

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos



TESIS DOCTORAL

**METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE VIDEOJUEGOS
EDUCATIVOS SOBRE UNA ARQUITECTURA PARA EL
ANÁLISIS DEL APRENDIZAJE COLABORATIVO**

Presentada por Natalia Padilla Zea

Dirigida por Francisco L. Gutiérrez Vela y Nuria Medina Medina

2011

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Natalia Padilla Zea
D.L.: GR 4505-2011
ISBN: 978-84-694-6365-9

La memoria titulada “*Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*”, que presenta la doctoranda Dña. Natalia Padilla Zea para optar al título de Doctor en Informática con Mención Europea, ha sido realizada en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Granada, dentro del programa de doctorado de Métodos y Técnicas Avanzadas de Desarrollo de Software y bajo la dirección del Doctor D. Francisco Luís Gutiérrez Vela y de la Doctora Dña. Nuria Medina Medina.

Granada, 2011

La Doctoranda

Los directores

Dña. Natalia Padilla Zea

D. Francisco L. Gutiérrez Vela y
Dña. Nuria Medina Medina

A ti, pequeña y preciosa esperanza, porque siempre caminarás junto a mí.

(J. Padilla)

Agradecimientos

Consciente de que esta tesis no es producto únicamente de mi trabajo, creo que lo más sensato es comenzar este volumen recordando a todos aquellos que han hecho posible que esta empresa llegue a buen puerto.

En primer lugar, quiero dar las gracias a mis padres. A mi madre, que por increíble que parezca siempre tiene un pedacito de espalda libre para echarse a cuestras mis problemas. Siempre me recordó que hay vida más allá de los estudios y me animó a que la viviera. A mi padre, que “endulzó” el camino con sus bizcochos de nueces y me apoyó en silencio desde el marco de la puerta. ¡Qué razón llevabas cuando me decías que estaba invirtiendo tiempo! Gracias a los dos por confiar en mí más que yo: hicisteis que intentara superarme cada día.

Gracias a esos dos pequeñajos, que ya no lo son tanto: Pablo y Álex. Lo único que se les quedó de mi tesis fue la palabra “videojuegos” y siempre me preguntaban que para cuando iba a estar listo. Siento que esto no sea lo que vosotros esperabais... Espero, al menos, haber cubierto el desengaño con los ratos de DS, Wii, “Play” y otros cuantos cacharros del estilo.

Gracias a Francis y a Nuria, mis “dires”, que confiaron en mí y me dieron la oportunidad de sumergirme en este apasionante mundo. Francis siempre ha sabido dejar a un lado mis prisas por terminar la tesis y no me ha dejado evitar las cuestras arriba, que las ha habido. Su templanza y sus consejos han sido el contrapunto de mi nerviosismo e inexperiencia. Y a Nuria, que me ha enseñado el verdadero significado de “especificar bien”. Siempre ha tenido una palabra amable y una sonrisa para que las dificultades fueran menos amargas. Gracias por tu sinceridad y tu empeño. Gracias a los dos por haberme ayudado tanto... más de lo que pensais.

Gracias a Patricia, por sus sesiones de “psicoanálisis investigador”. ¡Las dos sabemos que además del investigador había otros tipos de psicoanálisis! No te imaginas la de cosas que he aprendido contigo, no sólo de trabajo. Y gracias por tus meticulosas revisiones de este trabajo.

Gracias a Marcelino y a M^a Ángeles. A él por introducirme en el mundillo y a ella por la paciencia que ha tenido cuando le he entretenido más de la cuenta. Gracias a José Luí González, que siempre me ha ofrecido la ayuda del que ya ha recorrido el mismo camino en el que yo estoy ahora. Gracias al grupo GEDES, y en especial a M^a José, que me hicieron un hueco y me ayudaron a integrarme en él.

Gracias a Perico, que me ayudó con “mis niños” de IAGE. Aunque parezca mentira, cada vez que “me chinchas” me haces sentir parte de este embrollo que es la Universidad. Gracias también a Ana, a Rosana y a Javi, que me han hecho sentirme una más y me han ayudado en todo. Y, en general, a todo el departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, por ser magníficos compañeros y tenderme la mano siempre que lo he necesitado.

Un agradecimiento especial a César Collazos. ¡Cuánto tiempo ha pasado desde aquella primera sesión de INTERACCION 2008, cuando al enterarme de que eras el chairman de mi sesión se me heló la sangre! Gracias por los ratos de charla, por animarme a seguir adelante, por mirar con tan buenos ojos lo que estaba haciendo y por enseñarme esas cosas del mundo de la investigación que no vienen en los libros.

También quiero dar las gracias al grupo CHICO, de la Universidad de Castilla – La Mancha, y en especial a Miguel Ángel Redondo, Manuel Ortega, Crescencio Bravo y Rafael Duque. Vuestros comentarios y sugerencias han sido muy importantes en este trabajo. Esperemos que la próxima sea menos accidentada.

De igual forma, agradecer al grupo CSS de la Technische Universität Graz, y en particular a los profesores Dietrich Albert y Michael Kickmeier-Rust, su invitación e interés en mi trabajo. El tiempo que estuve en Graz supuso para mí una experiencia inolvidable en todos los sentidos.

Y no quiero olvidarme de todas las personas que he conocido en los congresos a los que he asistido. Siempre ha habido una pregunta, un comentario, una sugerencia... que ha servido para incorporarla a este trabajo. ¡Y también agradecerles los buenos ratos que hemos pasado después de las sesiones!

Gracias a M^a Victoria y a José Luís, que han sido mis amigos además de mis tíos. No hace falta decir más. Gracias a Ana y a Marciano, que me permitieron “acoplarme” en su casa de Ciudad Real durante mi estancia allí. Cada vez que iba, llegaba a mi casa.

Gracias a mis abuelos, a Rafi y a Carmela, a Roberto y Rosa, a Juan y Mari y a Paco e Inma, que ajustaron sus conexiones e instalaron los programas que hizo falta para hacerme compañía en Graz. Siempre me hacéis sentir especial, aunque yo sepa que no lo soy.

