en cualquier ciclo de vida de desarrollo, no solo de videojuegos, sino de cualquier producto *software*. Lo que no tiene por qué incluir todo ciclo de vida de desarrollo, ya sea de *software* genérico o videojuegos, es la división de las pruebas en *alpha* y *beta*. No obstante, algunos ciclos de vida de videojuegos incluyen esta diferenciación entre pruebas *alpha* y *beta*, por ejemplo, el ciclo de vida de *Blitz Games Studios* (2013), o las propuestas de Ramadan y Widyani (2013) y Pereira (2014). Para detallar las tareas correspondientes a la fase de pruebas en la metodología propuesta para desarrollar SG educativos se utilizará como referencia la propuesta de Ramadan y Widyani (2013). Se ha elegido este punto de partida, ya que es donde se detalla de manera más precisa la descripción de las tareas correspondientes a las pruebas aunque, de nuevo, se realizan adaptaciones con el fin de alinear dichas tareas con la finalidad de la metodología propuesta en esta tesis. (No hay que perder la perspectiva de que se habla de un SG educativo y no solo de un videojuego).

Concretamente, la fase de pruebas se divide en tres etapas: *diseño de pruebas alpha*, *diseño de pruebas beta* y *lanzamiento*. La siguiente Figura 75 resume gráficamente estas etapas.

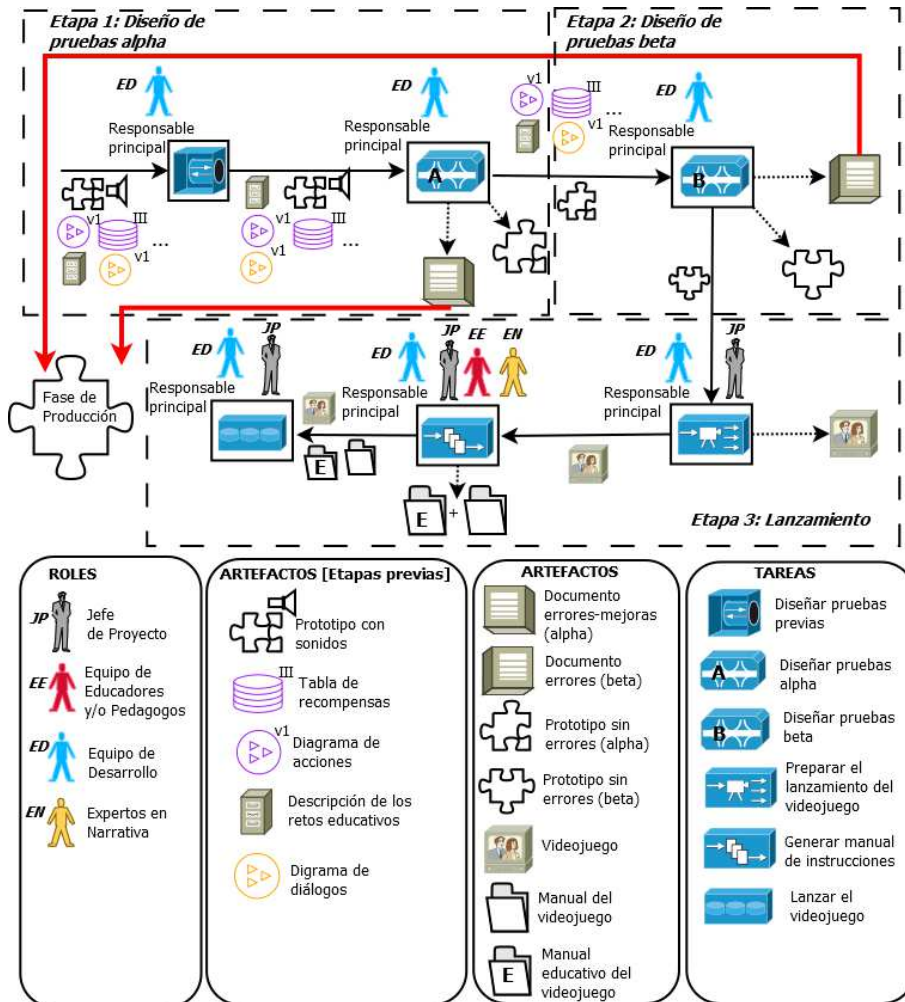


Figura 75. Fase de pruebas de la propuesta metodológica basada en Ramadan y Widyani (2013).

Siguiendo la misma línea de las figuras anteriores, los roles implicados, los artefactos pertenecientes a etapas previas que deben ser considerados, las tareas a ejecutar y los artefactos generados son recogidos en la parte inferior de la figura. Como se observa, la primera tarea no genera ningún artefacto, mientras que las dos siguientes tareas pueden generar en forma de artefactos una serie de errores, defectos o *bugs*, así como mejoras (en el caso de las pruebas *alpha*). De generarse, estos artefactos irían a parar a la fase de producción para ser analizados y corregidos. Nótese, que hasta que las pruebas *alpha* no generen un prototipo sin errores no se podrá pasar a la siguiente tarea (diseñar pruebas *beta*), ya que es condición de entrada. Por último, añadir que para poder pasar a la tercera etapa es necesario haber finalizado con éxito las pruebas *beta* en todos los prototipos, de manera que se obtiene una primera versión del videojuego.

Antes de describir cada etapa de la fase de pruebas en detalle (secciones 5.5.2 a 5.5.4), se definen algunos conceptos necesarios.

5.5.1. Conceptos clave

Existen varios elementos en la fase de pruebas que es necesario definir antes de abordar las diferentes tareas y artefactos presentes en la misma.

- **Pruebas *alpha*:** De manera general, se puede decir que las pruebas *alpha* son pruebas internas que se realizan para resolver errores de código (*bug*) o errores en la funcionalidad.
- **Pruebas *beta*:** Son pruebas realizadas con personal externo al desarrollo del producto donde ya no se añadirán nuevas funcionalidades, es decir, en las pruebas *beta* el videojuego ya está completo. Se diferencian dos modalidades no excluyentes, *beta* abierta y *beta* cerrada, la abierta permite participar a cualquier individuo, mientras que la *beta* cerrada restringe a personal perteneciente al proyecto. Por otro lado, las pruebas *beta* tienen dos niveles, pruebas sobre las funcionalidades concretas y detalladas, o pruebas de refinamiento, donde los probadores tienen total libertad, en otras palabras, se descubren posibles errores o incongruencias básicamente jugando.
- **Pruebas unitarias:** Pruebas muy habituales en el desarrollo de *software*, donde se corrobora el correcto funcionamiento de una parte o unidad de código independiente. Por ejemplo, comprobar el comportamiento de una clase en el ámbito de la orientación a objetos, o de un procedimiento en la programación estructurada.
- **Pruebas de integración:** En el desarrollo *software* las pruebas de integración hacen referencia al siguiente paso natural que sigue a las pruebas unitarias, corroborando que todos los elementos unitarios funcionan como conjunto.
- **Pruebas de sistema:** Son pruebas donde se verifican todos los objetivos marcados a priori, requisitos funcionales y no funcionales.

5.5.2. Etapa 1 de la fase de pruebas: Diseño de pruebas *alpha*

Cada prototipo tendrá un conjunto específico de pruebas para detectar *bugs* (incluyendo todas las pruebas descritas en el punto anterior), aunque a veces éstas se podrán reutilizar de un prototipo a otro. Después de su aplicación, se valorará si se puede pasar a las pruebas *beta* o por el contrario, hay que seguir trabajando. En la Figura 76 se resume esta etapa gráficamente.

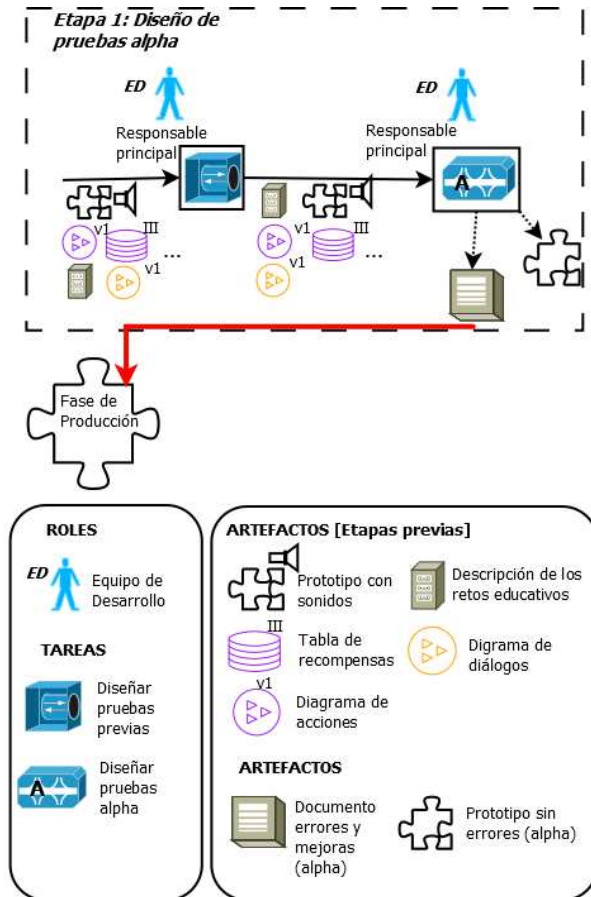


Figura 76. Resumen gráfico del diseño de pruebas alpha.

5.5.2.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta primera etapa de la fase de pruebas, dos tareas y dos artefactos son generados. La Tabla 45 sintetiza dicha tarea junto a los roles implicados.

Tareas		Sub-tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.4.1.1	Diseñar pruebas previas	ST.4.1.1.1	Pruebas unitarias	ED	-	-
		ST.4.1.1.2	Pruebas integración			
		ST.4.1.1.3	Pruebas sistema			
T.4.1.2	Diseñar pruebas alpha			ED	A39	Documento de errores y mejoras
					A40	Prototipo sin errores (alpha)

Tabla 45. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de las pruebas alpha.

Antes de *diseñar las pruebas alpha* propiamente dichas es necesario diseñar una serie de pruebas previas (T.4.1.1) como son las pruebas unitarias (ST.4.1.1.1) para detectar errores a nivel de código, las pruebas de integración (ST.4.1.1.2) donde se comprueban que todos los bloques unitarios funcionan como conjunto, así como las pruebas de sistema (ST.4.1.1.3) en la que los requisitos funcionales y no funcionales deben quedar cubiertos. Esta etapa no produce ningún artefacto concreto, y es responsabilidad del equipo de desarrollo (ED). El artefacto de entrada es el *prototipo del videojuego con sonidos* (A38) aunque el equipo de desarrollo podrá utilizar cualquier artefacto que considere oportuno a la hora de diseñar las pruebas, como los *diagramas de acciones v1* (A26), de *diálogos v1* (A31), *descripción de los retos educativos* (A23), *tabla de recompensas* (A28), etc. Una vez se han verificado correctamente se procederá a la siguiente etapa, (*diseñar pruebas alpha*, T.4.1.2).

Las pruebas *alpha* se realizan para evaluar la funcionalidad y detectar posibles errores en un determinado prototipo; esto incluye por supuesto corroborar el correcto funcionamiento de los retos lúdicos y retos educativos. El objetivo es obtener el *prototipo sin errores (alpha)* (A40), no obstante, en caso de la existencia de errores se documentan los de tipología grave (A39) para su posterior análisis y toma de decisiones en la fase de producción, y se corrigen los errores de menor gravedad. El documento debe identificar unívocamente cada uno de los errores graves con una breve descripción, y por otro lado, las funciones y mejoras estimadas durante las pruebas. Esta tarea la realiza el equipo de desarrollo (ED) aunque, de nuevo, en función del tamaño del proyecto u otra serie de aspectos como pueden ser: las necesidades del cliente, el organigrama de la empresa que desarrolla el videojuego o el número de recursos asignados, es probable que esta tarea se enfoque de otra forma. Por ejemplo, dependiendo de los recursos, una parte del equipo de desarrollo podría tener únicamente como misión diseñar las pruebas. Este colectivo es conocido en el sector de los videojuegos como *game testers*. Por otra parte, aunque la tarea es llevada a cabo por el ED, es posible que deba ser consultado el equipo de educadores (EE); dado que se realizan pruebas sobre los retos educativos, comprobar su efectividad y correcta evaluación puede ser una tarea difícil sin el soporte de los especialistas. Además, esta labor se complica especialmente si se han contemplado estilos de enseñanza/aprendizaje personalizados durante el juego (gracias a la adaptación). Respecto a los artefactos necesarios para llevar a cabo estas dos tareas, principalmente es el prototipo finalizado de una parte del videojuego (o videojuego completo si fuese el caso), aunque como se comentó anteriormente puede ser necesario cualquier prototipo generado durante todo el proceso.

5.5.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa se ven involucrados fundamentalmente los criterios de evaluación (dado que hay que probar los diferentes retos educativos) y adaptación (de nuevo para corroborar las diferentes adaptaciones propuestas previamente). Además, se probará el despliegue y la jugabilidad o *gameplay*.

5.5.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 46) resume esta primera etapa de la fase de pruebas, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 1 de la Fase de pruebas: Diseño de pruebas <i>alpha</i>			
TAREA T4.1.1	Diseñar pruebas previas		
Artefactos de entrada	A23	Descripción de los retos educativos	
	A26	Diagrama de acciones v1	
	A28	Tabla de recompensas	
	A31	Diagrama de diálogos v1	
	
	A38	Prototipo del videojuego con sonidos	
Propósito	Eliminar posibles errores <i>software</i> del prototipo		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , evaluación, despliegue y adaptación		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	Ninguno		
TAREA T4.1.2	Diseñar pruebas <i>alpha</i>		
Artefactos de entrada	A23	Descripción de los retos educativos	
	A26	Diagrama de acciones v1	
	A28	Tabla de recompensas	
	A31	Diagrama de diálogos v1	
	
	A38	Prototipo del videojuego con sonidos	
Propósito	Diseñar las pruebas <i>alpha</i> para evaluar la funcionalidad y detectar posibles errores, documentando los errores graves		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , evaluación, despliegue y adaptación		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	A39	Documento de errores y mejoras (<i>alpha</i>)	Documento que incluye todos los errores graves detectados, así como posibles mejoras
	A40	Prototipo sin errores (<i>alpha</i>)	Prototipo libre de errores

Tabla 46. Resumen de la etapa del diseño de pruebas *alpha*.

5.5.3. Etapa 2 de la fase de pruebas: Diseño de pruebas beta

Una vez que se ha pasado a la etapa de pruebas *beta*, serán los miembros del equipo que no formen parte del equipo técnico (*beta* cerrada) o incluso personal no perteneciente al proyecto (*beta* abierta) los que deberán pasar las pruebas. A continuación, se muestra la Figura 77 que resume esta etapa.

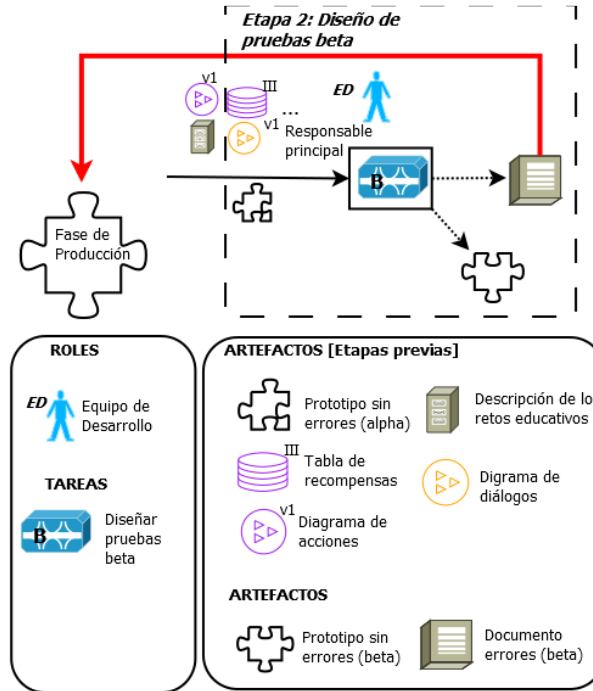


Figura 77. Resumen gráfico del diseño de pruebas beta.

5.5.3.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta segunda etapa de la fase de pruebas tiene una única tarea y dos artefactos son generados. La Tabla 47 muestra esta tarea junto a los roles implicados.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.4.2.1	Diseñar pruebas beta	ED, ¿	A41	Documento de errores (beta)
			A42	Prototipo sin errores (beta)

Tabla 47. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de las pruebas beta.

En el *diseño de las pruebas beta* (T.4.2.1) es habitual incluir una serie de funciones, eventos u opciones a probar en el prototipo en cuestión. Nuevamente, al tratarse de un SG educativo deben incluirse pruebas destinadas a validar la efectividad del propósito serio del juego. No obstante,

además de pruebas destinadas a evaluar la funcionalidad del videojuego, se pueden incluir pruebas destinadas a evaluar su accesibilidad, usabilidad o jugabilidad, entre otras. Asimismo, de nuevo, tras las pruebas todo error o sugerencia sobre el videojuego será documentada (A41) de manera análoga a como se hizo con las pruebas *alpha*, enviándolo de vuelta a la fase de producción para el análisis y corrección de errores.

En esta ocasión, el conjunto de roles implicados no está completamente definido (esto se indica con el símbolo “¿”), ya que será dependiente de los colectivos seleccionados para pasar las pruebas. No obstante, el diseño de las pruebas *beta* es asesorado por el equipo de desarrollo (ED), salvo en el caso de las *beta* de refinamiento, donde el probador/*tester*/jugador tiene total libertad y no se sigue ningún guion. Para poder realizar esta tarea es necesario partir del *prototipo* del videojuego con las *pruebas alpha* (A40) superadas satisfactoriamente, además, como sucedía en la etapa anterior se puede consultar cualquier artefacto del proceso como cualquiera de los *diagramas* (especialmente los de *acciones v1* [A26] y *diálogos v1* [A31]), la *tabla de recompensas* (A28), o la *descripción de retos educativos* (A23). Cabe recordar que todo este proceso se repetirá para cada prototipo hasta completar el videojuego, pasando en primer lugar las pruebas *alpha* y posteriormente las *beta*, pudiendo producirse varias iteraciones hasta “pulir” el videojuego.

5.5.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa se tienen en cuenta los mismos criterios que en la etapa anterior (*diseño de pruebas alpha*), ya que se analizan prácticamente los mismos aspectos aunque involucrando a *testers* que no son miembros del equipo de desarrollo. Por lo tanto, el despliegue y jugabilidad estarán muy presentes. Asimismo, la adaptación será muy tenida en cuenta para comprobar que las personalizaciones prediseñadas del aprendizaje (así como de su evaluación) han sido correctamente implementadas en el prototipo.

5.5.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 48) resume la segunda etapa de esta fase de pruebas, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 2 de la Fase de pruebas: Diseño de pruebas <i>beta</i>	
TAREA T4.2.1	Diseñar pruebas <i>beta</i>
Artefactos de entrada	A23 Descripción de los retos educativos
	A26 Diagrama de acciones v1
	A28 Tabla de recompensas
	A31 Diagrama de diálogos v1
	...
	A40 Prototipo sin errores (<i>alpha</i>)
Propósito	Diseñar las pruebas <i>beta</i> para evaluar el videojuego y detectar

	posibles errores que son documentados		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , evaluación, despliegue y adaptación		
Roles implicados	ED, ¿		
Artefactos de salida	A41	Documento de errores (<i>beta</i>)	Documento que incluye todos los errores detectados, así como posibles mejoras
	A42	Prototipo sin errores (<i>beta</i>)	Prototipo final libre de errores

Tabla 48. Resumen de la etapa del diseño de pruebas *beta*.

5.5.4. Etapa 3 de la fase de pruebas: Lanzamiento

Por último, como resultado satisfactorio de todas las pruebas *beta* se obtendrá la versión liberada del videojuego. Esto significa que el videojuego está listo para ser lanzado en su primera versión, término anglosajón conocido como *release*. Esta última tarea de *release* implica, además del lanzamiento del producto, generar documentación en forma de manuales. La etapa es resumida gráficamente a través de la Figura 78.

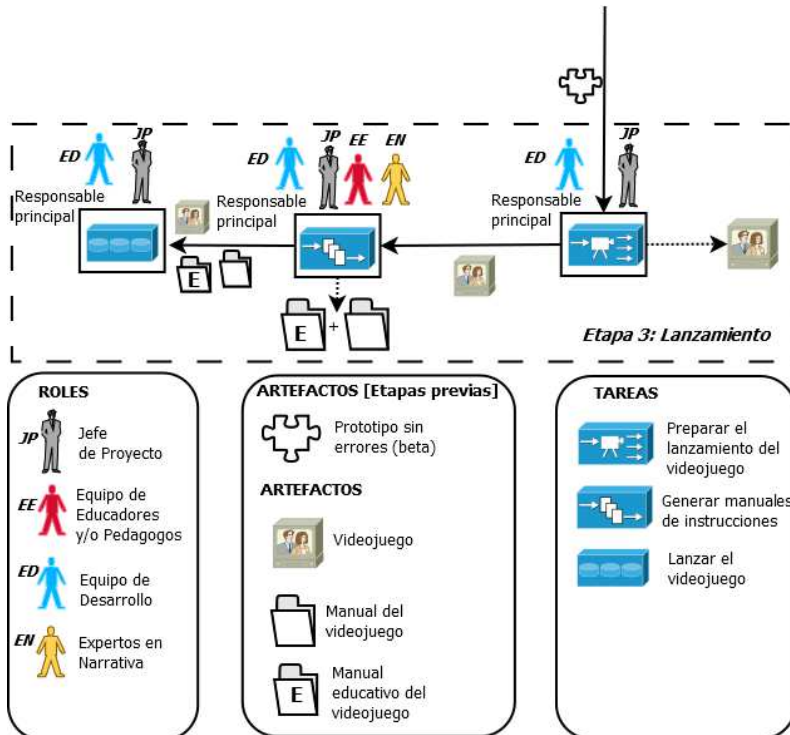


Figura 78. Resumen gráfico del lanzamiento.

5.5.4.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta etapa está dividida en tres tareas y dos artefactos son generados. La Tabla 49 muestra esta tarea junto a los roles implicados.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.4.3.1	Preparar el lanzamiento del videojuego	ED, JP	A43	Videojuego
T.4.3.2	Generar manuales de instrucciones	ED, JP, EE, EN	A44	Manual del videojuego
			A45	Manual educativo del videojuego
T.4.3.3	Lanzar el videojuego	ED, JP	-	-

Tabla 49. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de lanzamiento.

En esta etapa final de la fase de pruebas se produce el lanzamiento o *release* del proyecto. Esta etapa también podría haber sido planteada como una fase nueva de la metodología de desarrollo propuesta para SG educativos, destinada exclusivamente a dicho lanzamiento. No obstante, se ha decidido incluir el lanzamiento como una última etapa dentro de la fase de pruebas por la relación tan directa que éste guarda con las tareas realizadas en ella y la cuestionable envergadura de la misma para ser una fase de la metodología. Otros autores que proponen ciclos de vida para el desarrollo de videojuegos como Chandler (2009) o Hendrick (2009), también incluyen la liberación de la versión o lanzamiento al final de la fase de pruebas.

Preparar el lanzamiento del videojuego (T.4.3.1) conlleva haber realizado anteriormente todas las pruebas y correcciones oportunas, además de crear por parte del equipo técnico la versión que sale al mercado o que se entrega al cliente. Todo este proceso técnico depende de la plataforma objetivo del videojuego, y es que existen diferencias significativas en versiones para sistemas operativos móviles, como *Android* o *iOS*, o una versión de escritorio sobre *Windows 10*, si se desea que la experiencia de uso sea verdaderamente satisfactoria en ambos entornos. Esta tarea recibe como elemento de entrada el último prototipo sin errores y genera la primera versión del *videojuego* terminada (A43). Este será el momento de concretar aspectos relacionados con la licencia del videojuego o la forma en que el público objetivo se etiqueta y la autoría del videojuego se refleja en los créditos.

La siguiente tarea (T.4.3.2) consistente en *generar* la documentación de uso del videojuego, es decir, redactar los *manuales de instrucciones* del videojuego (A44) que serán facilitados a los usuarios. Aunque para trabajar en esta tarea es necesario el artefacto A43 generado en la etapa anterior, es más que probable que sea necesario también tener acceso a toda la documentación del proyecto, es decir, a todos sus artefactos generados

previamente. Es muy importante resaltar que al tratarse de un SG educativo, además del manual de juego deberá generarse un manual educativo. Así, el manual de juego se ocupará de describir la historia del juego, explicar la forma de interacción, dar a conocer los poderes e ítems implicados en el mismo y, en ocasiones, desvelar información sin la cual no se podría avanzar en la partida. En definitiva, el manual del juego contiene las instrucciones necesarias para aprender a jugar y ejemplifica las reglas del juego. Por su parte, el manual educativo del juego es el soporte encargado de explicar a los padres, a los educadores o los propios usuarios el propósito serio del juego, los objetivos y competencias educativas trabajadas, la forma en que éstas se integran y evalúan durante el juego, la semántica de las puntuaciones educativas generadas y la equivalencia, si procede, entre el sistema de recompensas lúdico y los resultados de aprendizaje.

Finalmente, la última tarea (T.4.3.3) consiste en el *lanzamiento del videojuego* (junto con los manuales asociados). Respecto a los roles implicados, es el equipo de desarrollo (ED) el único responsable durante estas tareas de la etapa de lanzamiento, aunque con el posible apoyo del jefe de proyecto (JP), los expertos en narrativa (EN) o los educadores (EE). La participación de éstos últimos (EE) es de vital importancia para generar el artefacto A45 (manual educativo del videojuego).

5.5.4.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa, la arquitectura *hardware* es el principal criterio de la taxonomía a tener en cuenta, ya que es clave para su correcto lanzamiento. No obstante, también la licencia, el público objetivo o la autoría adquieren un papel más significativo durante esta etapa. Del mismo modo, la evaluación y el *gameplay* serán criterios a tener muy en cuenta durante la elaboración del manual educativo y del juego (respectivamente).

5.5.4.2. Resumen de la etapa

La siguiente tabla resume la etapa de lanzamiento, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 3 de la Fase de pruebas: Lanzamiento	
TAREA T4.3.1	Preparar el lanzamiento del videojuego
Artefactos de entrada	A42 Prototipo sin errores (<i>beta</i>)
Propósito	Preparar la versión del videojuego que será lanzada al mercado o proporcionada al cliente
Criterios de la taxonomía a considerar	Arquitectura <i>hardware</i> , licencia, público objetivo y autoría
Roles implicados	ED, JP

Artefactos de salida	A43	Videojuego	Producto finalizado, siendo la primera versión del videjuego
TAREA T4.3.2	Generar manuales de instrucciones		
Artefactos de entrada	A43	Videojuego	
Propósito	Elaborar los manuales de instrucciones (de juego y educativo) del videjuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	<i>Gameplay</i> , evaluación		
Roles implicados	ED, JP, EE, EN		
Artefactos de salida	A44	Manual del videjuego	Documento que incluye la información necesaria para jugar al videjuego
	A45	Manual educativo del videjuego	Documento que incluye las competencias educativas que se trabajan así como la interpretación del sistema de evaluación o informes educativos generados
TAREA T4.3.3	Lanzar el videjuego		
Artefactos de entrada	A43	Videojuego	
	A44	Manual del videjuego	
	A45	Manual educativo del videjuego	
Propósito	Lanzamiento del videjuego		
Criterios de la taxonomía a considerar	Ninguno		
Roles implicados	ED, JP		
Artefactos de salida	Ninguno		

Tabla 50. Resumen de la etapa de lanzamiento.

5.6. Fase de post-producción

Una vez se han dado todos los pasos para obtener el producto final, el videjuego en este caso, el siguiente y último paso es la fase de post-producción. Otros autores la han llamado *release* (Ramadan & Widyani, 2013; McGrath, 2014), *live* (Hendrick, 2009), cierre (Acerenza et al., 2009) o

master (Blitz Games Studios, 2013), aunque en esta tesis se asume la denominación más habitual, y empleada por autores como Sykes y Federoff (2006), Chandler (2009), Pereira (2014) o Arnab et al. (2015), de *post-producción*. En esta última fase de la metodología propuesta para el desarrollo de SG educativos no son muchas las tareas que se deben hacer. Esto podría llevar a que, en muchas ocasiones, esta fase sea completamente ignorada, lo cual es un gran error; ya que puede llegar a ser igual de importante que el resto de fases aunque el número de horas de esfuerzo sea sensiblemente inferior. Algunos autores como Chandler (2009) destaca este mismo aspecto sobre la fase de post-producción: “Muchas veces este paso es ignorado u olvidado, lo cual es un error”. Y es que en muchas ocasiones se limitan a relacionar la fase de post-producción con el lanzamiento, como sucede en la propuesta de McGrath (2014).

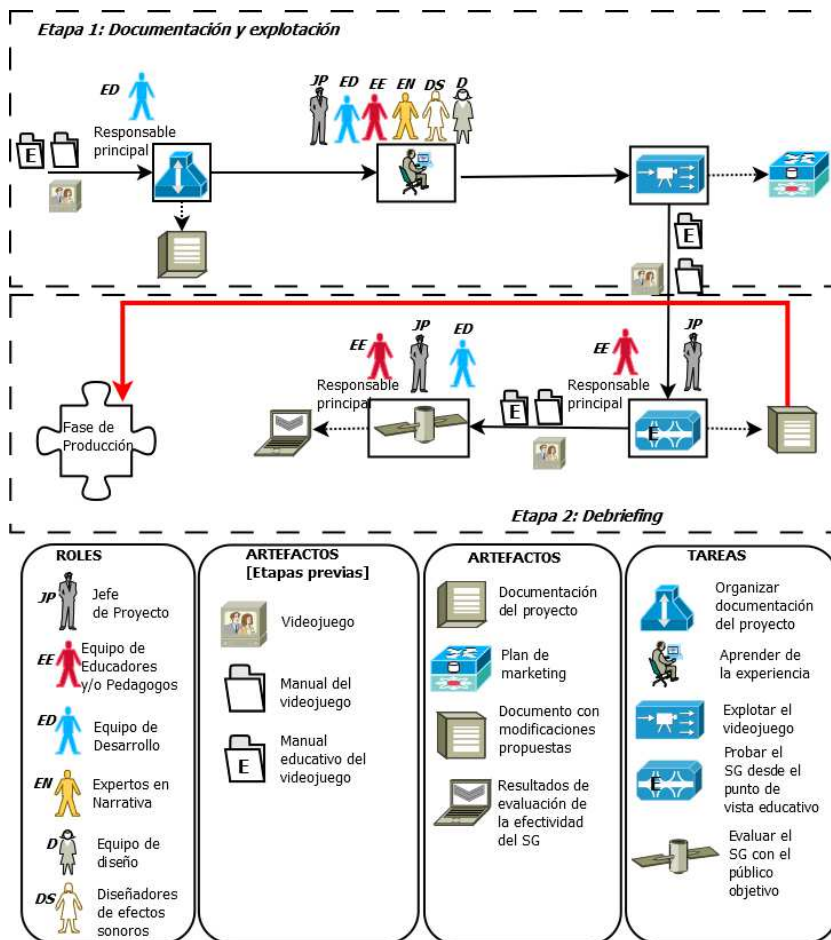


Figura 79. Fase de post-producción de la propuesta metodológica.

Tal y como se ilustra en la Figura 79, en la metodología propuesta esta fase tiene dos etapas: una primera de *documentación y explotación*, y otra

de *debriefing*. Antes de explicar con más detalle dichas etapas en las secciones 5.6.2 y 5.6.3, la sección 5.6.1 recoge una serie de conceptos que deben ser comprendidos para su realización.

5.6.1. Conceptos clave

Es conveniente aclarar algunos términos antes de abordar las diferentes tareas y artefactos de la fase de post-producción.

- **Debriefing:** El término *debriefing* ha sido acuñado para los SG (Peters & Vissers, 2004; Leemkuil, 2006) aunque existe desde hace décadas en otras áreas del conocimiento, como son: el ejército, la psicología o la educación (Lenderman, 1992). En todas estas áreas, la esencia del concepto prevalece: se trata de realizar una reunión de forma posterior a la realización de una actividad para analizar el cumplimiento de sus objetivos. Por ejemplo, en el ámbito militar se utilizaba para analizar las campañas de guerra. En este escenario, los soldados y mandos tenían una reunión después de cada misión donde analizaban todo lo ocurrido en el terreno de combate, comparando la intervención efectuada con la estrategia planificada. De manera análoga, en educación, después de una actividad o proceso de aprendizaje, se podría realizar una reunión donde se analizaran los resultados educativos alcanzados y la intervención de cada uno de los sujetos participantes con el ánimo de sacar conclusiones e identificar mejoras.
- **Plan de marketing:** Es un documento en el que las empresas recogen los objetivos de ventas de un producto determinado para un período concreto. Además, se incluye la situación del mercado, de los clientes, campañas que se van a realizar, presupuesto estimado y un plan de contingencia en caso de no lograr los objetivos esperados.

5.6.2. Etapa 1 de la fase de post-producción: Documentación y explotación

Como se ha comentado anteriormente, la mayoría de los autores que describen un ciclo de vida del desarrollo para un videojuego no prestan demasiada atención a la post-producción. Tan solo Chandler (2009) describe y detalla la importancia de esta última fase. En esta tesis, se sigue lo propuesto por Chandler (2009) para describir parte de esta etapa. La etapa es resumida gráficamente a través de la Figura 80.

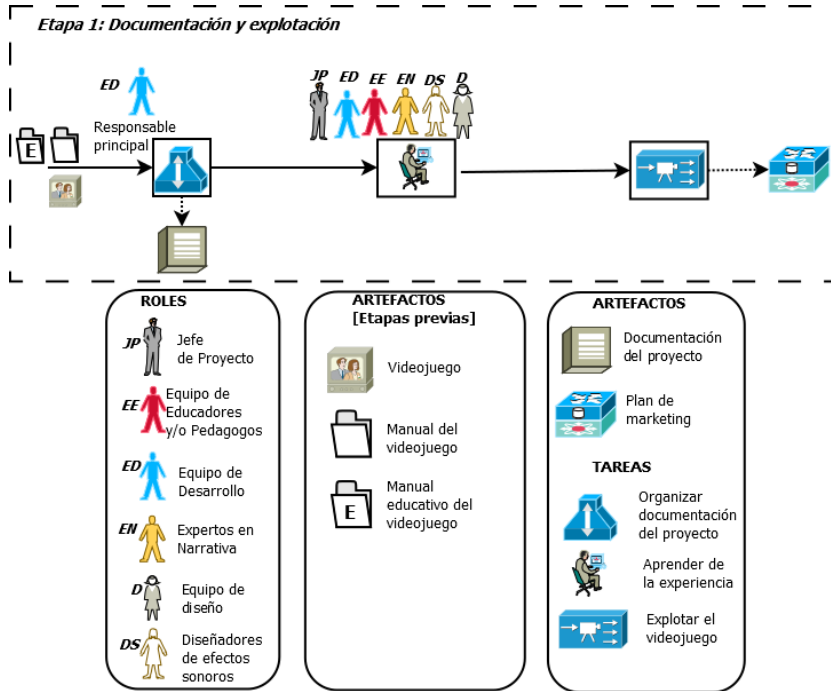


Figura 80. Resumen gráfico de la documentación y explotación.

5.6.2.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta etapa está dividida en tres tareas y tan solo dos artefactos son generados. La Tabla 51 sintetiza las tareas junto con sus roles y artefactos.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.5.1.1	Organizar documentación del proyecto	ED	A46	Documentación del proyecto
T.5.1.2	Aprender de la experiencia	Todos	-	-
T.5.1.3	Explotar el videojuego	¿	A47	Plan de <i>marketing</i>

Tabla 51. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa de documentación y explotación.

Chandler (2009) describe dos tareas en referencia a la fase de post-producción, estas dos tareas hacen referencia a *organizar documentación del proyecto* (T.5.1.1) y *aprender de la experiencia* (T.5.1.2). Se describen de la siguiente forma:

- “*Aprender de la experiencia*: Y es que aprender de la experiencia del desarrollo de un videojuego es la mejor manera de optimizar todo este complejo proceso, teniendo en mente futuros desarrollos.”
- “*Archivar documentación y código*: Todo los archivos fuente, de sonido, gráficos o documentación deben ser correctamente archivados y

categorizados, con el fin de poder afrontar posibles extensiones, como pueden ser otras versiones del videojuego o adaptar la jugabilidad a un nuevo dispositivo *hardware* o avance tecnológico.”

En el primer caso (T.5.1.1) es el equipo de desarrollo el encargado de reunir, generar y organizar toda la información del proyecto, la cual generalmente se organizará digitalmente en una jerarquía de carpetas aunque también se puede conformar en un CD con formato multimedia o en soporte físico como, por ejemplo, un libro (A46). Respecto a la tarea T.5.1.2, ésta no produce ningún artefacto, o sí, eso dependerá en gran medida de cada equipo, individuo o incluso de la política de empresa. En cualquier caso, todos los participantes del proyecto habrán incrementado su experiencia una vez finalizado el mismo, pudiendo incluso documentar dicho aprendizaje si así lo desean y adjuntarlo al resto de la documentación generada (A46).

Por último, la tercera tarea que se ejecuta en esta etapa es la *explotación del videojuego* (T.5.1.3). Aunque este aspecto va ligado exclusivamente a videojuegos comerciales podría ser oportuno en determinados proyectos no comerciales por sus particulares características o porque así lo desee el cliente. En este sentido, Pereira (2014) habla de analizar el comportamiento del videojuego en el mercado y adecuar las campañas de *marketing* con sus respectivos acuerdos de publicidad, o la posibilidad de expandirse a otros mercados, todo ello ligado, lógicamente, a la financiación asociada al proyecto. Esta tarea genera como resultado un documento donde se especifica el plan de *marketing* (A47) a ejecutar tras el estudio de mercado. Es más que probable que esta tarea sea realizada externamente por una empresa o persona con los conocimientos adecuados, de ahí indicarlo en la Tabla 51 con una signo de interrogación (?).

5.6.2.2. Criterios de la taxonomía involucrados

En esta etapa habría que considerar todos los criterios de la taxonomía que puedan ser de utilidad para realizar el estudio de mercado, es decir analizar la explotación del videojuego, así como para diseñar el plan de *marketing*. En este sentido, podría considerarse que todos los criterios pueden tener alguna trascendencia en esta etapa, especialmente la licencia.

5.6.2.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 52) resume la etapa de documentación y explotación de la fase de post-producción, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 1 de la Fase de post-producción: Documentación y explotación		
TAREA T5.1.1	Organizar documentación del proyecto	
Artefactos de entrada	A1 a A45	Todos los artefactos generados

Propósito	Reunir, generar y organizar toda la información del proyecto		
Criterios de la taxonomía a considerar	Ninguno		
Roles implicados	ED		
Artefactos de salida	A46	Documentación del proyecto	Archivos digitales o físicos con toda la información relacionada con el proyecto
TAREA T5.1.2	Aprender de la experiencia		
Artefactos de entrada	Ninguno		
Propósito	Registrar los datos relativos al proyecto a nivel personal, de equipo o de empresa, con el objetivo de mejorar los futuros procesos		
Criterios de la taxonomía a considerar	Ninguno		
Roles implicados	Todos		
Artefactos de salida	Ninguno (aunque si se decide documentar el aprendizaje, esta documentación puede integrarse dentro del artefacto A46)		
TAREA T5.1.3	Explotar el videojuego		
Artefactos de entrada	Ninguno		
Propósito	Decidir la manera en la que se va a explotar el videojuego, habiendo analizado el comportamiento del mismo en el mercado tras su lanzamiento		
Criterios de la taxonomía a considerar	Puede que todos, especialmente la licencia		
Roles implicados	¿		
Artefactos de salida	A47	Plan de <i>marketing</i>	Documento que refleja todo lo relativo a la futura estrategia de explotación a partir del estudio de mercado realizado

Tabla 52. Resumen de la etapa de documentación y explotación.

5.6.3. Etapa 2 de la fase de post-producción: Debriefing

En esta segunda etapa de la fase de post-producción es donde se corrobora la efectividad del SG educativo o, en otras palabras, donde se hace una prueba real a los jugadores sobre las habilidades o conocimientos que se

suponen que habrán adquirido jugando. La etapa es resumida gráficamente a través de la Figura 81.

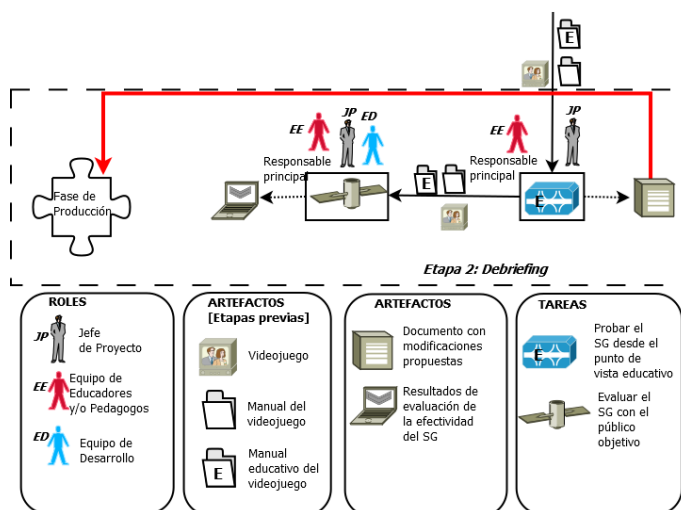


Figura 81. Resumen gráfico del debriefing.

5.6.3.1 Descripción de tareas y artefactos

Esta etapa está dividida en dos tareas y son dos los artefactos que se obtienen en la misma. La Tabla 53 detalla estas tareas junto con sus roles.

Tareas		Roles implicados	Artefactos generados	
T.5.2.1	Probar el SG desde el punto de vista educativo	EE, JP	A48	Documento con modificaciones propuestas
T.5.2.2	Evaluar el SG con el público objetivo	EE, ¿(JP, ED)	A49	Resultados de evaluación de la efectividad del SG

Tabla 53. Relación entre tareas, roles y artefactos generados en la etapa debriefing.

La primera tarea (T.5.2.1) consiste en *probar el videojuego* desde el punto de vista de los propósitos perseguidos por los pedagogos y educadores. Esta tarea puede ser omitida si en la etapa de pruebas *beta* ya intervinieron los educadores durante el diseño de las pruebas. En esta tarea los educadores comprobarán todos los retos educativos, uno a uno, para determinar si han sido correctamente integrados en los retos lúdicos. Además, aunque se supone que se trata de una versión estable del videojuego, es habitual que puedan surgir errores que no están relacionados con la parte educativa del juego, en cuyo caso, se incluyen también en el artefacto que se genera en esta tarea (A48). Este documento consiste en una bitácora de errores, principalmente educativos, que tiene un diseño libre (a elección del equipo educativo), y en el que se deben indicar claramente los errores detectados y las modificaciones propuestas (pudiendo incluir capturas de pantalla del juego para facilitar la comprensión por parte del equipo técnico del

proyecto). Como artefacto de entrada, se parte de la primera versión del *videojuego* (A43), y su *manual de instrucciones* (A44) y *manual educativo* (A45). Como es de suponer, los roles implicados en esta tarea son el equipo de educadores (EE) junto con el jefe de proyecto (JP), que será con quien se produce el flujo de comunicación.

La segunda tarea (T.5.2.2), consistente en *evaluar el SG educativo con el público objetivo*, es clave para validar la eficacia del videojuego. A esta tarea se le pueden dar varios enfoques diferentes. Por ejemplo, se puede realizar una prueba real a los estudiantes incluyendo el SG como parte del contenido educativo de una asignatura y curso concreto, donde la formación tradicional es sustituida por la formación a través del juego. Esto mismo se podría hacer pero fuera del ámbito oficial, es decir, fuera del horario de clase y no evaluable en su expediente. Aunque, un enfoque diferente sería seleccionar un grupo de estudiantes reducido con el que probar la eficacia del videojuego pero sin ser comparado con una formación tradicional. Esta decisión dependerá de algunos factores ajenos al desarrollo del videojuego, como pueden ser los recursos materiales, económicos o la viabilidad de introducir el juego en el currículo de los alumnos.

Son muchos los ejemplos en la literatura científica de estos escenarios de evaluación. Así, por ejemplo, en el experimento de Muratet et al. (2011) se realizó una evaluación real, y la calificación obtenida por los jugadores fue tan válida como los que siguieron la formación tradicional. Por el contrario, el trabajo de Knight et al. (2010) comprobó la eficacia del juego con un grupo sin consecuencias reales, donde los evaluadores hicieron de observadores y sometieron a los dos grupos (formados a través del juego y formados siguiendo el programa oficial) a una evaluación diseñada para la ocasión. Al igual que la tarea anterior (T.5.2.1) se recibe como artefacto de entrada el *videojuego* (A43) y los *manuals de instrucciones* (A44 y A45). Como artefacto de salida de esta tarea, se obtienen los *resultados de la evaluación* (A49) realizada. De nuevo, este documento es de libre diseño por parte de los evaluadores del videojuego ya que puede depender en gran medida de la materia concreta que se evalúe, así como de la metodología de evaluación. Por último, los roles implicados en la tarea son los educadores (EE) como responsables de la misma; siendo opcional (¿) incluir un refuerzo técnico para llevar a cabo el experimento. En dicho caso, este rol técnico puede ser el jefe de proyecto (JP) o algún componente del equipo de desarrollo (ED) seleccionado por el JP.

5.6.3.2. Criterios de la taxonomía

En esta etapa se ve involucrada la evaluación (dado que hay que probar los diferentes retos educativos) y la adaptación (de nuevo para corroborar que las diferentes adaptaciones propuestas previamente funcionan de acuerdo a lo esperado).

5.6.3.3. Resumen de la etapa

La siguiente tabla (Tabla 54) resume la etapa de *debriefing*, describiendo todas las tareas incluidas y los artefactos involucrados.

ETAPA 2 de la Fase de post-producción: <i>Debriefing</i>			
TAREA T5.2.1	Probar el SG desde el punto de vista educativo		
Artefactos de entrada	A43	Videojuego	
	A44	Manual del videojuego	
	A45	Manual educativo del videojuego	
Propósito	Realizar pruebas sobre el correcto funcionamiento de la parte educativa del videojuego (esta tarea puede ser omitida si ya fue realizada durante las pruebas <i>beta</i>)		
Criterios de la taxonomía a considerar	Evaluación y adaptación		
Roles implicados	EE, JP		
Artefactos de salida	A48	Documento con modificaciones propuestas	Documento de libre diseño realizado por parte de los pedagogos o educadores donde se indican posibles modificaciones en relación a los errores detectados (especialmente en torno a los retos educativos)
TAREA T5.2.2	Evaluar el SG con el público objetivo		
Artefactos de entrada	A43	Videojuego	
	A44	Manual del videojuego	
	A45	Manual educativo del videojuego	
Propósito	Validar la eficacia del videojuego con el público real al que va dirigido		
Criterios de la taxonomía a considerar	Evaluación y adaptación		
Roles implicados	EE, ¿ (JP, ED)		
Artefactos de salida	A49	Resultados de evaluación de la efectividad del SG	Documento de formato libre donde los educadores deciden la manera de presentar la información del experimento (metodología, resultados, conclusiones, etc.)

Tabla 54. Resumen de la etapa de *debriefing*.

Capítulo 6

Propuesta de notación gráfica basada en UML para el diseño de videojuegos serios educativos

En este capítulo se proponen y definen un conjunto de diagramas desarrollados como lenguaje gráfico para representar los diagramas de actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos generados, como los principales artefactos, durante la fase de diseño de la metodología propuesta para el desarrollo de SG educativos en el Capítulo 5. No obstante, estos diagramas podrían ser utilizados en cualquier proceso de diseño de un videojuego educativo, es decir, su aplicabilidad no está necesariamente ligada a la adopción de la metodología propuesta en esta tesis doctoral. Por otro lado, aunque podrían ser aplicados en diferentes géneros de videojuegos, cabe señalar que dichos diagramas están especialmente enfocados para el género de aventura gráfica.

6.1. Introducción

Una de las aportaciones de la metodología detallada en el capítulo anterior (Capítulo 5) es formalizar la estructuración del videojuego en actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos. De un nivel superior a un nivel inferior de abstracción: (a) el diagrama de actos muestra todos los actos en los que se divide un videojuego; (b) posteriormente, cada acto se divide en escenas, generando los diagramas de escenas; (c) los diagramas de escenarios presentan las transiciones entre los diferentes lugares virtuales dentro de cada acto, y (d) los diagramas de acciones muestran todas las acciones relacionadas con cada una de las escenas. En esta línea, (e) los diálogos son un tipo especial de acción que se concretan en los diagramas de los diálogos.

Teniendo en mente esta estructura, los diferentes diagramas que representan cada nivel de la misma serán desarrollados componiendo una notación gráfica basada en *UML*. Es necesario aclarar que todas las notaciones gráficas utilizadas en los diagramas propuestos se basan en el estándar *UML*, pero no siguen completamente el estándar original ya que es necesario realizar algunas adaptaciones para que permitan realmente atender el diseño del videojuego. Dichas extensiones y simplificaciones del lenguaje *UML* serán indicadas durante la definición de cada diagrama. A modo de resumen, a continuación se indican (Tabla 55) los diagramas *UML* en los que se basan cada uno de los diagramas propuestos para estructurar el videojuego.

Elementos estructurales del videojuego	Diagramas UML
Actos	Diagrama de actividad
Escenas	Diagrama de actividad
Escenarios	Diagrama de estados
Acciones	Diagrama de actividad
Diálogos	Diagrama de secuencia

Tabla 55. Correspondencia entre los elementos en los que se estructura el videojuego y los diagramas UML en los que se basa el diagrama propuesto.

Como se puede ver en la Tabla 55, el diagrama de actividad es el más utilizado, representando actos, escenas y acciones. Este diagrama, dada su naturaleza dinámica, se adapta perfectamente al flujo que tiene lugar entre los actos del videojuego, las escenas de un acto y las acciones dentro de una escena (independientemente del nivel de abstracción en el que nos encontremos). Por otra parte, los escenarios son modelados a través del diagrama de estados. Esta elección se ha basado en la similitud de las máquinas de estado y la transición entre escenarios. Por último, los diálogos del videojuego están basados en los diagramas de secuencia, de nuevo por la idoneidad presentada por éstos para representar diálogos (secuencias de intervenciones) entre dos o más personajes. En este caso, las líneas de vida se adaptan conceptualmente a los participantes en una conversación o diálogo, los mensajes representan cada flujo de intervención de un personaje, y los fragmentos *Alt* y *Loop* son realmente útiles para representar bifurcaciones (*Alt*) o el típico menú de diálogo (*Loop*) que se repite hasta que el jugador no selecciona la opción correcta (algo habitual en los videojuegos, especialmente donde el género es la aventura gráfica).

Para formalizar la notación de los diagramas propuestos se define un conjunto de metamodelos, de manera que cada diagrama de diseño tiene asociado un metamodelo que se especifica utilizando el diagrama de clases UML. Estos metamodelos describirán, por tanto, la estructura conceptual del videojuego educativo y son muy útiles para entender su naturaleza. Para cada diagrama (secciones 6.2 a 6.6), además del metamodelo correspondiente, se definirá su semántica y sintaxis. La sintaxis de los diagramas es especificada, de forma no ambigua, mediante la forma extendida de Backus-Naur (EBNF). En relación a ello, la Tabla 56 muestra una serie de definiciones sintácticas comunes a todos los diagramas, que posteriormente será completada con las definiciones específicas de cada diagrama.

Finalmente, para ilustrar y clarificar la propuesta se mostrarán parte de los diagramas utilizados en el diseño del videojuego *Urano* (descrito en el Capítulo 4).

EBNF
<code><condicion> ::= '[' <expresion> ' ' (<oper_log> ' ' <expresion>)* ']';</code>
<code><expresion> ::= <expresion1> 'not' ' ' <expresion1>;</code>
<code><expresion1> ::= <frase> <variable> <oper_rel> (<variable> <numero> <frase>);</code>
<code><variable> ::= <letra> (<letra> <digito> '_')*</code>
<code><numero> ::= <digito> (<digito>)*;</code>
<code><digito> ::= '0' '1' '2' '3' '4' '5' '6' '7' '8' '9';</code>
<code><oper_rel> ::= '=' '<' '>' '!=' '>=' '<=';</code>
<code><oper_log> ::= 'and' 'or';</code>
<code><frase> ::= ("") ? <palabra> (" " <palabra>)* ("") ?;</code>
<code><palabra> ::= <letra> (<letra>)*;</code>
<code><letra> ::= 'a' 'A' 'b' 'B' ... 'z' 'Z';</code>

Tabla 56. Sintaxis común a todos los diagramas (EBNF).

6.2. Diagrama de actos

Los diagramas de actos representan la historia completa del videojuego, que se estructurará en actos, el nivel más alto de abstracción. Estos diagramas se basan en diagramas de actividad de *UML* pero con algunas adaptaciones, detalladas a continuación, para facilitar el diseño del videojuego educativo a este nivel.

6.2.1. Metamodelo del diagrama de actos

La Figura 82 muestra el metamodelo que describe los elementos presentes en cada diagrama de actos y las relaciones entre ellos.

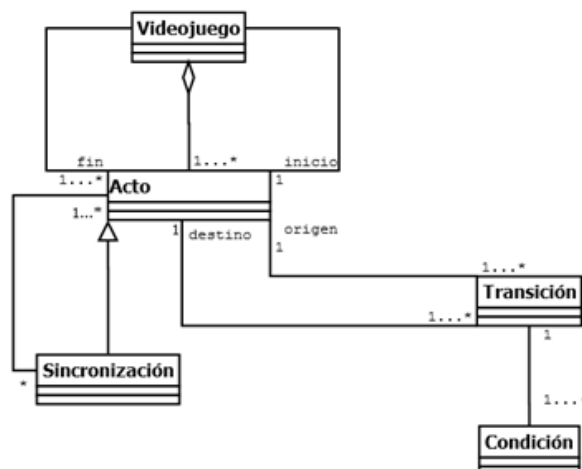


Figura 82. Metamodelo del diagrama de actos.


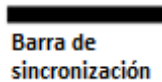


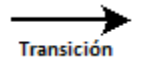
6.2.1.1. Semántica

Un *acto* se define como el elemento de más alto nivel utilizado para estructurar el videojuego en partes independientes. Al menos, debe haber un acto en el videojuego pero normalmente habrá varios. Durante la fase de diseño de los actos, el diseñador sólo tiene una idea aproximada de cómo será el videojuego, por lo que los escenarios, personajes o diálogos no están completamente definidos. Lo más habitual es que haya un único acto inicial. Sin embargo, puede haber uno o más actos finales en el videojuego, en otras palabras, puede haber más de un final para la historia. Además, existe una serie de sucesiones desde el acto de apertura hasta el acto final moviéndose a través de actos intermedios. Todas estas sucesiones se llaman *transiciones*. Un acto puede participar en una o varias transiciones, aunque una transición tiene solo un acto de origen y un acto de destino. Del mismo modo que sucede en *UML*, una *sincronización* es un tipo de acto (nodo de actividad en el caso de *UML*) utilizado para sincronizar varios actos. Esta sincronización no significa que los actos involucrados son simultáneos, sino que todos deben completarse para continuar la historia (unión), o que un único flujo se divide en varios (división). De acuerdo a esto, una sincronización puede estar formada por uno o varios actos, y un acto tiene la posibilidad de estar involucrado en varias o ninguna sincronización. Por último, podría requerirse una o más *condiciones* para realizar la transición.

6.2.1.2. Notación gráfica

La Tabla 57 muestra la representación gráfica (cuarta columna) de cada uno de los elementos (primera columna) del metamodelo asociado al diagrama de actos. Estas notaciones se basan en el diagrama de actividades de *UML*. Por lo tanto, la tabla especifica también el elemento *UML* utilizado (segunda columna). Sin embargo, la denominación empleada en *UML* se ha modificado para adaptarla al vocabulario propio del mundo del videojuego. Además, hay varios elementos que han requerido ampliar o simplificar la definición original de *UML*. En este sentido, el acto se simplifica ya que solo se utiliza el nodo de actividad, fusionando este concepto con el borde de actividad (*activity edge*) considerando su condición de guarda con valor siempre *true*, y es que no es necesario el enfoque más amplio de *UML* para representar las diferentes casuísticas del diseño de actos en los SG educativos. La transición también se ha simplificado, eliminando algunos comportamientos disponibles en *UML*, como la utilización de *pins*, ya que estos están directamente vinculados con la gestión de objetos, en este caso, el flujo de objetos. También se han suprimido la selección (*selection*) y la transformación (*transformation*) que se utilizan a través de notas *UML* para especificar comportamientos de los objetos que no han sido modelados gráficamente. Por último, se han eliminado también los gestores de excepciones (*exception handler*) o la utilización de regiones de actividad

(*activity region*), concretamente, la región de actividad interrumpible, al no considerarse necesaria. No obstante, la región de expansión se mantiene por la utilidad que podría tener en el diseño de determinados juegos, ya que permite seleccionar un grupo de actos (en este caso) que podrían ser realizados de manera paralela, reiterativa o mediante flujo estándar. Estas adaptaciones del formalismo original llevadas a cabo para definir el diagrama de actos del videojuego también han sido especificadas en la tabla (tercera columna).

Elementos	Notación UML	Extensión/Simplificación de UML	Representación gráfica
Acto	Diagrama de actividad → <i>activity</i>	Simplificación y cambio de denominación: <i>activity node</i> + <i>activity edge</i> → acto	
Sincronización de actos	Diagrama de actividad → <i>control nodes</i> → <i>fork and join nodes</i>	Cambio denominación: <i>fork and join nodes</i> → barra de sincronización	
Condición	Diagrama de actividad → <i>control nodes</i> → <i>merge node</i>	Cambio denominación: <i>merge nodes</i> → condición	
Fin / Inicio	Diagrama de actividad → <i>control nodes</i> → <i>final node/initial node</i>	-	
Transición	Diagrama de actividad → <i>control flow</i>	Simplificación: los comportamientos de <i>selection</i> , <i>transformation</i> y <i>pin</i> han sido eliminados. Cambio de denominación: <i>control flow</i> → transición	

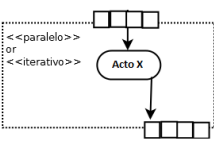
Región de expansión	Diagrama de actividad → expansión region	-	
---------------------	--	---	--

Tabla 57. Notación gráfica del diagrama de actos.

6.2.1.3. Sintaxis

Para concluir, la Tabla 58 añade el EBNF asociado específicamente al diagrama de actos, el cual se basa en algunas definiciones de la Tabla 56. Como se deduce del mismo, los actos se etiquetan con una o más palabras formando una estructura sintáctica corta o frase que dará nombre al acto en el diagrama y que debe ser significativo en relación a su contenido.

EBNF
<acto> ::= <frase>

Tabla 58. EBNF específico del diagrama de actos.

6.2.2. Ejemplo del diagrama de actos en el videojuego Urano

Siguiendo el metamodelo presentado anteriormente (sección 6.2.1), la Figura 83 muestra el diagrama de actos del videojuego *Urano*, compuesto concretamente por nueve actos. Es interesante destacar cómo después de superar el tercer acto (*Nave de Urano*), el jugador debe completar una misión en cada una de las mini-historias que componen el videojuego para poder avanzar. El jugador realizará saltos en el espacio/tiempo en cada mini-historia comenzando con el antiguo Egipto, en el reinado de *Cleopatra*. Una vez que todas las mini-historias (integradas en un nodo de sincronización) hayan sido completadas, el jugador puede pasar al acto de *Vuelta a la Alhambra*.

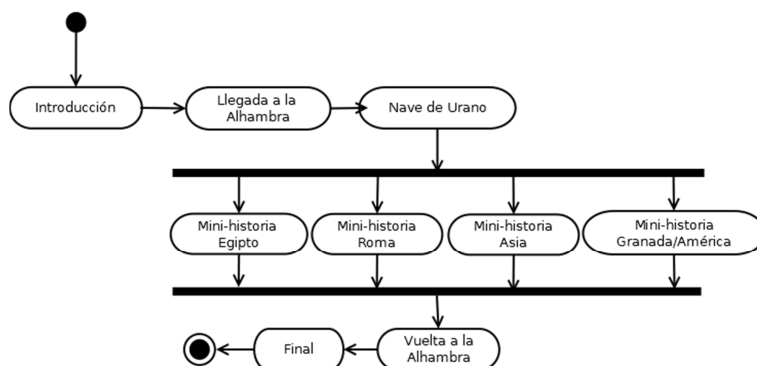


Figura 83. Ejemplo del diagrama de actos en *Urano*.

6.3. Diagrama de escenas

Los diagramas de escena representan la historia completa de cada acto, es decir, su estructura. Con el fin de facilitar la compleja tarea de diseñar las escenas (sobre todo en videojuegos donde el número de escenas por actos es elevado), se introduce el concepto de secuencia conceptualmente similar a lo propuesto en el trabajo de Padilla-Zea et al. (2014). Una secuencia es un conjunto de escenas relacionadas que deben tener lugar en un orden predefinido (que puede ser total o parcial). Las secuencias pueden ser “navegadas” por el jugador de diferentes maneras, dependiendo de las condiciones y las sincronizaciones. En cuanto a la notación gráfica propuesta, la división de un acto en escenas (si es necesario agrupadas en secuencias) se basa en los diagramas de actividad UML (de manera análoga a los diagramas de actos).

6.3.1. Metamodelo del diagrama de escenas

Para facilitar su comprensión, el siguiente metamodelo se presenta en dos partes: por un lado la definición de las secuencias de escenas y escenas (Figura 84) y por otro lado la descomposición del acto en secuencias de escenas (Figura 85).

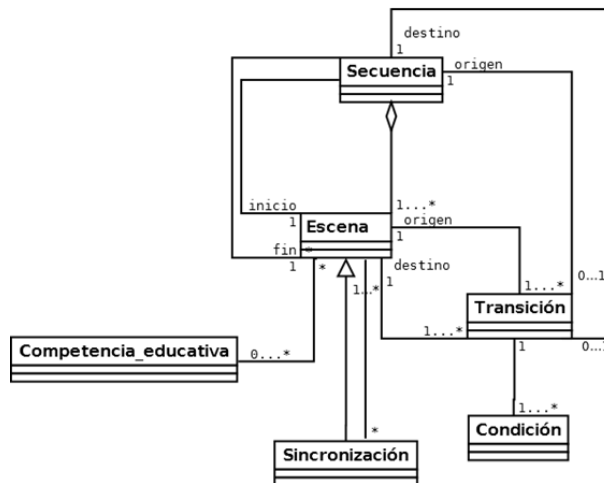


Figura 84. Metamodelo del diagrama de escenas (relaciones secuencia-escenas).

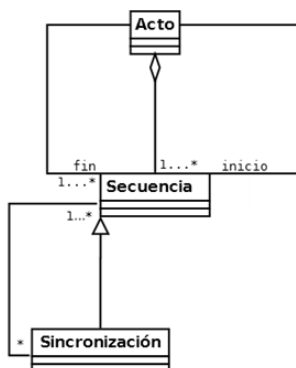


Figura 85. Metamodelo del diagrama de escenas (relaciones acto-secuencias).

6.3.1.1. Semántica

Cada *acto* se divide en *secuencias* que sub-dividen el diagrama de escenas, y cada una de ellas está compuesta de *escenas*, de modo que un acto debe tener al menos una secuencia y ésta, a su vez, debe tener al menos una escena. Este doble nivel es beneficioso especialmente en actos complejos del videojuego y podría ser reducido a un nivel simple cuando no sea necesario definir secuencias de escenas dada la simplicidad del acto. En cualquier caso, la secuencia permite agrupar conceptualmente a un conjunto de escenas, algo habitual en determinados videojuegos, de esta manera se gana en claridad a la hora de representar y también se gana en visibilidad, dado que se aprecia más fácilmente la globalidad de un determinado acto.

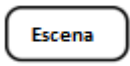
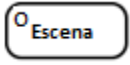
Conceptualmente, una secuencia tiene los mismos elementos que un acto en el diagrama de actos, compartiendo también la misma semántica, sintaxis y notaciones gráficas. Es decir, igual que el videojuego estaba compuesto por uno o más actos, un acto está compuesto ahora por una o varias secuencias, existiendo transiciones entre ellas (con una posible condición asociada) y pudiendo darse un tipo especial de secuencia que es la sincronización de varias de ellas. Respecto a las escenas, su comportamiento es también análogo a lo expuesto. Una secuencia está formada por una o varias escenas, existiendo una de inicio (entrada en la secuencia) y otra de fin (salida de la secuencia). Existen asimismo transiciones entre las escenas y algunas de ellas forman parte de estructuras de sincronización que requieren la realización de todas antes de poder avanzar. Sin embargo, en el caso de las escenas existen algunas extensiones respecto a lo anteriormente dicho. Por ejemplo, cada escena puede estar asociada con una o más *competencias educativas*. Por supuesto, una misma competencia educativa puede estar asociada a varias escenas donde se trabaja. También podría haber escenas puramente lúdicas, que no llevan asociadas competencias educativas. Cabe señalar que el objetivo en este diagrama de escenas no es definir los desafíos educativos concretos, sino simplemente etiquetar las competencias que se tienen en mente trabajar en cada escena. Esto permitirá analizar el número de

competencias para que el equipo de expertos pedagogos pueda equilibrar el trabajo educativo entre las diferentes escenas.

Por otra parte, tan solo indicar que para entender mejor las escenas, el diagrama de escenas puede ser complementado con una tabla suplementaria (artefacto A13 de la metodología propuesta) donde los escenarios y los personajes involucrados en cada escena serán definidos en lenguaje natural.

6.3.1.2. Notación gráfica

La Tabla 59 muestra la representación de todos los elementos de los diagramas de escenas que, como se indicó anteriormente, se basan en el diagrama de actividad de *UML*. Varios elementos han sido modificados o adaptados del *UML* original, por ejemplo, se añaden dos nuevos elementos para representar la secuencia y la competencia educativa. La secuencia se representa como una caja con el borde en forma de una línea discontinua, mientras que la competencia educativa se representa como una nota de *UML*. Además, dado que la secuencia señala el inicio y fin de todas las transiciones entre escenas que puedan tener lugar dentro de ella, no es necesario que las escenas utilicen la simbología de inicio y fin (ya que están acotados por la propia secuencia). No obstante, el inicio y fin del diagrama de escenas, indicando la secuencia de entrada y la de salida, sí serán representados en el diagrama. El resto de elementos siguen la misma línea marcada en la propuesta de notación gráfica realizada para los diagramas de actos.

Elementos	Notación <i>UML</i>	Extensión/Simplificación de <i>UML</i>	Representación gráfica
<i>Escena</i>	Diagrama de actividad → <i>activity</i>	Simplificación y cambio de denominación: <i>activity node + activity edge</i> → <i>escena</i>	
<i>Escena opcional</i>	Diagrama de actividad → <i>activity</i>	Simplificación y cambio de denominación: <i>activity node + activity edge</i> → <i>escena</i> Extensión: se añade el término 'o' en la parte superior izquierda para indicar que la escena es opcional	

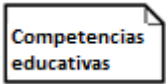
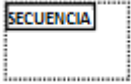


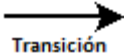

<i>Competencia educativa</i>	Nota UML	Extensión: uso de la nota UML para especificar una o varias competencias educativas	
<i>Secuencia</i>	-	Extensión: la secuencia es un nuevo elemento gráfico no contemplado en UML	
<i>Condición</i>	Diagrama de actividad → control nodes → merge	Cambio de denominación: merge nodes → condición	 Condición
<i>Fin / Inicio</i>	Diagrama de actividad → control nodes → final node / initial node	-	 Fin Inicio
<i>Transición</i>	Diagrama de actividad → control flow	Simplificación: los comportamientos de selection, transformation y pin han sido eliminados. Cambio de denominación: control flow → transición	 Transición
<i>Sincronización</i>	Diagrama de actividad → control nodes → fork and join nodes	Cambio de denominación: fork and join nodes → barra de sincronización	 Barra de sincronización

Tabla 59. Notación gráfica del diagrama de escena.

6.3.1.3. Sintaxis

Por último, la Tabla 60 muestra la representación específica de la sintaxis en el caso del diagrama de escenas. Como se observa, las escenas se nombran con una frase, que debe ser corta y significativa. Las secuencias se identifican como SECUENCIA 1, SECUENCIA 2, etc. Y, finalmente, para las competencias educativas se usa un identificador formado por dos letras y un número.

EBNF
<escena> ::= <frase>

<secuencia>::= 'SECUENCIA' ' ' <id_secuencia>
<id_secuencia>::= <numero>
<competencias_educativas>::= <competencia_educativa> (' ' <competencia_educativa>)*
<competencia_educativa>::= <letra><letra><numero>

Tabla 60. EBNF específico del diagrama de escenas.

Cabe mencionar que, según se propone en la metodología para el desarrollo de SG educativos, este diagrama debe ser enriquecido con otros artefactos (ver Capítulo 5) donde, por ejemplo, se detallen los escenarios y personajes de la escena.

6.3.2. Ejemplo del diagrama de escenas en el videojuego Urano

El diagrama de la Figura 86 muestra la sucesión de escenas del acto de Roma en el videojuego de *Urano*. Como se puede observar, en el diagrama hay cinco secuencias que agrupan las escenas. La secuencia 3, debido al gran número de escenas que incluye es detallada en un segundo diagrama (Figura 87). Como se muestra en la primera escena de la secuencia 2, el niño/a llega a la cárcel con la intención de poder visitar a *Julio César*. En esta primera escena de la secuencia 2, el equipo de pedagogos se propone trabajar las siguientes competencias educativas:

- CI1 (Comprensión Inferencial + id).
- CL1 (Comprensión literal de datos + id).
- CG14 (Comprensión global de textos discontinuos + id).

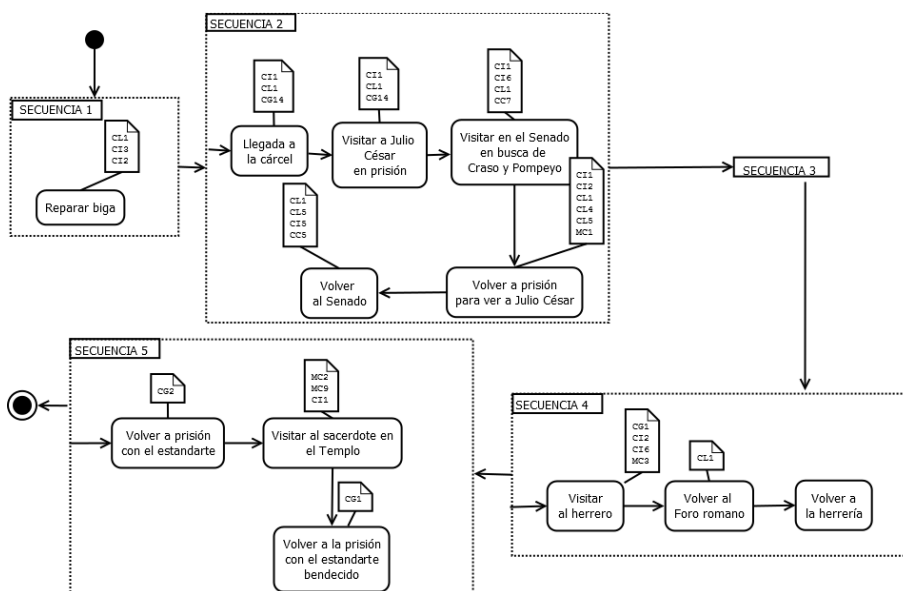


Figura 86. Ejemplo del diagrama de escenas en *Urano*.

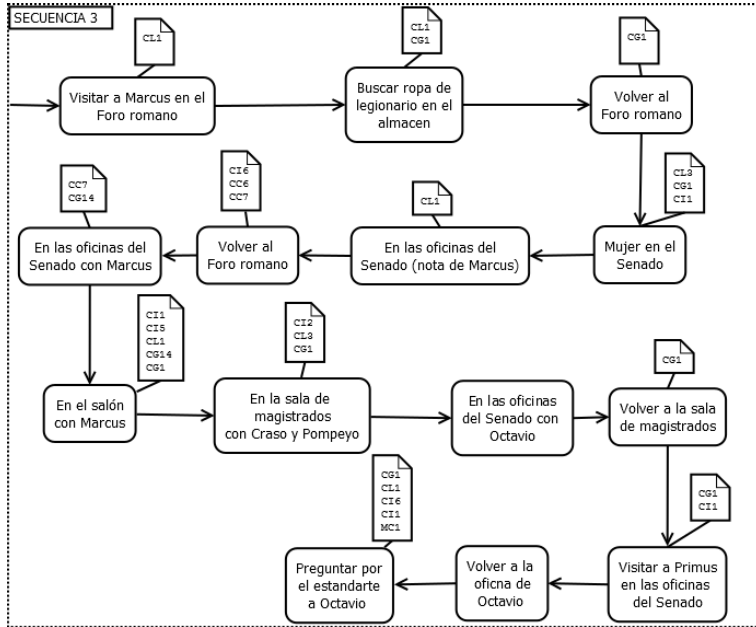


Figura 87. Ejemplo del diagrama de escenas (secuencia 3) en *Urano*.

Las siguientes cinco escenas en dicha secuencia serían: la visita a *Julio César* en prisión, la primera visita del avatar al Senado en busca de *Craso* y *Pompeyo*, volver a la prisión para obtener pruebas de que el protagonista ha visto a *Julio César* y, finalmente, regresar al Senado con una carta para *Craso* y *Pompeyo*. Una tabla suplementaria muy sencilla puede verse en la Tabla 61.

Escenas	Escenarios	Personajes
<i>Llegada a la cárcel</i>	Prisión	-
<i>Visita a Julio César en prisión</i>	Mazmorra	<i>Julio César</i>
<i>Visita al Senado en busca de Craso y Pompeyo</i>	Senado	<i>Craso</i> y <i>Pompeyo</i> entre otros senadores
<i>Vuelta a prisión para ver a Julio César</i>	Prisión y Mazmorra	<i>Julio César</i>
<i>Vuelta al Senado</i>	Senado	<i>Craso</i> y <i>Pompeyo</i>

Tabla 61. Tabla suplementaria del diagrama de escenas (secuencia 2 del acto de Roma) en *Urano*.

6.4. Diagrama de escenarios

Los diagramas de escenarios representan el conjunto de lugares virtuales donde transcurren los actos, y por tanto las escenas. Este tipo de diagrama se basa en el diagrama de estado *UML*. A continuación, siguiendo la misma organización que para los anteriores diagramas se facilitará un metamodelo

para comprender el diagrama de escenarios y se detallará la sintaxis y semántica de la representación propuesta para modelar este tipo de diagrama (sección 6.4.1) antes de ilustrar su uso con un ejemplo (6.4.2).

6.4.1. Metamodelo del diagrama de escenarios

El metamodelo mostrado en la Figura 88 describe los elementos presentes en el diagrama de escenarios de un acto y las relaciones existentes entre ellos.

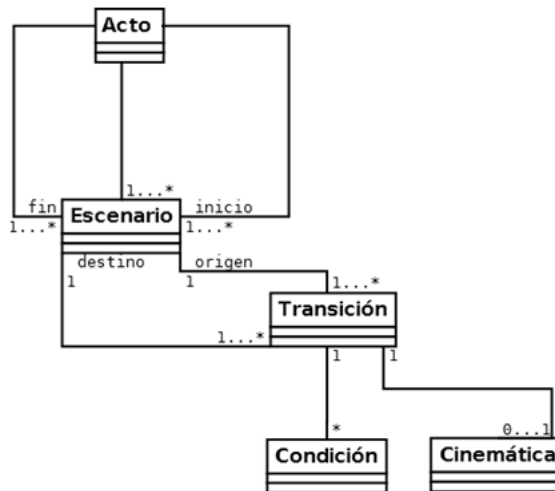


Figura 88. Metamodelo del diagrama de escenarios.

6.4.1.1. Semántica

Los escenarios son los lugares virtuales en los que se reproducen los actos y reflejan el estado del videojuego, es decir: la situación en la que se encuentra el juego en cada momento. Todo este mundo virtual, que irá cambiando durante el desarrollo de la trama (descompuesta en escenas), está formado por objetos interactivos y estáticos que deben ser detallados en artefactos complementarios al diagrama de escenarios, ya que en éste sólo se define el conjunto de escenarios y la transición que se producirá entre ellos durante el juego. Así, cada *acto* se realiza en uno o varios *escenarios*, dependiendo de las escenas en las que se divide el acto. Cada *transición* implica un cambio de escenario y, por lo tanto, podemos decir que el videojuego se encuentra en un estado diferente. Este cambio de escenario podría estar asociado a una o más *condiciones* que deben cumplirse antes de que pueda tener lugar. Cabe notar que un escenario puede participar en varias transiciones. Esto permite representar: a) por un lado, la diversidad de caminos existentes a partir de ese estado (escenarios de destino diferentes) y b) por otro lado, la posibilidad de asociar condiciones diferentes para el paso de un escenario a otro (el mismo destino) cuando el juego se encuentra en puntos distintos de la historia. Además, la transición podría tener vinculada algún tipo de

cinemática, que es una especie de efecto cinematográfico (vídeos, voz en *off*, presentación inicial de la historia, etc.) donde el jugador no tiene el control o, si lo tiene, es un control limitado. Por último, los escenarios que comienzan o terminan un acto están asociados con una transición a los nodos *inicio* y *fin*, respectivamente.

6.4.1.2. Notación gráfica

La Tabla 62 muestra todos los elementos que pueden aparecer en un diagrama de escenarios y su representación. Dicha representación está basada en el diagrama de estados de *UML*. Respecto a éste, se ha añadido un nuevo elemento, la cinemática, que será representada como una nota *UML*. Además, el diagrama de escenarios se simplifica respecto al *UML* original, utilizando solo el estado simple (*simple state*) que ha sido renombrado como *escenario*. El estado compuesto (*composite state*) y los sub-estados (*submachine*) han sido descartados ya que cada momento el videojuego se desarrolla en un escenario indivisible y, aunque lógicamente el jugador podrá moverse a lo largo de él y visitar sus distintas áreas, no tiene sentido ni es posible (dada la flexibilidad total que suele existir en este sentido) intentar modelar todas las transiciones entre dichas partes del escenario. En esta misma línea, las transiciones internas (*internal transitions*) han sido eliminadas al no ser útiles en el nivel de conceptualización de los escenarios en el que nos encontramos, ya se cumple su cometido con las transiciones y condiciones asociadas.

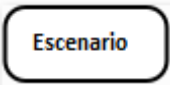
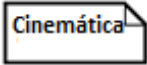

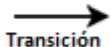

Elementos	Notación <i>UML</i>	Extensión/Simplificación de <i>UML</i>	Representación gráfica
<i>Escenario</i>	Diagrama de estados → <i>Simple state</i>	Simplificación: un escenario es un <i>simple state</i> Cambio de denominación: <i>simple state</i> → escenario	
<i>Cinemática</i>	Nota <i>UML</i>	Extensión: Se utiliza una nota <i>UML</i> para representar la cinemática	
<i>Fin / Inicio</i>	Diagrama de estados → <i>Final State / Initial State</i>	-	
<i>Transición</i>	Diagrama de estados → <i>Transition</i>	-	
<i>Condición</i>			

Tabla 62. Notación gráfica del diagrama de escenarios.

6.4.1.3. Sintaxis

Para finalizar, la Tabla 63 muestra el EBNF correspondiente a los diagramas de escenarios, donde se especifica que tanto el escenario como las cinemáticas se etiquetan con frases que describen su contenido. La condición (cuyo EBNF está en la Tabla 56) puede ser expresada con una frase en lenguaje natural o con una estructura que compare el valor de una variable con otra variable o valor. Las condiciones pueden negarse y concatenarse con otras mediante operadores lógicos (*and*, *or*) para formar condiciones más complejas.

EBNF
<escenario>::= <frase>
<cinematica>::= <frase>

Tabla 63. EBNF específico del diagrama de escenarios.

De forma similar a lo que sucede con los diagramas de escenas, los diagramas de escenarios deben ser enriquecidos con otros artefactos adicionales (ver Capítulo 5) para ser más significativos. Un ejemplo de tabla suplementaria es mostrado en la siguiente sección (6.4.2), donde se proporciona información acerca de los objetos de cada escenario en el diagrama.

6.4.2. Ejemplo del diagrama de escenarios en el videojuego *Urano*

Siguiendo con el acto de Roma, la Figura 89 muestra el diagrama de escenarios correspondiente a este acto del videojuego, así como las condiciones necesarias para llevar a cabo cada cambio de escenario. El ejemplo incluye varios casos de cinemática en forma de mapas interactivos. Como ejemplo de transición, la figura muestra que para pasar de la finca romana a la prisión es necesario cumplir la condición de reparar la biga. Posteriormente, una vez se supera la condición de reparar la biga, aparece un mapa interactivo (cinemática) donde el jugador debe seleccionar el próximo destino. Además, como se detalla en la Tabla 64, el escenario de la finca romana tiene varios objetos interactivos con diferentes funciones. Por ejemplo, uno de éstos es un martillo que puede ser recogido por el avatar para formar parte de su inventario. Este martillo servirá para obtener el respaldo de una silla vieja, y también para colocar los clavos y así fijar el respaldo a la biga, reparando de esta manera el carruaje romano.

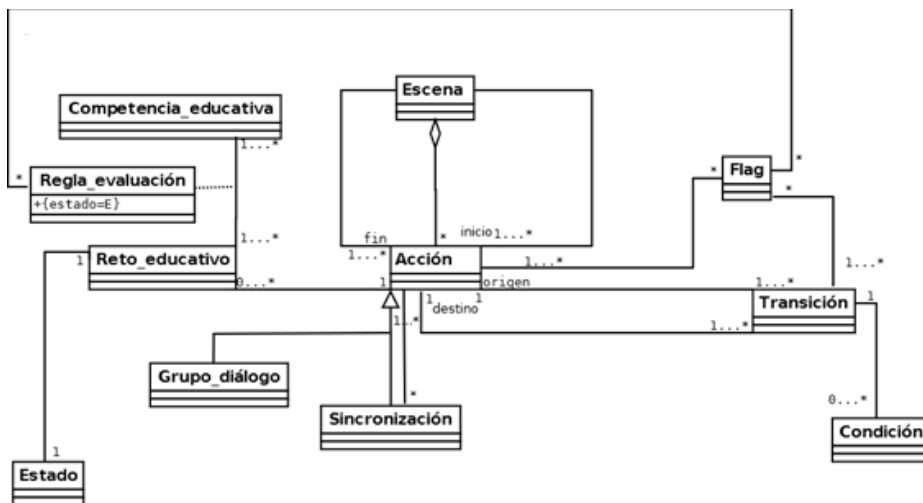


Figura 90. Metamodelo del diagrama de acciones.

6.5.1.1. Semántica

Cada *escena* se divide en las *acciones* más concretas a realizar dentro de ella. Así, las acciones describen los eventos presentes en la historia del videojuego, que podrían ser: recoger objetos, usar objetos interactivos, hablar con algún personaje (un diálogo es considerado en la propuesta como un tipo de acción) o cualquier otro evento o interacción que suceda durante el desarrollo del videojuego (saltar, correr, golpear, etc.). Una acción puede tener (no siempre) asociados uno o varios *retos educativos*. Estos retos se planifican con el objetivo de lograr que el jugador o alumno adquiera un conjunto de competencias educativas específicas (al menos una). Similarmente a como ocurre en los diagramas de actos y escenas, una *transición* implica que se ha terminado una acción y se procede a realizar otra. Asimismo, una *sincronización* de acciones y un *grupo de diálogo* son tipos específicos de acciones. La semántica de la *sincronización* y la *condición* es análoga a la ya descrita en la sección del diagrama de actos (sección 6.2) o de escenas (sección 6.3). El *grupo de diálogo* se abordará más adelante, en la sección siguiente del diagrama de diálogos (6.6), pero básicamente se puede definir como un diálogo completo con un personaje en una determinada escena.

El *reto educativo* es cualquier tarea o ejercicio educativo diseñado por el equipo de pedagogos o educadores que se “oculta” con apariencia lúdica en una acción o diálogo, y que tiene como objetivo principal abordar algunas *competencias* del currículo del estudiante. Este reto educativo puede encontrarse en tres estados diferentes y complementarios: iniciado y/o trabajándose y/o evaluándose. Para ilustrar el reto educativo, en la Figura 91 se muestra un ejemplo donde la competencia asociada al reto es CL3, un tipo de comprensión literal, el estado trabajándose y evaluándose al mismo

tiempo (TE), y el identificador del reto educativo es 023. Como se podría deducir, hay cuatro posibles estados para un reto educativo: I (se ha lanzado el reto pero aún no se ha comenzado a trabajar en él), IT o simplemente T (se está trabajando en el reto), IE o simplemente E (el reto se está evaluando) y ITE o simplemente TE (se está trabajando en el reto y, al mismo tiempo, éste se está evaluando). Nótese que en el metamodelo anterior (Figura 90) hay una restricción en la regla de evaluación para indicar que ésta solo tiene sentido cuando el estado del reto educativo es *evaluándose*. Las reglas de evaluación se representa como una clase asociativa, es decir, para cada reto educativo y competencia que se trabaja en el reto existe una regla de evaluación.

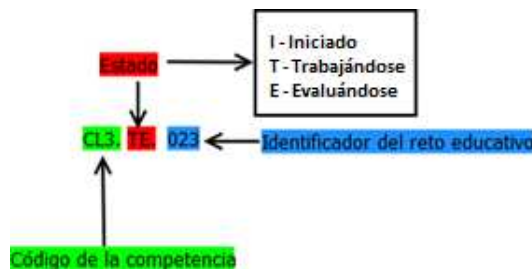


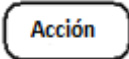
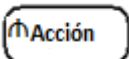
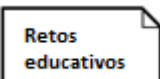
Figura 91. Ejemplo de representación del reto educativo en el diagrama de acciones.

Por otro lado, es algo habitual en los videojuegos que determinados eventos o acciones lleven consigo la modificación de ciertas variables internas, en el campo de los videojuegos se identifica con su terminología anglosajona, *flag* (dado que no tiene una traducción directa al castellano se mantendrá dicha terminología). De esta forma, el *flag* sirve para indicar el cambio de estado de una o más variables utilizadas en condiciones. Por ejemplo, un *flag* podría significar que se activa una transición de escenario, o la aparición de un nuevo elemento en la escena, como podría ser un nuevo diálogo, un objeto o incluso un personaje que no estaba en principio. Tanto una *acción* como una *transición* podrían tener asociados uno o varios *flags*. Asimismo, los *flags* pueden ser usados para almacenar datos que requieren ser utilizados en alguna regla de evaluación.

6.5.1.2. Notación gráfica

La siguiente tabla (Tabla 65) muestra todos los elementos permitidos en el diagrama de acciones (basado en el diagrama de actividad *UML*). Hay varios elementos que son modificados respecto al *UML* original, y se añade un nuevo elemento para representar el reto educativo. Concretamente, el reto o desafío educativo, como en casos anteriores, se representa como una nota *UML*. Del mismo modo, como en los diagramas de actos o escenas, la barra de sincronización, condición y la propia acción, son renombrados con respecto a *UML* original para atender la semántica del problema que nos ocupa. Además, la acción se simplifica y se considera como un nodo de

actividad. Respecto a la transición, volver a mencionar que se hace uso de la versión más simple que cubre las necesidades del diseño de las acciones dentro de una escena (igual que ocurría en el caso de los diagramas de actos y escenas). Una similitud más con respecto a los actos y escenas es que la región de actividad interrumpible se sigue considerando innecesaria. En cambio, la región de expansión se mantiene por la utilidad que podría tener en el diseño de determinados juegos, ya que permite seleccionar un grupo de acciones que podrían ser realizados de manera paralela o iterativa. Por otra parte, mencionar que el grupo de diálogo se representa exactamente igual que una acción. Finalmente, se incorpora un elemento de sub-acción que hace referencia a la *subactivity de UML*, es decir, se trata de una acción que en realidad engloba un diagrama de acciones. La utilidad es poder clarificar una representación que cuenta con varias secuencias de acciones que se repiten o descomponer acciones complejas. Este elemento fue eliminado para la última versión de *UML (2.5)* pero en el caso que nos ocupa se ha considerado de utilidad (hay un ejemplo de ello en el Capítulo 7 (*Mario Bros*)).

Elementos	Notación <i>UML</i>	Extensión/Simplificación de <i>UML</i>	Representación gráfica
<i>Acción</i>	Diagrama de actividad → <i>activity</i>	Simplificación: una acción es un <i>activity node</i> Cambio de denominación: <i>activity node</i> → acción (el grupo de diálogo es representado como una acción)	
<i>Sub-acción</i>	Diagrama de actividad → <i>subactivity</i>	Cambio de denominación (<i>subactivity</i> → sub-acción) y extensión (ya que <i>subactivity</i> fue eliminada para la versión 2.5 de <i>UML</i>)	
<i>Reto educativo</i>	Nota <i>UML</i>	Extensión: se utiliza la nota <i>UML</i> para especificar los retos educativos	





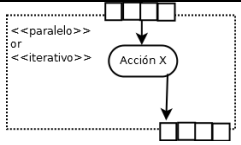
<i>Sincronización</i>	Diagrama de actividad → control nodes → fork and join nodes	Cambio de denominación: <i>fork and join nodes</i> → barra de sincronización	 Barra de sincronización
<i>Condición</i>	Diagrama de actividad → control nodes → merge node	Cambio de denominación: <i>merge nodes</i> → condición	 Condición
<i>Fin / Inicio</i>	Diagrama de actividad → control nodes → final node/initial	-	 Fin Inicio
<i>Transición</i>	Diagrama de actividad → control flow	Simplificación: los comportamientos: <i>selection, transformation</i> y <i>pin</i> han sido eliminados	 Transición
<i>Región de expansión</i>	Diagrama de actividad → expansion region	-	

Tabla 65. Notación gráfica del diagrama de acciones.

6.5.1.3. Sintaxis

Para finalizar, la siguiente tabla (Tabla 66) muestra el EBNF asociado al diagrama de acciones. Como puede observarse, la acción se describe con una frase y los retos educativos se definen a partir de la definición de competencia educativa previamente hecha en la Tabla 58 pero incluyendo también el estado de la competencia y el reto al que corresponde.

EBNF
<accion> ::= <frase>
<retos_educativos> ::= <reto_educativo> ('' <reto_educativo>)*
<reto_educativo> ::= <competencia_educativa> '.' <estado> '.' <id_reto>
<id_reto> ::= <numero>
<estado> ::= 'I' 'T' 'IT' 'E' 'IE' 'TE' 'ITE'

Tabla 66. EBNF específico del diagrama de acciones.

Para concluir, este diagrama debería ser complementado nuevamente con diversos artefactos (Capítulo 5) para enriquecer su semántica. Por

ejemplo, tiene que tener asociadas dos tablas suplementarias (no son tres tablas porque en este ejemplo no hay asociado una tabla de recompensas), donde se describen respectivamente los retos educativos y los *flags*. En la tabla de *flags* se especifica la acción que desencadena junto con todas las acciones afectadas. Y en la tabla de los retos educativos se detallan todos los desafíos educativos con sus competencias educativas asociadas, así como su respectiva evaluación (tablas incluidas en la sección 6.5.2).

6.5.2. Ejemplo del diagrama de acciones en el videojuego *Urano*

El diagrama de acciones de la escena *reparar biga* se muestra en la Figura 92.