Gracias a María, que no quiero decir que es mi suegra, porque parece que suena mal... Sabes que te llevo en mis pensamientos por ti misma. Tienes un hueco en mi vida además del que dicen los papeles. Gracias a Ángel y a Leti, que me han animado a seguir adelante y siempre han estado pendientes de cómo iba la cosa. Gracias también a Félix y a Asun, que siempre han estado dispuestos a echarme una mano en todo lo que he necesitado, sin que el hecho de estar fuera haya sido un inconveniente.

Gracias a mis amigos, en especial a Leles, a Estela, a Fran, a Javi, a Bea y a David, a José Diego y a M^a Carmen, a Fran y a Filo y a Jaime y a Rocío, que por muy raro que fuera lo que estaba haciendo siempre mostraban interés, aunque la mayor parte de ellos, probablemente, no tenían ni idea de lo que les estaba hablando.

Quiero detenerme un momento para recordar a los que ya no están. Gracias a la abu Ana, que desde que fui un renacuajo me ayudó en todo e intentó que me mantuviera “en el buen camino”. Gracias por estar orgullosa de mí. Y a Manolo, porque nunca las palabras “¿Y lo tuyo cómo va, niña?” encerraron tanto apoyo y cariño. Me acompañasteis hasta la mitad del camino y me guiasteis el resto.

Y no penséis que me he olvidado... Gracias una y mil veces a Fran. Gracias por enseñarme a ver lo bueno de los problemas, por tranquilizarme cuando me he enfadado tanto y por no tener en cuenta las barbaridades que salen por mi boca cuando me estreso. Me has animado a caminar sola, pero siempre has estado un paso por detrás para sujetarme cuando me iba a caer y para empujarme cuando me he quedado sin fuerzas, aunque eso haya supuesto que tú no avanzaras más deprisa. Todo lo que pueda decirte es poco.

Este trabajo ha sido financiado por una beca de Formación de Profesorado Universitario (FPU) del Ministerio de Educación y Ciencia y por el proyecto de investigación DESACO (TIN2008-06596-C02-2).

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	27
ABSTRACT	31
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS	34
1.1. MOTIVACIÓN	35
1.2. EL PROBLEMA	35
1.3. OBJETIVOS	36
1.4. RESULTADOS OBTENIDOS.....	37
1.5. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	37
1.6. TERMINOLOGÍA	39
1.7. ACRÓNIMOS	40
<u>MÓDULO I: ESTADO DEL ARTE Y TRABAJOS RELACIONADOS</u>	<u>41</u>
2. JUEGOS Y VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS	44
2.1. INTRODUCCIÓN	45
2.2. EL JUEGO EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE.....	45
2.3. EL VIDEOJUEGO COMO CASO PARTICULAR DE JUEGO.....	46
2.4. NATIVOS DIGITALES FRENTE A INMIGRANTES DIGITALES.....	48
2.5. VIDEOJUEGOS COMERCIALES EN LA ESCUELA.....	49
2.5.1. <i>PCFUTBOL7 como herramienta de apoyo para el aprendizaje de matemáticas y geografía</i>	<i>49</i>
2.5.2. <i>Age of Empires III en la asignatura medio social</i>	<i>50</i>
2.5.3. <i>Harry Potter y el Cáliz de Fuego para entrenar habilidades narrativas.....</i>	<i>51</i>
2.5.4. <i>NBA Live 2007 para lograr hábitos deportivos</i>	<i>52</i>
2.5.5. <i>Sims 2 Mascotas para mejorar la capacidad de resolución de problemas..</i>	<i>53</i>
2.5.6. <i>Otros videojuegos comerciales</i>	<i>54</i>
2.5.7. <i>Consideraciones para el profesor.....</i>	<i>54</i>
2.5.8. <i>Análisis de las experiencias presentadas</i>	<i>56</i>
2.6. VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS.....	56
2.6.1. <i>Videojuegos educativos: Más educativos que videojuegos</i>	<i>57</i>
2.6.2. <i>Videojuegos educativos: Entrenamiento de habilidades</i>	<i>60</i>
2.6.3. <i>Videojuegos educativos: Trabajando en grupo</i>	<i>62</i>
2.6.4. <i>Videojuegos educativos: Introducir adaptación en el proceso</i>	<i>63</i>
2.6.5. <i>Videojuegos educativos: Experiencia para dispositivos móviles.....</i>	<i>64</i>
2.6.6. <i>Videojuegos educativos: Dos ejemplos que funcionan</i>	<i>65</i>
2.6.7. <i>Otros juegos educativos.....</i>	<i>68</i>
2.6.8. <i>Análisis de los videojuegos educativos presentados.....</i>	<i>68</i>
2.7. JUEGOS SERIOS.....	69
2.7.1. <i>Análisis de los juegos serios presentados</i>	<i>73</i>
2.8. VENTAJAS DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO	73
2.9. POSIBLES INCONVENIENTES DE LOS VIDEOJUEGOS	75
2.9.1. <i>El caso particular de los videojuegos educativos.....</i>	<i>76</i>
2.10. CONCLUSIONES	77
3. APRENDIZAJE COLABORATIVO SOPORTADO POR COMPUTADOR (CSCL) Y ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN	80