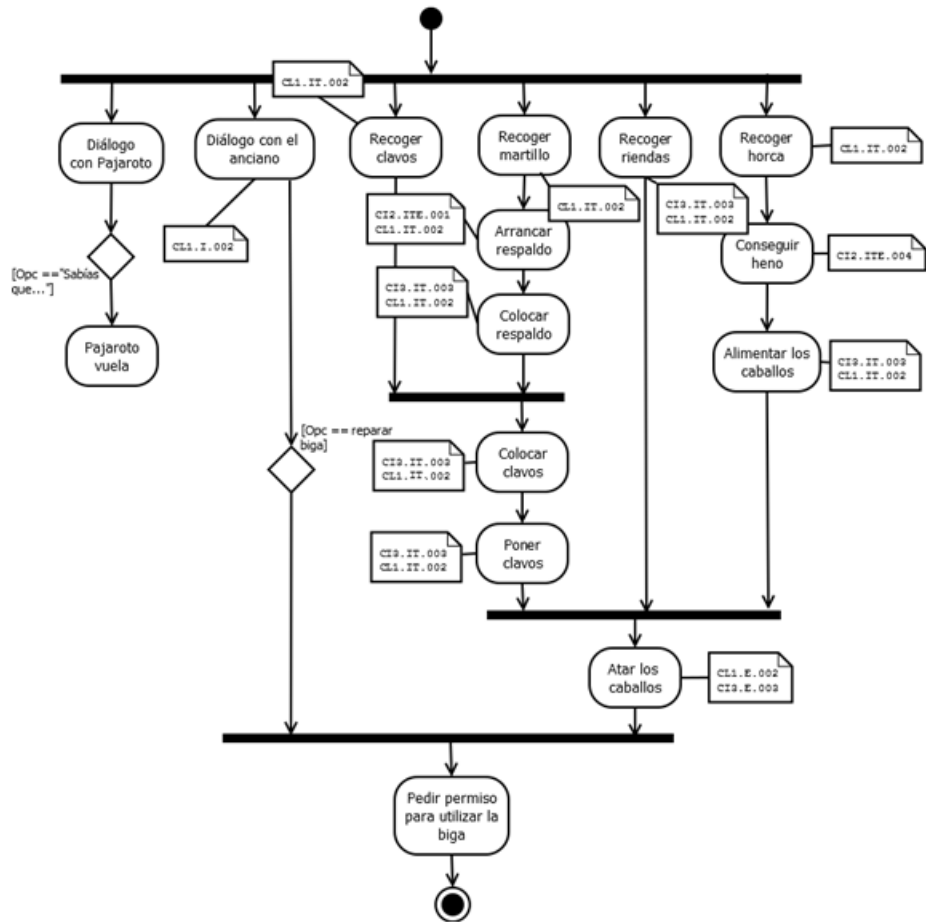


Figura 92. Ejemplo del diagrama de acciones en *Urano*.

En este diagrama se representa las acciones y los desafíos o retos educativos que están asociados a esta escena. Por ejemplo, cuando el avatar dialogue con el anciano se inicia el desafío 002 (CL1.I.002). Este desafío está presente durante varias acciones y no se evalúa hasta que se amarren los caballos (CL1.E.002), que es donde el jugador completa la reparación de la biga.

También se puede ver en el diagrama cómo hay acciones que requieren sincronización, por ejemplo, antes de colocar los clavos es necesario recoger los clavos y colocar el respaldo. Además, durante el diálogo con *Pajaroto* (un pájaro de Urano) si el personaje selecciona la opción del diálogo: “Sabía usted ...” (condición), *Pajaroto* sale volando.

Por último, asociado a este diagrama se pueden encontrar dos tablas suplementarias con información sobre los retos educativos y los *flags*. Como ejemplo de *flag*, se puede ver en la Tabla 67 cómo se activa el *flag* cuando se completa la acción: *Atar los caballos* y, como consecuencia, aparece una nueva opción en el diálogo con el anciano romano, *Pedir permiso para utilizar la biga*. Respecto a la Tabla 68 de los retos educativos, las reglas de evaluación incluyen una métrica de tiempo presente en los retos 001, 002 y 004. Por otra parte, en el reto 003 se aplica una evaluación vinculada al número de intentos empleados en completar una determinada acción. Por ejemplo, el reto educativo 001 va ligado al tiempo de juego necesario para completar el reto, que consiste en inferir el uso del respaldo de madera de una silla para reparar la biga y así poder continuar en el juego.

Flag	Acción que activa	Acción afectada
Reparar biga = true	Atar los caballos	Diálogo con el anciano

Tabla 67. Tabla suplementaria *flags* del diagrama de acción en *Urano*.

ID Reto educativo	Competencia educativa	Evaluación – Sistema de puntos
001	Comprensión inferencial 2 (CI2): Realizar una inferencia respecto al uso de la madera de la silla para reparar el carro	<u>tiempo</u> < 180 seg → 8puntos <u>tiempo</u> >=180 seg → 0puntos
002	Comprensión literal 1 (CL1): Identificar los datos necesarios para reparar la biga	<u>tiempo</u> < 360 seg → 20puntos <u>tiempo</u> >=360 seg Y < 500seg → 10puntos <u>tiempo</u> >=500 seg → 0 puntos
003	Comprensión inferencial 3 (CI3): Comprende el orden de los pasos para poner en marcha la biga	<u>número_intentos</u> = 1 → 12puntos <u>número_intentos</u> > 1 Y <=3 → 8puntos <u>número_intentos</u> > 3 → 0puntos
004	Comprensión inferencial 2 (CI2): Infiere que debe usar una herramienta para recoger el heno	<u>tiempo</u> < 180 seg → 8puntos <u>tiempo</u> >=180 seg → 0puntos

Tabla 68. Tabla suplementaria de los retos educativos del diagrama de acciones en *Urano*.

6.6. Diagrama de diálogos

Los diagramas de diálogos permiten representar los diálogos del videojuego. Este tipo de diagrama se basa en los diagramas de secuencia *UML*. Como se

ha comentado en la sección anterior, el diálogo se considera un tipo especial de acción.

6.6.1. Metamodelo del diagrama de diálogos

El metamodelo del diagrama de diálogos se presenta en la Figura 93, donde se describe los elementos presentes en estos diagramas y sus relaciones con el resto de elementos.

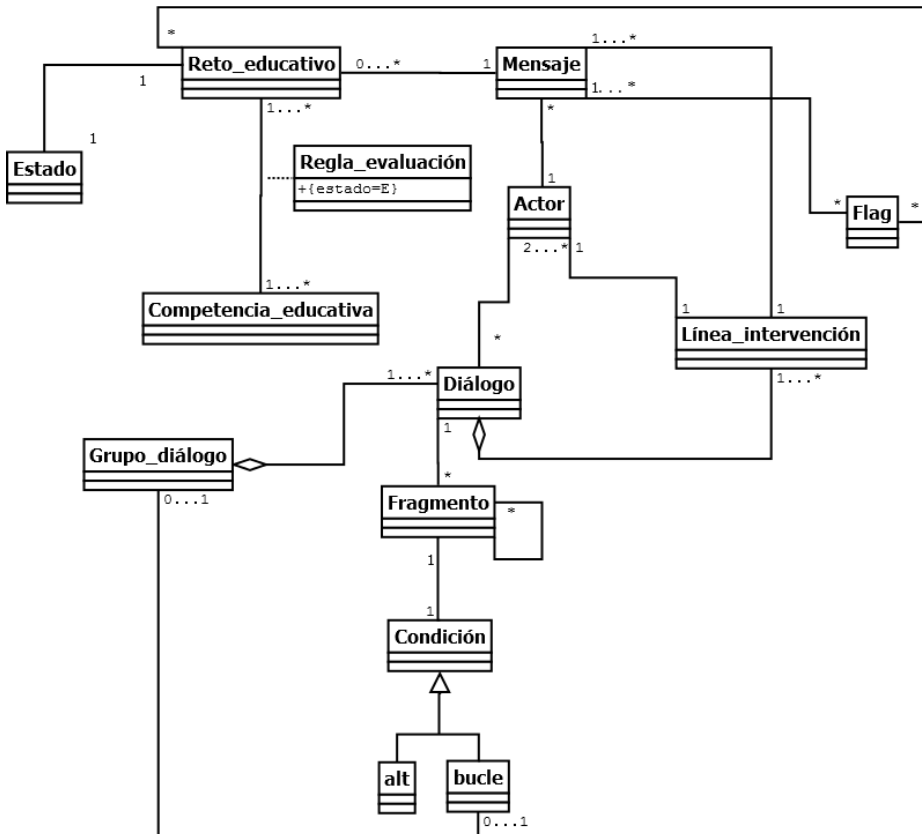


Figura 93. Metamodelo del diagrama de diálogos.

6.6.1.1. Semántica

En el metamodelo presentado, los diálogos entre actores (un actor es cualquier personaje del videojuego, incluido el avatar) serán representados por *mensajes*, cada uno de los cuales modela una intervención de un actor. Cada actor tiene asociado una secuencia de intervenciones (*Línea_intervención*), que incluye todos los mensajes de un actor en un diálogo concreto. Conceptualmente, un diálogo debería tener al menos dos líneas de intervención ya que se necesitan dos o más actores para que se considere un diálogo, sin embargo, el metamodelo contempla la posibilidad de que un diálogo tenga una única línea de intervención, y es que un

videojuego puede incluir personajes que simplemente ofrecen una información al jugador después de interactuar con él. Por otro lado, los *fragmentos* sirven para estructurar un diálogo y son regiones delimitadas dentro de un diálogo que llevan asociada una *condición* que puede provocar que dentro de una conversación se produzcan *bucles* o instrucciones selectivas (*alt*). Los diálogos se pueden agrupar, siempre y cuando sean diálogos con los mismos actores (*Grupo_diálogo*); una manera muy común de agrupar diálogos es a través del menú de los diálogos. Este denominado menú de diálogo es un recurso muy habitual en los videojuegos cuyo género es la aventura gráfica, donde un personaje durante su diálogo con el avatar ofrece varias opciones de respuesta a éste (y el jugador elegirá la que prefiera). Además, este menú de diálogo podría incluir un bucle, de manera que se repite hasta que se seleccione una determinada opción. Por otra parte, los retos educativos, además de tener vinculado un estado (como sucedía en el metamodelo del diagrama de acciones), pueden estar asociados con mensajes concretos. Esto permitirá especificar el punto exacto de la conversación donde se aborda una determinada competencia educativa. También, al igual que sucede con las acciones, entre el reto educativo y la competencia educativa existe una clase asociativa, la regla de evaluación, que determina cómo se pondera la consecución de dicha competencia dentro de ese reto concreto. Por último, de manera análoga a las acciones, se contempla el uso de *flags* que, en este caso, pueden ir asociados a los mensajes.

6.6.1.2. Notación gráfica

La Tabla 69 muestra todos los elementos incluidos en el diagrama de diálogos. Este tipo de diagrama se basa en el diagrama de secuencia de *UML* porque un diálogo puede ser concebido como una secuencia o intercambio de mensajes, que es precisamente la filosofía del diagrama de secuencia de *UML*. La línea de intervención de cada actor es conceptualmente similar a la línea de vida *UML*, y los mensajes *UML* se corresponden con los mensajes transmitidos durante el diálogo. Solo que en este caso, los mensajes *UML* se simplifican, siendo utilizado sólo un tipo de mensaje (mensaje síncrono). De todos los diagramas propuestos para representar los diferentes niveles de abstracción del videojuego, el diagrama de diálogos es el diagrama que tiene una mayor número de modificaciones respecto al *UML* original, ya que muchos de los elementos presentes en *UML* no son necesarios para representar los diálogos de un videojuego, como sucede con los diferentes tipos de mensajes, los asíncronos (*asynchronous*) o los mensajes perdidos (*lostMessage*); o elementos como la destrucción de objetos (representado con una X), instanciación de objetos o *continuation*, utilizado para realizar una configuración determinada de ciertos métodos. Al igual que en los casos

anteriores, las notas *UML* se utilizan con un propósito diferente para el que se concibieron, es decir, para etiquetar los desafíos educativos.


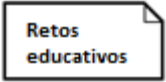
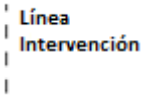
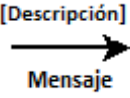
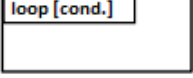
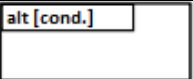
Elementos		Notación <i>UML</i>	Extensión/Simplificación de <i>UML</i>	Representación gráfica
<i>Actor</i>		Diagrama de secuencia → actor	-	 Actor
<i>Reto educativo</i>		Nota <i>UML</i>	Extensión: uso de la nota <i>UML</i> para especificar los retos educativos	
<i>Línea_intervención</i>		Diagrama de secuencia → <i>life line</i>	Cambio denominación: <i>life line</i> → línea_intervención	
<i>Exit()</i>		Diagrama de secuencia → <i>Exit()</i>	-	
<i>Mensaje</i>		Diagrama de secuencia → <i>message</i>	Simplificación: solo hay un tipo de mensaje, el <i>synchronous</i> .	
<i>Fragmento</i>	<i>Condición</i>	<i>loop</i>	Diagrama de secuencia → <i>combined fragment (loop)</i>	
		<i>alt</i>	Diagrama de secuencia → <i>combined fragment (alt)</i>	

Tabla 69. Notación gráfica del diagrama de diálogos.

6.6.1.3. Sintaxis

En la Tabla 70 se puede ver el EBNF correspondiente al diagrama de diálogos. Como puede verse, los actores se etiquetan con una frase que debe ser muy breve e identificar claramente al personaje. Los retos educativos mantienen la sintaxis recogida en la Tabla 66. Los fragmentos incorporan los términos

loop o *alt* a una condición (de acuerdo a la definición inicial de la misma en la Tabla 58) y, finalmente, la descripción de un mensaje incluye un número de secuencia y una frase que puede contener el mensaje íntegro o una parte del mismo.

EBNF	
<actor>::=	<frase>
<descripcion>::=	<codigo> ('' <codigo>) ? <frase> ('...') ?
<loop>::=	'loop' '' <condicion>
<alt>::=	'alt' '' <condicion>

Tabla 70. EBNF específico del diagrama de diálogos.

Finalmente, el diagrama puede tener asociada una tabla suplementaria donde la primera columna identifica cada mensaje del diálogo y la segunda columna muestra el texto completo del mismo.

6.6.2. Ejemplo del diagrama de diálogos en el videojuego *Urano*

En la Figura 94 se muestra un diálogo correspondiente a la escena de *reparar biga* del acto de Roma. El diagrama representa un grupo de diálogo entre el avatar y el anciano romano. En primer lugar, aparece un diálogo en el que se intercambian cinco mensajes; posteriormente, hay tres diálogos agrupados con un bucle (*loop*) donde si se elige la opción “*Gracias por todo*”, el avatar abandonará el grupo de diálogo (*Exit()*). Dentro del bucle, podemos ver tres fragmentos cada uno con tres condiciones (*alt*), así que dependiendo de la opción elegida por el jugador, la rama de conversación será una u otra.

id	Texto completo del diálogo
1	Ven acá muchacho, échame una mano. Se me ha roto la biga y no tengo ni fuerza ni edad para arreglarla. Si me ayudas te llevaré a Roma, porque, vas a Roma, ¿verdad?
2	Sí, voy a Roma
3	Me lo imaginaba, parece que el César ha desaparecido, ¿tú también has escuchado los rumores?
4	Sí, rumores de otra galaxia...
5	Déjate de tonterías y échame una mano para arreglar la biga

Tabla 71. Tabla suplementaria del diagrama de diálogos con el anciano romano (primera conversación) en *Urano*.

Por otro lado, en el segundo fragmento (*alt* = “*Cómo se arregla...*”), el anciano explica al niño cómo reparar la biga y uno de sus mensajes se etiqueta un reto educativo. En este reto se inicia un desafío educativo donde se pretende trabajar la competencia educativa (CL1 – Comprensión literal de datos) ya que es justo en ese mensaje (6) donde el anciano proporciona al avatar los datos que necesita para reparar la biga. Dicha competencia se evaluará cuando el avatar repare la biga. Por último, asociado al diagrama se

muestra la tabla suplementaria (Tabla 71) con los textos completos de los primeros cinco mensajes del diálogo y su correspondiente identificador de secuencia.

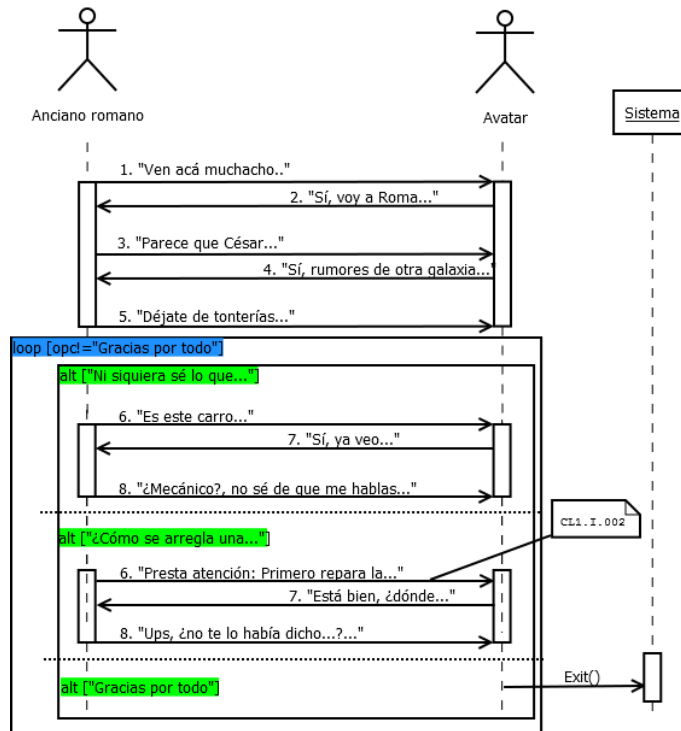


Figura 94. Ejemplo del diagrama de diálogos en la primera escena del acto de Roma en *Urano*.

Capítulo 7

Aplicación de la propuesta

En este capítulo se recogen distintas aplicaciones de la propuesta realizada en esta tesis doctoral, incluyendo la taxonomía, la metodología y la notación gráfica recogidas en los Capítulos 3, 5 y 6, respectivamente.

7.1 Aplicando la metodología propuesta para el desarrollo de nuevos videojuegos serios educativos

Como se ha mencionado en los Capítulos 4 y 5, *Urano* ha servido para acotar y desarrollar la propuesta metodológica de esta tesis, siendo también aplicada dicha metodología durante el desarrollo del videojuego aunque no de manera formal ni exhaustiva. Es decir, la experiencia de desarrollo de *Urano* (un SG educativo para soportar la lectura comprensiva) y la definición de la metodología de desarrollo para SG educativos realizada en esta tesis han creado una sinergia bidireccional, que ha permitido generar *feedback* de gran utilidad en las dos direcciones. Así, la metodología propuesta se ha nutrido largamente de la experiencia obtenida por el equipo de investigación del proyecto durante el diseño y desarrollo de *Urano* y, al mismo tiempo, el desarrollo de *Urano* se ha facilitado en determinados aspectos gracias al conocimiento derivado de la metodología propuesta. Adicionalmente, la notación gráfica propuesta en esta tesis doctoral ha sido utilizada para modelar la estructura en actos y escenas del juego, así como lo que sucede dentro de algunas escenas en términos de acciones y diálogos (como se ha ilustrado en el Capítulo 6). Actualmente, el desarrollo de dicho videojuego se encuentra en la fase de post-producción. Concretamente, en un primer experimento se ha puesto a prueba la aceptación que muestra el público objetivo hacia el SG (se explicará en la sección 8.4), y queda pendiente en un segundo experimento evaluar el videojuego como herramienta educativa (*debriefing*).

Por otra parte, la metodología está siendo aplicada en el desarrollo de un nuevo SG, *El Viaje Fantástico*, en colaboración con la Universidad de Zaragoza. *El Viaje Fantástico* narra un sueño que tiene *Pipo* (personaje principal), donde la línea argumental sitúa a *Pipo* cerca de un gorro mágico que había visto en la feria de su ciudad. Al ponérselo, descubre una nota en su interior y, al pronunciar las palabras escritas en ella, el gorro absorbe a *Pipo* y comienza a volar hasta llegar a *Saturno*. Allí conoce a los amigos de *Saturno*, entre ellos, el *Cometa de la Risa* que se encarga de repartir risas por todo el mundo durante las noches para que los niños despierten felices. *Pipo* ayuda al *Cometa de la Risa* a repartir las risas, pero en un giro inesperado

Pipo se cae con el saco de las risas. Para encontrar a su amigo y terminar de repartirlas debe preguntar a las *estrellas*, superando los retos que se encuentra a su paso.

A continuación se resumen los primeros artefactos generados (A1 a A4) en el desarrollo inicial del videojuego titulado “El Viaje Fantástico”, donde se encuentra actualmente dicho proyecto (fase de inicio→etapas 1 y 2 completadas, etapa 3 en proceso). Cabe mencionar, asimismo, que dada su versatilidad la metodología propuesta puede ser aplicada de forma completa desde la fase de inicio hasta la post-producción de un SG educativo, pero también de forma parcial. Es decir, se podría seguir por ejemplo la fase de inicio para obtener la visión general del videojuego y luego utilizar algún otro enfoque para continuar con el resto del proyecto. Algo similar ocurriría con el resto de las fases de la metodología propuesta, que pueden ser aplicadas de forma independiente para atender las demandas particulares de cada proyecto. En el caso que se describe a continuación, el equipo de investigadores y educadores de la Universidad de Zaragoza ha sido capaz de aplicar con éxito (sin ningún tipo de soporte adicional) la fase de inicio de la metodología propuesta (secciones 7.1.1 a 7.1.3). Por su parte, la fase de diseño está prevista realizarla de forma conjunta. Cabe pues mencionar que la definición de la metodología propuesta en esta tesis (al menos en lo que se refiere a su fase de inicio) es clara y completa, y permite su utilización por parte de otros profesionales ajenos a la definición de la misma.

7.1.1. El Viaje Fantástico: Objetivos educativos (A1)

Los objetivos educativos del juego son los siguientes:

- OB1. Desarrollar la atención selectiva, focalizada (figura/fondo, doble atención, atención global...) y sostenida.
- OB2. Desarrollar habilidades de crear, organizar (secuenciar, inducir patrones...) y seleccionar la estrategia más adecuada según la tarea a realizar.
- OB3. Planificar trayectorias y procesos relacionando el espacio y el tiempo con la eficacia de la tarea.
- OB4. Escuchar de manera activa y durante un periodo más o menos extenso en el tiempo.
- OB5. Resolver problemas a partir de una información presentada en forma escrita y oral.
- OB6. Colaborar con los compañeros activamente y con respeto para lograr un objetivo común.
- OB7. Autorregular su conducta con el fin de realizar las tareas solicitadas de manera eficaz.

7.1.2. El Viaje Fantástico: Competencias educativas (A2)

Además, a través del juego, se desarrollan las siguientes competencias relacionadas con los anteriores objetivos:

- Comunicación lingüística:
 - o CL1. Comprensión oral y escrita.
 - o CL2. Obtención de información para la resolución de un problema.
 - o CL3. Escucha activa.
 - o CL4. Uso del lenguaje oral para la comunicación e interacción entre personas.
- Aprender a aprender:
 - o CA1. Autonomía.
 - o CA2. Creatividad.
 - o CA3. Reflexión y conciencia de los propios aprendizajes.
 - o CA4. Toma de decisiones, ser capaz de tomar decisiones, aplicando los conocimientos previos y en base a unas normas éticas y de valores.
- Competencia social:
 - o CS1. Trabajo en equipo, aplicando el conocimiento sobre las normas sociales establecidas, siendo capaz de negociar y comunicarse, valorando la obtención de un objeto común y positivo para todos los integrantes del equipo.
- Competencia digital:
 - o CD1. Ser capaz de hacer uso de los recursos tecnológicos disponibles con el fin de jugar y resolver las tareas de un modo eficiente, así como conocer las reglas básicas de uso de la tecnología y desarrollar una actitud activa, crítica y realista hacia la tecnología.
- Iniciativa:
 - o CI1. Reconocer las oportunidades para resolver la tarea, con capacidad de análisis: capacidades de planificación, organización, gestión y toma de decisiones a través de una negociación y trabajo en equipo, para valorar los riesgos y tomar decisiones sobre si llevar a cabo los objetivos inicialmente propuestos.

7.1.3. El Viaje Fantástico: Características del SG (A3)

Aunque algunas características están por determinar, la mayoría han podido ser definidas en estos primeros pasos. Estas son:

- *Género*: Se trata de un videojuego de aventura, en el que el protagonista debe avanzar en la trama interactuando con diversos personajes y objetos. Además, a lo largo de la trama habrá situaciones en las que el protagonista deberá demostrar habilidades de estrategia o lógica para superarlas con éxito y continuar con el desarrollo del juego.
- *Adaptación*: Por determinar.
- *Metodología de desarrollo*: La propuesta en el Capítulo 5 de esta tesis doctoral (combinada con el método de estructuración de la narrativa propuesto por Padilla-Zea et al. (2014)).
- *Área de aplicación*: Juegos para la educación → Aprendizaje
- *Despliegue*: Local.
- *Arquitectura Hardware*: El videojuego se desarrolla en el espacio interactivo JUGUEMOS (JUeGos pervasivos basados en interfaces mUltimodales EMOCionales y agentes Sociales -TIN2015-67149-C3-1-R). Este espacio interactivo consta de mesas interactivas, proyecciones en las paredes, altavoces, micrófonos, cámaras y diversos sensores. Aún por decidir los dispositivos.
- *Dedicación*: Para jugadores casuales. El videojuego está dirigido a un grupo de jugadores novatos, es decir, jugadores sin experiencia que no suelen estar familiarizados ni con las reglas del juego ni con los controles. La edad del público objetivo está comprendida entre los 7 y 12 años, basándose en el sistema PEGI.
- *Licencia*: Por determinar.
- *Gameplay*: El comienzo del videojuego se desarrolla en la feria de una ciudad, sin embargo el resto de la historia se desarrolla en el espacio, donde el protagonista conoce a otros personajes y realiza actividades saltando de estrella en estrella. El avatar tendrá aspecto físico. Aún por determinar la dinámica completa del juego.
- *Interactividad*: Es pervasiva, ya que se mezcla el escenario digital con el contexto real de los jugadores, y es que durante el desarrollo del videojuego es necesario localizar a todos los jugadores, así como detectar los sonidos generados por éstos en determinados momentos del juego. También, debe reconocerse los movimientos y gestos que realiza un jugador.

- *Tipo de interacción del jugador:* Es un videojuego multi-jugador, en el que los jugadores interactúan entre sí de manera colaborativa para alcanzar una meta. La colaboración es compleja, puesto que se deben resolver conjuntamente las misiones.

7.1.4. El Viaje Fantástico: Historia inicial (A4)

La historia comienza con la visita de *Pipo* a las ferias que han llegado a su ciudad. Visitando la caseta de un mago, *Pipo* se queda prendado del gorro del mago que se mueve como si tuviera vida propia. Va a casa y al echarse a dormir no puede dejar de pensar en el gorro del mago, tanto es así, que duerme y sueña que se va a la caseta de noche y se pone el gorro. Al hacerlo ve que dentro hay un papel, lo coge con sus manos y lee lo que hay escrito en él. ¿Qué habrá escrito en él? Estas palabras resultan ser mágicas y el gorro absorbe a *Pipo* y empieza a volar comenzando la auténtica aventura interestelar. *Pipo* aterriza en el planeta *Saturno*, que le presenta a sus amigos: la *Luna* y el *Sol*. Tras dialogar con *Saturno*, le ofrece la posibilidad de conocer al *Cometa de la Risa*, un cometa cuyo cometido es dar la vuelta alrededor de la *Tierra* todas las noches repartiendo las risas por las casas de los niños para que todos despierten contentos. Tras conocer al cometa, éste le ofrece a *Pipo* subirse a su lomo para ayudarlo a repartir las risas, pero *Pipo* en un giro del cometa se cae portando la bolsa de las risas y pierde de vista al cometa que sigue su trayectoria. *Pipo* azorado no sabe qué hacer, la *Luna* le ofrece que un cometa le lleve a su casa de vuelta, pero él sabe que eso dejaría a los niños sin risas, así que decide emprender la aventura de ir de *estrella* en *estrella* preguntando por el cometa de la risa. Para poder dar los saltos interestelares se propondrán una serie de pruebas, en las que los niños acompañarán a *Pipo* en cada uno de los saltos si superan cada reto de forma cooperativa. *Pipo* les ha pedido ayuda y no puede dar los saltos si ellos no superan las pruebas. Al llegar a la última estrella se encuentran con el cometa y terminan de repartir las risas. El premio final del juego es que se encuentre el *Cometa de la Risa* y puedan terminar de repartir las risas antes de que los niños despierten.

7.2 Aplicación de la notación gráfica y la taxonomía propuesta en videojuegos existentes con diferentes géneros

En este apartado se pretende probar si la notación gráfica propuesta en el capítulo anterior es adecuada en otros videojuegos diferentes a los mencionados en la sección anterior; también en videojuegos de géneros distintos al de aventura gráfica, incluso no categorizados como SG. Para ello, se han seleccionado cinco videojuegos gratuitos (o versión gratuita) para someterlo a un proceso de ingeniería inversa, intentando modelar parte de los diagramas propuestos en el capítulo anterior. Para seleccionar el conjunto de videojuegos se ha procedido a buscar en bases de datos de

videojuegos gratuitos como son *minijuegos* (2017) o *juegosjuegos* (2017), además de realizar búsquedas de títulos concretos, como es el caso del título *Tetris*. En las bases de datos se ha filtrado la búsqueda a través de los parámetros proporcionados por cada web, como son el género, la popularidad y otras categorizaciones. La intención ha sido obtener una muestra pequeña, pero heterogénea en cuanto al género se refiere y con cierta popularidad en la medida de lo posible. Finalmente, los juegos elegidos han sido:

- *Mario Bros*→Acción y lucha.
- *Tetris*→Lógica.
- *Comunio*→Simulación, deporte y estrategia.
- *Homero*→Aventura.

A esta muestra ha sido incorporado un SG que ha sido seleccionado de la Tabla 2.

- *La Dama Boba*→Aventura [SG].

A continuación, en las secciones 7.2.1 a 7.2.5, se describen los cinco videojuegos seleccionados. Además de poner a prueba la utilidad de la notación gráfica propuesta con estos videojuegos, éstos serán clasificados de acuerdo a la taxonomía también propuesta en esta tesis doctoral para poner de manifiesto su aplicabilidad general (y también con la intención de ofrecer más detalles sobre cada uno de los videojuegos).

7.2.1. *Mario Bros*

La versión utilizada de este juego ha sido *Super Mario World*, una versión online basada en el popular y clásico videojuego *Mario Bros* de *Nintendo*. Concretamente, el videojuego se encuentra en la web de *minijuegos* (*Super Mario World*, 2017) y tan solo es necesario un navegador web, y que éste permita la reproducción de contenido *Flash* (2017) para jugar. El juego consiste en superar determinadas fases con muchos enemigos y trampas que hay que vencer hasta llegar a la batalla final contra un enemigo más complejo de eliminar, esto sucede en el final de cada acto. El objetivo final es liberar a la princesa *Peach*. En la Figura 95 puede verse la presentación del videojuego.

La parte superior de la figura muestra, de izquierda a derecha: el número de oportunidades en un mismo juego o vidas (5), el número de bonus capturados (0), el número de fase (1), el tiempo jugado (000) y por último, las monedas y puntos (0). El videojuego permite elegir entre un jugador o dos (*Mario* y/o *Luigi*), permitiendo repartir las cinco vidas iniciales de cada jugador como se desee.



Figura 95. Pantalla inicial en el videojuego online *Super Mario World* (2017).

A continuación, se procederá a clasificar el videojuego según la taxonomía CGS con el fin de definir el videojuego a través de su categorización, aun cuando el videojuego no es un SG esto puede ser de utilidad.

- Autoría: *Nintendo* tiene la autoría original de la exitosa serie de *Mario Bros*, pero esta versión online es de la empresa *minijuegos*.
- Metodología de desarrollo: No especificada, aunque la web facilita una API⁵ para desarrolladores de diferentes tecnologías (*Javascript*, *Unity* o *Actionscript*).
- Arquitectura *hardware*: PC, también es posible descargar versiones para *smartphones* o *tablets*.
- Despliegue: Web.
- Género: Acción y lucha.
- Narrativa: Elemental (Belinkie) y *Spatial stories* (Jenkins). La narrativa tan solo se encuentra en algunos puntos del juego, como por ejemplo, en el mapa interactivo con el nombre de los diferentes escenarios de juego, o cuando aparece *Yoshi* tras la ruptura de un bloque. Por otra parte, la narrativa no es relevante en el desarrollo del juego y es posible navegar por los diferentes escenarios sin que afecte, de ahí su clasificación como *Spatial stories*.
- Interactividad: Estándar → Periféricos habituales → Tradicional. Concretamente las teclas de control son las flechas de dirección del teclado para movimientos izquierda y derecha, así como para agacharse

⁵ *Application Programming Interface* (API), es una interfaz con una serie de funciones, rutinas o procedimientos que forman una biblioteca que facilita la programación informática mediante su utilización.

y mirar hacia arriba. Además, las teclas 'a', 'z' y 'x' se utilizan para correr, saltar en rotación y salto estándar, respectivamente.

- Contexto de uso: En este caso serán los recursos materiales el aspecto más remarcable del contexto de uso, ya que la herramienta elegida para el despliegue ha sido web, y por tanto, depende en gran medida del tipo de conexión y de la calidad de la red. Por otra parte, no todas las versiones de navegadores pueden ser aptos para el correcto funcionamiento del videojuego, por lo que existe cierta dependencia del equipo cliente.
- Área de aplicación: No procede. Exclusivo de SG.
- Evaluación: No procede. Exclusivo de SG.
- *Gameplay*: Como se ha comentado anteriormente, el desarrollo del juego sucede en varios escenarios donde el avatar (*Mario* y/o *Luigi*) deben ir superando diferentes obstáculos y enemigos hasta llegar a la parte final de cada acto, donde el enemigo a derrotar tiene mayor dificultad. En este caso no hay ninguna medición de la jugabilidad.
- Adaptación: Se produce una adaptación muy básica, a través del Sujeto, en este caso, el jugador → Gustos y preferencias (el aspecto del avatar puede ser elegido entre *Mario* o *Luigi*). También puede ser adaptado el tamaño de la pantalla (Dispositivo → Tamaño) ofreciendo la posibilidad de usar la pantalla completa.
- Público objetivo: No se indica, aunque aparentemente se dirige a todos los públicos (existen versiones para niños de tres a cinco años, aunque ésta lógicamente será más adecuada a partir de 5 años).
- Interacción del jugador: El juego ofrece la posibilidad de jugar de forma individual (*monoplayer*) o con dos jugadores (*multiplayer*). En el caso de *multiplayer*, se produce una colaboración simple.
- Dedicación: Por el formato en el que se ofrece el videojuego, parece más cercano a *casual gamer* o *newbie* que a jugadores más comprometidos y que buscan emociones más fuertes.
- Licencia: No se especifica en la web, pero en este caso es fácil observar que se trata de Comercial → *Advergaming*, ya que al inicio de una partida se produce el visionado de un anuncio publicitario de unos 20 segundos.

El siguiente paso ha sido aplicar un proceso de ingeniería inversa (después de jugar a dicho juego) para intentar obtener los diferentes diagramas presentados en el Capítulo 6 de esta tesis para este videojuego particular. El primer diagrama que se muestra es el de actos, Figura 96. En el caso de *Super Mario World* (2017), se cuenta con 7 actos bien diferenciados: *Yoshi's Island*, *Donut Plains*, *Vanilla Dome*, etc.; no teniéndose acceso al siguiente acto hasta completar el acto que le precede. Se ha mantenido los títulos originales (en inglés) para evitar cualquier ambigüedad en la traducción.

Como es habitual en los juegos de plataforma (sección 3.2.2) el avatar debe ir superando una serie de mundos o escenarios diferentes dentro de cada acto.

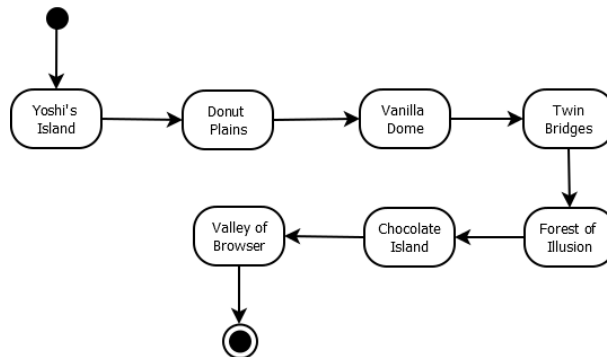


Figura 96. Diagrama de actos en el videojuego *Super Mario World* (2017).

En este caso, el primer acto (*Yoshi's Island*) es el más sencillo ya que tiene pocas escenas y algunas de ellas están diseñadas para que el jugador logre aumentar el número de vidas. Dicho acto finaliza con la escena del castillo de *Iggy* (*Iggy's Castle*), siendo el escenario final un río de lava donde hay un trozo de tierra flotando que oscila de izquierda a derecha. Allí el avatar debe echar a la lava a *Iggy* (una especie de tortuga gigante acorazada). En la Figura 97 se puede ver como se destruye el castillo una vez que *Mario* ha eliminado a *Iggy*. Una vez se ha superado la batalla final en el castillo se inicia el segundo acto, *Donut Plains*, donde el nivel de dificultad crece, y aparecen las primeras zonas secretas. Este acto consta de once escenas, y tiene su final en el castillo de *Morton* (*Morton's Castle*), aquí el enemigo a batir es *Morton Koopa* (también una tortuga acorazada pero con un aspecto más rudo) en una habitación con paredes y techo de piedras, donde *Morton* puede trepar y caer sobre *Mario*. Esta es la dinámica que sigue el juego en actos siguientes, variando el nivel de dificultad, como es de esperar.



Figura 97. Imagen final tras la destrucción del castillo de *Iggy* (acto primero en el videojuego *Super Mario World* (2017)).

El siguiente paso a la obtención del diagrama de actos ha sido obtener el diagrama de escenas y escenarios de cada acto. En la Figura 98 se puede observar el diagrama de escenas del primer acto (*Yoshi's Island*). Debido a las características del juego y su dinámica, las escenas se estructuran de igual manera que lo hacen las populares fases. Dada su simplicidad, se ha optado por no utilizar secuencias de escenas.

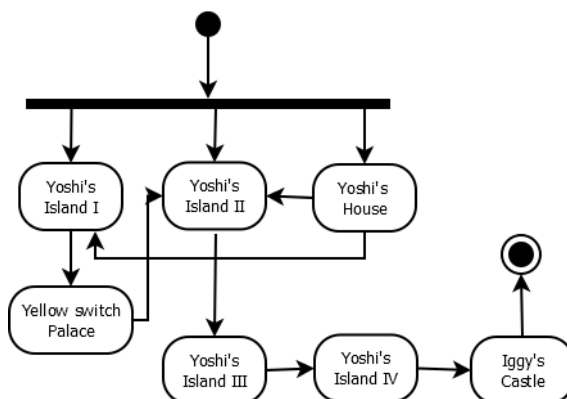


Figura 98. Diagrama de escenas en el videojuego *Super Mario World* (2017).

Como se aprecia en el diagrama, dados los flujos de transición entre escenas, hay tres escenas que pueden no ser necesarias para alcanzar el final del acto primero: *Yoshi's Island I*, *Yoshi's House* y *Yellow switch Palace*. *Yoshi's House* es una pequeña escena sin enemigos, donde simplemente hay un bloque que al golpearlo se puede leer un mensaje de *Yoshi*. En el caso de las otras dos escenas, *Yoshi's Island I* lleva a *Mario*, de superarla, a *Yellow switch Palace*, que permite activar todos los bloques vacíos (la Figura 100 muestra un ejemplo de estos tipos de bloques) de todas las escenas del acto, esto permitiría a *Mario* obtener cuantiosas recompensas en forma de vidas, monedas y objetos. Por otra parte, las escenas *Yoshi's Island I*, *Yoshi's Island II* y *Yoshi's House*, pueden hacerse sin orden preestablecido, como se deduce con la barra de sincronización de división que ha sido utilizada en el diagrama. El resto de escenas conducen a *Mario* hasta la escena final del castillo con *Iggy*.

Finalmente, en el mapa de la Figura 99 se posiciona a *Mario* en *Yoshi's House*, como se puede ver en la parte superior de la imagen. También se aprecia como el camino marcado a la derecha del mapa es el que lleva al *Iggy's Castle*, señalado con el número "1" en el mapa. El camino de la izquierda sería el que llevaría a *Mario* a *Yoshi's Island I* primero, para posteriormente pasar el lago y llegar a *Yellow switch Palace*. Para moverse por el mapa tan solo hay que mover a *Mario* o *Luigi* con las flechas de dirección, y hacer click en la tecla *enter* cuando se desee acceder a alguno de los mundos del videojuego. Notar que además del nombre del acto, en la parte superior también se puede visualizar el número de vidas (x5).

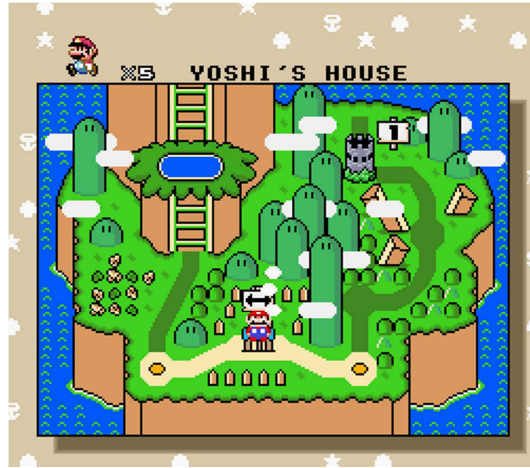


Figura 99. Mapa del primer acto del videojuego *Super Mario World* (2017).



Figura 100. Bloque vacío en el videojuego *Super Mario World* (2017).

A continuación se muestra el diagrama con los diferentes escenarios del primer acto (Figura 101). Como se observa en el diagrama, existe un único escenario opcional, *Yoshi's Island I*, representados con la letra 'O' en la esquina superior izquierda. Como dato representativo de este juego, se puede observar que hay varios escenarios que transcurren en una tubería; algo que sucede con *Yoshi's Island I*, *II*, *III* y *IV*. Por su parte, el último escenario tiene como condición acabar con *Iggy* para finalizar el acto primero. En el diagrama de escenarios también se observa la no correspondencia entre el número de escenas y escenarios, esto es debido sobre todo al acceso de escenarios ocultos tras tuberías o puertas, algo que sucede varias veces durante el primer acto. Por ejemplo, la Figuras 102 y 103 muestran la tubería y el escenario oculto tras ésta en *Yoshi's Island II*. Otros

aspectos mencionables son la existencia de un mapa interactivo que aparece en la transición entre determinados escenarios (por ejemplo entre *Yoshi's Island IV* y *Castle Door*) y la presencia de condiciones que actúan como prerequisite para determinadas transiciones (por ejemplo [enter into pipe]).

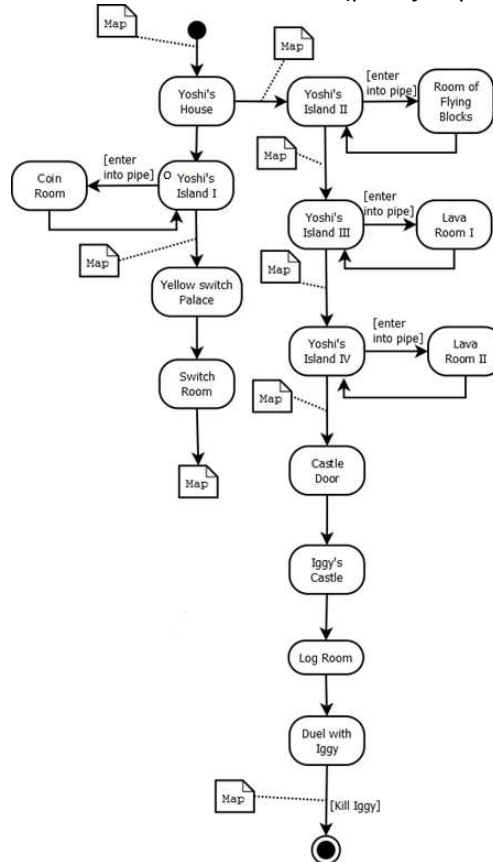


Figura 101. Diagrama de escenarios del videojuego *Super Mario World* (2017).



Figura 102. Tubería en *Yoshi's Island II* en el videojuego de *Super Mario World* (2017).



Figura 103. Escenario Room of Flying Blocks en el videojuego Super Mario World (2017).

Por último, se recoge el diagrama de acciones de una parte de una de las escenas del acto primero, concretamente de la escena *Yoshi's Island II*. En esta ocasión se utiliza el idioma español para describir las diferentes acciones ya que no aparece ningún título propio en el videojuego original. La Figura 104 muestra dicho diagrama. Dado que no existen diálogos con personajes, se omite el diagrama de diálogos.

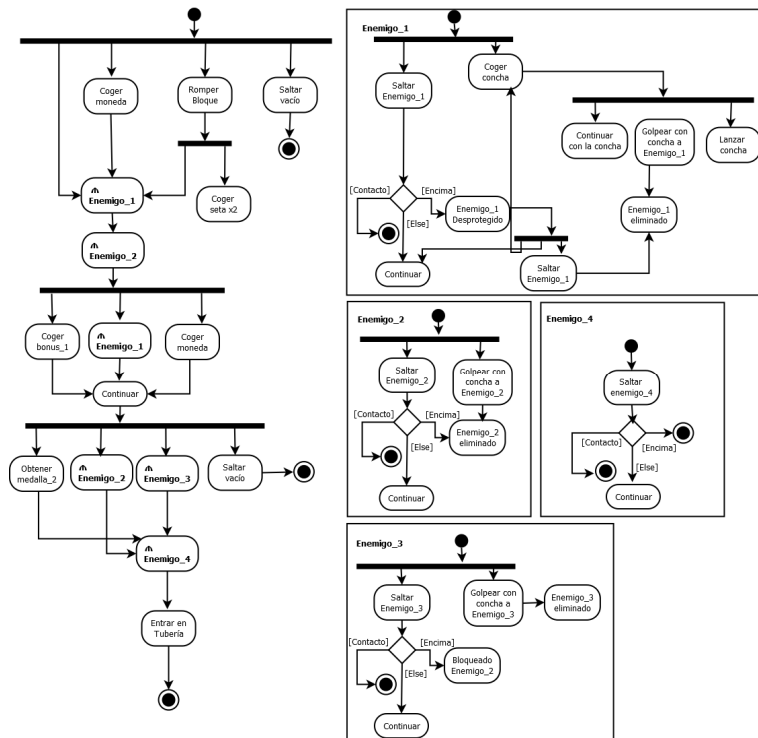


Figura 104. Diagrama de acciones del videojuego Super Mario World (2017).