3.1. INTRODUCCIÓN	81
3.2. ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN	82
3.3. METODOLOGÍAS CUALITATIVAS.....	82
3.4. METODOLOGÍAS CUANTITATIVAS. EL CASO PARTICULAR DE SNA.	83
3.4.1. Selección de experiencias.....	84
3.5. METODOLOGÍAS MIXTAS	89
3.5.1. Cualitativas y cuantitativas.....	89
3.5.2. Inteligencia Artificial	95
3.6. CONCLUSIONES	99
4. PROCESOS DE DISEÑO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS Y ARQUITECTURAS DE SOPORTE	102
4.1. INTRODUCCIÓN	103
4.2. PROCESOS DE DISEÑO	103
4.2.1. EMERGO.....	104
4.2.2. EDoS (<i>Environment for the Design of Serious Games</i>).....	107
4.2.3. Proceso de diseño en seis pasos de Marfisi-Schottman (2010)	108
4.2.4. SAVIE	111
4.2.5. Análisis de las metodologías y procesos presentados	112
4.3. ARQUITECTURAS DE SOPORTE PARA JUEGOS EDUCATIVOS.....	113
4.3.1. Arquitectura NUCLEO.....	113
4.3.2. <i>Listening Comprehension Training Game</i>	115
4.3.3. <i>Educational Game Architecture (EGA)</i>	117
4.3.4. <i>Una arquitectura en tres capas de Westera (2008)</i>	121
4.3.5. <i>Una arquitectura para juegos 3D</i>	124
4.4. PROCESO DE DISEÑO Y ARQUITECTURA DE SOPORTE: «E-ADVENTURE»	124
4.4.1. Proceso de diseño: Recomendaciones	125
4.4.2. Arquitectura	125
4.5. RESUMEN DE LAS ARQUITECTURAS ANALIZADAS	126
4.6. DISCUSIÓN: REQUISITOS Y OBJETIVOS	127
4.7. CONCLUSIONES	128
MÓDULO II: MARCO DE DISEÑO	129
5. MONITORIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE	134
5.1. INTRODUCCIÓN	135
5.2. HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO EN GRUPO	136
5.3. RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN RELEVANTE	137
5.4. ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: MODELO DE ESTADO DEL JUEGO.....	139
5.5. CLASIFICACIÓN DE EVENTOS	139
5.5.1. Marco teórico.....	140
5.5.2. Clasificación de eventos	142
5.5.3. Ponderación de categorías.....	144
5.6. APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE EVENTOS.....	147
5.6.1. Identificación de eventos	147
5.6.2. Tratamiento de la información recopilada	148
5.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN DEL PROCESO DE APRENDIZAJE	150
5.8. CONCLUSIONES	154
6. MODELADO DEL SISTEMA VGSL.....	156

6.1. INTRODUCCIÓN	157
6.2. EL SISTEMA VGSCCL	157
6.2.1. <i>Objetivos: Definición</i>	157
6.2.2. <i>Tareas: Definición</i>	159
6.2.3. <i>Interacción</i>	159
6.3. MODELADO DEL SISTEMA VGSCCL	160
6.3.1. <i>Diccionario General Educativo</i>	161
6.3.2. <i>Diccionario General del Videojuego</i>	161
6.3.3. <i>Diccionario General de Usuario</i>	162
6.3.4. <i>Definición de modelos para contenido educativo</i>	163
6.3.5. <i>Definición de modelos para contenidos lúdicos</i>	169
6.3.6. <i>Relación entre modelos educativos y modelos del juego: Modelo General de Objetivos y Tareas</i>	174
6.3.7. <i>Modelado de usuarios</i>	177
6.4. CONCLUSIONES	186
7. PROCESO DE DISEÑO DE VIDEOJUEGOS PARA SISTEMAS VGSCCL.....	188
7.1. INTRODUCCIÓN	189
7.2. PROCESO DE DISEÑO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS	189
7.2.1. <i>Etapa 1: Diseño de contenidos educativos</i>	191
7.2.2. <i>Etapa 2: Diseño del contenido lúdico</i>	192
7.2.3. <i>Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos</i>	194
7.2.4. <i>Etapa 4: Modelado de usuario</i>	195
7.3. GUÍA DE ESTILO PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES COLABORATIVAS.....	196
7.3.1. <i>Interdependencia positiva (IP)</i>	198
7.3.2. <i>Exigibilidad Personal (EP)</i>	199
7.3.3. <i>Interacción cara a cara (ICC)</i>	201
7.3.4. <i>Habilidades sociales (HS)</i>	202
7.3.5. <i>Autoanálisis del grupo (AG)</i>	203
7.4. ALGORITMO Y PROTOTIPO PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE DISEÑO	204
7.5. CONCLUSIONES	215
8. UNA ARQUITECTURA DE SOPORTE PARA VGSCCL: PLAGER-VG.....	218
8.1. INTRODUCCIÓN	219
8.2. LA ARQUITECTURA PLAGER-VG: UNA VISIÓN GENERAL	219
8.3. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE DISEÑO	224
8.3.1. <i>Componente de Inicialización del sistema</i>	224
8.3.2. <i>Componente de Diseño de contenido educativo</i>	226
8.3.3. <i>Componente de Diseño de contenido lúdico</i>	228
8.3.4. <i>Componente de Relación de contenidos entre los contenidos educativos y los contenidos lúdicos</i>	229
8.3.5. <i>Componente de Creación de Modelos de Estudiante-Jugador</i>	229
8.4. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE PERSONALIZACIÓN	231
8.4.1. <i>Componente de Personalización del perfil de los usuarios</i>	231
8.4.2. <i>Componente de Personalización del aprendizaje</i>	232
8.4.3. <i>Componente de Personalización de la instancia del juego</i>	235
8.4.4. <i>Componente Actualización de información de usuarios</i>	238
8.5. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE JUEGO	249

8.5.1. <i>Componente de Control del juego</i>	250
8.5.2. <i>Componente de Juego</i>	252
8.6. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	253
8.6.1. <i>Componente de Monitorización</i>	253
8.6.2. <i>Componente de Análisis del juego</i>	254
8.7. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE GRUPOS	256
8.7.1. <i>Componente de Diseño de grupos</i>	257
8.7.2. <i>Componente de Creación de grupos</i>	258
8.8. CONCLUSIONES	262
MÓDULO III: APLICACIÓN DE LA PROPUESTA Y EVALUACIÓN	265
9. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO	268
9.1. INTRODUCCIÓN	269
9.2. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO	269
9.2.1. <i>Resultados cuestionario (Parte II): Juegos educativos y aprendizaje colaborativo</i>	270
9.2.2. <i>Resultados cuestionario (Parte III): Diseño de videojuegos educativos.....</i>	271
9.2.3. <i>Resultados cuestionario (Parte IV): Gestión de alumnos y resultados</i>	273
9.2.4. <i>Resultados cuestionario (Parte V): Usabilidad.....</i>	274
9.3. CONCLUSIONES	275
10. APLICACIÓN DE LA PROPUESTA Y EVALUACIÓN DEL VIDEOJUEGO	278
10.1. INTRODUCCIÓN	279
10.2. EL JUEGO: NUTRI-GALAXY. HISTORIA Y DEFINICIÓN DE PERSONAJES.	279
10.2.1. <i>Storytelling</i>	280
10.3. APLICACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO A NUTRI-GALAXY	283
10.3.1. <i>Etapa 1: Diseño de contenidos educativos</i>	283
10.3.2. <i>Etapa 2: Diseño del contenido lúdico</i>	291
10.3.3. <i>Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos.....</i>	300
10.4. USO DEL JUEGO NUTRI-GALAXY	302
10.5. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL JUEGO NUTRI-GALAXY.....	307
10.5.1. <i>Método de evaluación de la colaboración</i>	307
10.5.2. <i>Diseño del experimento</i>	309
10.5.3. <i>Prueba de conocimientos</i>	309
10.5.4. <i>Experimentación y análisis de resultados</i>	311
11. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	316
11.1. CONCLUSIONES.....	317
11.2. TRABAJO FUTURO.....	319
11.3. PUBLICACIONES REPRESENTATIVAS	320
12. CONCLUSIONS AND FURTHER WORKS	324
12.1. CONCLUSIONS	325
12.2. FURTHER WORKS	327
12.3. RELEVANT PUBLICATIONS.....	328
ANEXO I. PROCESO DE DISEÑO DEL JUEGO NUTRI-GALAXY.....	344
I.1. INTRODUCCIÓN	345
I.2. ETAPA 1: DISEÑO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS.....	345
I.2.1. <i>Actividad 1: Diseño del DGE</i>	345

<i>1.2.2. Actividad 2: Diseño del Modelo Educativo</i>	352
I.3. ETAPA 2: DISEÑO DEL CONTENIDO LÚDICO.....	353
<i>1.3.1. Etapa 1: Diseño del Modelo de Juego</i>	353
<i>1.3.2. Actividad 2: Diseño del DGV</i>	354
I.4. ETAPA 3: RELACIONAR LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS Y LOS LÚDICOS.....	377
ANEXO II. APLICACIÓN DE LA GUÍA DE ESTILO AL JUEGO LEONCIO Y SUS AMIGOS	380
II.1. INTRODUCCIÓN	381
II.2. DISEÑO DEL JUEGO COLABORATIVO: LEONCIO Y SUS AMIGOS	381
<i>II.2.1. Segmentación del juego</i>	382
<i>II.2.2. Puntuación y vida</i>	382
<i>II.2.3. Jugadores y conciencia de grupo</i>	383
<i>II.2.4. Retos a superar</i>	384
<i>II.2.5. Ayuda y refuerzos</i>	386
<i>II.2.6. Más sobre la supervisión del profesor</i>	386
<i>II.2.7. Consideraciones finales</i>	388
II.3. CONCLUSIONES	389
ANEXO III. ENCUESTA: PROCESO DE DISEÑO DE APLICACIONES VGSL. HERRAMIENTA PROTOTIPO.....	392
ANEXO IV. DOCUMENTOS ADICIONALES: MENCIÓN DOCTOR EUROPEO.....	399

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Videojuegos comerciales conocidos y sus beneficios formativos (Felicia, 2009)	54
Tabla 2.2	Características del juego fuera y dentro del aula (Gros, 2009).....	55
Tabla 2.3	Lista de algunos videojuegos educativos conocidos y sus beneficios formativos (Felicia, 2009).....	68
Tabla 2.4	Resumen de características de las experiencias analizadas.....	69
Tabla 2.5	Clasificación de juegos serios. (Sawyer, 2008), traducido en (Gros, 2009).....	70
Tabla 2.6	Lista de algunos videojuegos serios y sus beneficios formativos (Felicia, 2009)	72
Tabla 3.1	Indicadores seleccionados (Vallejo, 2010)	87
Tabla 3.2	Características de los grupos (Ortiz, 2010).....	89
Tabla 4.1	Preguntas de la fase de Análisis (traducido de Nadolski, 2008).....	104
Tabla 5.1	Información recopilada por los agentes para cada evento.....	137
Tabla 5.2	Ejemplo de trama construida por un agente	138
Tabla 5.3	Resumen del marco teórico para mensajes de comunicación.....	140
Tabla 5.4	Resumen del marco teórico para mensajes de colaboración	140
Tabla 5.5	Resumen del marco teórico para mensajes de coordinación	141
Tabla 5.6	Resumen de categorías para la clasificación de eventos	142
Tabla 5.7	Resultados de las encuestas de valoración de los expertos.....	144
Tabla 5.8	Reglas de adaptación.....	153
Tabla 6.1	Clasificación de los objetivos del sistema VGSCl	158
Tabla 6.2	Atributos del Modelo de Área de Conocimiento	165
Tabla 6.3	Atributos del Modelo de Objetivo Educativo	166
Tabla 6.4	Atributos del Modelo de Tareas y Actividades Educativas	167
Tabla 6.5	Atributos del Modelo Educativo.....	167
Tabla 6.6	Atributos del Modelo de Juego	170
Tabla 6.7	Atributos del Modelo de Reto del Videojuego.....	172
Tabla 6.8	Atributos del Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	173
Tabla 6.9	Atributos del Modelo General de Objetivos y Tareas	176
Tabla 6.10	Atributos de la Perspectiva Personal del Modelo de Estudiante-Jugador.....	178
Tabla 6.11	Atributos de la Perspectiva Educativa del Modelo de Estudiante-Jugador	179
Tabla 6.12	Atributos de la Perspectiva de Videojuego del Modelo de Estudiante-Jugador..	181
Tabla 6.13	Atributos de la Perspectiva de Interacción del Modelo de Estudiante-Jugador..	182
Tabla 6.14	Atributos de la Perspectiva de Interacción del Modelo de Grupo.....	184
Tabla 7.1	Etapas del proceso de diseño	189
Tabla 8.1	Atributos del Modelo General de Grupo.....	257
Tabla 9.1	Parte II: Juegos educativos y aprendizaje colaborativo	270
Tabla 9.2	Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque I	271
Tabla 9.3	Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque II	271
Tabla 9.4	Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque III	272
Tabla 9.5	Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque I	273
Tabla 9.6	Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque II	273
Tabla 9.7	Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque III	274
Tabla 9.8	Parte V: Usabilidad	274
Tabla 10.1	Definición del Área de Conocimiento.....	284
Tabla 10.2	Objetivo educativo EG0001	284
Tabla 10.3	Objetivo educativo EG0002	285