Con el fin de facilitar la comprensión y evitar la repetición, se han descompuesto varias acciones: Enemigo_1, Enemigo_2, Enemigo_3 y Enemigo_4, y es que estos tipos de enemigos se repiten durante el desarrollo de la escena. Para ello se ha marcado con el símbolo \uparrow cada acción a descomponer. Las sub-acciones mostradas en cajas en la parte derecha de la figura describen la interacción de *Mario* con todos los tipos de enemigos presentes en esta escena. Es interesante observar las diferentes maneras que puede tener el jugador de perder una vida, no solo los enemigos pueden arrebatársela, sino que también puede hacerlo un salto al vacío.

En la Figura 105 se muestra a *Mario* frente al Enemigo_1 (tortuga), ante esta situación: si se produce contacto con la tortuga se pierde una vida y se comienza de nuevo; para evitarlo se puede saltar sobre ella justo encima, y de esta manera la tortuga suelta la concha quedando desprotegida, o simplemente continuando hacia delante sin entrar en contacto con el Enemigo_1, todo ello se refleja mediante una condición. Si se saltó encima de la tortuga o Enemigo_1, *Mario* tendrá la opción de coger la concha de la tortuga para usarla contra ese enemigo u otros, o también se puede dejar en el escenario. Es importante resaltar la disponibilidad de varias opciones en determinadas acciones, que son reflejadas mediante las barras de sincronización. Por ejemplo, tras la lucha con el Enemigo_2 la primera vez que aparece, se presenta una situación donde el jugador puede coger el bonus_1 y/o coger monedas y/o pasar a luchar con el Enemigo_1.



Figura 105. *Mario* frente a *Enemigo_1* en el videojuego *Super Mario World* (2017).

7.2.2. Tetris

Este clásico de los videojuegos fue diseñado por Alekséi Pázhitnov en 1984. Actualmente son muchas las versiones del juego, aunque todas muy similares debido a la simplicidad del *gameplay*. La versión elegida es de la empresa *Canal Trans* (*Tetris*, 2017). El videojuego muestra un único

escenario donde una serie de bloques con diferentes formas van apareciendo desde la parte superior de la pantalla con caída hasta la base del escenario, el juego consiste en colocar estos bloques o piezas de manera que formen una línea horizontal continua, así esa fila se destruirá, de lo contrario subirá el nivel de altura hasta llegar a la parte superior del escenario, con la que finaliza el juego. Conforme se superan niveles la velocidad de caída de los bloques aumenta, así como los bloques que por defecto aparecen al inicio (en los primeros niveles aparecen 0 bloques). En la siguiente imagen (Figura 106) se muestra el juego al comienzo, después de la caída de varios bloques.

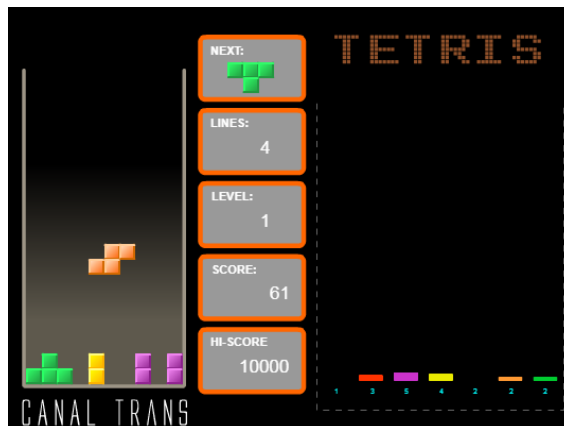


Figura 106. Nivel 1 del videojuego *Tetris* (2017).

Como se puede ver en la figura, la parte izquierda es el escenario de juego. La parte central indica, empezando de arriba hacia abajo, el próximo bloque que aparecerá, el número de línea, el nivel en el que se encuentra la partida, el número de puntos en la partida y la puntuación más elevada. Por último, en la columna de la derecha se muestran las estadísticas de los diferentes tipos de bloques.

Siguiendo el procedimiento anterior, en primer lugar se clasificará el videojuego utilizando la taxonomía CSG.

- Autoría: Alekséi Pázhitnov tiene la autoría original, pero esta versión *online* es de la empresa *Canal Trans*.
- Metodología de desarrollo: No especificada.
- Arquitectura *hardware*: PC a través de navegador web.
- Despliegue: Web.
- Género: Lógica.
- Narrativa: Elemental (Belinkie), tan solo aparecen las puntuaciones, tiempo, nivel, indicaciones de ajustes o mensaje de finalización *Game Over*.
- Interactividad: Estándar → Periféricos habituales → Tradicional. Concretamente las teclas de control son las flechas de dirección del teclado: las flechas izquierda y derecha para movimientos en esas

direcciones, la flecha hacia arriba para rotar el bloque y la flecha hacia abajo para acelerar la caída del bloque.

- Contexto de uso: En este caso, nuevamente, el aspecto más relevante dentro del contexto de uso son los recursos materiales, ya que la herramienta elegida para el despliegue ha sido web. No obstante, cabe mencionar que en las primeras versiones del juego (correspondientes con la etapa donde dicho juego fue más popular), se optó por un despliegue local en *Arcade*. Por lo tanto, entendemos que el cambio de plataforma y despliegue deberá haber sido considerado cuidadosamente.

- Área de aplicación: No procede. Exclusivo de SG.

- Evaluación: No procede Exclusivo de SG.

- *Gameplay*: En cuanto a las reglas del juego han sido ya detalladas en la descripción del videojuego, simplemente van cayendo varios tipos de bloques y el jugador debe evitar que la altura de éstos llegue hasta la parte superior del escenario, para ello debe lograr hacer líneas horizontales continuas de bloques. La jugabilidad no ha sido evaluada en este caso.

- Adaptación: No hay.

- Público objetivo: No se indica, aunque aparentemente se dirige a todos los públicos (evidentemente excluyendo a niños menores de tres años).

- Interacción del jugador: El juego ofrece la única posibilidad de jugar individualmente (*monoplayer*).

- Dedicación: *Casual gamer*.

- Licencia: No se especifica en la web pero al igual que sucedía con el videojuego anterior, se trata de Comercial → *Advergaming*, ya que al inicio de una partida hay un *banner* publicitario en el margen izquierdo de la página web.

Analizando el diseño del juego a nivel de estructuración, este videojuego tiene un solo acto, una sola escena y un solo escenario, por lo que no es necesario representarlo gráficamente. Respecto al diagrama de acciones, es tan simple que solo contempla seis acciones, como se puede ver en la Figura 107. En referencia a los diálogos, como se puede deducir de la descripción del mismo, el videojuego no contempla ningún tipo de diálogo por lo que no procede incluir este diagrama.

Centrándonos, por tanto, en el diagrama de acciones del videojuego *Tetris* (2017) vemos que una vez iniciada la caída del bloque, hay una serie de acciones que se pueden hacer de manera iterativa, por ello, están encerrados en una región de expansión. Concretamente existen cuatro nodos de entrada y uno de salida en la región de expansión, que permiten representar la iteratividad de cuatro acciones: desplazar el bloque a la

izquierda, desplazar el bloque a la derecha, rotar el bloque y acelerar la caída del bloque. Finalmente, el flujo del juego conducirá a la acción de depositar el bloque, y ahí hay un elemento condición donde si la altura es distinta de la máxima permitida, se inicia de nuevo el flujo con un nuevo bloque; y si se consigue una línea horizontal completa (1, 2 o 3 alturas) se destruyen líneas de bloque o se baja el nivel de altura. La altura representa el tamaño de los bloques apilados.

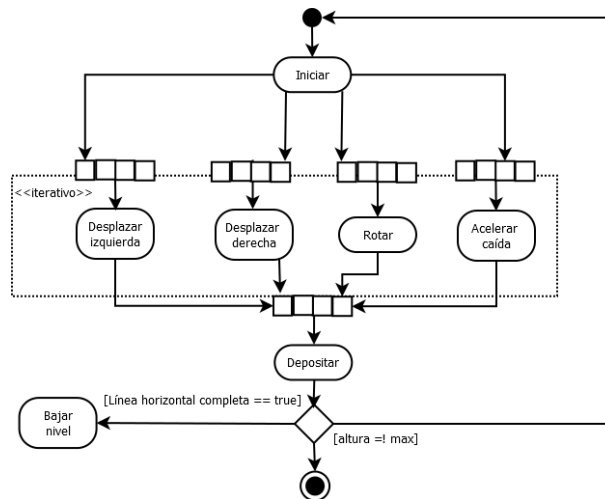


Figura 107. Diagrama de acciones del videojuego Tetris (2017).

Este tipo de videojuego, tan diferente a un SG educativo con una estructura narrativa fuerte ha sido incluido para validar si la notación gráfica propuesta en esta tesis doctoral permite ser aplicada en escenarios tan extremos como los elegidos; apuntando la experiencia realizada a que su utilidad es bastante general.

7.2.3. *Comunio*

El siguiente videojuego empleado para aplicar la propuesta realizada en esta tesis doctoral se denomina *Comunio* (2017). Este videojuego simula la labor de un mánager deportivo de fútbol, figura que se responsabiliza de encabezar el cuerpo técnico de un equipo profesional con el rol de entrenador y, además, tiene las funciones de secretario técnico o director deportivo por lo que es asimismo responsable de las altas y bajas de la plantilla de jugadores. El videojuego fue creado en el año 2000 por Fabian Loschek utilizando como escenario la *Bundesliga* o liga de fútbol alemana de primera división.

La dinámica del juego lleva al jugador a crear un equipo de fútbol con los jugadores de la liga Santander o primera división española. De inicio, el videojuego ofrece la posibilidad de tener una plantilla por defecto con jugadores al azar y un presupuesto de 20 millones de € para fichar nuevos jugadores. Aunque también existe la posibilidad de aumentar el presupuesto

a 40 millones de € pero sin ningún jugador en la plantilla. El jugador debe configurar una alineación de 11 jugadores de su plantilla antes del comienzo de cada jornada de la liga Santander, éstos sumarán una serie de puntos en función del rendimiento en el terreno de juego. El jugador que sume más puntos al finalizar la temporada será el ganador del juego. Respecto al número de jugadores, *Comunio* (2017) ofrece dos posibilidades, crear una comunidad e ir añadiendo jugadores (en principio no hay límite), o bien unirse a una comunidad de manera azarosa. Todas estas reglas y algunas más pueden ser consultadas en la web de *Comunio* (2017), en el apartado “Reglas del juego”. La siguiente imagen (Figura 108) muestra la portada del videojuego en su página de inicio.



Figura 108. Portada del videojuego *Comunio* (2017) en su página web española.

Como se ha hecho con los dos videojuegos anteriores, se clasificará el videojuego utilizando la taxonomía CSG.

- Autoría: Fabian Loscheck.
- Metodología de desarrollo: No especificada.
- Arquitectura *hardware*: PC a través de navegador web y *tablet* o *smartphone* para sistemas operativos *Android*.
- Despliegue: Web.
- Género: Simulación, deporte y estrategia.
- Narrativa: Elemental (Belinkie), tan solo aparecen las puntuaciones, nombre de futbolistas o indicaciones de ajustes.
- Interactividad: Estándar→ Periféricos habituales→ Tradicional. Una vez registrado en alguna comunidad tan solo es necesario el cursor del ratón para seleccionar las diferentes opciones. Por otra parte, si el dispositivo es un *smartphone* o *tablet* el tipo es: Estándar→ Periféricos habituales→Táctil.
- Contexto de uso: Además de los recursos materiales relacionados con el despliegue web del videojuego, cabe mencionar que en sistemas operativos para smartphones que no sean *Android* no existe la aplicación (*iOS*, *Windows Phone*, *BlackBerry*, *Symbian*, etc.). Además, suponemos que los aspectos legales relacionados con los derechos de imagen de los equipos y jugadores han sido satisfactoriamente resueltos por los responsables del videojuego. Del mismo modo, entendemos que aspectos culturales, como la cultura del deporte en cada país de explotación deberán haber analizados previamente.

- Área de aplicación: No procede. Exclusivo de SG.
- Evaluación: No procede Exclusivo de SG.
- *Gameplay*: Respecto a las reglas del juego pueden ser consultadas en su web. La jugabilidad no ha sido medida.
- Adaptación: No hay.
- Público objetivo: No se indica, aunque aparentemente se dirige a todos los públicos (aunque no aparece apropiado para niños menores de cinco o seis años, dada la aritmética básica que deberían manejar).
- Interacción del jugador: El juego es *multiplayer*→competición.
- Dedicación: *Casual gamer*.
- Licencia: Para su versión gratuita la licencia es comercial→ complementaria, ya que al inicio aparece un *banner* publicitario en la parte superior de la página web, y cuando navegas por el menú la publicidad permanece (en este caso en el margen derecho de la web). Por otra parte, existen dos tipos de licencia propietaria, *Plus Player* y *Pro Player*, que ofrecen una serie de funciones extra durante el juego, como por ejemplo: aviso de lesión de un jugador, rendimiento y estadísticas de partidos anteriores o asesoramiento en el mercado de fichajes, entre otras.

Este videojuego tiene un solo acto y una sola escena y escenario, por lo que no es necesario representarlos gráficamente. Respecto al diagrama de acciones (Figura 109), se contemplan todas las acciones que el jugador puede realizar. El videojuego no incluye ningún tipo de diálogo, por lo que los diagramas de diálogos no proceden.

Como se observa en el diagrama de acciones asociado a la única escena del juego, el videojuego comienza con el necesario registro en su web oficial donde debe quedar el jugador registrado en una liga determinada. Ahí son varias las acciones que puede llevar a cabo cada jugador, entre ellas vender o fichar jugadores de su actual plantilla. Todas estas acciones convergen al comenzar la jornada, ítem en el que es importante tener saldo positivo ya que de lo contrario no se suman puntos en esa jornada. Si todo fue correcto se procede a contabilizar los puntos. Por el contrario, si existen errores de alineación puede no sumarse nada, incluso restar puntos, al saldo del jugador. La última acción es aumentar o disminuir los puntos obtenidos. De nuevo se trata de un videojuego muy diferente para el que fue concebida la propuesta de esta tesis doctoral, pero ésta ha sido útil y sencilla de aplicar. Además, los diagramas resultan bastante intuitivos una vez que se han aprendido a interpretar.

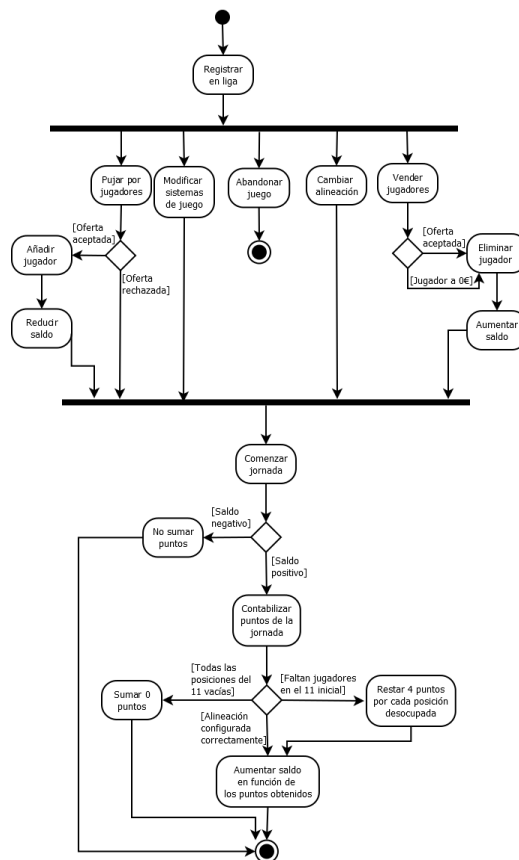


Figura 109. Diagrama de acciones del videojuego *Comunion* (2017).

7.2.4. La Dama Boba

En este caso el videojuego elegido es un SG educativo. Este videojuego serio fue desarrollado dentro de un proyecto de investigación en la Universidad Complutense de Madrid. El videojuego tenía como objetivo principal aumentar la motivación que los jóvenes tienen hacia las obras de teatro, especialmente las obras clásicas. Además, también se pretendían trabajar algunos aspectos básicos de la lengua y literatura española, como la tipología de rimas, o conceptos literarios básicos como la metáfora. La motivación para desarrollar el videojuego fue la poca aceptación de las obras teatrales en los jóvenes españoles. Basándose en estadísticas del Ministerio de Cultura, sobre el año 2012 se revelaba que más del 80% de la población no había asistido a ninguna obra de teatro en los últimos 12 meses. Otro dato demoledor es que tan solo el 3% de los jóvenes de entre 15 y 24 años habían asistido habitualmente al teatro.

El videojuego resume la obra de *La Dama Boba* (Manero, Torrente, Serrano, Martínez-Ortiz & Fernández-Manjón, 2015) de Lope de Vega, mostrando los principales hitos que suceden en la misma, y detallando

diálogos reales de la obra mezclados con una interpretación o traducción de éstos para facilitar a los más jóvenes el correcto entendimiento, ya que la obra fue escrita en castellano antiguo. El videojuego es una aventura gráfica desarrollada con la herramienta *e-Adventure*, y los ropajes de los personajes fueron diseñados por Agatha Ruíz de la Prada. El jugador debe intentar conquistar el corazón de *Finea*, y así obtener la recompensa de 40.000 ducados que ofrece su padre. En la Figura 110 se muestra la pantalla inicial del videojuego.



Figura 110. Pantalla inicial del videojuego serio *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

Con el fin de corroborar la eficacia del videojuego se llevó a cabo un experimento con ocho colegios de la comunidad de Madrid, dividiendo la muestra en un 60% de colegios públicos, 40% de colegios concertados y un 10% de colegios privados. El número total de alumnos que formaron parte del experimento fueron 757 de entre 12 y 24 años. Después de varias sesiones con el videojuego, los alumnos aumentaron su motivación hacia el teatro, y mejoraron algunos conceptos lingüísticos con respecto a los que se sometieron a la enseñanza tradicional con el docente; sobre todo se produjo una evolución muy positiva en el grupo de niñas.

Como en los casos anteriores, en primer lugar se clasificará el videojuego utilizando la taxonomía CSG.

- Autoría: Grupo de investigación *e-learning* de la Universidad Complutense de Madrid. Responsable principal: Borja Malero.
- Metodología de desarrollo: *e-Adventure*.
- Arquitectura *hardware*: Multiplataforma, *PC (Windows-Mac)* y *Android*.
- Despliegue: Local.
- Género: Aventura.
- Narrativa: Completa (Belinkie), el videojuego no muestra la obra completa de *La Dama Boba*, no obstante, la historia es completa. Por otra parte, *Embedded narratives* (Jenkins) asociado generalmente a los

géneros de aventura gráfica, además de *Emerging narratives* (Jenkins), ya que determinadas decisiones en los diálogos activarán unos diálogos u otros, personalizando en cierto modo la historia del jugador.

- Interactividad: Estándar→ Periféricos habituales→ *Point&Clic*. Concretamente se utiliza el botón derecho del ratón para establecer diálogos con los personajes, y el botón izquierdo para el resto de acciones.
- Contexto de uso: En este caso es importante considerar la cooperación por parte de los diferentes colegios como institución, así como del personal involucrado en el despliegue y experimento del videojuego. Además, es fundamental tener en cuenta los recursos económicos establecidos en el proyecto para el desarrollo y desempeño de las pruebas.
- Área de aplicación: Juegos publicitarios→Juegos sobre temática social y Juegos para la educación→Aprendizaje.
- Evaluación: Mixta, ya que hay una evaluación automática realizada por el propio videojuego que ofrece los resultados al final de la partida (indicando si se ha superado correctamente cada uno de los retos propuestos) y, además, se hace una evaluación previa y otra a posteriori (dirigida por los educadores) para comprobar la eficacia del videojuego respecto a algunos conceptos literarios trabajados en el mismo y al interés mostrado por los jugadores hacia el teatro.
- *Gameplay*: Como se ha comentado en la descripción del juego, se trata de una aventura gráfica donde el protagonista debe conquistar el corazón de *Finea*, para ello deberá ir superando diferentes retos en cada uno de los escenarios hasta llegar al escenario final con el padre de la prometida. En este caso, la jugabilidad se mide a través de una serie de cuestionarios a los jugadores con el fin de obtener la satisfacción y la motivación, que en este caso fue positiva.
- Adaptación: No hay.
- Público objetivo: Se dirige a jóvenes estudiantes de la Comunidad de Madrid de entre 12 y 24 años.
- Interacción del jugador: El juego ofrece la única posibilidad de jugar individualmente (*monoplayer*).
- Dedicación: *Casual gamer*.
- Licencia: Es gratuito y está sujeto a los términos de la licencia *Creative Commons* (2017).

Una vez descrito y clasificado el videojuego, se procede a mostrar los diferentes diagramas de *La Dama Boba* (Manero et al., 2015). En primer lugar, el diagrama de actos está compuesto por un único acto, por lo que no es necesario plasmarlo gráficamente. La denominación del acto puede ser *La conquista de Finea*. El siguiente paso es obtener los diagramas de escenas y

escenarios. Concretamente, la Figura 111 muestra el diagrama de escenas del videojuego.

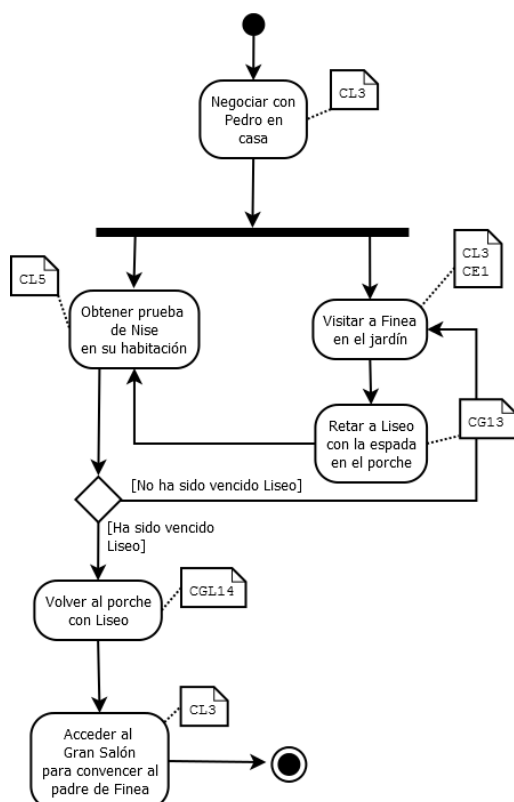


Figura 111. Diagrama de escenas en el videojuego *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

El diagrama de escenas muestra un total de seis escenas del único acto del videojuego. Se puede observar que después de completar la primera escena puede realizarse la escena *Obtener prueba de Nice en su habitación* o *Visitar a Finea en el jardín*. La secuencia natural sería visitar primero a *Finea* y acceder a Los Agustinos donde se produce el reto con *Liseo*, éste le pide una prueba que debe obtener en la habitación de *Nice*. Una vez ha obtenido la prueba tiene la posibilidad de vencer a *Liseo*, si es así, *Liseo* le facilita el acceso al Gran Salón. Como puede verse en la figura, además de las escenas y sus transiciones, se incluyen también las competencias educativas que se pretenden trabajar en las diferentes escenas, dado que no son especificadas en su estudio, se infieren después de haber analizado el juego. Éstas son:

- (CG14) Comprende textos discontinuos, sin una estructura secuencial.
- (CG13) Comprende distintos tipos de textos y géneros discursivos verbales (literario, periodístico, divulgativo, científico, enciclopedias, etc.).
- (CL3) Selecciona datos concretos entre varias opciones.

- (CE1) Construcción de estrofas, concretamente redondillas⁶.
- (CL5) Distingue textos verdaderos de falsos.

En la siguiente captura (Figura 112) se muestra al protagonista del juego en la escena inicial (personaje de la izquierda). En la imagen se observan las dos posibilidades que tiene el protagonista de desplazarse, la habitación de *Nice* a la derecha, y el jardín, donde espera *Finea*, a la izquierda. El personaje que aparece junto a él es *Pedro*, su ayudante.



Figura 112. Primera escena del videojuego de *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

Por otra parte, en la siguiente Figura (113) detalla el diagrama de escenarios del videojuego.

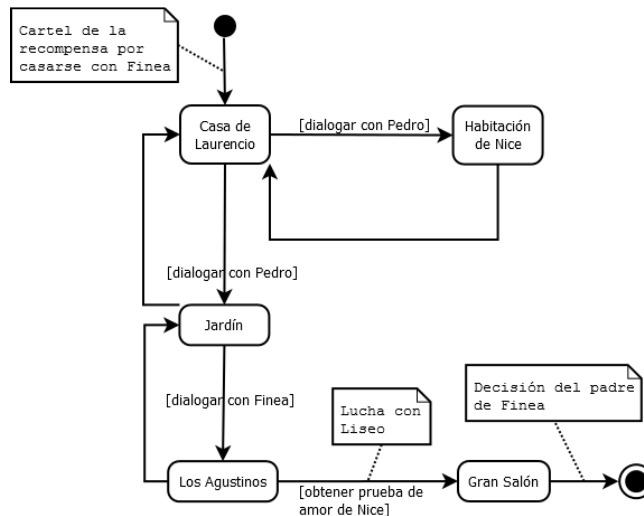


Figura 113. Diagrama de escenarios del videojuego *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

⁶ Estrofa formada por cuatro versos de arte menor, generalmente octosílabos.

El diagrama muestra los diferentes escenarios empleados en el videojuego; en este caso el acto cuenta con cinco escenarios. Es interesante analizar cómo hay ciertas transiciones que tienen una condición para que se produzca el cambio de escenario. Por ejemplo, en el primer escenario del juego, hasta que el jugador no inicia el diálogo con el criado (*Pedro*), no se puede avanzar a ningún escenario (*Jardín* o *Habitación de Nice*). En el diagrama también se observa cómo los primeros escenarios permiten movimientos de uno a otro, es decir, desde la *Casa de Laurencio* se puede ir a la *Habitación de Nice* o al *Jardín*, siendo necesario usar la *Casa de Laurencio* para trasladarse de la *Habitación de Nice* al *Jardín*. Por su parte, desde *Los Agustinos* también se permite volver atrás, sin embargo, una vez se accede al *Gran Salón* no hay retorno. Por último, comentar que existen tres cinemáticas, el cartel de la recompensa, la lucha con *Liseo* y la decisión final del padre de *Finea* que sirven para enriquecer la transición entre determinados escenarios y proporcionar información adicional.

El siguiente diagrama que se muestra en relación con el SG *La Dama Boba* (Manero et al., 2015) es el de acciones. En este caso, se ha elegido la escena *Visitar a Finea en el jardín* para descomponerla en acciones. La Figura 114 detalla este diagrama.

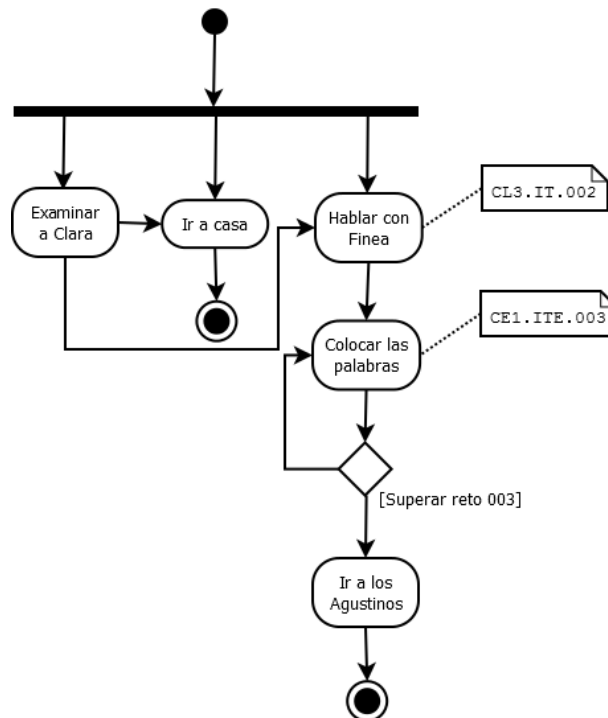


Figura 114. Diagrama de acciones del videojuego *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

El diagrama comienza con la posibilidad de realizar tres acciones a elección del jugador (barra de sincronización de división). Una de estas

acciones (*Hablar con Finea*) es necesaria realizarla para poder avanzar en el juego (las otras dos son opcionales e irrelevantes para avanzar en el juego). Esta acción incluye el reto educativo 002, donde se inicia y trabaja (IT) la competencia educativa CL3, este reto no será evaluado hasta el final de la partida (por lo tanto su evaluación queda fuera de esta escena). El reto consiste en dar las respuestas adecuadas para conquistar a *Finea*. Justo después, la siguiente acción se vincula al reto educativo 003, que consiste en colocar una serie de palabras en unos huecos habilitados para tal fin, de manera que se consiga obtener una redondilla. El jugador puede probar hasta lograr la solución, ya que en este punto el sistema evalúa para indicar qué palabras están correctamente colocadas y cuáles no (ITE). Lógicamente, el número de intentos empleado se entiende que influirá en la puntuación que se obtiene en el reto, en este caso se trabaja la competencia CE1. Una vez es superado el reto educativo 003 el jugador puede continuar. La siguiente imagen (Figura 115) es una captura de pantalla del reto educativo 003, donde el jugador debe arrastrar las palabras y colocarlas en el hueco adecuado para completar una redondilla. En la parte superior derecha hay un enlace hacia una breve explicación sobre las redondillas. Una vez se han colocado todas las palabras, se debe clicar sobre el botón verde de la esquina inferior derecha para corroborar que las palabras han sido colocadas correctamente, en caso de que existe algún error, el sistema avisa y permite al jugador cambiar la palabra de lugar.

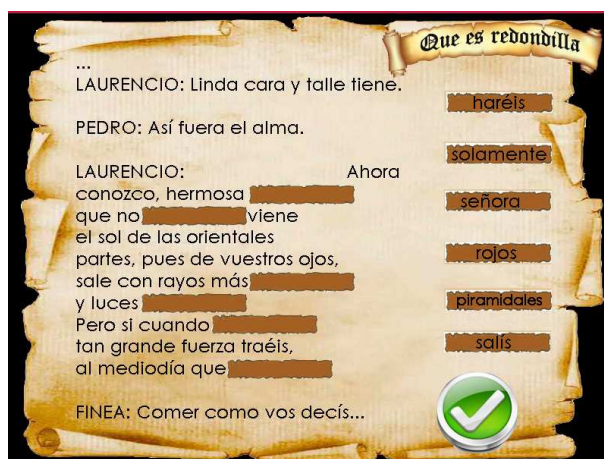


Figura 115. Reto educativo 003 del videojuego *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

Para finalizar, se incluye el diagrama de diálogos, se ha seleccionado el que se produce en el diagrama de acciones anterior, es decir, el diálogo *Hablar con Finea*. La Figura 116 ilustra este diagrama.

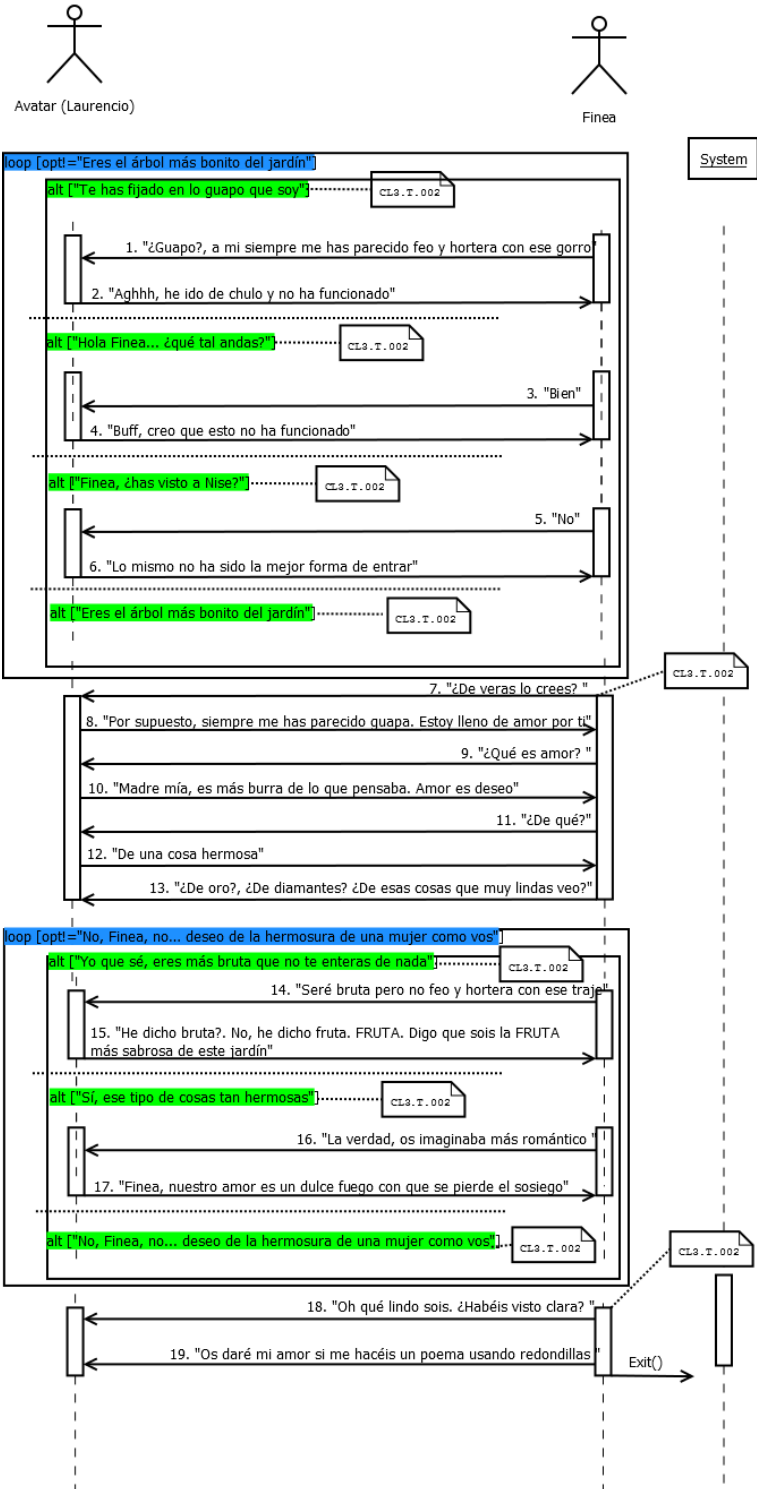


Figura 116. Diagrama de diálogos en *La Dama Boba* (Manero et al., 2015).

El diálogo contiene dos menús en forma de bucle, el jugador no continúa hasta que seleccione la opción correcta. Esto se representa con el término *loop* y el color azul. Por ejemplo, en el primer menú que aparece, hasta que el jugador no escoja la opción: “Eres el árbol más bonito del jardín” no se avanzará en la conversación con *Finea*. Por otra parte, el color verde y el término *alt* indican las otras posibles opciones de conversación en los menús de diálogos. Por otro lado, las flechas en la conversación indican quién dice la frase (el extremo sin punta de flecha indica el emisor y el extremo con punta de flecha indica el receptor). Además, se marcan los retos educativos, indicando en cada caso dónde se trabaja. En este ejemplo hay un solo reto educativo (002) que se trabaja en varios puntos de la conversación. Por último, indicar que cada frase lleva un identificador, esto tendría especial utilidad en diálogos muy largos donde sería más práctico utilizar una tabla suplementaria para detallar la conversación completa, mientras que en el diagrama se utilizaría sólo el principio de la frase junto con su identificador.

7.2.5. Homero

El último videojuego empleado para poner en práctica la propuesta realizada en esta tesis doctoral es *Homero*. Este videojuego es una aventura gráfica que simula la vida de la famosa serie de dibujos animados *Los Simpson*. En el juego, la familia de *Homero* ha sido secuestrada y es *Homero* el encargado de encontrarla y rescatarla de un enemigo llamado *Pigsaw*, éste tan solo deja un video informando a *Homero* del secuestro. El videojuego se encuentra en la web de *minijuegos* (*Homero*, 2017) y tan solo es necesario un navegador web que permita la reproducción de contenido *Flash* (2017) para jugar. La siguiente imagen (Figura 117) muestra el comienzo del videojuego.



Figura 117. Imagen del inicio del videojuego *Homero* (2017).

Como se ha hecho con los casos anteriores, se clasificará el videojuego utilizando la taxonomía CSG.

- Autoría: *Minijuegos*.
- Metodología de desarrollo: No especificada, aunque la web facilita una API para desarrolladores de diferentes tecnologías (*Javascript*, *Unity* o *Actionscript*).

- Arquitectura *hardware*: PC a través de navegador web y *tablet* o *smartphone*.
- Despliegue: Web.
- Género: Aventura.
- Narrativa: Completa (Belinkie), hay una historia narrativa completa y fundamental para poder completar el juego con éxito. Por otra parte, se usan *Embedded narratives* (Jenkins) asociadas generalmente a los géneros de aventura gráfica. Por otro lado, incluye *Emerging narratives* (Jenkins), de igual modo a como sucedía con el videojuego anterior.
- Interactividad: Estándar→ Periféricos habituales→ *Point&Click*. Tan solo es necesario el cursor del ratón para seleccionar las diferentes opciones (desplazarse, coger o usar un objeto o avanzar en los diálogos). Por otra parte, si el dispositivo es un *smartphone* o *tablet* el tipo es: Estándar→ Periféricos habituales→Táctil.
- Contexto de uso: Igual que en casos anteriores, los recursos materiales relacionados con el despliegue del juego en un navegador web son el contexto de uso más importante. Asimismo, habrá que incluir aspectos derivados del uso de personajes de una serie de televisión, es decir, los derechos de imagen.
- Área de aplicación: No procede. Exclusivo de SG.
- Evaluación: No procede Exclusivo de SG.
- *Gameplay*: Las reglas del juego son acorde a la típica aventura gráfica, donde el jugador puede desplazar a *Homero* por los diferentes escenarios, se pueden capturar objetos y ser almacenados en un inventario, y todo con un propósito fundamental, rescatar a la familia de *Homero*. Por su parte, la jugabilidad no ha sido medida.
- Adaptación: El idioma puede ser elegido entre español o inglés.
- Público objetivo: No se indica, aunque aparentemente se dirige a todos los públicos (lógicamente, a partir de una edad donde se haya alcanzado una destreza lectora suficiente).
- Interacción del jugador: El juego es *monoplayer*.
- Dedicación: *Casual gamer*.
- Licencia: Para su versión gratuita la licencia es Comercial→ *Advergaming*, ya que al inicio de una partida se produce el visionado de un anuncio publicitario de unos 20 segundos.

A continuación se va a detallar los diferentes diagramas, comenzando por el diagrama de actos. Concretamente, este videojuego cuenta con un total de cuatro actos, como se puede observar en la Figura 118.



Figura 118. Diagrama de actos del videojuego *Homero* (2017).

El primer acto transcurre en la casa de los *Simpsons*, una vez *Homero* supera el primer gran reto del videojuego (acabar con *La Muerte*), pasa al segundo acto, donde se puede navegar por la empresa de cervezas *Duff*, la iglesia, la taberna de *Mou* o la tienda de *Apu*, en busca de pistas sobre dónde puede estar su familia secuestrada. En el tercer acto, ya con varias evidencias sobre el paradero de su familia, *Homero* explora otra serie de lugares como: el gimnasio, la central nuclear, el lago, la estación de policía o la tienda de comics. En el último acto, después de superar una serie de pruebas, por fin sabe el lugar donde retienen a su familia, el castillo del señor *Burns*.

El siguiente paso es desgranar el diagrama de escena y escenarios de los actos. La Figura 119 muestra el diagrama de escenas del primer acto. El diagrama cuenta con ocho escenas comenzando con la interacción de *Pigsaw*, para posteriormente elegir entre tres escenas que pueden ser desarrolladas en cualquier orden (*Eliminar a La Muerte desde el comedor*, *Salir de la casa Simpson* o *Ver a las cuñadas en la cocina*). Esto hará que cambie el ocurrir de la historia en función del camino elegido. Por ejemplo, si el jugador consigue eliminar a *La Muerte* y posteriormente intenta salir de la casa, habrá finalizado el primer acto. De lo contrario, las cuñadas y la propia *Muerte* acabarán con *Homero*. Por otra parte, si consigue echar a las cuñadas también logrará finalizar el acto primero. La siguiente imagen (Figura 120) muestra a *Homero* sin máscara con sus cuñadas en la cocina, justo después de haberle echado el humo de los cigarrillos.

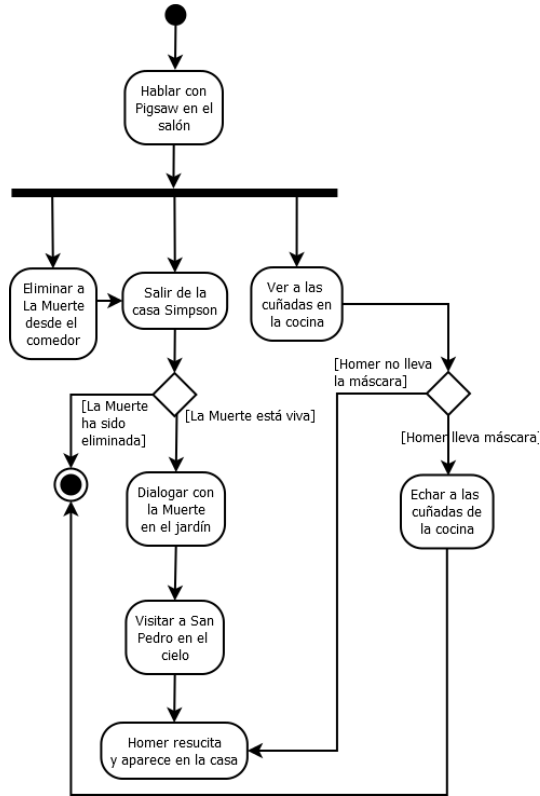


Figura 119. Diagrama de escenas del videojuego Homero (2017).

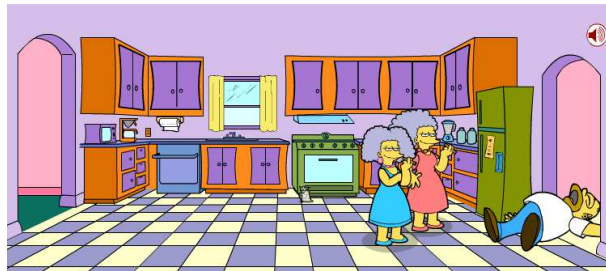


Figura 120. Escena en la cocina con las cuñadas en el videojuego Homero (2017).

Respecto a los escenarios, la Figura 121 muestra los diferentes escenarios presentes en este primer acto. Como sucede en los videojuegos anteriores, el número de escenas y escenarios normalmente no coincide; en este caso hay siete escenarios. Asimismo, en la figura se puede ver que hay una gran cantidad de transiciones ya que el jugador tiene mucha libertad para explorar la casa completa. Además de los escenarios, existen cuatro *cinemáticas* en este diagrama: *Introducción con Pigsaw*, *Desmayo*, *Carta de búsqueda de La Muerte* y *Caída al mundo de los vivos*. Como se puede observar, existen dos condiciones en las transiciones para poder finalizar el

acto, haber acabado con *La Muerte* o Acceder Con protección de humos a la cocina (objeto que no se consigue en este primer acto).

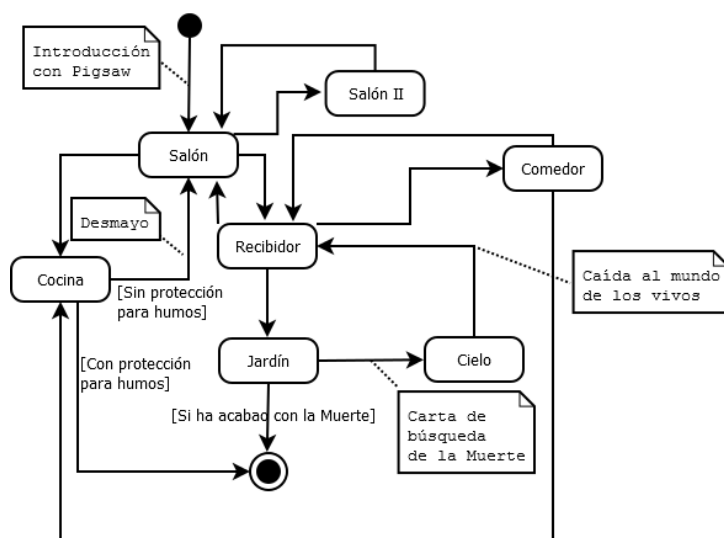


Figura 121. Diagrama de escenarios del videojuego *Homero* (2017).

Por último, se detallan los diagramas de acciones y diálogos para el videojuego *Homero* (2017). En referencia al diagrama de acciones, se ha escogido la escena donde se presenta el mayor reto dentro del primer acto: acabar con *La Muerte*. La Figura 122 muestra la representación gráfica del diagrama de acciones. Como se puede observar, el jugador puede realizar varias acciones sin tener importancia el orden. El cerdo y el perro deben ser capturados en este primer acto para retos lúdicos posteriores, no obstante, si no se completan en este primer acto es posible volver a la casa para recuperarlos más adelante. La tercera acción, *Abrir la puerta del recibidor*, es la que lleva a *Homero* a dar el primer paso para superar el reto principal y poder salir de su casa, se trata de una puerta que hay en el recibidor donde el jugador debe percatarse de que es posible abrirla, y es entonces cuando será visible una bola negra típica del juego de bolos. Por último, el jugador debe deducir que puede emplear la bola para acabar con *La Muerte*. En la Figura 123 se puede ver la perspectiva del jugador donde debería deducir esta posibilidad y así acabar con *La Muerte*.

Para finalizar, se ejemplariza el diagrama de diálogos. En el primer acto, el diálogo más complejo y extenso es el que se produce con *Pigsaw*, así que ha sido elegido como candidato para poner en práctica la notación gráfica propuesta (Figura 124). En dicho diagrama se muestran dos menús en forma de bucle representados con el término *loop* y color azul, y un tercer menú que no tiene forma de bucle. La principal diferencia está en que en el bucle hasta que el jugador no selecciona la opción correcta seguirá apareciendo de

nuevo el menú, mientras que en el último caso se produce una bifurcación (*alt*), es decir, depende de la opción elegida hay un camino u otro. Además de la extensión del diálogo, llama la atención la aparición de una cinemática dentro del mismo, concretamente, es cuando *Pigsaw* muestra a *Homero* una imagen en directo de su familia secuestrada. Para finalizar, dada la extensión de algunas de las intervenciones, es necesario añadir una tabla suplementaria (Tabla 72) donde mostrar los diálogos completos, mientras que en el diagrama se añaden puntos suspensivos al final de las frases incompletas para dar una idea aproximada del mensaje transmitido.

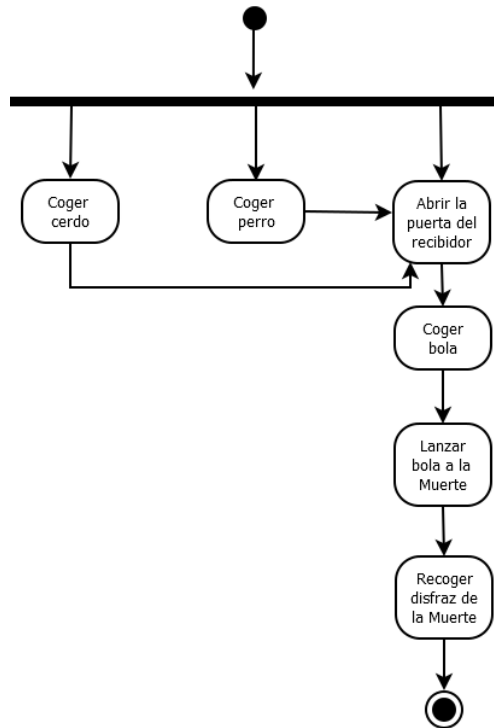


Figura 122. Diagrama de acciones del videojuego *Homero* (2017).

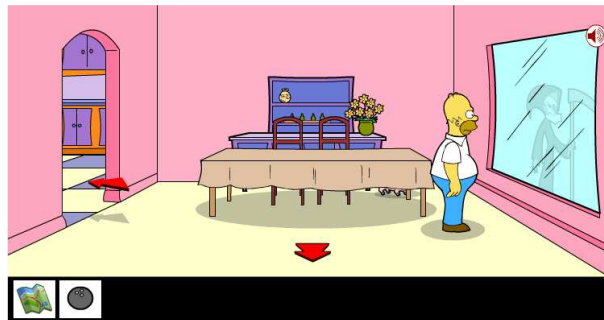


Figura 123. *Homero* justo antes de acabar con *La Muerte* en el videojuego *Homero* (2017).

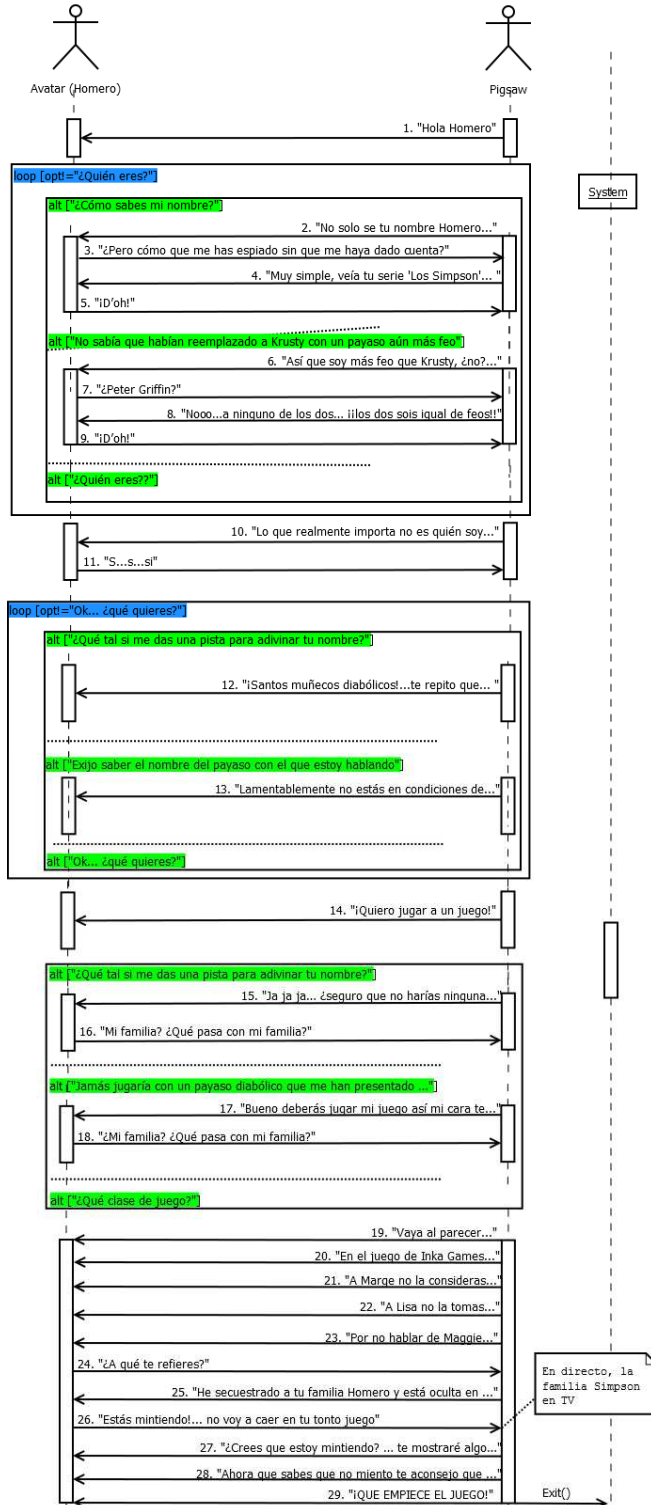


Figura 124. Diagrama de diálogos del videojuego *Homero* (2017).

Código	Texto
1	Hola Homero
2	No solo se tu nombre Homero, sé mucho sobre ti, te he estado espiando desde hace mucho tiempo, y tú ni siquiera te diste cuenta
3	¿Pero cómo que me has espiado sin que me haya dado cuenta?
4	Muy simple, veía tu serie “Los Simpson”, allí ventilan tu vida como si fuese un reality en vivo...ja ja... muy divertida por cierto
5	¡D’oh!
6	Así que soy más feo que Krusty, ¿no? Y si yo tuviera que elegir al más feo entre tú y Peter Griffin, ¿sabes a quién elegiría?
7	¿Peter Griffin?
8	Nooo...a ninguno de los dos... ¡¡los dos sois igual de feos!!
9	¡D’oh!
10	Lo que realmente importa no es quién soy, sino qué es LO QUE QUIERO... ¿Me entiendes verdad?
11	S .. s .. si
12	¡Santo muñecos diabólicos!...te repito que lo importante no es quién soy sino que es lo que quiero
13	Lamentablemente no estás en condiciones de exigir nada, ¿ por qué mejor no me preguntas qué quiero y avanzamos con el tráiler?...(es la tercera opción por si no lo has notado)
14	¡Quiero jugar a un juego!
15	Ja ja ja... ¿seguro que no harías ninguna actividad física? ... ¿ni siquiera por tu familia?
16	¿Mi familia? ¿Qué pasa con mi familia?
17	Bueno deberás jugar mi juego así mi cara te de miedo, si es que quieres ver de nuevo a tu familia
18	¿Mi familia? ¿Qué pasa con mi familia?
19	Vaya al parecer ya estás entrando en razón y te interesa saber acerca de mi juego, te explicaré en qué consiste
20	En el juego de Inka Games: “Bart Simpson Saw Game”, Bart te dijo la verdad pero no le creíste, es más lo ahorcaste ...
21	A Marge no la consideras, le mientes y pasas más tiempo en la taberna de Moe que en tu propia casa
22	A Lisa no la tomas en cuenta, no sabes nada sobre ella, no la felicitas por sus logros y a veces ni le regalas nada por su cumpleaños
23	Por no hablar de la pobre Maggie, casi nunca la coges y a veces ni siquiera recuerdas su nombre
24	¿A qué te refieres?
25	He secuestrado a tu familia Homero y está oculta en algún lugar de Springfield, tu misión será encontrarla y rescatarla sana y salva
26	Estás mintiendo!... no voy a caer en tu tonto juego
27	¿Crees que estoy mintiendo? ... te mostraré algo...
28	Ahora que sabes que no miento te aconsejo que te des prisa en encontrar a tu familia ... si la quieres rescatar sana y salva claro
29	¡QUE EMPIECE EL JUEGO!

Tabla 72. Tabla suplementaria del diálogo de Homero con Pigsaw en el videojuego Homero (2017).

A lo largo de esta sección, la taxonomía y notación gráfica propuesta (junto con la estructuración en actos, escenas, acciones y diálogos propuesta

por la metodología definida también en esta tesis doctoral) ha sido aplicada a un conjunto de cinco juegos con características muy diferentes (incluso de géneros muy diferentes), poniéndose de manifiesto que es fácil de utilizar y útil en todos estos casos. La misma conclusión apuntada durante la puesta en práctica de estas contribuciones de la tesis en los dos SG educativos donde se han aplicado de forma parcial hasta la fecha (sección 7.1).

Capítulo 8

Validación de la propuesta

En este capítulo se pretende validar la propuesta en sus diferentes dimensiones: taxonomía, metodología y notación gráfica. Para ello, inicialmente se detalla la validación llevada a cabo con respecto a los seis aspectos identificados como críticos en el diseño de SG (expuestos en el Capítulo 3). Adicionalmente, para validar la taxonomía (Capítulo 3) serán clasificados un total de 22 SG extraídos de la literatura científica por su relevancia. A continuación, la notación gráfica (expuesta en el Capítulo 6), también será evaluada y comparada con otras dos propuestas de lenguajes gráficos para modelar videojuegos. Por último, se analiza el videojuego *Urano* cuyo desarrollo ha convergido con el de la metodología, tras una experiencia realizada con 237 alumnos de educación primaria y secundaria de Granada.

8.1. Validación de los seis aspectos identificados como críticos para el diseño de videojuegos serios

Una vez que se ha definido la taxonomía CSG cubriendo los distintos aspectos que definen un SG, y estableciendo criterios para clasificar cualquier videojuego respecto a cada uno de ellos, se identificaron un conjunto de seis criterios (sección 3.2) como críticos en el diseño de un SG, los cuales deberían considerarse en las primeras fases de concepción del juego. Estos son: área de aplicación, género, narrativa, interactividad, adaptación y contexto de uso. A continuación se va a proceder a validar su relevancia en el diseño de los SG desde tres puntos de vista: 1) mediante el análisis terminológico en la literatura científica de dichos términos, 2) la opinión de expertos en el diseño de SG en cuanto a la relevancia de dichos criterios, y 3) la propia utilización de estos seis criterios.

8.1.1. Análisis terminológico en la literatura científica

Para analizar la relación entre el diseño de los SG y los seis criterios relevantes para el diseño de los SG propuestos en el Capítulo 3, durante 2017 se realizó una búsqueda en la base de datos científica de *Google Scholar* con la cadena de búsqueda: “*serious game design*” OR “*design of serious game*”, y a estos términos se añadieron los dieciséis criterios descritos en la taxonomía CSG (sección 3.1) en inglés. El objetivo es cuantificar la frecuencia con la que cada uno de los criterios de la taxonomía aparece o está vinculado con los trabajos científicos que abordan el diseño de SG. En algunos criterios se optó por utilizar varios valores equivalentes,

dado que a veces la terminología podría ser muy general o, simplemente, se trata de conceptos referenciados a menudo con distintas terminologías. Por ejemplo, el criterio de *interacción del jugador* incluye la siguiente cadena de búsqueda: (“*serious game design*” OR “*design of serious game*”) AND (“*single-player*” OR “*multiplayer*” OR “*MMORPG*” OR “*singleplayer*” OR “*multiplayer*” OR “*mono-player*” OR “*monoplayer*” OR “*online role-playing game*”).

En el siguiente gráfico (Figura 125) se muestran los resultados de este proceso.

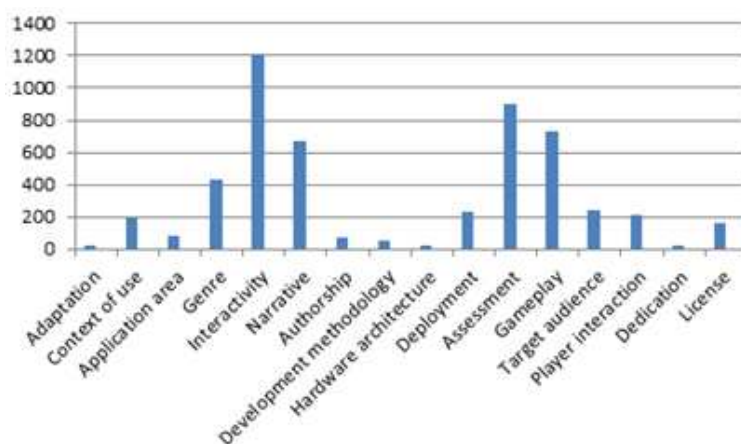


Figura 125. Resultado del análisis de términos entre los criterios de CSG y el diseño de SG.

Como se puede observar en el gráfico de barras, cuatro de los seis criterios analizados en la sección 3.2, es decir, el género, la interactividad, el contexto de uso y la narrativa, son términos muy recurrentes en los artículos que discuten (con alguna perspectiva) el diseño de los SG (más de 200 veces), en mayor o menor medida. De entre estos cuatro términos, el que más frecuentemente se incluye en trabajos de diseño de SG es la interactividad, más de 1200 veces. Por el contrario, dos de los criterios, el área de aplicación y la adaptación, que se proponen como críticos en el diseño inicial del SG, aparecen relacionados en muy pocos trabajos científicos sobre diseño de SG. En cuanto al área de aplicación, se podría justificar este hecho (en base a la experiencia adquirida durante la confección del estado del arte de la presente tesis doctoral) en que cuando un trabajo detalla aspectos del diseño en los SG no suele hacerlo con un enfoque general sino más bien orientado a algún área de aplicación concreta, como puede ser el área sanitaria o la educativa, de esta manera, el área de aplicación ya está implícita. Lo que si resulta algo más sorprendente es que el criterio de adaptación aparezca muy pocas veces vinculado al diseño de los SG, ya que en los videojuegos con un propósito serio la adaptación puede ser clave en fases tempranas del diseño, como puede

sucedir en áreas como la educación. De hecho, incluso en otras áreas del desarrollo de *software* la adaptación se tiene muy presente en fases tempranas del desarrollo, como ocurre desde la década de los ochenta con los sistemas hipermedia (De Bra, Brusilovsky & Houben, 1999).

Si bien la importancia de estos criterios es innegable, la conveniencia de considerarlos de manera especial durante las primeras etapas del diseño es un hecho relativo y aún abierto al debate. No obstante, hay que señalar que este análisis terminológico es puramente orientativo y tiene varias limitaciones. Por ejemplo, el hecho de que ciertos términos estén vinculados al diseño del SG en un trabajo no garantiza necesariamente que el concepto correspondiente se incluya en una propuesta de diseño, ni mucho menos que sea especialmente relevante en el diseño. Lo que sí parece mostrar este análisis es que los criterios de la taxonomía, así como la selección de criterios críticos, no parecen estar desencaminados; aunque habría que estudiar la posibilidad de elevar a críticos otros criterios en base a su relevancia cuantitativa durante la búsqueda realizada. Estos criterios, ordenados de mayor a menor frecuencia, son: evaluación, *gameplay*, despliegue, público objetivo e interacción del jugador. Todos ellos han superado la presencia en más de 200 trabajos incluidos en *Google Scholar* tratando el diseño de SG.

8.1.2. Experimento con un panel de expertos en videojuegos serios

Una serie de cuestiones fueron planteadas a investigadores y desarrolladores de SG con el fin de detectar aspectos relevantes en el diseño de este tipo de videojuegos.

8.1.2.1. Población y método

La población del experimento estaba compuesta por investigadores y desarrolladores. Los investigadores pertenecían a diferentes universidades de España (Universidad de Granada, Universidad Internacional de la Rioja, Universidad Abierta de Cataluña y Universidad de La Laguna) y a la Universidad de Cauca (Colombia). Respecto a los desarrolladores de SG lo formaron integrantes de dos empresas de videojuegos, *Greyman SL* (2016) y *Virtualware Group* (2017), con sedes en Granada y Basauri, respectivamente. El grupo de estudio está formado por cinco mujeres y dieciséis hombres, con una experiencia media en videojuegos de 9 años y con una media de edad de 39 años.

El cuestionario fue dividido en cuatro partes diferenciadas, en una primera parte (1) se recopilan datos personales de los encuestados, datos como la edad, el sexo, así como el número de años de experiencia en videojuegos. En la segunda parte (2) se detallaron todos los criterios de la taxonomía CSG y los encuestados debían clasificarlos siguiendo una escala *Likert* (Hinojosa & Moreno, 2006), donde 1 indicaba que el criterio era considerado como muy poco importante en el diseño de un SG y 5 como

muy importante para este diseño. La tercera parte de la encuesta (3) intentaba valorar si dentro del conjunto de los dieciséis criterios incluidos en la taxonomía CSG se echaba en falta algún otro criterio importante en el diseño de un SG. Para ello se realizó una pregunta directa en este sentido con respuesta sí/no, y en caso de respuesta afirmativa se daba la posibilidad al experto de identificar el criterio que había echado en falta. La cuarta parte de la encuesta (4) se destinó a obtener la opinión del encuestado sobre la idoneidad de establecer una fase inicial o pre-fase a la hora de diseñar un SG, y de ser así, que indicase los aspectos que se deberían considerar en ella. Por último, añadir que la empresa con base en Granada y los investigadores pertenecientes a la Universidad de Granada fueron encuestados en persona, de manera que se les ofreció una breve explicación oral del experimento; mientras que para los encuestados fuera de Granada se utilizó la herramienta de formularios de *Google*, incluyendo una breve descripción de la encuesta y de los criterios de la taxonomía.

8.1.2.2. Análisis estadístico

Una vez se recopilaron todas las encuestas, los resultados obtenidos son analizados en términos de respuestas acumulativas en lugar de la media y desviación estándar de acuerdo a lo aconsejado en (Sullivan & Artino, 2013). Los resultados obtenidos en la tercera parte de la encuesta muestran que la lista de criterios considerados en la taxonomía CSG es completa. Los datos a este respecto denotan que el 71,4% de los encuestados cree que no es necesario incluir ningún otro criterio de diseño en los SG. Del 28,6% restante, en la mayoría de los casos el aspecto que el entrevistado proponía, en realidad, ya había sido incluido en los dieciséis criterios presentados. Por ejemplo, uno de los expertos sugirió incluir ajustes de usuario pero esto es un tipo de adaptación, y la adaptación es uno de los criterios de la taxonomía. Tan sólo los aspectos estéticos indicados por dos encuestados no formaban parte del conjunto de criterios, pero este tipo de aspectos están fuera del alcance de la taxonomía CSG dado el nivel de abstracción con el que ésta ha sido definida. En base a esto, se puede afirmar que la aceptación de la taxonomía CSG (para este panel de expertos) es favorable, y es un adecuado punto de partida para identificar aspectos clave en el diseño de un SG.

Un análisis de la segunda parte de la encuesta (Figura 126) concluye que los expertos encuestados creen que se han considerado los criterios más importantes dentro de los seis identificados como críticos. En este análisis, juzgando los aspectos o criterios más relevantes (los valores 4 o 5 en la escala *Likert* superan el 65%) para diseñar SG, los entrevistados incluyeron diez de los dieciséis criterios, y en estos diez criterios están presentes los seis criterios propuestos como críticos en el Capítulo 3. De los datos de la Figura 126 también se pueden extraer que cinco criterios podrían ser considerados

como muy relevantes, es decir, aquellos que han sido clasificados con 4 o 5 en la escala *Likert* por más del el 80% de los encuestados. Estos criterios son: la narrativa, la interactividad, el contexto de uso, la jugabilidad y la adaptación. Esto confirma la gran importancia de algunos de los seis criterios propuestos como críticos y también la necesidad de analizar la idoneidad de incluir la jugabilidad o *gameplay* (convergiendo con los resultados del análisis teminológico).



Figura 126. Resultados de la consulta realizada a expertos en SG.

Por último, un análisis de la cuarta parte de la encuesta revela que el 90,5% de los encuestados considera que una fase inicial o pre-fase es relevante para la concepción del diseño de un SG. En todo caso, esto pone de relieve la importancia de considerar una pre-fase para cualquier diseño de

SG; como se ha establecido en la fase de inicio de la metodología propuesta en esta tesis doctoral. Por otra parte, de los aspectos considerados en esta pre-fase, la mayoría de las propuestas realizadas por los expertos están cubiertas por los seis criterios críticos, a excepción del *gameplay*, los efectos visuales y sonoros y el *marketing*/investigación de mercado. Precisamente, este último aspecto, el *marketing*/investigación de mercado, es quizás la única diferencia notable entre los datos obtenidos de investigadores y desarrolladores, ya que este criterio es propuesto solo por desarrolladores.

En conclusión, el *feedback* proporcionado por el panel de expertos apoya la importancia de considerar una pre-fase para el diseño de cualquier SG, la idoneidad de los criterios de la taxonomía CSG y del subconjunto de criterios que deberían ser incorporados en la pre-fase. No obstante, puesto que al igual que el análisis terminológico se sugiere la extensión de este conjunto de criterios críticos, en la fase de inicio de la metodología propuesta se aconseja analizar todos los criterios de la taxonomía CSG (aunque los seis criterios críticos deban ser considerados en más detalle).

8.1.3. Utilización de los seis criterios para clasificar videojuegos serios

Finalmente, el objetivo de esta tercera validación es confirmar la adecuada terminología empleada en los seis criterios subrayados como especialmente relevantes en el diseño de un SG. Para ello, la empresa *Virtualware Group* (2017) clasificó cuatro de sus SG: *Heimdal*, *Surgical Checklist*, *Virtual Rehab Body* y *Virtual Triage*. Estos cuatro videojuegos fueron categorizados empleando las opciones presentes en la taxonomía CSG para estos seis criterios: área de aplicación, género, narrativa, adaptación, interactividad y contexto de uso. Las encuestas se facilitaron a través de la tecnología de formularios de *Google* al Director Comercial de la empresa, Jesús Polvorinos. Tal y como manifestó Jesús al término de la experiencia, la empresa no tuvo ninguna dificultad para clasificar sus SG de acuerdo a los seis criterios proporcionados.

8.1.3.1. Virtual Triage

Este SG (*Virtual Triage*, 2013) es una innovadora herramienta que ofrece un perfecto entrenamiento del triaje para futuros médicos o enfermeros. A continuación se muestra la clasificación realizada por la empresa *Virtualware Group* (2017), correspondiente a este SG, comenzando con el contexto de uso (Tabla 73).

Recursos materiales				
1	2	3	4	5
Muy pobre				Muy elevado
Implicación del personal				
1	2	3	4	5

Muy baja					Muy alta
Factores políticos					
1	2	3	4	5	
Sin soporte		Altamente soportado			
Aspectos culturales					
1	2	3	4	5	
Ningún problema		Extremadamente problemático			

Tabla 73. Contexto de uso del SG *Virtual Triage* (2013).

En la Tabla 73 se muestran las respuestas del encuestado sombreando la casilla correspondiente en cada caso en color naranja. Se ha empleado una escala *Likert* (Hinojosa & Moreno, 2006) para los cuatro factores del contexto de uso, incluyendo debajo de la puntuación 1 y la puntuación 5 una breve descripción con los valores extremos para cada uno de los sub-criterios. A continuación se muestra la clasificación de este SG, realizada por el profesional de *Virtualware Group* (2017), en función de los otros cinco criterios críticos.

- Área de aplicación: Juegos para la salud → sistemas de salud.
- Género: Simulación.
- Narrativa:
 - Tipo de espacio narrativo: *Micronarrative*.
 - Nivel narrativo: Narrativa básica.
- Interactividad: Estándar → táctil.
- Adaptación:
 - Dependiendo del objeto adaptado: Adaptación de las reglas y mecánicas de juego.
 - Dependiendo del sujeto al cual el videojuego es adaptado: Adaptación del dispositivo.
 - De acuerdo a las características que se tienen en cuenta en la adaptación: Progreso.
 - De acuerdo a las emociones del jugador: Diversión fácil.
 - De acuerdo al tipo de jugador: Jugador casual.

8.1.3.2. Virtual Rehab Body

Virtual Rehab Body (2017) es un SG cuyo objetivo se centra en la rehabilitación de pacientes con daño cerebral o enfermedades neurodegenerativas y neuromusculares, incluso para personas de edad avanzada que presentan una movilidad reducida propia de su edad. Este SG utiliza la tecnología de *Microsoft Kinect* (2017). A continuación se muestra la clasificación correspondiente a este SG, realizada por el profesional de *Virtualware Group* (2017), y comenzando con el contexto de uso (Tabla 74).

Recursos materiales				
1	2	3	4	5
Muy pobre				Muy elevado
Implicación del personal				
1	2	3	4	5
Muy baja				Muy alta
Factores políticos				
1	2	3	4	5
Sin soporte				Altamente soportado
Aspectos culturales				
1	2	3	4	5
Ningún problema				Extremadamente problemático

Tabla 74. Contexto de uso del SG Virtual Rehab Body (2017).

En la Tabla 74 se muestran las respuestas del encuestado en color naranja. Se ha empleado, al igual que el caso anterior, una escala *Likert* (Hinojosa & Moreno, 2006) para los cuatro factores del contexto de uso. A continuación se muestran los resultados de clasificar el SG en función de los otros cinco criterios.

- Área de aplicación: Juegos para la salud → sistemas de salud.
- Género: Simulación.
- Narrativa: No incluye.
- Interactividad: Activa.
- Adaptación:
 - Dependiendo del objeto adaptado: Adaptación de la interacción del usuario – adaptación de los retos.
 - Dependiendo del sujeto al cual el videojuego es adaptado: Adaptación al jugador – adaptación del dispositivo.
 - De acuerdo a las características que se tienen en cuenta en la adaptación: Necesidades.
 - De acuerdo a las emociones del jugador: Diversión fácil.
 - De acuerdo al tipo de jugador: Jugador casual.

8.1.3.3. Heimdal

Este SG (Heimdal, 2017) está orientado a mejorar los conocimientos en seguridad vial de un público más bien infantil. En el videojuego, *Heimdal* es una especie de superhéroe que debe restaurar la tranquilidad a la ciudad realizando una serie de misiones y capturando al villano del juego. Durante el juego se incide sobre la prevención de riesgos laborales, conducción segura y responsabilidad en las vías y calles en cuanto a la seguridad. A continuación se muestra la clasificación correspondiente a este SG, comenzando con el contexto de uso (Tabla 75).

Recursos materiales				
1	2	3	4	5
Muy pobre				Muy elevado
Implicación del personal				
1	2	3	4	5
Muy baja				Muy alta
Factores políticos				
1	2	3	4	5
Sin soporte				Altamente soportado
Aspectos culturales				
1	2	3	4	5
Ningún problema				Extremadamente problemático

Tabla 75. Contexto de uso del SG Heimdal (2017).

A continuación se muestran los resultados de clasificar el SG en función de los otros cinco criterios.

- Área de aplicación: Juegos para la educación → aprendizaje.
- Género: Acción.
- Narrativa:
 - Tipo de espacio narrativo: *Evocative spaces*.
 - Nivel narrativo: Narrativa básica.
- Interactividad: Estándar → táctil.
- Adaptación:
 - Dependiendo del objeto adaptado: Adaptación de la apariencia gráfica.
 - Dependiendo del sujeto al cual el videojuego es adaptado: Adaptación del dispositivo.
 - De acuerdo a las características que se tienen en cuenta en la adaptación: Necesidades.
 - De acuerdo a las emociones del jugador: Diversión fácil.
 - De acuerdo al tipo de jugador: Jugador casual.

8.1.3.3. Surgical Checklist

Este SG (Surgical Checklist, 2012) se encuentra aún en fase de desarrollo, pero ya se ha puesto en fase de pruebas un prototipo del videojuego en el hospital de Galdakano en Vizcaya. El prototipo permite al personal sanitario, presente en intervenciones quirúrgicas, entrenar los diferentes protocolos de seguridad, así como las directrices y las recomendaciones en este tipo de intervenciones. El jugador deberá resolver diferentes casos prácticos aplicando protocolos oficiales. A continuación se muestra la clasificación correspondiente a este SG, comenzando con el contexto de uso (Tabla 76).

Recursos materiales				
1	2	3	4	5
Muy pobre				Muy elevado
Implicación del personal				
1	2	3	4	5
Muy baja				Muy alta
Factores políticos				
1	2	3	4	5
Sin soporte				Altamente soportado
Aspectos culturales				
1	2	3	4	5
Ningún problema				Extremadamente problemático

Tabla 76. Contexto de uso del SG *Surgical Checklist* (2012).

A continuación se muestran los resultados de clasificar el SG en función de los otros cinco criterios.

- Área de aplicación: Juegos para la salud → sistemas de salud.
- Género: Simulación.
- Narrativa:
 - Tipo de espacio narrativo: *Evocative spaces*.
 - Nivel narrativo: Narrativa básica.
- Interactividad: Estándar → táctil.
- Adaptación:
 - Dependiendo del objeto adaptado: Adaptación de los retos.
 - Dependiendo del sujeto al cual el videojuego es adaptado: Adaptación del dispositivo.
 - De acuerdo a las características que se tienen en cuenta en la adaptación: Gustos y preferencias.
 - De acuerdo a las emociones del jugador: Diversión fácil.
 - De acuerdo al tipo de jugador: Jugador casual.

8.2. Validación de la taxonomía CSG

Además de clasificar *Urano* y los videojuegos del capítulo anterior, la taxonomía CSG se utilizó para clasificar otros 22 SG con el fin de seguir validando su utilidad. Concretamente, se seleccionó un subconjunto de 22 videojuegos del conjunto inicial de 84 SG recogidos en la Tabla 2 que se obtuvo después de aplicar el proceso de selección y búsqueda descrito en la sección 2.2.2. Para escoger estos 22 SG, se ha tenido en cuenta que existiera información suficiente para su clasificación y tuvieran cierto impacto en la comunidad científica (medido en términos del número de citas).

Además, se desarrolló una herramienta web para registrar y almacenar la clasificación de estos 22 SG, la cual permite que los investigadores puedan

consultar dicha clasificación e introducir nuevos SG clasificados de acuerdo a la taxonomía CSG propuesta. La Tabla 77 muestra la lista de los 22 SG ordenados por números de citas (06/02/2018-13:00).

Videojuegos serios	Número de citas (06/02/2018)
<i>VRWii</i>	291
<i>Webcam games</i>	167
<i>eBaViR</i>	112
<i>VRBT</i>	71
<i>It's a Deal!</i>	71
<i>Playmancer</i>	65
<i>Triage trainer</i>	62
<i>VR games</i>	56
<i>Childhood obesity</i>	45
<i>Dance games</i>	41
<i>NIU-Torcs</i>	38
<i>Re-Mission</i>	34
<i>Orthopedic-surgery game</i>	24
<i>Time After Time</i>	23
<i>Tux Racer</i>	20
<i>eMed-Office</i>	19
<i>eScape</i>	18
<i>Bejeweled II</i>	17
<i>Prog & Play</i>	15
<i>Ultrasound Guided Needle</i>	13
<i>Drugs and the Brain</i>	12
<i>MINWii</i>	6

Tabla 77. Lista de los 22 videojuegos serios ordenados por el número de citas.

8.2.1 Clasificación de los 22 videojuegos serios

En todos los casos, la taxonomía ha demostrado ser fácil de aplicar para categorizar el SG y los resultados se muestran en una página web donde se proporciona una tabla con dieciséis filas (una para cada criterio de clasificación) para cada SG, junto con una imagen del videojuego y un enlace al artículo donde está descrito. Este sitio web está disponible en bios.ugr.es/~gsg_taxonomy/gsg/index.html. La siguiente Figura 127 muestra el aspecto visual que tiene la tabla de características de un SG, en este caso, se trata del videojuego incluido en el trabajo más citado (291 citas).

VRWii [Link]

Criteria	Value
Authorship	Institution -- Company (Nintendo)
Development methodology	Unspecified
Hardware architecture	Console
Deployment	Local
Genre	Action -- Simulation
Narrative	Degree -- Elemental
Interactivity	Active
Context of use	Staff involvement ++
Application area	Games for Health - Healthcare (Cibertherapy/Exergaming)
Assessment	Who -- Manual Where -- During/Post How -- Explicit - Real
Gameplay	Not measured
Adaptation	None
Target audience	Target collective (stroke patients)
Interaction between players	Mono-player
Dedication	Casual gamer
License	Proprietary




[Index](#)

Figura 127. Captura del SG VRWii obtenida de la herramienta web asociada a la taxonomía CSG.

Este experimento de clasificación ha permitido validar la taxonomía ya que todos los criterios propuestos en la taxonomía han sido identificados y correctamente clasificados de acuerdo a la misma en la muestra completa de SG analizados. El hecho de que no se haya encontrado ningún nuevo criterio durante el proceso de clasificación indica que la taxonomía propuesta es completa a nivel conceptual. Además, el uso de la taxonomía ha permitido la obtención de los conocimientos derivados de los 22 SG y se han obtenido resultados complementarios, estos resultados se describen en la siguiente sección.

8.2.1. Análisis estadístico

Se ha realizado un análisis estadístico para identificar características comunes en los SG categorizados. Dichos resultados también se recogen y discuten en el sitio web indicado en la sección anterior (una captura de pantalla es mostrada en la Figura 128).

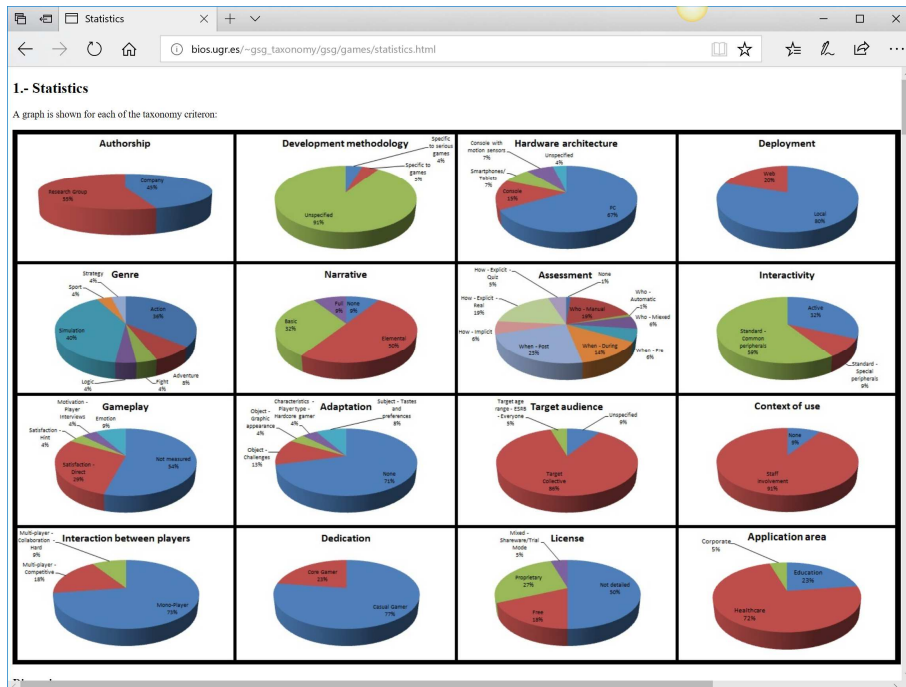


Figura 128. Análisis estadístico de cada criterio respecto a la muestra de los 22 SG.

El análisis estadístico realizado revela algunos hechos muy interesantes: el 67% de los SG clasificados se ejecutan en PC (80% de manera local), el 40% de ellos explotan el género de simulación y sólo 1 no evalúa el progreso del jugador. Además, el 86% está destinado a un colectivo concreto (estudiantes, pacientes, etc.) y el perfil del jugador es casual en el 77% de los casos. Estos SG, por lo tanto, no requieren gran dedicación del jugador, ya que los jugadores pueden no estar familiarizados con los videojuegos. Finalmente, el 95% de estos videojuegos abarcan las áreas de salud y educación.

Este estudio también revela que la muestra de estos SG no tienen una historia narrativa realmente complicada, ya que el 82% tienen una narrativa elemental o básica, y el *gameplay* se mide en el 46% de los casos, sobre todo la satisfacción (29%), quizás se debería tener más presente para evitar SG aburridos. Los beneficios de la adaptación y la colaboración tampoco son muy tenidos en cuenta, y es que el 71% no tiene ningún tipo de adaptación, y el 73% va dirigido a un tipo de interacción *mono-player*, es decir, un solo jugador. Por otro lado, en el área de la salud, también podría ser interesante

incorporar mecanismos activos de interactividad, sorprende un poco que sólo estén presentes en el 32% de los casos.

Además de estos datos, se ha procedido a construir una matriz de estructura de dependencia para encontrar las interrelaciones entre los distintos criterios de la taxonomía CSG. El tamaño de la matriz es 63 x 63, ya que este es el número total de alternativas de clasificación. La matriz de dependencias y las conclusiones extraídas de la matriz también se incluyen en el sitio web (una captura es mostrada en la Figura 129, aunque para su correcta visualización debe visitarse bios.ugr.es/~gsg_taxonomy/gsg/index.html).

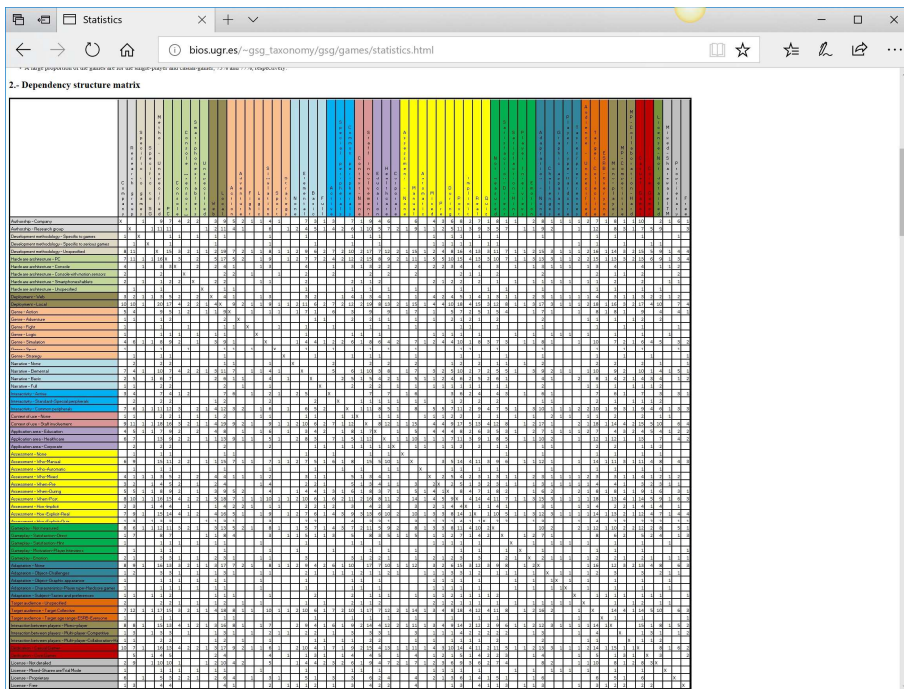


Figura 129. Matriz de dependencias para la muestra de los 22 SG.

A partir de este nuevo análisis estadístico basado en dependencias, se han obtenido algunas pocas relaciones entre criterios, ya que parece que existe bastante flexibilidad en este sentido y los criterios admiten múltiples combinaciones entre ellos. No obstante, algunas consideraciones interesantes han sido extraídas en este sentido. En primer lugar, todos los SG cuyo género es la acción se ha utilizado en el área de aplicación de la salud, y están dirigidos a jugadores con una dedicación ocasional. En segundo lugar, todos los SG categorizados con el género de simulación, tienen asociados una post-evaluación de los conocimientos o habilidades adquiridas a través del videojuego, y la mayoría, el 80%, lo hacen mediante una prueba real.

Para obtener las conclusiones previas, dieciséis diagramas como el que se muestra en la Figura 130 han sido realizados y se proporcionan en el sitio web con el fin de ilustrar las relaciones derivadas de la matriz de dependencias.

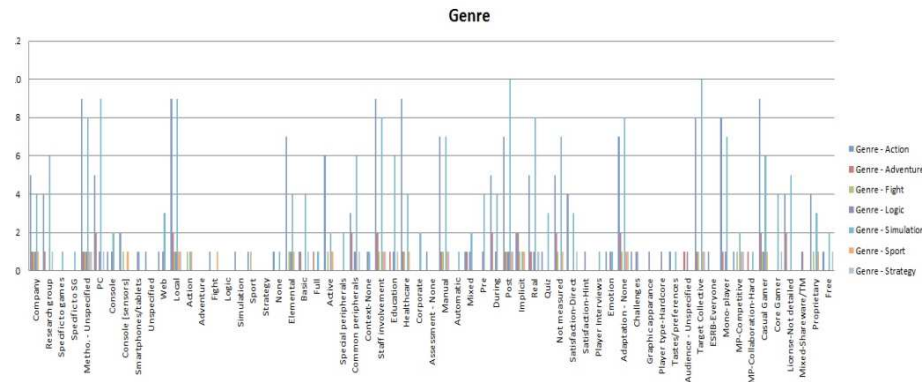


Figura 130. Representación de dependencias del género con respecto al resto de criterios.

En conclusión, podemos decir que pocas sorpresas ha deparado el estudio estadístico realizado tras clasificar con la taxonomía CSG la citada muestra de 22 SG. La arquitectura *hardware* de PC es la más utilizada ya que es versátil y requiere poca inversión. La educación y la salud son las áreas de aplicación más comunes, y es que éstas son las más exitosas en SG como se analizó en el Capítulo 2. También vale la pena mencionar que la mayoría de los videojuegos van dirigidos a jugadores casuales, ya que los SG no están diseñados para jugadores profesionales, y es que los SG utilizan el potencial de los videojuegos como herramienta para mejorar, tratar o entrenar ciertas destrezas o habilidades. Quizá lo único que puede tener la consideración de sorpresa, como se ha comentado anteriormente, es la falta de adaptación en estos 22 SG, y es que sólo el 20% de los videojuegos de la muestra habían contemplado la adaptación en alguna de sus facetas, algo que en las áreas de educación y salud pueden ser un aspecto fundamental para tener verdadero éxito.

8.2.2. Herramienta web para gestionar la clasificación de videojuegos serios con la taxonomía CSG

Como ya se ha introducido al comienzo de la sección 8.2, se ha desarrollado un sitio web para mostrar los criterios de clasificación propuestos en la taxonomía CSG, los 22 SG seleccionados, y el estudio estadístico conducido sobre éstos. Pero es necesario resaltar que no se trata de un sitio web estático, sino de un sitio web dinámico creado con PHP. Esta aplicación se conecta a un repositorio implementado como una base de datos MySQL que almacena el conjunto de videojuegos clasificados, y permite también ampliar

la muestra de clasificación. De hecho, la aplicación puede utilizarse para tres propósitos:

1. Mostrar y comprender la taxonomía CSG: La aplicación presenta de forma comprensiva todos los criterios de la taxonomía y sus posibles valores, permitiendo una gestión interactiva.
2. Buscar un SG: La aplicación permite especificar un conjunto de características del videojuego deseado y filtra la BD de SG clasificados para obtener una lista ordenada de SG que cumplan tales requisitos (lo que se conoce en el ámbito de los formularios webs como filtros de búsqueda).
3. Clasificar un nuevo SG: Los autores o creadores de videojuegos pueden agregar sus SG (clasificándolos de acuerdo a la taxonomía CSG) para expandir el repositorio actual.

Así, en la página principal del mencionado sitio web aparece un botón *Search Serious Game!* para buscar dentro del repositorio de SG clasificados hasta el momento con la herramienta. Una vez se hace clic sobre este botón aparece la siguiente pantalla con los filtros de búsqueda (Figura 131):

Search for Serious Games

Basic criteria

Hardware architecture Smartphones /Tablets PC Console Console (motion sensors) Arcade

Interactivity

Dedication

Application area (Sawyer)

License

Target age range (IARC) PEGI

Other criteria

Assessment Automatic Manual Mixed

Adaptation

Deployment Local Web

Gender (Herz) Action Adventure Fight Logic Simulation Sport Strategy

Interaction between players

Narrative Game space (H. Jenkins): Degree (M. Belinkie):

[Back](#)

Figura 131. Búsqueda de SG en la aplicación web.

En esta pantalla, se facilitan los diferentes criterios de la taxonomía CSG con sus respectivas opciones para elegir la que más interese (o dejar ese criterio libre en la búsqueda). Además, al colocar el cursor sobre alguno de los interrogantes de color azul se muestra una breve descripción del criterio

para facilitar su comprensión. De esta manera, por ejemplo, dado el repositorio actual, si un profesor estuviese buscando un videojuego de estrategia en el área educativa para PC, entonces *Prog & Play*, un SG que enseña programación (Muratet et al., 2011), será devuelto como resultado. También a modo de ejemplo, en la siguiente captura de pantalla se muestra una búsqueda de SG con los filtros de búsqueda: Género→Aventura y Área de aplicación→Educación (El resultado incluye al recién creado *Urano*).