Tabla 10.4 Objetivo educativo EG0003	285
Tabla 10.5 Objetivo educativo EG0004	285
Tabla 10.6 Objetivo educativo EG0005	285
Tabla 10.7 Objetivo educativo EG0006	286
Tabla 10.8 Objetivo educativo EG0007	286
Tabla 10.9 Tarea educativa ET0001	286
Tabla 10.10 Tarea educativa ET0002	287
Tabla 10.11 Tarea educativa ET0003	287
Tabla 10.12 Tarea educativa ET0004	287
Tabla 10.13 Tarea educativa ET0005	287
Tabla 10.14 Tarea educativa ET0006	287
Tabla 10.15 Tarea educativa ET0007	288
Tabla 10.16 Tarea educativa ET0008	288
Tabla 10.17 Tarea educativa ET0009	288
Tabla 10.18 Tarea educativa ET0010	288
Tabla 10.19 Tarea educativa ET0011	288
Tabla 10.20 Tarea educativa ET0012	289
Tabla 10.21 Tarea educativa ET0013	289
Tabla 10.22 Tarea educativa ET0014	289
Tabla 10.23 Tarea educativa ET0015	289
Tabla 10.24 Tarea educativa ET00016	289
Tabla 10.25 Tarea educativa ET0017	290
Tabla 10.26 Tarea educativa ET0018	290
Tabla 10.27 Modelo Educativo.....	290
Tabla 10.28 Modelo de juego Nutri-Galaxy	291
Tabla 10.29 Reto del juego VC0001	293
Tabla 10.30 Reto del juego VC0002	293
Tabla 10.31 Reto del juego VC0003	293
Tabla 10.32 Fase del juego VS0001.....	294
Tabla 10.33 Fase del juego VS0002.....	294
Tabla 10.34 Fase del juego VS0003.....	295
Tabla 10.35 Fase del juego VS0004.....	295
Tabla 10.36 Fase del juego VS0005.....	295
Tabla 10.37 Fase del juego VS0006.....	296
Tabla 10.38 Fase del juego VS0012.....	296
Tabla 10.39 Nivel del juego VS0018.....	297
Tabla 10.40 Nivel del juego VS0019.....	297
Tabla 10.41 Nivel del juego VS0020.....	298
Tabla 10.42 Nivel del juego VS0021.....	298
Tabla 10.43 Nivel del juego VS0022.....	298
Tabla 10.44 Nivel del juego VS0023.....	299
Tabla 10.45 Nivel del juego VS0024.....	299
Tabla 10.46 Modelo General de Objetivos y Tareas para el videojuego Nutri-Galaxy.....	300
Tabla 10.47 Resultados del grupo experimental	311
Tabla 10.48 Resultados obtenidos por el grupo de control.....	311
Tabla 10.49 Resultado del análisis de la colaboración.....	312
Tabla I.1 Definición del Área de conocimiento	345

Tabla I.2 Objetivo educativo EG0001	346
Tabla I.3 Objetivo educativo EG0002	346
Tabla I.4 Objetivo educativo EG0003	346
Tabla I.5 Objetivo educativo EG0004	347
Tabla I.6 Objetivo educativo EG0005	347
Tabla I.7 Objetivo educativo EG0006	347
Tabla I.8 Objetivo educativo EG0007	348
Tabla I.9 Tarea educativa ET0001	348
Tabla I.10 Tarea educativa ET0002	348
Tabla I.11 Tarea educativa ET0003	349
Tabla I.12 Tarea educativa ET0004	349
Tabla I.13 Tarea educativa ET0005	349
Tabla I.14 Tarea educativa ET0006	349
Tabla I.15 Tarea educativa ET0007	349
Tabla I.16 Tarea educativa ET0008	350
Tabla I.17 Tarea educativa ET0009	350
Tabla I.18 Tarea educativa ET0010	350
Tabla I.19 Tarea educativa ET0011	350
Tabla I.20 Tarea educativa ET0012	350
Tabla I.21 Tarea educativa ET0013	351
Tabla I.22 Tarea educativa ET0014	351
Tabla I.23 Tarea educativa ET0015	351
Tabla I.24 Tarea educativa ET0016	351
Tabla I.25 Tarea educativa ET0017	352
Tabla I.26 Tarea educativa ET0018	352
Tabla I.27 Modelo Educativo.....	352
Tabla I.28 Modelo del juego Nutri-Galaxy	353
Tabla I.29 Reto del juego VC0001	354
Tabla I.30 Reto del juego VC0002	354
Tabla I.31 Reto del juego VC0003	354
Tabla I.32 Reto del juego VC0004	355
Tabla I.33 Reto del juego VC0005	355
Tabla I.34 Reto del juego VC0006	355
Tabla I.35 Reto del juego VC0007	356
Tabla I.36 Reto del juego VC0008	356
Tabla I.37 Fase del juego VS0001	356
Tabla I.38 Fase del juego VS0002	357
Tabla I.39 Fase del juego VS0003	357
Tabla I.40 Fase del juego VS0004	357
Tabla I.41 Fase del juego VS0005	358
Tabla I.42 Fase del juego VS0006	358
Tabla I.43 Fase del juego VS0007	359
Tabla I.44 Fase del juego VS0008	359
Tabla I.45 Fase del juego VS0009	359
Tabla I.46 Fase del juego VS0010	360
Tabla I.47 Fase del juego VS0011	360
Tabla I.48 Fase del juego VS0012	361