The following serious games fit the search criteria:

[eScape](#)[Link]

Criteria	Value
Description	In this study, the aim was to examine how small-group collaboration is shaped by individuals interacting in a virtual multiplayer game. The data were collected from a design experiment in which six randomly divided groups of four university students played a voice-enhanced game lasting about 1 h. The 'eScape' game was a social action adventure developed as a part of the study.
License	not_detailed
Authorship	company
Hardware	PC
Architecture	
Adaptation	none
Deployment	local
Development	unspecified
Gender	adventura
Narrative (Game space)	none
Narrative (Degree)	full
Application area	education
Development Methodology	unspecified
Dedication	casual
Interaction between players	multi-player collaboration hard
Interactivity	common
Assessment	none
Target audience:	PEGI: none ESRB: none
Narrative	Narrative degree (Belinkie): full Game space (Jenkins): none

[Urano: Los Invasores del Tiempo](#)[Link]

Criteria	Value
Description	Urano es un videojuego educativo diseñado específicamente para practicar la lectura comprensiva, aunque incluye también conocimientos transversales de matemáticas, lengua, ciencias naturales y sociales
License	not_detailed
Authorship	research_group
Hardware	smartphones tablets
Architecture	
Adaptation	story player game device
Deployment	local
Development	serious_games
Gender	adventure
Narrative (Game space)	embedded_narratives
Narrative (Degree)	complex
Application area	education
Development Methodology	serious_games
Dedication	casual
Interaction between players	mono-player
Interactivity	common
Assessment	none
Target audience:	PEGI: early ESRB: 7 12
Narrative	Narrative degree (Belinkie): complex Game space (Jenkins): embedded_narratives

[Back](#)

Figura 132. Ejemplo de resultado de una búsqueda en la aplicación web, SG de aventura y educativos.

Por otra parte, como se ha comentado anteriormente, existe la posibilidad también de registrar nuevos SG, clasificando el videojuego de manera indirecta, y de esta forma incluirlo en la base de datos de la aplicación. Para ello, desde la página principal del sitio web dinámico existe disponible un botón que permite realizar esta acción, *Register your Serious Game!* A modo de ejemplo, en la siguiente captura (Figura 133) se introduce parte del registro para añadir el videojuego de *Urano*.

Register your serious game

The game will become part of the repository used by users in their searches

Serious games name (Required)	Urano: Los Inversores del		
Authorship	Research group		
Description	Urano es un videojuego educativo diseñado específicamente para practicar la lectura comprensiva, aunque incluye también conocimientos		
URL	HTTP://blab.uca.es/~redline/		
Development methodology	Specific to serious games		
Hardware architecture	Smartphones/ Tablets	PC	Console (motion sensors)
Game interface	2D	3D	Unspecified
Interactivity	Common peripherals		
Deployment	Local		
Dedication	Casual gamer		
Genre (Hex)	Action	Adventure	Fight
Application area (Sanyer)	Education	Logic	Simulation
Narrative	Game space (H. Jenkins)	Embedded narratives	Sport
Interaction between players	Multi-player	Degree (M. Bellinck)	Strategy
License	Not detailed	Complex	
Context of use	Material resources	Staff involvement	Policy area
Assessment		Cultural	None
Who?	Automatic	Mixed	
Where?	Pye	Dating	Post
How?	Implicit	Real	Quiz
Adaptation			
Object	Rules&Mechanics	Story&Dialogues	Graphic appearance
Subject	Player	Game device	Challenges
Characteristics	Hardcore games (Player)	Casual gamer (Player)	User interaction
Player emotions	Hard fun	Easy fun	Altered states
			People factor
			Needs
			Preferences

Figura 133. Registro de *Urano* en la aplicación web.

8.3. Validación de la notación gráfica propuesta en la metodología

La notación gráfica detallada en el Capítulo 6 es validada a través de la opinión de estudiantes de ingeniería informática y de pedagogos, con los métodos y resultados que se explican a continuación.

8.3.1. Población y método

La población del experimento estuvo compuesta por pedagogos de varias escuelas de primaria y secundaria de Andalucía, concretamente de la localidad de Utrera (Sevilla), estas escuelas son: Sagrada Familia, Sagrado Corazón e IES José María Infantes; además, de un grupo de estudiantes de ingeniería informática de segundo curso de la Universidad de Granada (curso académico 16/17). Concretamente, el grupo incluyó a nueve mujeres y once hombres, con una edad media de veintisiete años, de los cuales doce son estudiantes y ocho son pedagogos o educadores.

El objetivo del experimento era comparar la notación gráfica basada en *UML* propuesta en esta tesis (Capítulo 6) con otras dos propuestas extraídas del estado del arte. Concretamente, las otras propuestas utilizadas fueron la notación propuesta por Cooper y Longstreet (2012) y la notación propuesta por Taylor et al. (2006). El motivo de la elección de estas dos propuestas, es que ambas incluyen una notación gráfica para el modelado de videojuegos,

en el caso de Cooper y Longstreet (2012) SG, y además, ambas utilizan *UML* como base de su notación gráfica. Para realizar esta comparación se proporcionó una representación gráfica de una parte del videojuego de *Urano*, en este caso vinculada al acto de Roma, con las tres notaciones a comparar.

- En el caso de la propuesta de esta tesis, se usó el diagrama de actos que representa la estructura general del videojuego (Figura 3 del Anexo II) y el diagrama de acciones de la escena: “reparar biga” que incluye cuatro desafíos educativos (Figura 2 del Anexo II). Además, se añadió la tabla de retos educativos (Tabla 1 del Anexo II)
- Sobre la propuesta de Cooper y Longstreet (2012) se proporcionó un diagrama de casos de uso que representa la estructura global del videojuego y una tabla con la descripción de los desafíos educativos (Figura 4 y Tabla 2 del Anexo II, respectivamente). En la tabla se usaron capturas de pantalla reales del videojuego en lugar del *storyboards*. Debido a la forma en que están representados los retos educativos de esta propuesta fue necesario seleccionar una escena con pocos desafíos educativos, sólo uno, para reducir el tamaño de la representación y hacerlo manejable en la experiencia.
- Por su parte, la propuesta de Taylor et al. (2006) ha tenido que ser adaptada para incluir desafíos educativos, ya que el trabajo de Taylor et al. (2006) fue ideado para modelar videojuegos, no SG educativos. Concretamente, dos retos educativos fueron etiquetados en la extensión del diagrama de casos de uso propuesta por los autores y en el pseudocódigo utilizado para representar la interacción con el juego. Con la mencionada modificación, en el Anexo II se incluye el diagrama de casos de uso *UML* para estructurar la escena: “Visitar a *Julio César* en prisión” con esos dos desafíos educativos, así como su pseudocódigo correspondiente (Figura 5). En este caso, la propuesta no incluye un diagrama con la estructura general del videojuego, ya que no fue propuesto en su trabajo.

Todos los participantes fueron encuestados en persona y antes de comenzar el experimento, se les explicó brevemente (durante unos 10 minutos aproximadamente) en qué consistía cada una de las tres propuestas a comparar. Después, las representaciones mencionadas (diagramas de actos y acciones, diagramas de caso de uso, etc.) para ejemplificar cada una de las tres propuestas quedaron a disposición de los participantes, quienes tuvieron un tiempo adicional de unos 10 minutos para su revisión. A continuación, se les facilitó un cuestionario que tenía como objetivo conocer su opinión sobre cada una de las tres propuestas de modelado, en cuanto a facilidad de uso y usabilidad, a la par que realizarles una prueba de

comprensión para determinar qué propuesta de modelado había sido mejor entendida.

A continuación se detallan las cuatro partes en las que el cuestionario fue dividido:

- I. Datos personales. Para cada uno de los educadores/alumnos se preguntó su edad, sexo, conocimiento previo de *UML* (sí/no) y si es usuario de videojuegos (sí/no).
- II. Prueba de comprensión. Asociadas a la representación gráfica de cada una de las propuestas se incluyeron cinco preguntas de comprensión para poder comparar las tres propuestas en estos términos. El objetivo de las cinco preguntas sobre cada representación gráfica era poder evaluar si los encuestados habían entendido correctamente los elementos del videojuego descritos por cada representación. Estas preguntas hacen referencia a la estructura de las escenas modeladas por los diagramas, los desafíos educativos, o la evaluación de estos desafíos. En el Anexo II se pueden consultar dichas cuestiones, así como la encuesta completa.
- III. Evaluación de la usabilidad específica. Esta tercera parte incluyó cinco preguntas con escala tipo *Likert* para comparar las tres propuestas. De esta manera, se pidió a los encuestados que las compararan en términos de: asimilación (Q1), comprensión (Q2), facilidad de uso (Q3), capacidad de representar desafíos educativos (Q4) y facilidad de estructuración del videojuego (Q5).
- IV. Evaluación de la facilidad de uso general. La cuarta parte estuvo compuesta por diez preguntas tipo *Likert* que siguen la escala de usabilidad del sistema, *SUS* (*System Usability Scale*, 2017). Esta escala es considerada como un estándar y ha sido utilizado en más de 1300 artículos. A continuación se detallan las diez cuestiones traducidas (entendiendo, lógicamente, que en este caso se trata de un sistema de representación y no de un sistema *software* en funcionamiento, aunque en trabajos como el realizado por Falco, Gangemi, Peroni, Shotton y Vitali (2014) se utiliza *SUS* para medir la usabilidad de una propuesta de notación gráfica, *Graffoo*, para desarrollar ontologías *OWL* (*Web Ontology Language*):
 - 1) Creo que me gustaría utilizar este sistema con frecuencia (SUS1).
 - 2) He encontrado el sistema innecesariamente complejo (SUS2).
 - 3) Pensé que el sistema era fácil de usar (SUS3).
 - 4) Creo que necesitaría el apoyo de una persona técnica para poder utilizar este sistema (SUS4).
 - 5) He encontrado que las diversas funciones de este sistema fueron bien integradas (SUS5).

- 6) Pensé que había demasiada inconsistencia en este sistema (SUS6).
- 7) Me imagino que la mayoría de la gente puede aprender a utilizar este sistema muy rápidamente (SUS7).
- 8) He encontrado el sistema muy complicado de usar (SUS8).
- 9) Me sentí muy seguro al usar el sistema (SUS9).
- 10) Tenía que aprender muchas cosas antes de que pudiera ponerme en marcha con este sistema (SUS10).

8.3.2. Análisis estadístico

Una vez que todas las encuestas se habían completado, se realizó un análisis estadístico. De la segunda parte de la encuesta, la prueba de comprensión, se deriva que la propuesta realizada en esta tesis doctoral presenta el menor número de errores en las respuestas a las preguntas de comprensión. De las 100 preguntas (cinco preguntas por veinte encuestados) sólo ha habido 11 fallos a la hora de interpretar los diagramas proporcionados de acuerdo a la notación gráfica basada en *UML* propuesta en esta tesis. Por su parte, los resultados de Cooper y Longstreet (2012) y Taylor et al. (2006) han sido muy similares, 27 y 25 fallos en total, respectivamente.

La Figura 134 muestra el número de fallos de cada usuario (u_i , donde i es el número del usuario) en cada una de las propuestas y, como puede observarse, la mayoría de las encuestas (13/20) respondieron sin ningún error en la propuesta de esta tesis. Al analizar las preguntas con más respuestas erróneas, en el caso de Cooper y Longstreet (2012), dos preguntas acumulaban la mayoría de las fallos (89%): la estructura del videojuego (16/27) y la evaluación de los desafíos educativos (8/27). En el caso de Taylor et al. (2006), la cuestión sobre la estructura de la escena representada por el diagrama acumuló el mayor número de fallos (14/25). Los fallos de interpretación en otros aspectos estuvieron más distribuidos. Con respecto a la propuesta de esta tesis, la pregunta con más fallos fue la evaluación de los retos educativos (6/11), además, se debe agregar que tres educadores concentraron el 64% (u_{15} , u_{16} y u_{18}) de todas las respuestas erróneas (7/11). Finalmente, al dividir a los grupos de estudiantes y educadores se observa un aumento de la tasa de errores en los educadores (75%) con respecto a los estudiantes de ingeniería informática (55%). Esto es un dato que se podía esperar, y la diferencia no es especialmente significativa.

Por otra parte, en la tercera y cuarta parte de la encuesta, es decir, la usabilidad específica (3) y la usabilidad general (4), se han realizado un total de 15 preguntas para comparar las tres propuestas. Para analizar los resultados de una manera más efectiva, algunas preguntas cuya mejor respuesta desde el punto de vista del diseño era 1 en la escala de *Likert* se ha invertido, de modo que 5 es siempre la mejor respuesta en cualquier

pregunta. De esta manera también se pueden visualizar mejor los resultados estadísticos. De todas las respuestas el promedio se ha obtenido redondeando en dos decimales. La Figura 135 muestra los resultados, de izquierda a derecha, de los estudiantes, los educadores y la muestra total o conjunta.

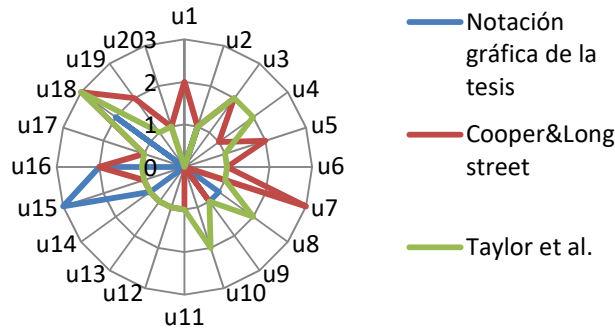


Figura 134. Número de errores de cada propuesta en la segunda parte de la encuesta.

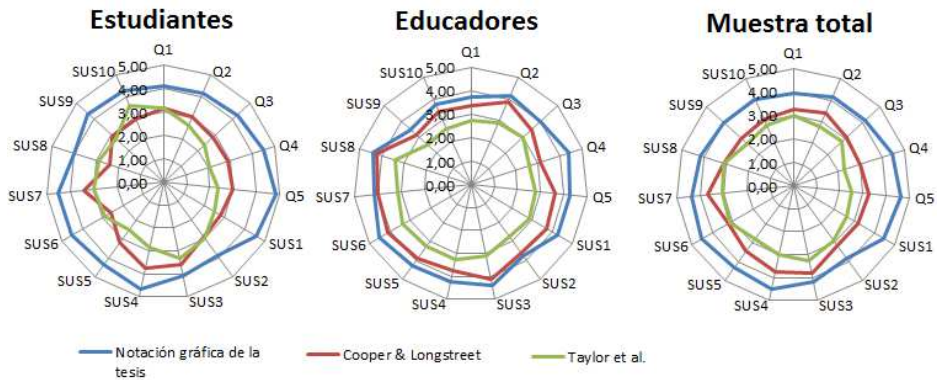


Figura 135. Comparación entre las propuestas de la tercera y cuarta parte de la encuesta.

Las cinco preguntas correspondientes a la usabilidad específica se han representado como Q_i , donde i es el número de la pregunta ($i \in [1, 5]$). Y las diez preguntas de usabilidad general que pertenecen a (*System Usability Scale*, 2017) han sido representadas como SUS_j , donde j es el número de la pregunta ($j \in [1, 10]$). Como puede observarse, los estudiantes de ingeniería informática han calificado como más usable la notación gráfica de esta tesis, siendo el promedio de 4,33 sobre 5. Las otras dos propuestas han obtenido una puntuación similar (3,03/5 y 2,80/5), aunque ligeramente mejor el lenguaje gráfico de Cooper y Longstreet (2012). En cuanto a los educadores, los resultados son más igualados, especialmente entre la propuesta de Cooper y Longstreet (2012) y la propuesta de esta tesis aunque la propuesta de la tesis ha obtenido un mejor promedio, 4,11 frente a 3,70. En la muestra total, como se esperaba a razón de los dos gráficos anteriores, la notación

gráfica de esta tesis ha sido seleccionada como la más adecuada para el diseño de SG educativos. Los promedios totales han sido: 4,24 para la notación gráfica de la tesis, 3,30 para la propuesta de Cooper y Longstreet (2012) y 2,85 para la propuesta de Taylor et al. (2006).

Entrando en detalle en las cuestiones, de las cinco preguntas de usabilidad específica hay tres (Q3: 4,15, Q4: 4,45 y Q5: 4,60) donde la propuesta de la tesis muestra una mayor diferencia con respecto a Cooper y Longstreet (2012) (Q3: 3.10, Q4: 3.00 y Q5: 3,25) y Taylor et al. (2006) (Q3: 2,80, Q4: 2,30 y Q5: 2,50). Estas cuestiones se refieren a la facilidad de uso, la capacidad de representar desafíos educativos, y la facilidad de estructurar el videojuego, respectivamente. Estos datos van en consonancia con el mayor número de errores cometidos por los encuestados en estas cuestiones para las otras dos propuestas.

Las otras dos cuestiones, es decir, Q1 y Q2 (asimilación y comprensión) muestran una mayor similitud en puntuación, o lo que es lo mismo, las tres propuestas son asimiladas y comprendidas correctamente y de manera similar. Con respecto a la usabilidad general (SUSj), existe una mayor diferencia entre la propuesta de la tesis y las otras dos propuestas en las cuestiones SUS1, SUS2, SUS4, SUS5, SUS6, SUS9 y SUS10. A continuación, se muestran entre paréntesis los resultados de las tres propuestas, primero la propuesta de esta tesis, después la de Cooper y Longstreet (2012), y finalmente la de Taylor et al. (2006): las preguntas que se refieren a preferencia y comprensión (SUS1: 4,45 – 3,20 – 2,65 y SUS2: 3,85 - 3,20 - 2,90), la necesidad de soporte técnico (SUS 4: 4,50 – 3,75 – 3,00), integridad e inconsistencias (SUS5: 4,30 – 3,45 - 2,80 y SUS6: 4,50 - 3,20 - 3,10), confianza e integridad (SUS9: 4,00 - 3,00 - 2,65 y SUS10: 4,05 - 3,10 - 2,85). Sin embargo, la comparación es más ajustada en SUS3 (facilidad de uso), SUS7 (asimilación) y SUS8 (complicado de usar), especialmente en el caso de los pedagogos y con respecto a la propuesta de Cooper y Longstreet (2012), dato que puede ser comprensible dado su perfil no técnico. Por último, volver a hacer notar que la encuesta completa con todas sus preguntas se incluye en el Anexo II de esta tesis, como se ha comentado anteriormente.

8.4. Validación de Urano

Como se comentó anteriormente, el videojuego *Urano* y la metodología propuesta han formado parte de un proceso de retroalimentación en ambos sentidos, y es que la experiencia alcanzada durante el desarrollo de *Urano* ha nutrido significativamente la definición de la metodología y, al mismo tiempo, la metodología ha sido tenida en cuenta (en parte y de manera informal) durante el desarrollo del videojuego. Por tanto, el éxito del videojuego llevaría asociado, en cierto modo, una validación positiva (e indirecta y parcial) de la metodología. Con esta intención, en esta sección se detalla la experiencia llevada a cabo con *Urano* en varios centros educativos

de Granada. Dicho experimento fue llevado a cabo por algunos de los integrantes del equipo de investigación del proyecto P11-TIC7486.

8.4.1. Población y método

La muestra total involucrada en la experiencia de validación de *Urano* fue de 237 niños pertenecientes a tres escuelas de la provincia de Granada: José Hurtado, Santa María Micaela y Caja Granada. Los niños se encontraban matriculados en quinto curso (148) y primero de ESO (89). La distribución por colegios fue de 39 niños de José Hurtado, 39 de Santa María Micaela y 159 de Caja Granada. En cuanto al sexo, el 59% eran niñas y el 41% niños. Por último, la edad media fue 10 años y 6 meses en el caso de los alumnos de quinto curso y 12 años y 6 meses para los alumnos de primero de ESO.

El principal objetivo del experimento era ver la respuesta que muestra el público objetivo de *Urano* (niños de entre 7 y 12 años) ante dicho SG. Para ello se realizaron diez sesiones con los diez grupos en los que se dividió la muestra. Para que los niños pudieran interactuar con el SG se utilizaron diez *tablets* (siete *Android* y tres *Windows Surface*), lo que provocó que en algunos grupos hubiesen dos niños por dispositivo y en otros grupos con más alumnos, cinco niños por dispositivo. Cada sesión tuvo una duración inferior a una hora, donde se realizó una presentación breve del videojuego (cinco minutos), se permitió durante unos 40 minutos jugar con *Urano* libremente a cada grupo de niños, y por último, se evaluó en papel la experiencia a través de un cuestionario individualizado (cinco minutos). Respecto a la encuesta de evaluación, se incluyeron quince preguntas, de las cuales trece se respondían en una escala tipo *Likert* para medir la dificultad (cuestiones 1 y 2), la satisfacción (cuestiones 3 a 10), y la cantidad (cuestiones 11 a 13); siendo las dos últimas cuestiones de respuesta abierta. A continuación se detallan esas preguntas:

1. Indique el grado en que le ha resultado fácil aprender a jugar: escala de dificultad.
2. Indique el grado en que le ha resultado fácil jugar: escala de dificultad.
3. Indique en qué grado le gustó la parte artística (gráficos) del juego: escala de satisfacción.
4. Indique en qué grado le gustó la parte artística (sonidos) del juego: escala de satisfacción.
5. Indique en qué grado le gustó la historia que se cuenta en el juego: escala de satisfacción.
6. Indique en qué grado le gustaron los personajes del juego: escala de satisfacción.
7. Indique en qué grado le gustaron los desafíos del juego: escala de satisfacción.

8. Indique en qué grado le gustó la forma en que interactúa con el juego (para elegir y usar objetos, para dialogar con los personajes, etc.): escala de satisfacción.
9. Indique en qué grado le gustó la forma en que se califica el juego (mediante cartas intercambiables): escala de satisfacción.
10. En resumen, indique en qué grado le gustó el juego: escala de satisfacción.
11. Indique en qué medida ha entendido cómo se siente el protagonista: escala de cantidad.
12. Indique en qué grado se ha sentido identificado con las acciones del protagonista: escala de cantidad.
13. Indique en qué grado ha notado que estaba aprendiendo: escala de cantidad.
14. ¿Qué has aprendido con el juego? Pregunta abierta.
15. ¿Qué aspectos del juego crees que deberían mejorarse? Pregunta abierta.

8.4.2. Análisis estadístico

Una vez obtenidos todos los cuestionarios, se realizó un análisis estadístico (llevado a cabo por la IP del proyecto). La Tabla 78 muestra los principales parámetros estadísticos para medir la centralización (media, mediana y moda), dispersión (varianza y desviación típica) y distribución (curtosis y asimetría) de las trece primeras preguntas del cuestionario de evaluación.

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13
Media	3,56	3,46	3,49	3,25	3,74	3,26	3,69	3,37	3,33	3,81	3,52	2,97	3,39
Mediana	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4
Moda	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4
Varianza	0,81	0,78	1,15	1,20	1,24	1,22	1,16	1,06	1,19	1,10	0,95	1,49	1,41
Desviación estándar	0,90	0,88	1,07	1,10	1,11	1,10	1,08	1,03	1,09	1,05	0,97	1,22	1,19
Curtosis	0,25	0,51	-0,54	-0,46	-0,27	-0,50	-0,33	-0,30	-0,48	-0,03	-0,13	-0,91	-0,74
Asimetría	-0,19	-0,14	-0,33	-0,21	-0,66	-0,31	-0,59	-0,28	-0,31	-0,66	-0,42	0,02	-0,37

Tabla 78. Parámetros estadísticos del cuestionario de evaluación de *Urano*.

Como se puede observar en la Tabla 78, los resultados fueron positivos, ya que la media en todas las cuestiones supera el valor medio 3 (excepto el 2,97 de la p12), siendo la mediana y moda entre 3 y 4 en todas las cuestiones. No obstante, la p13 no muestra una media positiva, ya que el objetivo de un SG educativo es que se perciba lo menos posible el aprendizaje por parte de los jugadores, por lo que valores cercanos a 1 sería lo más deseado, aunque más adelante se contrasta esa información con la pregunta 14. Es significativo que la pregunta mejor valorada por los alumnos ha sido la p10, precisamente la que expresa la satisfacción general del

videojuego. Respecto a los otros parámetros estadísticos, los valores de la varianza y la desviación típica no son significativos, no muestran cifras alejadas de la media (desviación típica). Respecto a la distribución de los datos, se observa que es muy levemente asimétrica a la izquierda en prácticamente todas las cuestiones, excepto la p12 donde la mayoría de los valores están por encima de la media. Para finalizar, indicar que la distribución es levemente leptocúrtica en las cuestiones p1 y p2, y platicúrtica en el resto de preguntas, pero de nuevo ligeramente.

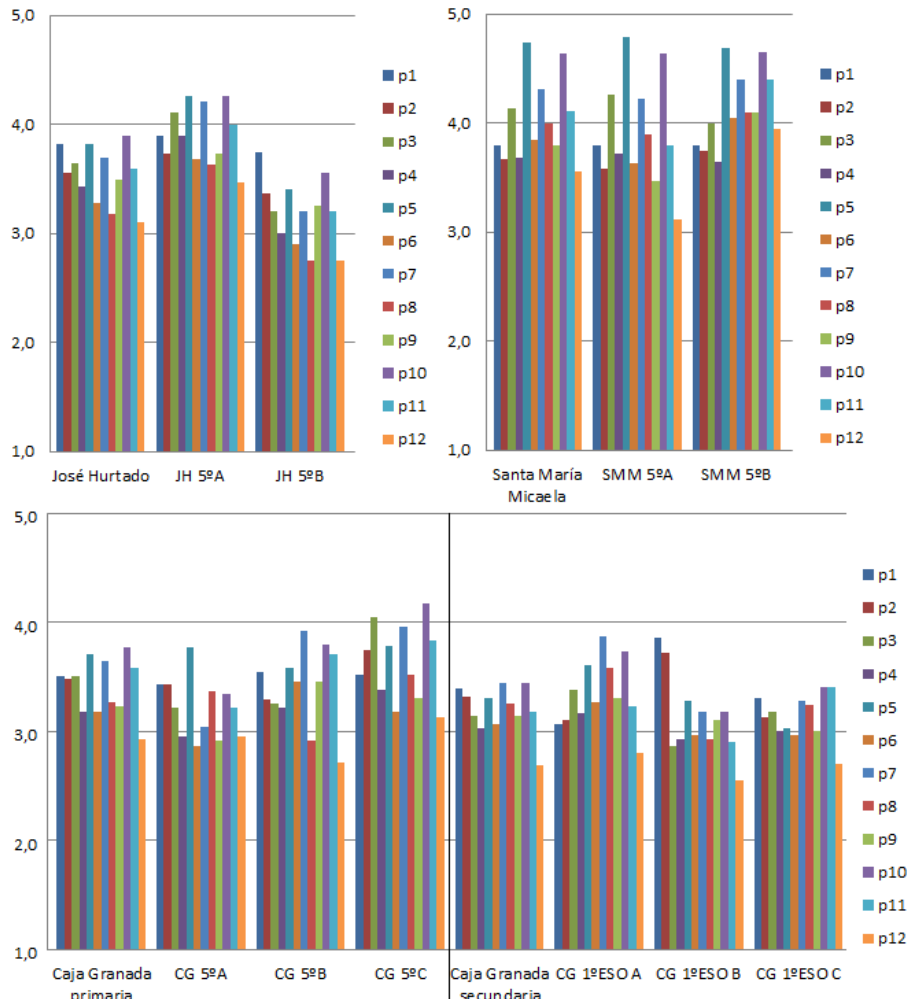


Figura 136. Medias de evaluación de *Urano* por centro educativo y grupo.

Profundizando en la composición de la muestra, la siguiente gráfica detalla la media de cada pregunta (se ha excluido la p13) en cada uno de los diez grupos, y por centro educativo (Figura 136). Como se puede ver a simple vista en las gráficas, el centro educativo Santa María Micaela ha sido el que ha obtenido unos mejores resultados, siendo Caja Granada el que peores

valores medios ha mostrado. Concretamente, en la p10 que mide la satisfacción general del videojuego, Santa Micaela llega a una media de 4,64, por el 3,9 de José Hurtado y el 3,44 obtenido en los grupos de secundaria del Caja Granada. Como se ha comentado anteriormente, la p13 (media global 3,39) no ha sido incluida debido a la naturaleza seria del videojuego, donde lo ideal sería que no percibiesen el aprendizaje; sin embargo, al realizar un análisis exhaustivo de la pregunta abierta p14 (¿Qué has aprendido con el juego?) se demostró que, aunque un 85,23% manifestó su conciencia de estar aprendiendo, solo el 8,01% de los niños han detectado que estaban trabajando la lectura comprensiva. Este resultado sugiere que se ha logrado un equilibrio educativo-lúdico.

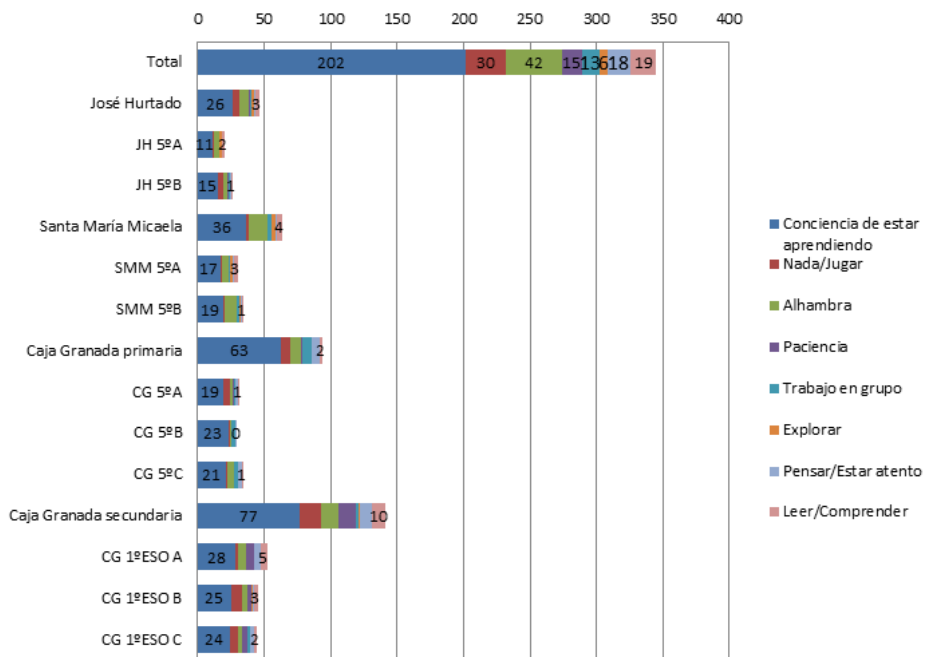


Figura 137. Análisis de la pregunta 14 sobre la evaluación de *Urano*.

Además, el gráfico refleja otras respuestas comunes en la pregunta p14: Nada/jugar, Sobre la Alhambra, Tener paciencia, Trabajar en grupo, Explorar/buscar y Pensar/Estar atento. Por último, se ha analizado también la pregunta abierta p15 (¿Qué aspectos del juego crees que debería mejorarse?). La Figura 138 detalla este análisis por grupo y centro educativo. Del gráfico se extraen algunos datos interesantes, es positivo que solo el 24,47% de la muestra identificó la necesidad de mejorar algún aspecto del videojuego. De los aspectos a mejorar, las más requeridas fueron: la interacción (9,28%), los gráficos (5,9%) y los sonidos o música (2,95%) y desafíos (2,95%). Además, hubo más de un 8% que consideró que el videojuego es perfecto.

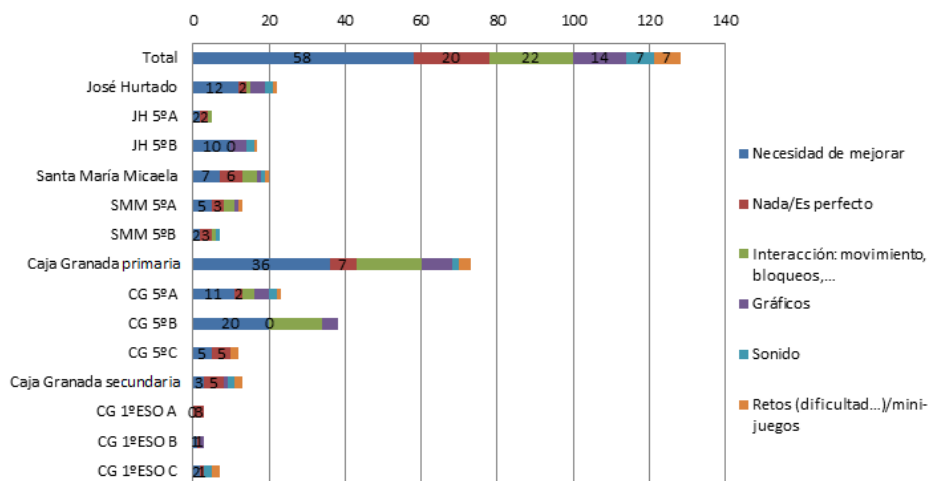


Figura 138. Análisis de la pregunta 15 sobre la evaluación de *Urano*.

A modo de conclusión, se puede decir que el videojuego *Urano* es fácil de aprender (p1), tiene una dificultad para jugar media (p2), presenta unos mecanismos de interacción, gráficos, conjunto de personajes, efectos sonoros y un sistema de puntuación que gusta a los usuarios encuestados (p3, p4, p6, p8 y p9). Además, tiene una historia, conjunto de desafíos y personaje principal que es del agrado de los niños (p5, p7 y p11). Y por supuesto, en general, el videojuego gusta mucho a los niños (p10). Por otra parte, aunque los niños han detectado en su mayoría que estaban aprendiendo (p13), realmente no percibían los objetivos educativos que se trabajan en el videojuego (p14). Como aspectos negativos, la p15 ha revelado la necesidad de realizar algunas mejoras en el videojuego, sobre todo en los gráficos y la interacción (p15). Finalmente, destacar que los mejores resultados se han obtenido en los centros educativos Santa Micaela y José Hurtado, que coincide con los grupos más reducidos (2-3 alumnos por *tablet*), por lo que se espera que una experiencia donde los alumnos puedan jugar individualmente ayude a mejorar los resultados.

Capítulo 9

Conclusiones y trabajo futuro

En este último capítulo se expondrán las conclusiones finales del trabajo realizado, así como las líneas futuras de actuación.

9.1. Contribuciones

Durante el desarrollo de esta tesis doctoral, y después de analizar en profundidad el estado del conocimiento en el amplio mundo de los SG educativos, estudiándolo como videojuegos que son, y enmarcándolo en su categorización más general (SG); se han realizado tres aportaciones destacables:

1. Se ha definido una taxonomía denominada CSG, que a razón por las primeras validaciones, parece bien acotada y suficiente, de momento, para categorizar cualquier SG independientemente del área de aplicación al que pertenezca (salud, educación, etc.). Por otra parte, un subconjunto de seis criterios de la taxonomía CSG ha sido propuesto como factores relevantes en fases tempranas del diseño de un SG educativo, resultando la primera validación positiva.
2. Se ha propuesto y descrito detalladamente una metodología ágil para desarrollar y diseñar SG educativos. La metodología está compuesta por cinco fases: inicio, diseño, producción, pruebas y post-producción. Esta metodología es adecuada para SG educativos donde la narrativa juega un papel importante, como pueden ser las aventuras gráficas, no obstante, como ha quedado demostrado en el Capítulo 7, parte de la metodología ha podido ser aplicada a videojuegos de otros géneros, y varios de ellos ni siquiera categorizados como SG.
3. Una notación gráfica basada en *UML* ha sido definida formalmente, con el objetivo de representar los artefactos más significativos de la fase de diseño, estos son los diagramas de actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos. Al igual que sucede con la metodología, este lenguaje gráfico se ajusta perfectamente a los SG educativos cuyo género es la aventura gráfica, pero de nuevo ha sido aplicado sin inconvenientes a videojuegos de otros géneros. Con respecto a la validación, la notación gráfica ha salido bien parada en la comparación con otros dos lenguajes gráficos para diseñar videojuegos, siendo asimilada y comprendida por estudiantes de ingeniería informática y educadores/pedagogos.

A continuación, se muestra la Figura 139 que resume todo el trabajo llevado a cabo durante el desarrollo de esta tesis doctoral.

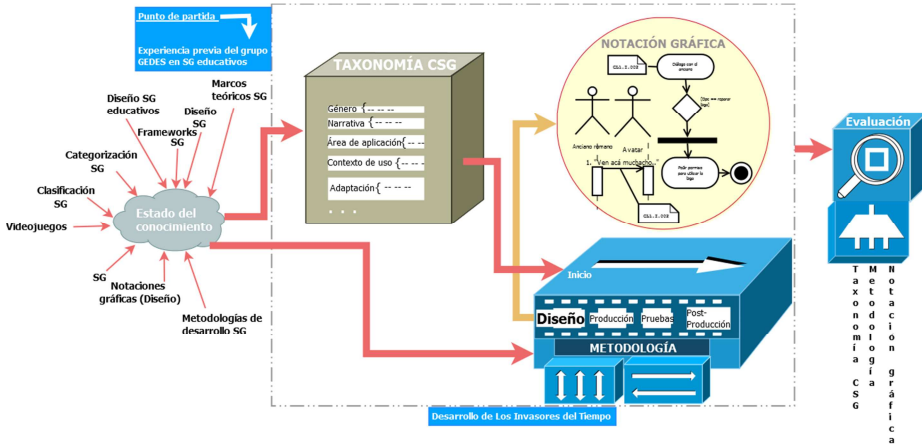


Figura 139. Resumen gráfico del trabajo completo.

9.2. Consecución de objetivos

En los capítulos anteriores se ha descrito la evolución del trabajo asociado a esta tesis doctoral. Partiendo de los objetivos marcados en el primer capítulo, y con el fin de analizar de manera exhaustiva la consecución de éstos, se procede a detallar cada uno de los objetivos describiendo el trabajo llevado a cabo en cada caso.

Estado del conocimiento. Realizar un estado del arte o análisis del trabajo relacionado sobre los antecedentes en relación a los videojuegos, videojuegos serios y videojuegos serios educativos. Para ello se analizarán las principales fuentes científicas.

Se ha realizado un completo estado del arte donde se han analizado más de 200 trabajos científicos pertenecientes a las más importantes bases de datos científicas: *Web of Science*, *Scopus* y *Google Scholar*, así como diferentes fuentes relacionadas al sector de los videojuegos, es decir, webs especializadas tanto a nivel nacional como internacional (Asociación Española de Videojuegos o *Entertainment Software Association*). Todo ello ha servido para entender el videojuego desde sus inicios hasta el estado actual, donde ocupa un destacado puesto como motor económico en las sociedades desarrolladas. Además, se ha definido de forma precisa la terminología de videojuego serio o *serious game*, y cómo los videojuegos educativos son un subconjunto de éstos. Este trabajo también ha permitido poner de relieve el increíble potencial de los videojuegos educativos, donde son varias decenas de trabajos los que destacan las bondades de este tipo de videojuegos como herramienta educativa, con resultados contrastados en diferentes países, escuelas o universidades. Por último, se han detectado

algunos trabajos que han analizado el videojuego desde su lado más gris, es decir, relacionado con las adiciones, comportamientos violentos o el efecto negativo sobre el rendimiento académico; aunque todo ello está relacionado con videojuegos que incluyen cierta violencia, muy alejados del concepto de SG educativo.

Estado del conocimiento. Recopilar las diferentes tipologías observadas en los videojuegos serios, así como sus características, con el fin de elaborar una taxonomía para clasificar estos videojuegos.

Durante una búsqueda sistemática se han analizado los diferentes trabajos que proponen algún tipo de categorización o clasificación de SG, no encontrando ninguna lo suficientemente completa como para poder clasificar cualquier SG. Las características de los SG se han obtenido como consecuencia del profundo estudio del estado del arte inicial llevado a cabo, incluyendo el análisis de una gran cantidad de videojuegos descritos en trabajos científicos previos, concretamente 84 SG han sido revisados. A partir de esto, se ha propuesto una taxonomía con 16 criterios de clasificación, que facilita una organización del conocimiento capaz de permitir la clasificación u ordenación de cualquier SG de acuerdo con sus propiedades más significativas, además de definir un vocabulario controlado para nombrar los criterios de clasificación y las diferentes posibilidades para cada criterio.

Estado del conocimiento. Realizar un análisis en profundidad sobre las metodologías, guías, pautas o modelos para el diseño y desarrollo de la terna: videojuegos, videojuegos serios y videojuegos serios educativos.

Con el fin de abordar la propuesta metodológica de esta tesis, se ha procedido a realizar un análisis en profundidad sobre las diferentes metodologías, guías, modelos o pautas para el desarrollo o diseño de videojuegos en general, así como SG y SG educativos. La conclusión es que a pesar del indudable impacto de los videojuegos, no es proporcional el esfuerzo de la comunidad científica en cuanto al número de metodologías o guías para su desarrollo, sobre todo en el caso de los SG educativos, donde no llega a la veintena los trabajos encontrados. En el caso de los videojuegos, puede tener su explicación en las propias empresas de desarrollo de videojuegos como *Electronic Arts*, *Ubisoft* o *Nintendo*, donde no existe interés alguno en hacer público sus métodos internos de trabajo. No obstante, en el diseño de videojuegos existen una gran cantidad de trabajos que tratan temas como la diversión, la motivación o la importancia de las pruebas, sin duda de utilidad para el diseño de SG, al fin y al cabo son videojuegos. Respecto a los SG educativos, una vez analizados los trabajos

encontrados se ha detectado que: (1) pocos describen suficientemente el proceso de diseño y desarrollo, a excepción de Padilla-Zea (2011), (2) no emplean notaciones gráficas de diseño, salvo tres de trabajos: García (2014), Padilla-Zea et al. (2014) y Cooper y Longstreet (2012) donde se hace superficialmente y como un complemento de la propuesta. (3) No existe una correspondencia clara y bien definida entre la parte lúdica y la educativa, salvo en el trabajo de Padilla-Zea (2011). Dicho todo esto, se puede afirmar que se considera necesario desarrollar una metodología específica para el desarrollo de videojuegos educativos. Esta metodología debe ser detallada ampliamente para facilitar su aplicación y la generación de los diferentes artefactos de diseño y desarrollo, además se pretende que tenga un enfoque ágil, centrada en el usuario y que emplee notaciones gráficas que sean de fácil asimilación y comprensión para equipos donde se haya integrado a pedagogos o educadores con un perfil eminentemente no técnico.

Propuesta. Identificar los elementos estructurales de un videojuego serio educativo.

Una vez analizada la literatura científica, tanto los trabajos que definen un SG como los estudios que proponen algún tipo de categorización, taxonomía o clasificación para SG, son propuestos una serie de características o criterios que son definidos, acotados y agrupados en forma de taxonomía, denominada *Comprehensive Serious Game*. La taxonomía CSG cuenta con dieciséis criterios, estos son: autoría, metodología de desarrollo, arquitectura *hardware*, despliegue, género, narrativa, interactividad, contexto de uso, área de aplicación, evaluación, jugabilidad, adaptación, público objetivo, interacción del jugador, dedicación y licencia. Por otra parte, como consecuencia del estudio de estos criterios, se detectan cómo varios de ellos (denominados como críticos) pueden tener una relevancia más significativa en el diseño inicial de un SG. Este subconjunto de criterios está formado por el género, el área de aplicación, el contexto de uso, la narrativa, la interactividad y la adaptación.

Propuesta. Definir una metodología ágil para el desarrollo de videojuegos serios educativos, haciendo especial hincapié en la fase de diseño.

En primer lugar, ante la necesidad detectada en el estado del conocimiento en cuanto a la ausencia de metodologías o guías para desarrollar SG educativos, se propone una metodología que ha sido obtenida en base a cuatro pilares clave:

- a. El propio análisis de la literatura científica.
- b. Conocimiento y formación adquirida durante la etapa pre-doctoral en diversos congresos sobre videojuegos.

- c. La experiencia previa en videojuegos educativos del grupo de investigación GEDES.
- d. La experiencia derivada del desarrollo de *Urano*, de la cual se ha nutrido significativamente la definición de la metodología.

La metodología propuesta está especialmente definida para videojuegos educativos con un alto componente narrativo, por ello, el género de la aventura gráfica es el que mejor se adapta aunque se puede aplicar a otros géneros con mayor o menor dificultad, como ha quedado reflejado en el Capítulo 7. La metodología sigue un enfoque ágil, ya que se basa en el desarrollo iterativo e incremental, además se alinea con los principios básicos de *Scrum* (Schwaber & Sutherland, 2011), por tanto, se definen tareas específicas y roles responsables, así como la producción de los diferentes artefactos (haciendo explícitas las relaciones de dependencia entre ellos). La metodología está compuesta por cinco fases:

1. *Inicio*: Durante esta fase se deciden aspectos generales del juego como el género, el tipo de interacción, el público objetivo, las habilidades educativas que se pretenden adquirir o un primer diseño de la historia.
2. *Diseño*: Es la fase más relevante de la metodología, ya que además de la importancia que tiene esta fase en cualquier ciclo de vida *software*, en el caso de los SG educativos es la fase donde se produce mayor flujo de trabajo entre los pedagogos y el equipo técnico. Durante esta fase, el videojuego se estructura en actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos; utilizando una notación gráfica y una serie de documentos y tablas con los que se obtienen los diferentes artefactos.
3. *Producción*: Haciendo uso de todos los artefactos generados en la fase de diseño, en esta fase se modela, anima y programa para dar forma a los diferentes prototipos del videojuego.
4. *Pruebas*: Como en cualquier metodología de desarrollo *software*, se planifica un conjunto de pruebas (*alpha* y *beta*) para verificar y pulir los diferentes prototipos, con el objetivo de lograr la primera versión del videojuego.
5. *Post-Producción*: Fase final donde se gestiona la documentación generada durante el proceso, se planifican futuros parches o actualizaciones y se analiza el potencial educador del videojuego (*debriefing*).

Propuesta. Especificar notaciones gráficas para modelar los distintos elementos del videojuego serio educativo, como son la historia, escenas, escenarios, personajes, objetos, interacciones, retos educativos, diálogos, música, evaluación, etc.

En primer lugar, como se analizó en la sección 2.4 son varios los autores que han destacado la importancia de considerar un lenguaje gráfico para el diseño de videojuegos (Crawford, 2002; Rollings & Adams, 2003; Zagal & Bruckman, 2008; Almeida & da Silva, 2013; García, 2014); y otros tantos los que consideran las notaciones gráficas como una herramienta de comunicación común entre diseñadores y programadores (Araújo & Roque, 2009; Neil, 2012) con el añadido de los educadores (Cooper & Longstreet, 2012; Padilla-Zea et al., 2014; Boeckhoven et al., 2015). Todo esto refuerza la necesidad de que la metodología incluya una notación gráfica para el diseño de sus principales elementos estructurales. Dicho esto, el objetivo pasa a ser seleccionar un conjunto de notaciones gráficas o lenguaje gráfico para modelar videojuegos educativos. Se plantean dos posibilidades, establecer un lenguaje gráfico nuevo o utilizar uno existente. Tras encontrar un interesante trabajo donde se modela parte del diseño de un SG educativo con *UML*, y otro revelador estudio sobre la adecuación de usar *UML* fuera del ámbito de la ingeniería del *software* (Dobing & Parsons, 2006), en otras palabras, que no solo el personal técnico puede interpretar *UML*; se propone una notación gráfica completa basada en *UML* con algunas modificaciones sobre el *UML* original, con el fin de adecuarlo a los SG educativos. Teniendo presente la estructura de actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos expuesta en la metodología propuesta en la tesis, de un nivel superior a uno inferior de abstracción, la notación gráfica se compone de:

- *Diagrama de actos*, que muestra todos los actos en los que se divide el videojuego y las transiciones entre ellos. Es representado a través de una adaptación del diagrama de actividades *UML*.
- *Diagrama de escenas*, donde cada uno de los actos se dividen en escenas, con sus respectivas transiciones. Al igual que para el diagrama de actos se utiliza como punto de partida el diagrama de actividades *UML*. A este nivel, las competencias educativas pueden aparecer asociadas a determinadas escenas.
- *Diagrama de escenarios*, que presentan las diferentes transiciones entre lugares virtuales que tienen lugar en cada uno de los actos. Estos diagramas están basados en los diagramas de estados *UML*.
- *Diagrama de acciones*, donde al más bajo nivel de abstracción cada escena es descompuesta en una o más acciones y sus transiciones. De nuevo es el diagrama de actividades *UML* el empleado como base para su modelado. Los retos educativos pueden aparecer asociados a determinadas acciones.
- *Diagrama de diálogos*, donde cada diálogo, visto como un tipo especial de acción, es representado a través de una adaptación de los diagramas de secuencia *UML*. Como sucede con las acciones, los diálogos pueden tener retos educativos vinculados.

Una contribución importante al respecto de la notación gráfica basada en *UML* propuesta como contribución en esta tesis doctoral es que además de la sintaxis y semántica de las notaciones gráficas propuestas se proporcionan metamodelos que permiten comprender conceptualmente sus elementos.

Evaluación. Clasificar un conjunto de videojuegos serios utilizando la taxonomía propuesta.
--

Una vez la taxonomía CSG ha sido propuesta es necesario validar el conjunto de criterios. Para ello se han clasificado un conjunto de SG con el objetivo de detectar cualquier característica del juego que quedase fuera del alcance de la taxonomía. En primer lugar, en el Capítulo 4 se procedió a clasificar el videojuego de *Urano*, posteriormente, en el Capítulo 7 se hizo lo mismo con los cinco videojuegos (serios y no serios) seleccionados para su modelado a través de la notación gráfica propuesta en esta tesis. Por último, en el Capítulo 8 se clasificaron 22 SG extraídos de la muestra inicial de 84 juegos. En todos los casos la taxonomía ha demostrado ser fácil de aplicar, además, no se encontró ninguna característica de los videojuegos no contemplada en la taxonomía CSG.

Por otra parte, también se procedió a evaluar la importancia de los seis criterios extraídos de la taxonomía en fases tempranas del desarrollo de un SG. Esta tarea fue realizada desde tres puntos de vista: 1) mediante el análisis terminológico en la literatura científica de dichos términos, 2) la opinión de expertos en el diseño de SG en cuanto a la relevancia de dichos criterios, y 3) la propia utilización de estos seis criterios. En el punto 1) se utilizó *Google Scholar* para extraer el número de trabajos que relaciona el diseño de SG con los dieciséis criterios de la taxonomía. Esto mostró como algunos de los criterios considerados como críticos aparecen vinculados al término SG en cientos de trabajos, concretamente, interactividad, género contexto de uso y narrativa. Por el contrario, el área de aplicación y la adaptación aparecen con una frecuencia muy baja. Esto es sorprendente en el caso de la adaptación, ya que en el diseño de SG debería ser un aspecto a tener en cuenta en fases tempranas del desarrollo del futuro videojuego. Dada las limitaciones implícitas en este proceso se realiza un experimento con un conjunto de expertos en videojuegos, y es que el hecho de que ciertos términos estén vinculados al diseño del SG no garantiza necesariamente que el concepto correspondiente se incluya en una propuesta de diseño, ni mucho menos que sea especialmente relevante en el diseño. Concretamente la población del experimento eran desarrolladores e investigadores de diferentes universidades españolas y algunas extranjeras, además de dos empresas de desarrollo de videojuegos (*Greyman SL* (2016) y *Virtualware Group* (2017)). El grupo de estudio estuvo compuesto por 21 individuos con una experiencia media de nueve años en el sector de los videojuegos. Como método se utilizó un cuestionario donde se mostraban

los dieciséis criterios de la taxonomía CSG y donde el encuestado debía asignar un valor de la escala *Likert*, uno (nada importante) a cinco (muy importante), indicando la relevancia de ese criterio en el diseño de SG. También se cuestionó al panel de experto sobre si echaban en falta algún criterio más, así como su opinión sobre la idoneidad de realizar una fase previa de diseño o pre-fase en el desarrollo de SG. El resultado mostró que once de los dieciséis criterios superaban el 65% de encuestados con 4 y 5, estando en ese grupo los seis criterios considerados críticos. Más concretamente, hubo cinco criterios donde más del 80% de encuestados asignó valores 4 o 5, y ahí también hubo tres criterios considerados críticos: narrativa, interactividad y contexto de uso. La jugabilidad y el público objetivo fueron los otros dos criterios elegidos como muy importante e importante por la mayoría de los encuestados. En la parte 3), se volvió a validar parte de la taxonomía CSG ya que los seis criterios críticos fueron empleados por desarrolladores de la empresa *Virtualware Group* (2017) para clasificar cuatro SG (*Heimdal*, *Surgical Checklist*, *Virtual Rehab Body* y *Virtual Triage*). Los resultados de la clasificación fueron excelentes, ya que no dejaron ningún criterio sin clasificar; además, no hubo ningún comentario negativo y/o sugerencia de las diferentes opciones de clasificación.

<p>Evaluación. Evaluar la metodología propuesta aplicándola al desarrollo de uno o más videojuegos educativos.</p>

Como se ha mencionado en varios puntos de este documento, entre la metodología propuesta en el Capítulo 5 y el desarrollo del SG *Urano* ha existido una sinergia bidireccional, es decir, el grado de influencia del desarrollo de *Urano* en la concepción de la metodología ha sido elevado; pero también, en cierto modo la metodología ha sido aplicada parcialmente y de manera no formal al desarrollo de *Urano*. Actualmente, *Urano* se encuentra en la fase de post-producción, donde aún no se ha completado la etapa 2 (*debriefing*), o lo que es lo mismo, evaluar *Urano* como herramienta educativa. No obstante, sí que se puede afirmar que el diseño y desarrollo de *Urano* se ha completado con éxito, de hecho, ya ha tenido un primer contacto con su público objetivo (sección 8.4) siendo la experiencia general muy positiva. Ante una muestra representativa de alumnos (237) de varios colegios de Granada, *Urano* presenta gráficos, mecanismos de interacción, personajes (incluido el avatar), efectos sonoros, historia, desafíos y sistema de puntuación que gusta y agrada a su público objetivo, y además, aunque en su mayoría (85,23%) detectaban que estaban aprendiendo, no eran conscientes que estaban trabajando la lectura comprensiva, solo un 8,01% lo percibió. Como único aspecto negativo, una de las cuestiones reveló la necesidad de mejorar algunos aspectos (24,47% de los encuestados), sobre todo en referencia a los gráficos (9,28%) y la interacción (5,9%).

Por otra parte, la metodología propuesta en esta tesis doctoral está siendo aplicada al desarrollo de otro SG educativo, *El Viaje Fantástico*, en colaboración con la Universidad de Zaragoza. Actualmente se está aplicando la fase de inicio de la metodología, concretamente se han completado con éxito las etapas 1 y 2 de dicha fase generándose los artefactos A1, A2, A3 y A4, sin que el grupo de investigadores y educadores de Zaragoza presente inconveniente alguno.

Evaluación. Evaluar la notación gráfica propuesta desde varios puntos de vista, como la usabilidad o la correcta comprensión de la representación de los diferentes elementos gráficos.

En una primera validación, se utilizó la notación gráfica para modelar el diseño estructural de varios videojuegos existentes. Con esto se persigue la idea de aplicar la notación gráfica en videojuegos diferentes a *Urano*, con igual y distinto género, así como categorizados como SG o no. Los videojuegos seleccionados fueron: *Super Mario World* (no SG – acción y lucha), *Tetris* (no SG - lógica), *Comunio* (no SG - simulación, deporte y estrategia), *La Dama Boba* (SG - aventura) y *Homero* (no SG - aventura). Como resultado se ha podido, sin mucha dificultad, modelar parcialmente a través de la notación gráfica propuesta en esta tesis los diferentes diagramas estructurales (actos, escenas, escenarios, acciones y diálogos) de los videojuegos mencionados. Tan solo el videojuego de *Super Mario World* presenta cierta dificultad en la cantidad de acciones presentes en sus escenas, esto unido al amplio número de escenas para cada acto lleva a plantear la idoneidad de esta notación gráfica en este tipo de videojuegos, ya que requeriría un gran esfuerzo la elaboración de los diferentes artefactos. En el resto de los casos, no se han presentado dificultades reseñables.

Por otra parte, con el objetivo de validar la notación gráfica a través de un grupo técnico y de educadores ajenos al proyecto *Urano*, se realizó un experimento con estudiantes de segundo curso del grado de ingeniería informática de la Universidad de Granada, y con varios docentes y pedagogos de escuelas de primaria y secundaria de la localidad de Utrera (Sevilla). La muestra estaba formada por veinte individuos, siendo doce estudiantes de ingeniería informática y ocho educadores. El experimento consistió en comparar la notación gráfica propuesta en esta tesis con otras dos extraídas de la literatura científica (Taylor et al., 2006; Cooper & Longstreet, 2012). Para ello se utilizó parte del modelado del acto de Roma del videojuego *Urano* realizado con la propuesta de notación gráfica realizada en esta tesis. Una parte similar del videojuego fue modelada de acuerdo a las notaciones gráficas definidas en las otras dos propuestas (con las adaptaciones imprescindibles). Tras un tiempo de revisión por parte de los participantes, se les proporcionó un cuestionario. El cuestionario se dividió en cuatro partes: datos personales, comprensión, facilidad de uso y usabilidad de

acuerdo a *SUS*. En la parte de comprensión, el cuestionario contempló cinco preguntas diferentes que requerían interpretar las representaciones realizadas con cada notación para ser correctamente respondidas. Otras cinco cuestiones sobre la usabilidad específica y diez cuestiones más sobre la usabilidad general fueron proporcionadas en la tercera y cuarta parte del cuestionario. Dentro de las preguntas de usabilidad se hacía una comparación entre las tres propuestas (usando una escala *Likert* donde 5 era la mejor puntuación y 1 la peor). En las preguntas de comprensión, los individuos mostraron un menor número de errores, y por tanto, un mayor nivel de comprensión en la propuesta de esta tesis, concretamente, la notación de Taylor et al. (2006) acumuló un 27% de cuestiones erróneas, Cooper y Longstreet (2012) un 25% y la propuesta de la tesis un 11%. Respecto a las cuestiones de usabilidad general y específica, de nuevo la propuesta de esta tesis obtuvo mejores resultados, siendo la puntuación media obtenida de 4,24 sobre 5, frente al 3,30 de Cooper y Longstreet (2012) y el 2,85 de Taylor et al. (2006).

9.3. Trabajo futuro

En el desarrollo de esta tesis doctoral se han abordado diferentes objetivos, cumpliéndose la totalidad de los mismos, sin embargo, es inevitable que sean varios los puntos que quedan pendientes como trabajo futuro.

En primer lugar, aunque la taxonomía CSG ha sido evaluada en decenas de SG sin encontrar problema alguno a la hora de clasificarlos, no se puede descartar que algunos de los criterios sean modificados y/o ampliados, incluso no se puede desechar la posibilidad de añadir algún criterio más. Para ello es necesario ampliar el número de SG categorizados, así como ampliar la muestra del panel de expertos, y con ello, no solo validar la taxonomía CSG, sino los criterios considerados críticos y la trascendencia de éstos en las fases tempranas del desarrollo de un SG. Como punto de partida, habría que estudiar en mayor profundidad la idoneidad de considerar como crítico la jugabilidad o *gameplay*, ya que tanto la muestra inicial del panel de expertos como el análisis terminológico revelaron la trascendencia de este criterio. Además, sería adecuado modificar el aspecto o diseño de la herramienta web, así como ubicarla en un *host* profesional, para con ello facilitar la difusión de la herramienta y su uso por parte de los profesionales de los SG (investigadores, desarrolladores, docentes, pedagogos, personal sanitario, etc.).

En segundo lugar, hay aspectos en la metodología propuesta que no han sido considerados, como el diseño de la colaboración entre jugadores, o aspectos en los que se necesita profundizar, como pueden ser los efectos sonoros. Por otra parte, es fundamental finalizar el proceso de aplicación de la metodología al SG *El Viaje Fantástico*, así como evaluar a todos los actores que han hecho uso de la metodología, y con ello poder extraer conclusiones

globales que sin duda mejorarán el proceso metodológico. Además, este experimento puede aportar interesantes directrices sobre los videojuegos pervasivos, ya que *El Viaje Fantástico* tiene un tipo de interacción pervasiva, pudiendo surgir posibles adaptaciones en la metodología para este tipo de videojuegos.

Por último, en referencia a la notación gráfica, sería interesante ampliar la muestra de cinco videojuegos, seleccionando varios videojuegos de cada uno de los géneros definidos en la taxonomía CSG; y con ello poder determinar futuras extensiones y/o modificaciones del lenguaje gráfico presentado en esta tesis doctoral.

Capítulo 10

Contribuciones científicas como primer autor

En este último capítulo se detallan las publicaciones como primer autor en diferentes foros, y derivadas de esta tesis doctoral. En cada caso se indicará el capítulo de la tesis que se vincula a la publicación.

10.1. Artículos publicados

En esta sección se presenta los artículos que ya han sido publicados.

10.1.1. Congresos nacionales

- De Lope, R. P., Díaz Salas, D., Jerónimo, J., Nuria Medina-Medina, N. & Carlos García Cruz (2015). Videojuegos Serios en Educación Infantil y Primaria. In MAEB (pp. 479-487). → Capítulo 2.
- De Lope, R. P., Medina-Medina, N., Paderewski, P., & Vela, F. L. G. (2015). Design Methodology for Educational Games based on Interactive Screenplays. In *CoSECivi* (pp. 90-101). → Capítulo 2 y 5.

10.1.2. Congresos internacionales

- De Lope, R. P. & Medina-Medina, N. Serious games: Systematic Mapping and Taxonomies for Classification. In *actas I Congreso Internacional de Arte, Diseño y Desarrollo de Videojuegos 2015*. ISBN: 9788494215445. → Capítulo 2 y 3.
- De Lope, R. P., Medina-Medina, N. & López, J. M. Interacción en videojuegos serios. In *Actas del XVII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador-Interacción 2016* (p. 41). → Capítulo 3.
- De Lope, R. P., & Medina-Medina, N. (2016, October). Using UML to Model Educational Games. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2016 8th International Conference on* (pp. 1-4). IEEE. → Capítulo 6.
- De Lope, R. P., Medina-Medina, N., Montes Soldado, R., Mora García, A., & Gutiérrez-Vela, F. (2017). Designing educational games: key elements and methodological approach. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2017 9th International Conference on* (Aceptado 08/06/2017). IEEE. → Capítulo 5.

10.1.3. Revistas internacionales

- De Lope, R. P., Arcos, J. R. L., Medina-Medina, N., Paderewski, P., & Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano. *Entertainment Computing, 18*, 1-14. [Métricas → CiteScore: 1,29; SNIP: 0,855; SJR: 0,304]. → Capítulo 2 y 5.
- De Lope, R. P. & Medina Medina, N. (2016). A Comprehensive Taxonomy for Serious Games. *Journal of Educational Computing Research, 54*, 1-44. DOI: 10.1177/0735633116681301. [Métricas → JCR: 0,644]. → Capítulo 2, 3 y 8.

10.2. Artículos bajo revisión

En esta sección se presenta los artículos que han sido enviados pero que aún no han sido aceptados.

- De Lope, R. P., Medina-Medina, N. & Mora, A. (2017). A novel UML-based for modeling adventure-based educational games. *Educational Technology Research and Development*. → Capítulo 6.
- De Lope, R. P., Medina-Medina, N., Montes Soldado, R., Mora García, A. M. & Gutiérrez-Vela, F.L. A novel approach to develop serious games in education. *Journal of Computers in Education*. → Capítulo 5.

Bibliografía

- [1] Aarseth, E. J. 1997. *Cybertext: Perspectives on ergodic literature*. JHU Press.
- [2] Abrahamsson, P., Salo, O., Ronkainen, J., & Warsta, J. (2017). Agile software development methods: Review and analysis. *arXiv preprint arXiv:1709.08439*.
- [3] Abt, C. C. (1970). *Serious games*. New York: Viking Press.
- [4] Acerenza, N., Coppes, A., Mesa, G., Viera, A., Fernández Albano, E., Lorenzo, T., & Vallespir, D. (2009). Una metodología para desarrollo de videojuegos: versión extendida. *Reportes Técnicos 09-13*.
- [5] Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Ramió, J. R., Jacobson, M., & Fiksdahl-King, I. (1977). *A pattern language* (pp. 311-314). Gustavo Gili.
- [6] Allahverdipour, H., Bazargan, M., Farhadinasab, A., & Moeini, B. (2010). Correlates of video games playing among adolescents in an Islamic country. *BMC public health, 10*(1), 286.
- [7] Allen, L. E. (1970). *Equations: the game of creative mathematics. Wff'n Proof*.
- [8] Allen, L. E., Jackson, G., Ross, J., & White, S. (1978). What counts is how the game is scored: One way to increase achievement in learning mathematics. *Simulation & Games, 9*(4), 371-392.
- [9] Almeida, M. S. O., & da Silva, F. S. C. (2013, October). A systematic review of game design methods and tools. In *International Conference on Entertainment Computing* (pp. 17-29). Springer Berlin Heidelberg.
- [10] Alvarez, J., Rampnoux, O., Jessel, J. P., & Methel, G. (2007). Serious Game: Just a question of posture. *Artificial & Ambient Intelligence, AISB, 7*, 420-423.
- [11] Alvarez, J., & Michaud, L. (2008). *Serious Games: Advergaming, edugaming, training and more. Montpellier, France*.
- [12] America's Army. <https://www.americasarmy.com/>. [último acceso 29/06/2017].
- [13] Amory, A. (2001). Building an educational adventure game: Theory, design, and lessons. *Journal of Interactive Learning Research, 12*(2), 249.

- [14] Amory, A. (2007). Game object model version II: a theoretical framework for educational game development. *Educational Technology Research and Development*, 55(1), 51-77.
- [15] Anderson, C. A., Shibuya, A., Ihori, N., Swing, E. L., Bushman, B. J., Sakamoto, A., ... & Saleem, M. (2010). Violent video game effects on aggression, empathy, and prosocial behavior in eastern and western countries: a meta-analytic review.
- [16] Annetta, L. A., Murray, M. R., Laird, S. G., Bohr, S. C., & Park, J. C. (2006). Serious games: Incorporating video games in the classroom. *Educause quarterly*, 29(3), 16.
- [17] Araújo, M., & Roque, L. (2009). Modeling games with petri nets. *Breaking New Ground: Innovation in Games, Play, Practice and Theory*. DIGRA2009. Londres, Royaume Uni.
- [18] Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., ... & De Gloria, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411.
- [19] Aschieri, R. (1999). *Over the Moon, La música de John Williams para el cine*. Chile: Universidad Diego Portales Press.
- [20] Asociación Española de Videojuegos, AEVI. <http://www.aevi.org.es/la-industria-del-videojuego/en-espana/> [último acceso 13/04/2018].
- [21] Bartholomew, L. K., Parcel, G. S., & Kok, G. (1998). Intervention mapping: a process for developing theory and evidence-based health education programs. *Health Education & Behavior*, 25(5), 545-563.
- [22] Bartolomé, A. (1994). Sistemas multimedia en educación. En F. Blázquez y Alt. (1994). *Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación para la Educación*. Sevilla: Ediciones Alfar, 40-46.
- [23] Beck, K. (1999). Embracing change with extreme programming. *Computer*, 32(10), 70-77.
- [24] Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., ... & Kern, J. (2001). Manifesto for agile software development.
- [25] Belinkie, M. (2011). The video game plot scale. *August 30th*. [último acceso 21/09/2016].

- [26] Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., D'ursi, A., & Fiore, V. (2012). A serious game model for cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 5(4), 17.
- [27] Benders, J. F. (1962). Partitioning procedures for solving mixed-variables programming problems. *Numerische mathematik*, 4(1), 238-252.
- [28] Bjoerner, T., & Søggaard Hansen, C. B. (2011). Designing an Educational Game: Design Principles from a Holistic Perspective. *International Journal of Learning*, 17(10).
- [29] Bjork, S., & Holopainen, J. (2004). Patterns in game design (game development series).
- [30] Blažič, A., & Blažič, B. (2015). Exploring and upgrading the educational business-game taxonomy. *Journal of educational computing research*, 52(3), 303-340.
- [31] Blitz Games Studios. http://www.blitzgamesstudios.com/blitz_academy/game_dev/project_lifecycle [último acceso 05/06/2017].
- [32] Bopp, M. (2007). Storytelling as a motivational tool in digital learning games. *Didactics of microlearning. Concepts, discourses and examples*, 250-266.
- [33] Brenenstuhl, D. C., & Catalanello, R. F. (1976). An analysis of the impact upon the learning effectiveness of traditional instruction, simulation gaming and experiential learning teaching methodologies: An experimental design. *Developments in Business Simulation and Experiential Learning*, 463-473.
- [34] Briceño, G. (1999). Reflexiones en Torno al Juego y el Jugar. *Revista Electrónica Sinéctica*, (14).
- [35] Brookhaven National Laboratory. <https://www.bnl.gov/about/history/firstvideo.php> [último acceso 22/06/2017].
- [36] Burgos, D., Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Fernandez-Manjon, B., & Koper, R. (2007). Authoring game-based adaptive units of learning with IMS Learning Design and e-Adventure. *International Journal of Learning Technology*, 3(3), 252-268.
- [37] Burke, J. W., McNeill, M. D., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2009). Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games. *The Visual Computer*, 25(12), 1085-1099.

- [38] Butler, R. J., Markulis, P. M., & Strang, D. R. (1988). Where are we? An analysis of the methods and focus of the research on simulation gaming. *Simulation & Games*, 19(1), 3-26.
- [39] Callaghan, M., Savin, M., McShane, N., & Eguiluz, A. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis in engineering education. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*.
- [40] Campbell, J. (1959). *El héroe de las mil caras: psicoanálisis del mito*. Fondo de Cultura Económica.
- [41] Campbell, J., & Blake, E. (1989). *The hero's journey*. Mythology Limited/Public Media Video.
- [42] Carretero, Y. A. (2011). Desarmando el poder antisocial de los videojuegos. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado (REIFOP)*, 97.
- [43] Cerebriti. <http://www.cerebriti.com> [último acceso 19/05/2017].
- [44] Chan, W. Y., Qin, J., Chui, Y. P., & Heng, P. A. (2012). A serious game for learning ultrasound-guided needle placement skills. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 16(6), 1032-1042.
- [45] Chandler, H. M. (2009). *The game production handbook*. Jones & Bartlett Publishers.
- [46] Cheek, C., Fleming, T., Lucassen, M. F., Bridgman, H., Stasiak, K., Shepherd, M., & Orpin, P. (2015). Integrating health behavior theory and design elements in serious games. *JMIR mental health*, 2(2), e11.
- [47] Cheok, A., Goh, K. H., Liu, W., Farbiz, F., Fong, S. W., Teo, S. L., Li, Y., & Yang, X. (2004). Human Pacman: a mobile, wide-area entertainment system based on physical, social, and ubiquitous computing. *Personal Ubiquitous Comput.* 8, 2.
- [48] Cherryholmes, C. H. (1966). Some current research on effectiveness of educational simulations: Implications for alternative strategies. *American Behavioral Scientist*, 10(2), 4-7.
- [49] Chung, S. M. (2014, October). Serious Music Game Design and Testing. In *International Conference on Serious Games Development and Applications* (pp. 119-133). Springer International Publishing.
- [50] Classtools. <http://www.classtools.net/arcade/index.php> [último acceso 19/05/2017].

- [51] Coller, B.D., & Shernoff, D.J., Video Game-Based Education in Mechanical Engineering: A Look at Student Engagement, Tempus Publications, 2009.
- [52] Collins, K. (2005). From bits to hits: Video games music changes its tune. *Film International*, 12(2005), 4-19.
- [53] Comunio. <http://www.comunio.es/> [último acceso 13/11/2017].
- [54] Conejo, A. J., Castillo, E., Minguez, R., & Garcia-Bertrand, R. (2006). *Decomposition techniques in mathematical programming: engineering and science applications*. Springer Science & Business Media.
- [55] Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686.
- [56] Cooper, K. M., & Longstreet, C. S. (2012, July). Towards model-driven game engineering for serious educational games: Tailored use cases for game requirements. In *Computer Games (CGAMES), 2012 17th International Conference on* (pp. 208-212). IEEE.
- [57] Crawford, C. (2002). *The Art of Interactive Design: a euphonious and illuminating guide to building successful software*. No Starch Press.
- [58] Creative Commons. <http://es.creativecommons.org/> [último acceso 11/12/2017].
- [59] De Bra, P., Brusilovsky, P., & Houben, G. J. (1999). Adaptive hypermedia: from systems to framework. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 31(4es), 12.
- [60] De Freitas, S., & Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers & education*, 46(3), 249-264.
- [61] De Troyer, O., & Janssens, E. (2014). Supporting the requirement analysis phase for the development of serious games for children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 2(2), 76-84.
- [62] DeVries, D. L., & Slavin, R. E. (1976). *Teams-Games-Tournament: A Final Report on the Research*. Report No. 217. Baltimore, MD: Johns Hopkins University, Center for the Study of Social Organization of Schools.
- [63] Dickey, M. D. (2006). Game design narrative for learning: Appropriating adventure game design narrative devices and

- techniques for the design of interactive learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 54(3), 245-263.
- [64] Dietzenbacher, E., & Los, B. (1998). Structural decomposition techniques: sense and sensitivity. *Economic Systems Research*, 10(4), 307-324.
- [65] Dillon, R. (2011). The golden age of video games: The birth of a multibillion dollar industry. CRC Press.
- [66] Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J. P., & Rampnoux, O. (2011). Origins of serious games. In *Serious games and edutainment applications* (pp. 25-43). Springer London.
- [67] Dobing, B., & Parsons, J. (2006). How UML is used. *Communications of the ACM*, 49(5), 109-113.
- [68] Druzhinenko, D. A., Podolskiy, A. I., Podolskiy, O. A., & Schmoll, P. (2014). Using videogames to treat childhood obesity. *Psychology in Russia: State of the Art*, 7(4), 51-64.
- [69] e-Adventure. <http://e-adventure.e-ucm.es/> [último acceso 14/04/2015].
- [70] Eguía, J. L., Contreras, R. S., & Solano Albajés, L. (2011). Videojuegos como un entorno de aprendizaje: el caso de " Monturiol el joc". *Icono 14; 2011, Vol. 2, núm. 9*.
- [71] Endsley, M. R. (1988, May). Situation awareness global assessment technique (SAGAT). In Aerospace and Electronics Conference, 1988. NAECON 1988., Proceedings of the IEEE 1988 National (pp. 789-795). IEEE.
- [72] Engage Learning. (2011). <http://www.engagelearning.eu> [último acceso 05/10/2015].
- [73] Entertainment Software Association. <http://www.theesa.com/about-esa/industry-facts/> [último acceso 14/11/2016].
- [74] Entertainment Software Association, essential facts about the computer and video game industry. <http://essentialfacts.theesa.com/Essential-Facts-2016.pdf> [último acceso 27/10/2016].
- [75] Falco, R., Gangemi, A., Peroni, S., Shotton, D., & Vitali, F. (2014, May). Modelling OWL ontologies with Graffoo. In *European Semantic Web Conference* (pp. 320-325). Springer, Cham.

- [76] Ferguson, C. J. (2015). Do angry birds make for angry children? A meta-analysis of video game influences on children's and adolescents' aggression, mental health, prosocial behavior, and academic performance. *Perspectives on Psychological Science*, 10(5), 646-666.
- [77] Fernández-Aranda, F., Jiménez-Murcia, S., Santamaría, J. J., Gunnard, K., Soto, A., Kalapanidas, E., ... & Konstantas, D. (2012). Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study. *Journal of Mental Health*, 21(4), 364-374.
- [78] Flash. <http://www.adobe.com/es/products/flashplayer.html> [último acceso 13/12/2017].
- [79] Frade, L. Definición de Competencias. https://gestiondelainformacionylacomunicacion.wikispaces.com/file/view/definicion_competencias.pdf [último acceso 26/10/2017].
- [80] Fullerton, T. (2014). *Game design workshop: a playcentric approach to creating innovative games*. CRC press.
- [81] García, D. L. (2014). *Metodología ontológica para el desarrollo de videojuegos* (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
- [82] Garneli, V., Giannakos, M., & Chorianopoulos, K. (2017). Serious games as a malleable learning medium: The effects of narrative, gameplay, and making on students' performance and attitudes. *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 842-859.
- [83] Geoffrion, A. M. (1970). Elements of large-scale mathematical programming Part I: Concepts. *Management Science*, 16(11), 652-675.
- [84] Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- [85] Gil-Gómez, J. A., Lloréns, R., Alcañiz, M., & Colomer, C. (2011). Effectiveness of a Wii balance board-based system (eBaViR) for balance rehabilitation: a pilot randomized clinical trial in patients with acquired brain injury. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 8(1), 30.
- [86] Goldsmith, J. T. T., & Ray, M. E. (1948). *U.S. Patent No. 2,455,992*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- [87] Gongsook, P., Peijnenborgh, J., Van Der Spek, E., Hu, J., Bellotti, F., Berta, R., ... & Hendriksen, J. (2014, July). Designing a serious game

- as a diagnostic tool. In *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 63-72). Springer International Publishing.
- [88] González, J. L., Cabrera, M., & Gutiérrez, F. L. (2007). Diseño de Videojuegos aplicados a la Educación Especial. *Recuperado de <http://aipo.es/articulos/1/12410.pdf>*.
- [89] González Sánchez, J. L. (2010). Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos.
- [90] Greco, M., Baldissin, N., & Nonino, F. (2013). An exploratory taxonomy of business games. *Simulation & Gaming*, 44(5), 645-682.
- [91] Greitzer, F. L., Kuchar, O. A., & Huston, K. (2007). Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 7(3), 2.
- [92] Greyman S.L. <http://greymanstudios.com/es/> [último acceso 28/04/2016].
- [93] Griffiths, M. (2002). The educational benefits of videogames. *Education and Health*, 20(3), 47-51.
- [94] Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of research on technology in education*, 40(1), 23-38.
- [95] Gudmundsen, J. (2006). Movement aims to get serious about games. *USA Today*, 5(19), 2006.
- [96] Guillén-Nieto, V., & Aleson-Carbonell, M. (2012). Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! *Computers & Education*, 58(1), 435-448.
- [97] Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5-6), 511-537.
- [98] Harteveld, C. (2011). *Triadic game design: Balancing reality, meaning and play*. Springer Science & Business Media.
- [99] Heimdal. (2017). <http://virtualwaregroup.com/es/portfolio/heimdal-un-serious-game-fomentar-la-educacion-vial> [último acceso 25/10/2016].
- [100] Hendrick, A. (2009). Project Management for Game Development. <https://mmotidbits.com/2009/06/15/project-management-for-game-development/> [último acceso 05/06/2017].

- [101] Herz, J. C. (1997). *Joystick nation: How videogames ate our quarters, won our hearts, and rewired our minds*. Little, Brown & Co. Inc..
- [102] Hinojosa, L. M. M., & Moreno, J. A. P. (2006). Manual práctico para el diseño de la escala Likert.
- [103] Homero. <http://www.minijuegos.com/juego/homero-simpson-saw-game> [último acceso 13/12/2017].
- [104] Horrocks, I. (1999). *Constructing the user interface with statecharts*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- [105] Hirumi, A., & Stapleton, C. (2009). Applying pedagogy during game development to enhance game-based learning. In *Games: Purpose and potential in education* (pp. 127-162). Springer, Boston, MA.
- [106] Hutchinson, T. E., White, K. P., Martin, W. N., Reichert, K. C., & Frey, L. A. (1989). Human-computer interaction using eye-gaze input. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, 19(6), 1527-1534.
- [107] Imagine. (2011). <http://recursostic.educacion.es/blogs/europa/media/blogs/europa/informes/IMAGINE%20Conclusions%20and%20recommendations%202010-3.pdf>. [último acceso 05/06/2017].
- [108] Kasapakis, V., Gavalas, D., & Bubaris, N. (2015). Pervasive games field trials: recruitment of eligible participants through preliminary game phases. *Personal and Ubiquitous Computing*, 19(3-4), 523-536.
- [109] Katsaliaki, K., & Mustafee, N. (2015). Edutainment for sustainable development: A survey of games in the field. *Simulation & Gaming*, 46(6), 647-672.
- [110] Kayali, F., Peters, K., Kuczwar, J., Reithofer, A., Martinek, D., Wölfle, R., ... & Lawitschka, A. (2015, June). Participatory game design for the INTERACCT serious game for health. In *Joint International Conference on Serious Games* (pp. 13-25). Springer International Publishing.
- [111] Keys, J. B. (1976). Review of learning research in business gaming. *Developments in business simulation and experiential learning*, 173-184.
- [112] Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1-26.
- [113] Knight, J. F., Carley, S., Tregunna, B., Jarvis, S., Smithies, R., de Freitas, S., ... & Mackway-Jones, K. (2010). Serious gaming technology in major incident triage training: a pragmatic controlled trial. *Resuscitation*, 81(9), 1175-1179.

- [114] Knöll, M., & Moar, M. (2011, May). On the importance of locations in therapeutic serious games: Review on current health games and how they make use of the urban landscape. In *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth), 2011 5th International Conference on* (pp. 538-545). IEEE.
- [115] Koster, R. (2013). *Theory of fun for game design*. " O'Reilly Media, Inc."
- [116] Kreimeier, B. (2002). The case for game design patterns. https://www.gamasutra.com/view/feature/132649/the_case_for_game_design_patterns.php [ultimo acceso 12/03/2018].
- [117] Jansiewicz, D. R. (1973). *The New Alexandria simulation: a serious game of state and local politics*. San Francisco, CA: Canfield Press.
- [118] Järvinen, A., Heliö, S., & Mäyrä, F. (2002). *Communication and Community in Digital Entertainment Services. Prestudy Research Report*.
- [119] Jenkins, H. (2004). Game design as narrative. *Computer, 44*, 53.
- [120] Jolicoeur, K., & Berger, D. E. (1986). Do we really know what makes educational software effective? A call for empirical research on effectiveness.
- [121] Laamarti, F., Eid, M., & Saddik, A. E. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology, 2014*, 11.
- [122] Lazzaro, N. (2004). Why we play games: Four keys to more emotion without story.
- [123] Lazzaro, N. (2009). Why we play: affect and the fun of games. *Human-computer interaction: Designing for diverse users and domains, 155*.
- [124] Le Diberder, A., & Le Diberder, F. (1997). *L'univers des jeux vidéo. La découverte*.
- [125] Leemkuil, H. (2006). Is it all in the game? Learner support in an educational knowledge management simulation game.
- [126] Lemlouma, T., & Layāida, N. (2004). Context-aware adaptation for mobile devices. In *Mobile Data Management, 2004. Proceedings. 2004 IEEE International Conference on* (pp. 106-111). IEEE.
- [127] Lindley, C. A. (2005). Story and narrative structures in computer games. *Bushoff, Brunhild. ed.*

- [128] Lissa, Z., Tanska, E., & Tarska, E. (1965). On the evolution of musical perception. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 24(2), 273-286.
- [129] LOMCE. (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Publicada en «BOE» núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, pp. 97858-97921.
- [130] López, J. M., Medina, N. M., & de Lope, R. P. Interacción en videojuegos para personas con problemas en la función visual: cómo mejorar la accesibilidad. In *ACTAS DEL XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR-INTERACCIÓN 2016* (p. 37).
- [131] Losh, E. (2007). The Birth of the Virtual Clinic: Game Spaces in “The Virtual Practicum” and The Virtual Terrorism Response Academy. *Proceedings of the ISCRAM 2007*.
- [132] Lucht, M., & Heidig, S. (2013). Applying HOPSCOTCH as an exergaming game in English lessons: two exploratory studies. *Educational Technology Research and Development*, 61(5), 767-792.
- [133] Manero, B., Torrente, J., Serrano, Á., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2015). Can educational video games increase high school students' interest in theatre?. *Computers & Education*, 87, 182-191.
- [134] Marcelo García, C. Definición de competencias genéricas y específicas de las titulaciones. <https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/44/44715/defcompetegenerespeci.pdf> [último acceso 27/10/2017].
- [135] Marfisi-Schottman, I., Sghaier, A., George, S., Tarpin-Bernard, F., & Prévôt, P. (2009). Towards industrialized conception and production of serious games. *arXiv preprint arXiv:0911.4262*.
- [136] Magielse, R., & Markopoulos, P. (2009, April). HeartBeat: an outdoor pervasive game for children. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2181-2184). ACM.
- [137] McCallum, S. (2012). Gamification and serious games for personalized health. *Stud Health Technol Inform*, 177(2012), 85-96.
- [138] McCartney, M. (2016). Margaret McCartney: Game on for Pokémon Go. *BMJ*, 354, i4306.

- [139] McGrath, J. (2014). The game development lifecycle: A theory for the extension of the agile project methodology. <http://blog.dopplerinteractive.com/post/112172271166/the-game-development-lifecycle-a-theory-for-the> [último acceso 05/06/2017].
- [140] Medina-Medina, N., & García-Cabrera, L. (2016). A taxonomy for user models in adaptive systems: special considerations for learning environments. *The Knowledge Engineering Review*, 31(2), 124-141.
- [141] Melero, J., & Hernández-Leo, D. (2017). Design and Implementation of Location-Based Learning Games: Four Case Studies with "QuesTInSitu: The Game". *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, 5(1), 84-94.
- [142] Michael, D. R., & Chen, S. L. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- [143] Microsoft Kinect. <https://developer.microsoft.com/es-es/windows/kinect> [último acceso 04/07/2017].
- [144] MindManager. <https://www.mindjet.com/mindmanager> [último acceso 28/11/2017]
- [145] Mitchel, A., & Savill-Smith, C. (2004). The Use of Computer and Videogames for Learning. *Learning and Skills Development Agency*.
- [146] Mitgutsch, K., & Alvarado, N. (2012, May). Purposeful by design?: a serious game design assessment framework. In *Proceedings of the International Conference on the foundations of digital games* (pp. 121-128). ACM.
- [147] Moisés Barrio, S. (2014). Los videojuegos como comunicación publicitaria: aproximación al término advergaming. *Universidad de Valladolid. Facultad de Ciencias Sociales, Jurídicas y de la Comunicación*.
- [148] Montfort, N. (2005). *Twisty Little Passages: an approach to interactive fiction*. Mit Press.
- [149] Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., & Fernández-Manjón, B. (2008). Educational game design for online education. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2530-2540.
- [150] Muratet, M., Torguet, P., Viallet, F., & Jessel, J. P. (2011, March). Experimental feedback on Prog&Play: a serious game for programming practice. In *Computer Graphics Forum* (Vol. 30, No. 1, pp. 61-73). Blackwell Publishing Ltd.
- [151] Nadolski, R. J., Hummel, H. G., Van Den Brink, H. J., Hoefakker, R. E., Sloomaker, A., Kurvers, H. J., & Storm, J. (2008). EMERGO: A

- methodology and toolkit for developing serious games in higher education. *Simulation & Gaming*, 39(3), 338-352.
- [152] Neil, K. (2012, June). Game design tools: Time to evaluate. In *Proceedings of the DiGRA Nordic Conference*.
- [153] Nintendo. <https://www.nintendo.es/index.html> [último acceso 20/07/2017].
- [154] Orji, R., Mandryk, R. L., Vassileva, J., & Gerling, K. M. (2013, April). Tailoring persuasive health games to gamer type. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2467-2476). ACM.
- [155] Ormrod, J. E. (1999). *Human learning*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- [156] Padilla-Zea, N., Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 2011.
- [157] Padilla-Zea, N., Gutiérrez, F. L., López-Arcos, J. R., Abad-Arranz, A., & Paderewski, P. (2014). Modeling storytelling to be used in educational video games. *Computers in Human Behavior*, 31, 461-474.
- [158] Patiño, A., & Romero, M. (2014, July). Identifying pedagogical uses of serious games for learning English as a second language. In *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 31-43). Springer, Cham.
- [159] Pereira, G., Brisson, A., Prada, R., Paiva, A., Bellotti, F., Kravcik, M., & Klamka, R. (2012). Serious games for personal and social learning & ethics: status and trends. *Procedia Computer Science*, 15, 53-65.
- [160] Pereira, A. M. M. (2014). El proceso productivo del videojuego: fases de producción/The production process of the game: production phases. *Historia y Comunicación Social*, 19, 791.
- [161] Peters, V. A., & Vissers, G. A. (2004). A simple classification model for debriefing simulation games. *Simulation & Gaming*, 35(1), 70-84.
- [162] Peterson, J. L. (1981). Petri net theory and the modeling of systems.
- [163] Piaget, J., & Inhelder, B. (1997). *Psicología del niño* (Vol. 369). Ediciones Morata.
- [164] Pokemon Go. <http://www.pokemongo.com/> [último acceso 04/07/2017].
- [165] Polo, M., & Armiño, M. (2002). *Libro de las maravillas*. Alianza Editorial.

- [166] Popescu, M. M., & Bellotti, F. (2012, July). Approaches on metrics and taxonomy in serious games. In *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education*(Vol. 2, p. 351). " Carol I" National Defence University.
- [167] Qin, J., Chui, Y. P., Pang, W. M., Choi, K. S., & Heng, P. A. (2010). Learning blood management in orthopedic surgery through gameplay. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(2), 45-57.
- [168] Ramadan, R., & Widyani, Y. (2013, September). Game development life cycle guidelines. In *Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), 2013 International Conference on* (pp. 95-100). IEEE.
- [169] Rego, P., Moreira, P. M., & Reis, L. P. (2010, June). Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2010 5th Iberian Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- [170] Riedel, J. C., & Hauge, J. B. (2011, June). State of the art of serious games for business and industry. In *Concurrent Enterprising (ICE), 2011 17th International Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- [171] Robinson, J. A., Anderson, L. F., Hermann, M. G., & Snyder, R. C. (1966). Teaching with inter-nation simulation and case studies. *American Political Science Review*, 60(1), 53-65.
- [172] Rollings, A., & Adams, E. (2003). *Andrew Rollings and Ernest Adams on game design*. New Riders.
- [173] Rollings, A., & Morris, D. (2003). *Game architecture and design: a new edition*.
- [174] Rooney, P. (2012). A theoretical framework for serious game design: exploring pedagogy, play and fidelity and their implications for the design process.
- [175] Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., ... & Rodriguez, P. (2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. *Computers & Education*, 40(1), 71-94.
- [176] Roungas, B., & Dalpiaz, F. (2015, December). A model-driven framework for educational game design. In *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 1-11). Springer, Cham.
- [177] Russoniello, C. V., O'Brien, K., & Parks, J. M. (2009). The effectiveness of casual video games in improving mood and

- decreasing stress. *Journal of CyberTherapy & Rehabilitation*, 2(1), 53-66.
- [178] Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.
- [179] Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- [180] Sanders, S., & Hansen, L. Exergaming: New directions for fitness education in physical education. *Policy Brief, University of South Florida, College of Education, David C. Anchin Center*, 2008.
- [181] Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D., ... & Bayley, M. (2010). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation. *Stroke*, 41(7), 1477-1484.
- [182] Sawyer, B., & Rejeski, D. (2002). Serious games: Improving public policy through game-based learning and simulation. *Woodrow Wilson International Center for Scholars*.
- [183] Sawyer, B. (2007). The Serious Games Landscape. In *Instructional & Research Technology Symposium for Arts, Humanities and Social Sciences*, Camden, USA.
- [184] Sawyer, B., & Smith, P. (2008, February). Serious games taxonomy. In *Slides from the Serious Games Summit at the Game Developers Conference*.
- [185] Schell, J. (2014). *The Art of Game Design: A book of lenses*. CRC Press.
- [186] Schwaber, K. (1995). Scrum Development Process. OOPSLA'95 Workshop on Business Object Design and Implementation. *Austin, USA*.
- [187] Schwaber, K. & Sutherland, J. *The scrum guide*. Scrum Alliance, 2011.
- [188] Serino, M., Cordrey, K., McLaughlin, L., & Milanaik, R. L. (2016). Pokémon Go and augmented virtual reality games: a cautionary commentary for parents and pediatricians. *Current opinion in pediatrics*, 28(5), 673-677.
- [189] Sim, G., Read, J. C., Gregory, P., & Xu, D. (2015). From England to Uganda: children designing and evaluating serious games. *Human-Computer Interaction*, 30(3-4), 263-293.