Tabla I.49 Fase del juego VS0013	361
Tabla I.50 Fase del juego VS0014	361
Tabla I.51 Fase del juego VS0015	362
Tabla I.52 Fase del juego VS0016	362
Tabla I.53 Fase del juego VS0017	362
Tabla I.54 Nivel del juego VS0018	363
Tabla I.55 Nivel del juego VS0019	363
Tabla I.56 Nivel del juego VS0020	363
Tabla I.57 Nivel del juego VS0021	364
Tabla I.58 Nivel del juego VS0022	364
Tabla I.59 Nivel del juego VS0023	365
Tabla I.60 Nivel del juego VS0024	365
Tabla I.61 Nivel del juego VS0025	365
Tabla I.62 Nivel del juego VS0026	366
Tabla I.63 Nivel del juego VS0027	366
Tabla I.64 Nivel del juego VS0028	366
Tabla I.65 Nivel del juego VS0029	367
Tabla I.66 Nivel del juego VS0030	367
Tabla I.67 Nivel del juego VS0031	367
Tabla I.68 Nivel del juego VS0032	368
Tabla I.69 Nivel del juego VS0033	368
Tabla I.70 Nivel del juego VS0034	368
Tabla I.71 Nivel del juego VS0035	369
Tabla I.72 Nivel del juego VS0036	369
Tabla I.73 Nivel del juego VS0037	369
Tabla I.74 Nivel del juego VS0038	370
Tabla I.75 Nivel del juego VS0039	370
Tabla I.76 Nivel del juego VS0040	370
Tabla I.77 Nivel del juego VS0041	371
Tabla I.78 Nivel del juego VS0042	371
Tabla I.79 Nivel del juego VS0043	371
Tabla I.80 Nivel del juego VS0044	372
Tabla I.81 Nivel del juego VS0045	372
Tabla I.82 Nivel del juego VS0046	372
Tabla I.83 Nivel del juego VS0047	373
Tabla I.84 Nivel del juego VS0048	373
Tabla I.85 Nivel del juego VS0049	374
Tabla I.86 Nivel del juego VS0050	374
Tabla I.87 Nivel del juego VS0051	374
Tabla I.88 Nivel del juego VS0052	375
Tabla I.89 Nivel del juego VS0053	375
Tabla I.90 Nivel del juego VS0054	375
Tabla I.91 Nivel del juego VS0055	376
Tabla I.92 Nivel del juego VS0056	376
Tabla I.93 Nivel del juego VS0057	376
Tabla I.94 Nivel del juego VS0058	377
Tabla I.95 Nivel del juego VS0059	377

Tabla I.96 Modelo General de Objetivos y Tareas para el videojuego Nutri-Galaxy	378
Tabla II.1 Correspondencia entre aspectos educativos y de juego.....	382

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Distribución porcentual de jugadores de videojuegos por edades	47
Figura 2.2 Distribución porcentual de tiempo de juego	47
Figura 2.3 Imagen del juego Age of Empires.....	51
Figura 2.4 Imagen del juego Harry Potter y el Cáliz de Fuego	51
Figura 2.5 Imagen del juego NBA Live 2007.....	53
Figura 2.6 Imagen del juego Sims 2 Mascotas	53
Figura 2.7 Imagen del juego para el algoritmo de búsqueda binaria (Shabanah, 2010).....	58
Figura 2.8 Escena del juego <i>Ninjitsu Sea Pirates</i> (Chaffin, 2010).....	59
Figura 2.9 Interfaz del juego Chase the Cheese (Collazos, 2007)	60
Figura 2.10 Interfaz del juego TeamQuest (Collazos, 2007)	61
Figura 2.11 Imagen del juego Syllable-CL (Zurita, 2004).....	63
Figura 2.12 Dos escenas del juego Ecotoons2 (Carro, 2002).....	64
Figura 2.13 Imagen de una escena del juego <i>Layers of the Earth</i> (Ramírez, 2010)	65
Figura 2.14 Imágenes del mundo virtual del proyecto NUCLEO (Sancho, 2008).....	66
Figura 2.15 Imagen del juego World of Workout en iPhone (Chaffin, 2010)	72
Figura 2.16 Imagen del juego violento <i>Manhunt2 (Cacería humana 2)</i>	75
Figura 4.1 Metodología para el desarrollo de casos: Desde la idea hasta la evaluación. Basado en la metodología ADDIE (Nadolski, 2008).	104
Figura 4.2 Pantalla para definir los objetivos pedagógicos en EDoS (Tran, 2010).....	107
Figura 4.3 Seis pasos para el diseño de juegos serios (Marfisi-Schottman, 2010)	109
Figura 4.4 Herramienta de búsqueda del Widget de componentes (Marfisi-Schottman, 2010)	110
Figura 4.5 Widget de escenario.....	111
Figura 4.6 Representación gráfica de la Arquitectura NUCLEO (Sancho, 2010).....	114
Figura 4.7 Funcionamiento de NUCLEO sobre Moodle	115
Figura 4.8 Arquitectura del sistema Listening Comprehension Training Game (Hu, 2007) ..	116
Figura 4.9 Sub-sistema de contenido de la arquitectura EGA (Hu, 2010)	118
Figura 4.10 Sub-sistema de actividad de la arquitectura EGA (Hu, 2010)	119
Figura 4.11 Sub-sistema de tareas de la arquitectura EGA (Hu, 2010).....	119
Figura 4.12 Sub-sistema de realimentación de la arquitectura EGA (Hu, 2010)	119
Figura 4.13 Relaciones entre los sub-sistemas de la arquitectura EGA (Hu, 2010).....	120
Figura 4.14 Flujo de actividad de la arquitectura EGA (Hu, 2010).....	120
Figura 4.15 Sub-sistemas del nivel conceptual (Westera, 2008)	121
Figura 4.16 Estructura básica de un juego basado en escenario (Westera, 2008).....	122
Figura 4.17 Configuración del sistema (Miyazaki, 2006)	124
Figura 4.18 Arquitectura de «e-Adventure» (Blanco, 2009)	126
Figura 5.1 Representación gráfica de redes sociales	149
Figura 5.2 Proceso de adaptación	150
Figura 5.3 Condiciones sobre eventos de comunicación.....	151
Figura 5.4 Condiciones sobre eventos de colaboración	151
Figura 5.5 Condiciones sobre eventos de coordinación	152
Figura 5.6 Reglas de adaptación para comunicación. Contexto	152
Figura 5.7 Adaptaciones a realizar	153
Figura 6.1 Representación gráfica del Diccionario General Educativo (DGE).....	161
Figura 6.2 Representación gráfica del Diccionario General del Videojuego (DGV)	162