- [190] Sørensen, B. H., & Meyer, B. (2007, January). Serious Games in language learning and teaching—a theoretical perspective. In *Proceedings of the 3rd international conference of the digital games research association* (pp. 559-566).
- [191] Squire, K. (2002). Cultural framing of computer/video games. *Game studies*, 2(1), 1-13.
- [192] Squire, K. (2003). Video games in education. In *International journal of intelligent simulations and gaming*.
- [193] Sullivan, G. M., & Artino Jr, A. R. (2013). Analyzing and interpreting data from Likert-type scales. *Journal of graduate medical education*, 5(4), 541-542.
- [194] Super Mario World. <http://www.minijuegos.com/juego/super-mario-world-online> [último acceso 27/11/2017].
- [195] Surgical Checklist. (2012). <http://virtualwaregroup.com/es/portfolio/surgical-checklist-formacion-personal-enfermeria> [último acceso 15/06/2017].
- [196] Susi, T., Johannesson, M., & Backlund, P. (2007). Serious games, an overview. Technical report HIS-IKI-TR-07-001. University of Skvde.
- [197] Sykes, J., & Federoff, M. (2006, April). Player-centred game design. In *CHI'06 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 1731-1734). ACM.
- [198] System Usability Scale. <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html> [último acceso 04/04/17].
- [199] Takeuchi, H. and I. Nonaka, *The New New Product Development Game*. Harvard Business Review, 1986.
- [200] Taylor, M. J., Gresty, D., & Baskett, M. (2006). Computer game-flow design. *Computers in Entertainment (CIE)*, 4(1), 5.
- [201] Thiyagu, K. (2000). Web 2.0 Tools for Classroom Applications. *e-learning*, 1, 2010.
- [202] Tetris. <http://www.canaltrans.com/matatiempo/tetris.html> [último acceso 30/11/2017].
- [203] Torcs. <http://torcs.sourceforge.net/> [último acceso: 17/10/14].
- [204] Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B., & Sierra, J. L. (2008, July). Instructor-oriented authoring tools for educational videogames. In *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT'08. Eighth IEEE International Conference on* (pp. 516-518). IEEE.
- [205] Unity. <https://unity3d.com/es> [último acceso: 02/06/17].

- [206] UPM. Imagen de archivo del museo Torres Quevedo en la Universidad Politécnica de Madrid. <http://www.upm.es/UPM/MuseosUPM/MuseoTorresQuevedo> [último acceso 20/06/2017].
- [207] Van Broeckhoven, F., Vlieghe, J., & De Troyer, O. (2015, September). Mapping between pedagogical design strategies and serious game narratives. In *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), 2015 7th International Conference on* (pp. 1-8). IEEE.
- [208] Van Eck, R. (2007). Building artificially intelligent learning games. In *Games and simulations in online learning: Research and development frameworks* (pp. 271-307). IGI Global.
- [209] Van Slyke, R. M., & Wets, R. (1969). L-shaped linear programs with applications to optimal control and stochastic programming. *SIAM Journal on Applied Mathematics*, 17(4), 638-663.
- [210] Vargas, J. A., García-Mundo, L., Genero, M., & Piattini, M. (2014, May). A systematic mapping study on serious game quality. In *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering* (p. 15). ACM.
- [211] Virtualware Group. <http://virtualwaregroup.com/es> [último acceso 20/10/2016].
- [212] Virtual Rehab Body. (2017). <http://www.virtualrehab.info/> [último acceso 25/10/2016].
- [213] Virtual Triage. (2013). <http://virtualwaregroup.com/en/products/virtualtriage> [último acceso 25/10/2016].
- [214] Ward, J. (2008). What is a game engine? https://www.gamecareerguide.com/features/529/what_is_a_game_.php [último acceso 14/11/2017].
- [215] Wars, S. (2002). The Hero's Journey. *Andrea Lee Permenter*.
- [216] Watson, W. R., Mong, C. J., & Harris, C. A. (2011). A case study of the in-class use of a video game for teaching high school history. *Computers & Education*, 56(2), 466-474.
- [217] Wattanasoontorn, V., Boada, I., García, R., & Sbert, M. (2013). Serious games for health. *Entertainment Computing*, 4(4), 231-247.
- [218] Wenner, M. (2009). The serious need for play. *Scientific American Mind*, 20(1), 22-29.
- [219] Weusi-Puryear, M. (1975). An experiment to examine the pedagogical value of a computer simulated game designed to

- correct errors in arithmetical computations (Doctoral dissertation, School of Education, Stanford University).
- [220] Whyte, E. M., Smyth, J. M., & Scherf, K. S. (2015). Designing serious game interventions for individuals with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 45(12), 3820-3831.
- [221] Wiki-Uncharted. Nathan Drake. http://es.uncharted.wikia.com/wiki/Nathan_Drake [último acceso 27/11/2017].
- [222] Winter, D. (2000). Pong-story. *The Pong Story web site*. <http://www.pong-story.com/atpong2.htm> [último acceso 22/06/2017].
- [223] Wouters, P., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of educational psychology*, 105(2), 249.
- [224] Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010). Learning in serious virtual worlds: Evaluation of learning effectiveness and appeal to students in the E-Junior project. *Computers & Education*, 55(1), 178-187.
- [225] Yasper. (2009). <http://www.yasper.org/> (último acceso 23/05/2017).
- [226] Zabalza Beraza, M. Definición de Competencias. https://gestiondelainformacionylacomunicacion.wikispaces.com/file/view/definicion_competencias.pdf [último acceso 26/10/2017].
- [227] Zagal, J. P., & Bruckman, A. (2008, June). The game ontology project: Supporting learning while contributing authentically to game studies. In *Proceedings of the 8th international conference on International conference for the learning sciences-Volume 2* (pp. 499-506). International Society of the Learning Sciences.
- [228] Zarraonandia, T., Diaz, P., Aedo, I., & Ruiz, M. R. (2015). Designing educational games through a conceptual model based on rules and scenarios. *Multimedia Tools and Applications*, 74(13), 4535-4559.
- [229] Zhou, M., & Zurawski, R. (1995). Introduction to Petri nets in flexible and agile automation. In *Petri Nets in Flexible and Agile Automation* (pp. 1-42). Springer US.

Anexo I

En este anexo se incluye la tabla con todos los SG extraídos de la base de datos *Web of Science*, de la muestra de 284 artículos se obtuvieron un total de 84 videojuegos serios. Cabe reseñar que existen videojuegos que no fueron creados con un propósito serio, sin embargo, los investigadores supieron plantear diferentes estudios donde se ponía de relieve el potencial serio de estos videojuegos. Este tipo de videojuego ha sido señalado en la tabla mediante un símbolo de asterisco (*) dentro de la primera columna “SG”. Otro aspecto a destacar es el número que en ocasiones aparece entre paréntesis en la misma columna “SG”, que indica que no se trata de un único videojuego, sino de varios, indicando este número el total de videojuegos que componían el experimento o estudio de investigación. Respecto a la información presentada, se indica el área de aplicación, la autoría, el público al que se dirige, el propósito serio que persigue el videojuego, el género y los investigadores que desarrollaron el trabajo donde aparece/n el/los videojuegos. Por último, indicar que la tabla sigue un orden alfabético respecto a la denominación del SG.

SG	Área de aplicación	Autoría	Público	Propósito	Género	Investigadores
3D ADAT	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por la Universidad de Texas en Dallas, en desarrollo	Público en general	Formación en cultura afgana	Simulación	Zielke, M. A., Evans, M. J., Dufour, F., Christopher, T. V., Donahue, J. K., Johnson, P., ... & Flores, R. (2009)
A <i>feedback-hit-parade-final report</i> (4)	Juegos para Educación → Aprendizaje Juegos para Formación → Formación de empleados	Desarrollado por los investigadores	1- Estudiantes universitarios de entre 20 y 22 años 2- Empleados de una farmacéutica	1-Mejorar la estrategia de ventas 2- Mejorar su estrategia de comunicación con el cliente	Estrategia y simulación	Pannese, L., & Carlesi, M. (2007)
A <i>treasure hunt discovering the European heritage</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Público en general	Formarlos en el patrimonio cultural de diferentes ciudades europeas	Lógica y aventura	Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., & Primavera, L. (2010)

<i>Acquiring Research Acumen</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes universitarios	Introducirlos en el trabajo científico	Aventura	Halpern, D. F., Millis, K., Graesser, A. C., Butler, H., Forsyth, C., & Cai, Z. (2012)
<i>AWWWARE</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por <i>Institute for Design Research</i> y diseñado por <i>Zurich University of the Arts</i>	Niños de primaria	Aumentar las habilidades y uso de internet	Simulación	Iten, N., & Petko, D. (2016)
<i>Ball Maze-Fridge Frenzy-Tentacle Dash-Bubble Fish(4)</i>	Juegos para la salud → Ciberterapia	Diseñado por los investigadores, desarrollado por la empresa <i>Current Circus</i>	Pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular	Rehabilitación	Acción	Bower, K. J., Louie, J., Landesrocha, Y., Seedy, P., Gorelik, A., & Bernhardt, J. (2015)
<i>Bejeweled II*</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por <i>PopCap Games</i>	No especificado	Reducir el estrés y mejorar el estado de ánimo	Lógica	Russoniello, C. V., O'Brien, K., & Parks, J. M. (2009)
<i>Childhood obesity (9)*</i>	Juegos para la salud → Videojuegos para hacer deporte	Desarrollado por <i>Nintendo</i>	Niños con problemas de peso	Mejorar el estado físico	Acción, deporte y lucha	Fogel, V. A., Miltenberger, R. G., Graves, R., & Koehler, S. (2010)
<i>Circuit Game</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Desarrollado en otro trabajo de investigación (Johnson & Mayer, 2010)	Estudiantes universitarios de la Universidad de California	Ayudar a los estudiantes en la teoría sobre circuitos eléctricos	Lógica y simulación	DeLeeuw, K. E., & Mayer, R. E. (2011)
<i>cMotion</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Niños, así como niños con problemas de autismo	Facilitar el reconocimiento de emociones a través de la expresión facial	Simulación y lógica	Finkelstein, S. L., Nickel, A., Harrison, L., Suma, E. A., & Barnes, T. (2009, March)
<i>Cockroac</i>	Juegos para	Desarroll	Público en	Superar la	Lógica y	Botella, C.,

<i>h game</i>	la Salud→ Ciberterapia	ado por los investigadores	general	fobia por las cucarachas	simulación	Breton-Lopez, J., Quero, S., Baños, R. M., García- Palacios, A., Zaragoza, I., & Alcaniz, M. (2011)
<i>Code Red: Triage</i>	Juegos para la Formación → Formación de empleados	Diseñado por los investigadores, en desarrollo	Médicos de emergencias	Formación sobre el traje	Simulación	van der Spek, E. D., Wouters, P., & van Oostendorp, H. (2011)
<i>Conspiracy y Code</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por <i>Florida Virtual School</i>	Estudiantes de secundaria	Enseñar la historia de América	Acción y aventura	Hess, T., & Gunter, G. (2013)
<i>Crystal Island</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de quinto grado en EEUU	Mejorar la lectura de mapas y las habilidades de navegación	Aventura	Lester, J. C., Spires, H. A., Nietfeld, J. L., Minogue, J., Mott, B. W., & Lobene, E. V. (2014)
<i>Dancetown TM*</i>	Juegos para la salud→ Videojuegos para hacer deporte	Desarrollado por <i>Cobalt Flux, Inc</i>	Adultos de edad avanzada	Aumentar la actividad física	Simulación	Studenski, S., Perera, S., Hile, E., Keller, V., Spadola- Bogard, J., & Garcia, J. (2010)
<i>Darfur is Dying</i>	Juegos publicitarios→ Publicidad, marketing con juegos, publicidad indirecta	Desarrollado por <i>Take Action</i>	Estudiantes universitarios de entre 18 y 25 años	Analizar la capacidad de los jugadores de compartir el juego	Aventura	Cohen, E. L. (2014)
<i>Drugs and the Brain</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por Science <i>Entertainment, Inc. y Virtual Heroes, Inc.</i>	Adolescentes	Informar sobre los efectos de las drogas	Simulación	Cheng, M. T., Annetta, L., Folta, E., & Holmes, S. Y. (2011)
<i>Ebavir</i>	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores	Pacientes con lesiones cerebrales	Terapia de rehabilitación	Acción	Gil-Gómez, J. A., Lloréns, R., Alcañiz, M., & Colomer, C. (2011)
<i>ECHOES</i>	Juegos para	Diseñado	Niños con	Terapia	Aventura y	Bernardini, S.,

	la Salud→ Ciberterapia	por los investigadores y colaboradores expertos en autismo, el desarrollo o no es específico	autismo de 5 a 14 años	para niños autistas	acción	Porayska-Pomsta, K., & Smith, T. J. (2014)
<i>e-Junior</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores y desarrollado por un programador informático	Niños de quinto curso de escuelas españolas	Formación en asignaturas de biología, ciencias naturales y ecología	Simulación	Wrzesien, M., & Raya, M. A. (2010)
<i>eMed-Office</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de medicina (Alemania)	Introducir al alumno en las funciones de un profesional de medicina general, simulando una consulta	Simulación	Hannig, A., Kuth, N., Özman, M., Jonas, S., & Spreckelsen, C. (2012)
<i>EMSAVE</i>	Juegos para la Formación → Juegos formativos para profesionales de la salud	Diseñado por los investigadores, el desarrollo o no es específico	Personal sanitario de emergencias de varios hospitales de Italia	Mejorar las actuaciones ante un paciente en paro cardiorrespiratorio	Simulación	Buttussi, F., Pellis, T., Vidani, A. C., Pausler, D., Carchietti, E., & Chittaro, L. (2013)
<i>eEscape</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes universitarios	Analizar la colaboración entre jugadores, con el objetivo de mejorar la cohesión de un grupo de trabajo	Aventura	Bluemink, J., Hämäläinen, R., Manninen, T., & Järvelä, S. (2010)
<i>ETIOBE Mates</i>	Juegos para la Salud→	Desarrollado por	Niños entre 10 y 13	Informar a los niños	Lógica y aventura	Baños, R. M., Cebolla, A.,

<i>(The Healthy Plate-The Memory Game-SuperETI OBE)</i>	Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	los investigadores	años	sobre nutrición básica y así mejorar los hábitos alimenticios		Oliver, E., Alcañiz, M., & Botella, C. (2012)
<i>Europe 2045</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de ciencias sociales de secundaria	Familiarizar al estudiante con asuntos políticos, económicos y sociales de la Europa contemporánea	Estrategia y simulación	Šisler, V., & Brom, C. (2008)
<i>EverQuest II*</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Desarrollado por Sony Online Entertainment	Estudiantes de inglés como segundo idioma	mejorar las competencias en el idioma	Estrategia	Rankin, Y. A., McNeal, M., Shute, M. W., & Gooch, B. (2008, August)
<i>Evolution - Museum-BuinZoo</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores, desarrollo no especificado	Niños de octavo grado de escuelas chilenas	Trabajar la resolución de problemas y la colaboración	Estrategia y lógica	Sánchez, J., & Olivares, R. (2011)
<i>FFA</i>	Juegos para la Salud → Videojuegos para hacer deporte o ejercicio físico	Desarrollado por los investigadores	Personas de edad avanzada	Mejorar la movilidad	Acción	Konstantinidis, E. I., Billis, A. S., Mouzakidis, C. A., Zilidou, V. I., Antoniou, P. E., & Bamidis, P. D. (2016)
<i>Gersang</i>	Juegos para Educación → Aprendizaje	Desarrollado por una empresa de Corea del sur	Estudiantes de entre 15 y 16 años	Mejorar las estrategias meta-cognitivas, como pensar en voz alta	Estrategia y simulación	Kim, B., Park, H., & Baek, Y. (2009)
<i>Health Advisor</i>	Juegos para la Formación → Juegos formativos para profesionales de la	Desarrollado por los investigadores	Profesionales de la salud	Optimizar la gestión de centros sanitarios	Simulación	Basole, R. C., Bodner, D. A., & Rouse, W. B. (2013)

	salud					
<i>Humunology</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por investigadores y desarrollado por una empresa de videojuegos no especificada	Estudiantes de biología de secundaria	Conocer el sistema inmunológico	Estrategia	Cheng, M. T., Su, T., Huang, W. Y., & Chen, J. H. (2014)
<i>It's a Deal!</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes universitarios	Mejorar el inglés de negocio	Simulación	Guillén-Nieto, V., & Aleson-Carbonell, M. (2012)
<i>Kitchen and cooking</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por dos empresas (<i>Testaluna srl</i> y <i>Kainos Evolve Ltd</i>) bajo la dirección de los investigadores	Pacientes de Alzheimer y ancianos con problemas de memoria	Terapia para su enfermedad	Lógica	Manera, V., Petit, P. D., Derreumaux, A., Orvieto, I., Romagnoli, M., Lyttle, G., ... & Robert, P. H. (2015)
<i>La Dama Boba</i>	Juegos publicitarios → Juegos sobre temática social Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores y desarrollado con <i>e-Adventure</i>	Estudiantes de secundaria	Despertar el interés de los jóvenes por el teatro, así como enseñar algunos conceptos básicos de literatura española	Aventura	Manero, B., Torrente, J., Serrano, Á., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2015)
<i>Levee Patroller</i>	Juegos para la Formación → Entrenamientos de competencias específicas	Desarrollado por los investigadores en colaboración con <i>GeoDelft and a research institute for geo-engineering in the</i>	<i>Levee patroller</i> o patrulleros de diques o fallas	Entrenarlos sobre los diferentes protocolos de actuación ante posibles movimientos de tierra	Simulación	Harteveld, C., Guimarães, R., Mayer, I., & Bidarra, R. (2007, June)

		<i>Netherlands</i>				
<i>MACBETH</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores y desarrollado por <i>K20 Center at the University of Oklahoma</i>	Estudiantes universitarios	Mitigar el sesgo cognitivo	Lógica y simulación	Dunbar, N. E., Miller, C. H., Adame, B. J., Elizondo, J., Wilson, S. N., Lane, B. L., ... & Lee, Y. H. (2014)
<i>Markstrat</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por la empresa <i>STRATX SIMULATIONS</i>	Estudiantes de escuelas de negocio	Mejorar sus conocimientos en marketing y sobre el mercado financiero	Simulación	Ranchhod, A., Gurău, C., Loukis, E., & Trivedi, R. (2014)
<i>mHealth</i> (nombre genérico)	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores	Personas con dependencia al alcohol	Terapia basada en la estimulación cognitiva para mitigar el síndrome	No detallado	Gamito, P., Oliveira, J., Lopes, P., Brito, R., Morais, D., Silva, D., ... & Deus, A. (2014)
<i>Mingoville</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por <i>Savivo ApS</i>	Niños de primaria	Mejorar el inglés como segundo idioma	Aventura	Anyaegbu, R., Ting-JESSY, W., & Li, Y. I. (2012)
<i>MINWii</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores, utilizan la tecnología <i>Wii</i> de <i>Nintendo</i>	Pacientes de Alzheimer y personas con enfermedades relacionadas con la demencia con diagnóstico de leve a moderado	Terapia musical para mejorar la autoestima de los pacientes	Simulación	Benveniste, S., Jouvelot, P., & Péquignot, R. (2010, September)
<i>Mobile English Learning (MEL-2)</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado en un proyecto anterior (MEL-1), no se especifica a los responsa	Niños de primaria	Mejorar el vocabulario en un segundo idioma, inglés	Aventura	Sandberg, J., Maris, M., & Hoogendoorn, P. (2014)

		bles del diseño y desarrollo				
<i>My first day at work-The big party (2)</i>	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Diseñado por los investigadores y desarrollado a través de la herramienta e-Adventure	Trabajadores con discapacidad cognitiva que acceden a un nuevo puesto de trabajo	Prepararlos para el nuevo puesto	Simulación	Torrente, J., Del Blanco, Á., Moreno-Ger, P., & Fernández-Manjón, B. (2012)
<i>Nerverball</i>	Juegos para la Salud→ Educación para la salud pública / Respuestas a problemas de salud masivos	Videojuego <i>open source</i> , a los que los investigadores aplicaron algunas modificaciones	Público en general	Intentar alejar a los jugadores de la vida sedentaria	Acción y lógica	Berkovsky, S., Coombe, M., Freyne, J., Bhandari, D., & Baghaei, N. (2010, April)
<i>NextCam pus</i>	Juegos para la Ciencia e Investigación→Estudios de opinión	Desarrollado por un grupo de estudiantes de la universidad de Hamburgo	Personal relacionado con la universidad de Hamburgo	Dedició la mejor ubicación para edificios universitarios	Simulación	Poplin, A. (2012)
<i>NIU-Torcs</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores, tomando el videojuego o libre <i>Torcs</i> como base	Estudiantes de ingeniería mecánica	Aprender conocimientos básicos de física, así como de mecánica del automóvil	Simulación	Coller, B. D., & Shernoff, D. J. (2009)
<i>No especificado</i>	Juegos para el Trabajo→ Planificación y logística de planes de salud pública	Desarrollado por los investigadores	Público en general	Practicar la gestión de un incendio	Simulación	Chittaro, L., & Ranon, R. (2009, March)
<i>No especifica</i>	Juegos para Educación	Desarrollado por	Estudiantes universitari	Introducir a los	Aventura	Soflano, M., Connolly, T.

<i>do</i>	→ Aprendizaje	los investigadores	os de Escocia sin conocimientos previos en SQL	jugadores en SQL		M., & Hainey, T. (2015)
<i>No especifica do</i>	Juegos para la Salud→ Educación para la salud pública/Respuesta a problemas de salud masivos	Desarrollado por los investigadores	Pasajeros de aerolíneas	Mejorar la gestión en caso de accidente aéreo	Simulación	Chittaro, L., & Buttussi, F. (2015)
<i>OntoGame</i>	Juegos para el Trabajo→ Estudios de opinión	Desarrollado por los investigadores	Público en general	Establecer ontologías para la web semántica	Lógica	Siorpaes, K., & Hepp, M. (2008)
<i>Orthopedic-surgery game</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de medicina, concretamente cirugía	Mejorar las habilidades en la gestión del sangrado durante una intervención quirúrgica	Simulación	Qin, J., Chui, Y. P., Pang, W. M., Choi, K. S., & Heng, P. A. (2010)
<i>Playmancer</i>	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores	Pacientes con desórdenes mentales	Terapia para rehabilitación	Aventura	Fernández-Aranda, F., Jiménez-Murcia, S., Santamaría, J. J., Gunnard, K., Soto, A., Kalapanidas, E., ... & Konstantas, D. (2012)
<i>Power House</i>	Juegos publicitarios→Juegos sobre temática social	Diseñado por los investigadores y desarrollado por una empresa (no indicada)	A todos los públicos	Concienciar a los ciudadanos sobre el uso eficiente de la energía en el hogar	Simulación	Reeves, B., Cummings, J. J., Scarborough, J. K., & Yeykelis, L. (2015)
<i>PR:EPARe</i>	Juegos para Salud→ Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Desarrollado por investigadores de SASH (<i>Studies Adolescent Sexual</i>	Adolescentes británicos	Instruirlos en educación sexual	Simulación	Arnab, S., Brown, K., Clarke, S., Dunwell, I., Lim, T., Suttie, N., ... & De Freitas, S. (2013)

		<i>Health</i>) y SGI (<i>Serious Games Institute</i>)				
<i>Prog&Play</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de ingeniería informática (<i>Université Paul Sabatier, Toulouse</i>)	Iniciar a los estudiantes en la programación	Estrategia	Muratet, M., Torguet, P., Viallet, F., & Jessel, J. P. (2011, March)
<i>Program your robot</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de ingeniería informática	Mejorar sus habilidades de programación	Lógica y estrategia	Kazimoglu C., Kiernan M., Bacon L., & Mackinnon, L (2012)
<i>PULSE</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores, desarrollo no especificado	Estudiantes de enfermería	Formación sobre la reanimación cardiopulmonar	Simulación	Cook, N. F., McAloon, T., O'Neill, P., & Beggs, R. (2012)
<i>Re-Mission</i>	Juegos para Salud → Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Desarrollado por <i>Vivendi</i>	Pacientes enfermos de cáncer	Informar sobre la quimioterapia, así como activar ciertas zonas del cerebro para mejorar la predisposición a recibir quimioterapia	Acción	Cole, S. W., Yoo, D. J., & Knutson, B. (2012)
<i>REXplorer</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado ajeno al estudio (ayuntamiento de <i>Regensburg</i>)	Público en general, especialmente para jóvenes	Formación en historia y cultura de la ciudad	Simulación	Ballagas, R., Kuntze, A., & Walz, S. P. (2008, May)
<i>Rock and Roll Bingo*</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por <i>Owdoo Ltd</i>	Pacientes con problemas mentales	Aplicar musicoterapia encapsulada en un videojuego	Acción	Silverman, M. J. (2010)
<i>Route Mate</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores	Personas con deficiencia intelectual	Mejorar la orientación en pequeños trayectos	Simulación	Brown, D. J., McHugh, D., Standen, P., Evett, L., Shopland, N.,

		con la colaboración de un grupo de expertos				& Battersby, S. (2011)
<i>Second Life*</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por Linden Research, Inc	Estudiantes universitarios TIC	Evaluar la capacidad de aprendizaje dentro de un mundo virtual	Simulación	de Freitas, S., Rebolledo-Mendez, G., Liarokapis, F., Magoulas, G., & Poulouvassilis, A. (2009, March)
<i>Set Based Concurrent Engineering</i>	Juegos para la Formación → Formación de empleados	Desarrollado por los investigadores	Trabajadores de la industria de la aeronáutica	Optimizar los procesos industriales	Simulación	Pourabdollahian, B., Taisch, M., & Kerga, E. (2012)
<i>Sin específica</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores y desarrollado por Forterra Systems Inc.	Estudiantes de medicina	Formación sobre la reanimación cardiopulmonar	Simulación	Creutzfeldt, J., Hedman, L., Medin, C., Heinrichs, W. L., & Felländer-Tsai, L. (2010)
<i>Sin específica</i>	Juegos para la Educación → Juegos para educación de los pacientes y para la gestión de la enfermedad	Desarrollado por los investigadores	Niños hospitalizados de 9 a 16 años	Mejorar su habilidades sociales y afectivas debido a su aislamiento	Estrategia	González-González, C., Toledo-Delgado, P., Collazos-Ordoñez, C., & González-Sánchez, J. L. (2014)
<i>Sin específica</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Público en general, aunque sobre todo estudiantes	Enseñar historia y cultura inglesa	Simulación y lógica	Doulamis, A., Liarokapis, F., Petridis, P., & Miaoulis, G. (2012)
<i>Sin específica</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	No se indica el responsable de diseño y desarrollo	Estudiantes de ingeniería informática que hayan cursado asignaturas de base de datos	Profundizar en el conocimiento de las bases de datos	Simulación y aventura	Cagiltay, N. E., Ozcelik, E., & Ozcelik, N. S. (2015)
<i>Sin específica</i>	Juegos para la	Diseñado por los	Médicos de urgencias	Mejorar la toma de	Simulación	Mohan, D., Angus, D. C.,

<i>r</i>	formación → Juegos formativos para profesionales de la salud	investigadores y desarrollado por <i>Breakaway Ltd</i>		decisiones en urgencias		Ricketts, D., Farris, C., Fischhoff, B., Rosengart, M. R., ... & Barnato, A. E. (2014)
<i>Tactical Iraqi and Tactical Pashto</i>	Juegos para la formación → Formación y apoyo a los soldados	Diseñado por el investigador. Responsable de desarrollo o no especificado	Militares del ejército de los EEUU	Formación del idioma y cultura en Irak	Simulación	Johnson, W. L. (2007)
<i>The Journey</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de secundaria	Enseñar elementos básicos de probabilidad	Lógica	Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Gazzarata, G., Hu, J., & Kickmeier- Rust, M. (2015)
<i>The Whack-a- mole game</i>	Juegos para la Ciencia e Investigación → Visualización y epidemiología	Desarrollado por los investigadores	Personas de avanzada edad	Evaluar el estado cognitivo	Lógica	Tong, T., & Chignell, M. (2014, April)
<i>Time After Time</i>	Juegos para Salud → Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Desarrollado por los investigadores	Pacientes enfermos de cáncer de próstata	Informar al paciente sobre los diferentes tratamientos, sus riesgos, estadísticas, etc.	Acción	Reichlin, L., Mani, N., McArthur, K., Harris, A. M., Rajan, N., & Dacso, C. C. (2011)
<i>Treasure Hunt</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por el <i>Department of Child and Adolescent Psychiatry of Zürich University</i>	Estudiantes de 8 a 12 años con problemas cognitivos y conductuales	Terapia	Aventura	Brezinka, V. (2008)
<i>Treasure Hunting</i>	Juegos para la salud → Videojuego	Desarrollado por los	Estudiantes universitarios con	Mejorar el estado físico	Aventura	Alamri, A., Hassan, M. M., Hossain,

	s para hacer deporte	investigadores	problemas de peso			M. A., Al-Qurishi, M., Aldukhayil, Y., & Hossain, M. S. (2014)
<i>Triage trainer</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Diseñado por los investigadores y desarrollado por <i>Blitz Game Studio, division Tru Sim</i>	Estudiantes de medicina	Formar en la clasificación de pacientes de urgencias (triaje)	Simulación	Knight, J. F., Carley, S., Tregunna, B., Jarvis, S., Smithies, R., de Freitas, S., ... & Mackway-Jones, K. (2010)
<i>Tux Racer*</i>	Juegos para la Salud → Ciberterapia	Desarrollado por <i>Sunspire Studios</i>	Niños de entre 5 y 12 años con algún tipo de herida física	Distraer al menor para reducir el dolor, la ansiedad o la angustia previa a una cura	Acción	Nilsson, S., Enskär, K., Hallqvist, C., & Kokinsky, E. (2013)
<i>Ultrasound Guided Needle</i>	Juegos para la Formación → Juegos formativos para profesionales de la salud	Desarrollado por los investigadores	Radiólogos o estudiantes de radiología	Entrenar a los radiólogos en la colocación de la aguja guiada por ultrasonido	Simulación	Chan, W. Y., Qin, J., Chui, Y. P., & Heng, P. A. (2012)
<i>Virtual Network Marathon</i>	Juegos para la Salud → videojuegos para hacer deporte o ejercicio físico; y Juegos para la Educación → Aprendizaje (dirigido a, el objetivo es	Desarrollado por los investigadores	Todos los públicos	Practicar deporte a la vez que se conoce el patrimonio cultural de Beijing (China)	Deporte y simulación	Zhang, M., Xu, M., Han, L., Liu, Y., Lv, P., & He, G. (2012)
<i>Virtual Pediatric Patients (VPP) y Virtual Pediatric Unit (VPU).</i>	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por los investigadores	Estudiantes de primero de enfermería	Formar sobre los problemas respiratorios pediátricos	Simulación	LeFlore, J. L., Anderson, M., Zielke, M. A., Nelson, K. A., Thomas, P. E., Hardee, G., & John, L. D. (2012)

<i>VR games</i> (4)	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores con la tecnología de <i>Nintendo Wii</i>	Pacientes con movilidad reducida debido a un accidente cardiovascular	Terapia de rehabilitación	Acción	Burke, J. W., McNeill, M., Charles, D., Morrow, P., Crosbie, J., & McDonough, S. (2009, March)
<i>VRBT</i> (6)*	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por <i>Nintendo</i>	Pacientes que han sufrido un accidente cardiovascular y presenten problemas de equilibrio	Terapia de rehabilitación	Acción	Cho, K. H., Lee, K. J., & Song, C. H. (2012)
<i>VRWii</i> (3)*	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por <i>Nintendo</i>	Pacientes con limitación funcional de extremidades superiores	Terapia de rehabilitación	Acción y simulación	Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D., ... & Bayley, M. (2010)
<i>Webcam games</i> (3)	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores	Pacientes con limitación funcional de extremidades superiores	Terapia de rehabilitación	Acción	Burke, J. W., McNeill, M. D. J., Charles, D. K., Morrow, P. J., Crosbie, J. H., & McDonough, S. M. (2009)
<i>World of Warcraft</i> *	Juegos para la Educación → Aprendizaje	Desarrollado por <i>Blizzard</i>	Estudiantes de un curso de 3 créditos sobre el diseño de videojuegos	Teorizar sobre cómo un videojuego afecta en un entorno de aprendizaje	Estrategia	Dickey, M. D. (2011)
<i>WuppDi!</i>	Juegos para la Salud→ Ciberterapia	Desarrollado por los investigadores con la colaboración de <i>German Parkinson Association</i>	Pacientes con Parkinson	Mejorar el estado físico de pacientes	Acción	Assad, O., Hermann, R., Lilla, D., Mellies, B., Meyer, R., Shevach, L., ... & Wieferrich, J. (2011)

Tabla A. Resumen de los 84 SG extraídos en el estado del arte.

Anexo II

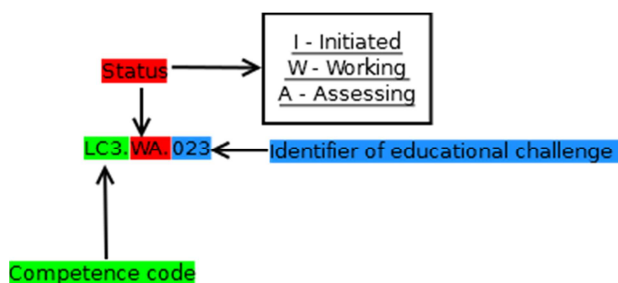
En este anexo se detalla la encuesta llevada a cabo a los estudiantes del grado de ingeniería informática de la UGR, así como los docentes y pedagogos de diferentes centros de enseñanza públicos y concertados de la localidad de Utrera (Sevilla), de los niveles educativos de primaria y secundaria. El experimento fue realizado en el año 2016, desde entonces se han producido algunas modificaciones en la representación de los diagramas enmarcados dentro de *la propuesta UML extendido*, estos cambios no se han reflejado en este anexo, dejando los diagramas y el resto de figuras o tablas tal cual fueron presentados a los encuestados en su día.

METODOLOGÍAS DE DISEÑO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS

Propuesta UML extendido

El diagrama de la Figura 2 está basado en el **diagrama de actividad UML**. Cada actividad es una *acción* en el videojuego [representado con un cuadrado con esquinas redondeadas], además estas acciones pueden representar *diálogos* (una conversación entre dos o más personajes). El *reto educativo* (ver Figura 1) se representa con un cuadrado con la esquina superior derecha angulada, su estado (Status) puede ser iniciado y/o trabajándose y/o evaluándose. La barra gruesa horizontal representa sincronización, es decir, la acción que le sigue no se puede desarrollar hasta que todas las precedentes que llegan a la barra de sincronización estén finalizadas. Por último, el rombo es una instrucción selectiva, o lo que es lo mismo, si se cumple la condición entre corchetes continúa a la acción siguiente, en caso contrario, no se hace nada. Todas las transiciones entre acciones se realiza mediante flechas [→].

La Figura 2 representa una de las escenas del videojuego (acto de Roma), concretamente la escena de “reparar la biga”. Esta escena incluye varios retos educativos.



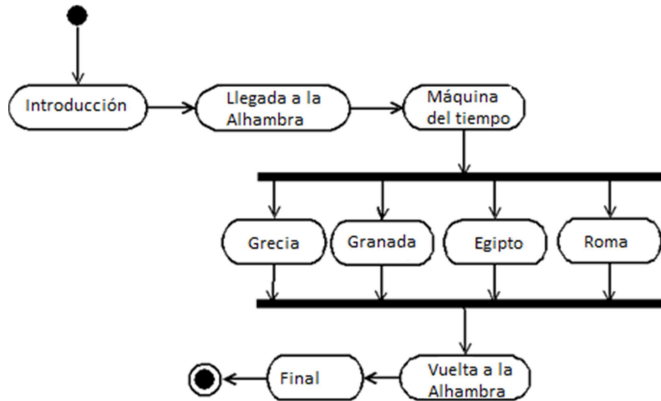


Figura 3. Estructura del videojuego en actos.

Reto educativo	Competencia	Sistema de Puntos
001	Comprensión inferencial 2. Infiere la madera	tiempo < 180 seg → 8puntos tiempo >=180 seg → 0puntos
002	Comprensión Literal 1.	tiempo < 360 seg → 20puntos tiempo >=360 seg Y < 500seg → 10puntos tiempo >=500 seg → 0 puntos
003	Comprensión inferencial 3. Comprende el orden	número intentos = 1 → 12puntos número intentos > 1 Y <=3 → 8puntos número intentos > 3 → 0puntos
004	Comprensión inferencial 2. Infiere herramienta para recoger heno	tiempo < 180 seg → 8puntos tiempo >=180 seg → 0puntos

Tabla 1. Tabla que almacena los retos educativos de la escena representada en la Figura 2

DATOS PERSONALES

EDAD → _____ SEXO → _____ USUARIO DE VIDEOJUEGOS → SI/NO

CONOCIMIENTO PREVIO EN UML → SI/NO

Propuesta Cooper & Longstreet

Esta propuesta usa el diagrama de casos de uso para representar el videojuego, además en tablas auxiliares detalla cada uno de los retos. En la Figura 4 se muestra parte de la estructura del videojuego (no se muestra completa por problemas de espacio). La tabla mostrada a continuación, detalla uno de los retos educativos presentes en el acto de Roma, en la escena de la cárcel, concretamente en el escenario de la puerta de la prisión. Se ha elegido una escena escueta para evitar que el tamaño de la tabla fuese demasiado amplio.

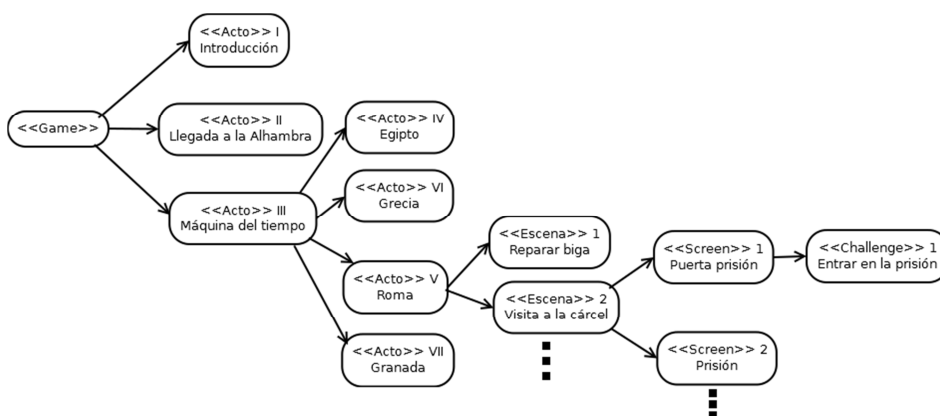



Figura 4. Representación de la estructura del videojuego.

Identificador	Reto 1
Propósito	Este reto evalúa el conocimiento del jugador sobre los números romanos y su equivalencia con los números decimales. El nivel de dificultad es medio-bajo. El objetivo es abrir la puerta de la cárcel y poder reunirse con <i>Julio César</i> , que se encuentra preso.
Objetivos de aprendizaje	
Las Competencias trabajadas son: conocimiento del medio, comprensión lectora: CL.1, CI.1 (inferencia de contenidos), CG14 (comprende textos discontinuos)	
Elementos del reto	
<i>Nota. El reto tiene dos partes</i>	
<i>Nota. Parte 1</i>	
Concepto: Inferencia de contenidos	

<p>Para realizar el reto es necesario conocer los número romanos Nivel de dificultad: medio-bajo -----</p> <p>Nota. Parte 2 Concepto: Comprende textos discontinuos El jugador debe introducir el número mostrado en formato romano, con el teclado de formato decimal que se muestra en pantalla</p>	
<p>Esquema de recompensa</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Si introduce el código correcto a la primera se obtienen 10 puntos -Si lo introduce correctamente a la segundo o tercera, se obtendrán 5 y 2 puntos respectivamente -Si falla en los tres primeros intentos, el personaje <i>Pajaroto</i> le facilitará la respuesta, en tal caso no se sumará ningún punto
<p>Declaraciones, inicialización</p>	
<p>Personaje que puede intervenir en el reto</p>	<p>Pajaroto</p>
<p>Personaje presente en la solución</p>	<p>Player o jugador</p>
<p>Nota. Estilo del reto</p> <p>El personaje se dirige a la puerta de la cárcel, y al hacer clic sobre el teclado que hay junto a la puerta, aparece un texto que le plantea el reto a modo de pista</p>	
<p>Nota. Comportamiento del reto</p>	
<p>FADE IN Cuestión propuestas como reto START el player debe clicar sobre el teclado que hay junto a la puerta</p>	
	
<p>Nota. Reto FADE IN respuesta propuesta como un reto En la pantalla se muestra un texto a modo de pista, y a continuación un teclado con números romanos y teclado decimal</p>	


 Niño	Aparecen números romanos y decimales, seguro que es cosa de los Uranos. <input type="text" value="0"/> <input type="button" value="ENTER"/>	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">XCIX</td> </tr> <tr> <td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr> <tr> <td>0</td><td colspan="2">ENTER</td></tr> </table>	XCIX			7	8	9	4	5	6	1	2	3	0	ENTER	
XCIX																	
7	8	9															
4	5	6															
1	2	3															
0	ENTER																
<p>Nota. Caso 1. El player responde correctamente IF el player selecciona la opción correcta THEN START se encenderá una luz y la puerta se abrirá</p> 																	
<p>Nota. Caso 2. El player responde erróneamente IF el player introduce un número incorrecto THEN START se enciende una luz roja y ofrecerá otras dos oportunidades</p>																	
<p>Nota Caso 3. El player ha cometido 3 errores en la respuesta IF el player comete tres errores consecutivos THEN START Pajaroto mueve el pico y ofrece pistas sobre la equivalencia de números romanos y decimales</p>																	
 Pajaroto	Son números romanos. "I" es el uno, "V" el cinco, "X" diez, "L" cincuenta y "C" cien.																

Tabla 2. Descripción del reto educativo

Cuestionario

1. ¿Qué opción provoca que el personaje *Pajaroto* diga las equivalencias de números romanos y decimales?

2. ¿Cuántos puntos se obtienen si abre la puerta en el segundo intento?
 - a. 5 puntos
 - b. 12 puntos
 - c. 2 puntos
 - d. Ningún punto

3. ¿Cuál serían las competencias educativas que se trabajan en el reto?

4. ¿Cuál sería la última acción o evento que finaliza la escena que es representada?

5. ¿Es necesario completar los actos EGIPTO, ROMA, GRANADA y GRECIA para poder superar el videojuego?

6. Introduce el tiempo aproximado empleado en responder las cuestiones: _____ mins.

Propuesta Taylor, Gresty & Baskett

Esta propuesta define una serie de elementos como extensión al diagrama de casos de uso *UML*. En el diagrama de diseño las *flechas de dirección* pueden ser unidireccionales o bidireccionales para indicar movimiento entre escenas; los rectángulos representan los objetos estáticos como puertas, ascensores, escaleras, etc . Los óvalos representan objetos móviles del juego como pueden ser los personajes, y los círculos representan eventos como las explosiones. Las flechas direccionales están etiquetadas con una descripción sobre escenas o retos educativos. La interacción que el jugador tiene con

cada objeto (fijo o móvil) se describe a través de pseudocódigo (IF...THEN... ELSE). La Figura 5 muestra el diagrama para la escena en la cárcel con *Julio César*, anteriormente se muestra el pseudocódigo asociado a dicho diagrama.

IF seleccion == Julio Cesar **THEN** menu *dialogo_Cesar* = activo

Reto1: dialogo_Cesar. Opcion_dialogo==**Pregunta:** "¿Qué significa clonar?"

Respuesta: **IF** "Hacer una copia idéntica de una persona u objeto" **THEN** 10 puntos

ELSE IF "esquilar una oveja" **THEN** 0 puntos

Reto2: agua_cesar

IF seleccion == Charco_agua **AND** estado_vaso==activo **THEN** llenar_vaso=cierto **ELSE** llenar_vaso=falso

IF seleccion ==Pajaroto **THEN** menu *dialogo_pajaroto*=activo

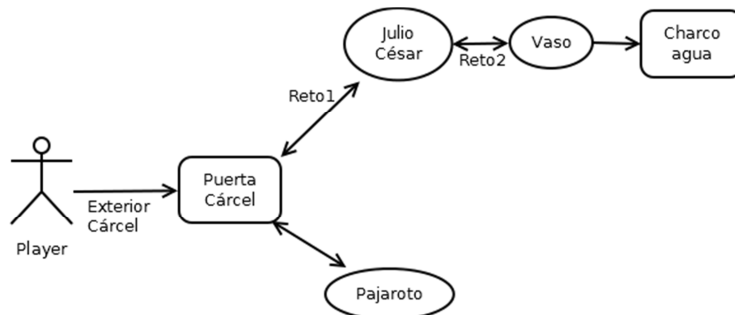


Figura 5. Diagrama adaptado de casos de uso. Representa escena de *Julio César* en la cárcel.

Cuestionario

1. ¿En qué momento se evalúa el reto 1?

2. ¿Cuántos puntos se obtienen si la respuesta del reto 1 no es "esquilar una oveja"?
 - a. 5 puntos

- b. 10 puntos
- c. 2 puntos
- d. Ningún punto

3. ¿En qué consiste el reto 2?

4. ¿El Player puede abandonar la celda después de hablar con *Pajaroto*?

5. ¿Cuál es la última acción o evento con el que finaliza la escena que es representada?

6. Introduce el tiempo aproximado empleado en responder las cuestiones: _____ mins.

Cuestionario de comparación

1. Nivel de esfuerzo para asimilar la metodología de diseño, 5 indica que el esfuerzo ha sido muy elevado, y 1 refleja un nivel de esfuerzo muy bajo.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Nivel de comprensión de los modelos y diagramas presentados, 5 indica que ha sido muy fácilmente entendido, y 1 que ha sido muy dificultosa la comprensión.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Grado en que cada metodología permitiría diseñar cualquier videojuego, por complejo que fuese, 5 si consideras que la metodología sería completa para diseñar cualquier videojuego, y 1 si has echado en falta muchos elementos de diseño.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. En qué grado permite representar los retos educativos (cuándo se inician o cuándo se evalúan). 1 indica que permite representarlos de manera muy tediosa y compleja, 5 indica todo lo contrario.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. ¿En qué medida la propuesta ayuda a estructurar el videojuego? 1 indica que es bastante complicado estructurar el videojuego, 5 que se estructura perfectamente.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

SUS (System Usability Scale). Totalmente desacuerdo se representa con 1, y muy de acuerdo con 5.

1. Creo que me gustaría usar este sistema con frecuencia.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Encontré el sistema innecesariamente complejo.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Pensé que el sistema era fácil de usar.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Creo que necesitaría el apoyo técnico para poder usar este sistema.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Encontré que los diferentes elementos de este sistema estaban bien integrados.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Pienso que hay demasiada inconsistencia en este sistema.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. Me imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar este sistema rápidamente.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. He encontrado el sistema muy engorroso de usar.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

9. Me sentí muy seguro usando el sistema.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de poder seguir adelante con este sistema.

a. Propuesta *UML* extendido

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

b. Propuesta de Cooper & Longstreet

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

c. Propuesta de Taylor, Gresty & Baskett

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---