Figura 6.3 Representación gráfica del Diccionario General de Usuario (DGU).....	163
Figura 6.4 Modelo conceptual de los elementos del sistema VGSCl para contenido educativo	164
Figura 6.5 Caminos que el estudiante puede utilizar para superar el objetivo	169
Figura 6.6 Itinerarios que el jugador puede seguir para superar los retos del videojuego...	171
Figura 6.7 Modelo conceptual de la relación de implementación en un sistema VGSCl	175
Figura 6.8 Modelo General de Objetivos y Tareas.....	175
Figura 6.9 Modelo conceptual de la información para cada Jugador.....	177
Figura 7.1 Creación de un Área de Conocimiento (se genera el documento D1.1)	207
Figura 7.2 Creación de Objetivo Educativo (se genera el documento D1.2)	208
Figura 7.3 Resumen del Área de Conocimiento y Áreas de Conocimiento disponibles	209
Figura 7.4 Creación de Modelo Educativo (documento D1.5).....	210
Figura 7.5 Construcción de un nuevo Modelo Educativo	211
Figura 7.6 Construcción del Modelo de Juego. Se generan los documentos D2.1 y D2.2.....	212
Figura 7.7 Crear Reto del Juego. Se genera el documento D2.3.....	213
Figura 7.8 Definición de Fases del Videojuego. Se genera el documento D2.4.....	213
Figura 7.9 Definición de relaciones entre el nivel educativo y el de videojuego. Se genera el documento D3.1.	214
Figura 7.10 Asignar objetivos a los estudiantes.....	215
Figura 8.1 Vista modular de la arquitectura PLAGER-VG.....	220
Figura 8.2 Arquitectura PLAGER-VG.....	223
Figura 8.3 Sub-sistema de Diseño	224
Figura 8.4 Sub-sistema de Personalización	231
Figura 8.5 Sub-sistema de Juego	250
Figura 8.6 Sub-sistema de Monitorización.....	253
Figura 8.7 Sub-sistema de Grupos.....	256
Figura 10.1 Representación gráfica del contenido educativo.....	284
Figura 10.2 Representación gráfica del fragmento de contenido lúdico implementado.....	292
Figura 10.3 Representación gráfica del Modelo de General de Objetivos y Tareas para la parte implementada del juego Nutri-Galaxy.....	301
Figura 10.4 Detalle del Modelo General de Objetivos y Tareas Educativas del juego Nutri-Galaxy	301
Figura 10.5 Pantalla inicial de Nutri-Galaxy	302
Figura 10.6 Pantalla para iniciar sesión en el juego Nutri-Galaxy.....	302
Figura 10.7 Petición de edad, sexo, nombre y apellidos.....	303
Figura 10.8 Solicitud de correo y contraseña que se utilizarán para identificar al jugador en el juego	303
Figura 10.9 Solicitud de la experiencia en juegos del usuario	304
Figura 10.10 Pantalla de selección de avatares en Nutri-Galaxy	304
Figura 10.11 Pantalla inicial del jugador que va a estudiar el Sistema Circulatorio	304
Figura 10.12 Pantalla con opciones para Jugar, consultar el Ranking de grupos y Configurar algunas opciones del juego	305
Figura 10.13 Pantalla a la que se accede por medio de la opción Jugar.....	305
Figura 10.14 El paciente, Odín, está en el consultorio médico de Nutri-Galaxy	306
Figura 10.15 Mini-juego individual.....	306
Figura 10.16 Pantalla para diagnosticar al paciente. Los jugadores tienen que escoger una enfermedad de la lista que se facilita.....	306

Figura 10.17 Mini-juego grupal para vencer a la enfermedad que padece Odín	307
Figura 10.18 Resultados de aprendizaje obtenidos	312
Figura 11.1 Evolución del trabajo realizado en la tesis	317
Figure 12.1 Work progress for this PhD thesis.....	325
Figura II.1 Actividad <i>Escribir vocal A</i> . Pantalla inferior de realimentación	383
Figura II.2 Reto individual final de fase. Secuencia de vocales aleatoria.....	385
Figura II.3 Reto grupal final de fase: construir un puente	385
Figura II.4 Conexión entre el dispositivo del profesor y de los alumnos	386
Figura II.5 Asignación de tareas en el dispositivo del profesor.....	387
Figura II.6 Asignación de tareas en el dispositivo del profesor.....	387
Figura II.7 Gestión del grupo en el dispositivo del profesor	388

RESUMEN

En una sociedad donde el uso de las Nuevas Tecnologías ha llegado ya a todos los ámbitos de la vida, no es extraño que este tipo de dispositivos se implanten también en los ámbitos educativos, desde infantil hasta posgrado. Sin embargo, tanto en la comunidad científica como en el colectivo educativo, existe un debate donde se plantean las bondades de incluir este tipo de técnicas en las aulas, especialmente en los niveles escolares iniciales. En esta tesis nos centramos en los videojuegos educativos como caso particular de tecnología en las aulas, lo cual incrementa el tono de la discusión debido a los diferentes inconvenientes que, desde distintos ámbitos, se han adjudicado a estos dispositivos.

Como explicamos a lo largo de la memoria de tesis, esta línea ha sido ya ampliamente investigada desde distintas perspectivas, llegando a conclusiones verdaderamente prometedoras. Así, en la bibliografía científica se muestra cómo las experiencias realizadas son variadas tanto en el grupo de interés como en el nivel educativo aplicado. En este sentido, veremos cómo se han utilizado videojuegos comerciales para desarrollar distintas habilidades o fomentar diferentes valores por medio de la actuación de los personajes del juego; cómo se han desarrollado juegos específicos para determinadas asignaturas; o cómo, a partir del desarrollo de los *juegos serios*, éstos han sido utilizados activamente para reforzar la educación en valores en distintos centros educativos. Por otra parte, podremos comprobar cómo estas experiencias se han realizado desde los cursos iniciales hasta la educación universitaria.

Sin embargo, aunque estas experiencias han arrojado resultados positivos, en la mayor parte de las encuestas de opinión realizadas a profesores y alumnos se descubre que una u otra parte no ha quedado completamente satisfecha, bien con el resultado o bien con la experiencia de juego. De la revisión bibliográfica realizada, hemos concluido que esto ocurre porque los juegos utilizados en los experimentos no aportan un equilibrio adecuado entre la parte lúdica del juego, cuya función es la de motivar al alumno y facilitar su aprendizaje; y la parte educativa, encargada de aportar el conocimiento que es objeto de estudio mediante el juego.

A la vista de este problema, cabe plantearse cuáles son las razones concretas por las que se produce esta deficiencia. Y de nuevo recurrimos a la bibliografía científica con la intención de detectar en qué parte del proceso de diseño de este tipo de videojuegos podría residir el problema. Resultado de esta investigación, concluimos que el problema reside en el método en sí, por su inexistencia. Y es que las metodologías de diseño de videojuegos educativos que existen no ofrecen un proceso de diseño sistemático, sino más bien un conjunto de recomendaciones generales. Por otra parte, una cuestión importante que, a nuestro modo de ver, queda por definir, es la relativa a la monitorización y análisis del aprendizaje realizado. Puesto que una de las ventajas que aporta la tecnología es la descarga de trabajo a la persona que la usa, estaría más que justificada la demanda de los profesores de un sistema que informe sobre la calidad del proceso de aprendizaje y los resultados obtenidos por los alumnos por medio del videojuego que están utilizando.

El último elemento que incorporamos en este trabajo está relacionado también con la sociedad en que vivimos, en particular, con la forma de trabajo en grupo que se está imponiendo en la mayor parte de las empresas. Desde este punto de vista, y teniendo en cuenta las numerosas ventajas que el aprendizaje colaborativo aporta al desarrollo intelectual y personal de los alumnos, pensamos que incluir actividades que integren mecanismos de este tipo pueden completar y perfeccionar el proceso educativo de los alumnos.

En este contexto, en el que hemos determinado que es necesario desarrollar videojuegos educativos donde aprendizaje y diversión estén suficientemente equilibrados y que incluyan actividades de aprendizaje colaborativo, es donde se desarrolla la investigación que da lugar a esta tesis. Por ello, para abordar este trabajo, es necesario contemplar estos tres aspectos (juego, educación y colaboración) con una visión integradora, desarrollarlos suficientemente y combinarlos de forma efectiva para que el resultado obtenido resuelva los problemas detectados en nuestro análisis del estado del arte. Para denominar a este tipo de sistemas utilizamos el término VGSCS (Video Game - Supported Collaborative Learning).

Una cuestión importante reside en el análisis del proceso de aprendizaje que permita a los profesores obtener información del progreso de sus alumnos y actuar en consecuencia. De esta forma, el profesor podrá determinar, por ejemplo, qué alumnos necesitan reforzar los conceptos. Además, puesto que se incorporan actividades en grupo y sabemos que este tipo de aprendizaje es positivo a nivel educativo, es necesario también estudiar cómo se desarrollan estas actividades y cómo actúan los alumnos dentro de los grupos. Para llevar a cabo este análisis, se propone un mecanismo de monitorización basado en eventos que incorpora el contexto en el que ocurren dichos eventos. Además, para realizar también un análisis desde el punto de vista del grupo, se propone una clasificación de estos eventos en base al modelo de las 3 C's (Ellis, 1991), que permite realizar el análisis de forma separada para cada uno de estos aspectos, o de forma conjunta, reuniendo toda la información.

Este proceso de monitorización y análisis hace necesario mantener gran cantidad de información relativa a distintos aspectos, tanto educativos como lúdicos, por lo que la incorporación de un mecanismo para organizar dicha información es completamente necesaria. Para resolver esta cuestión, se ha propuesto un conjunto de modelos que definen los elementos que participan en el sistema y que permiten, por una parte, definir la representación interna de dichos elementos y, por otra, mantener la información actualizada de forma sencilla y eficiente.

Por otra parte, debido a la inexistencia de una metodología para desarrollar estos videojuegos, se ha propuesto un método de diseño integral que facilita la definición de los distintos elementos que forman parte del sistema y que está pensado para que lo utilicen conjuntamente los profesores y los diseñadores de los juegos digitales. Así, los profesores podrán definir qué contenidos educativos quieren que se integren en el juego y los diseñadores de juegos, con esta información disponible, podrán diseñar los distintos retos del juego para que se satisfagan los requisitos educativos. Además, este método permite diseñar los retos del juego que corresponden a cada aspecto del contenido educativo, por lo que permite informar al profesor del progreso del alumno en el juego y de cómo esta actuación en el juego podría estar influyendo en su proceso educativo.

La inclusión de actividades en grupo incrementa notablemente la dificultad del desarrollo del videojuego, ya que aparecen diferentes tipos de dependencias entre jugadores y actividades. Sin embargo, como parte del proceso de diseño, se incluye una guía de estilo que reúne un conjunto de recomendaciones para facilitar el diseño de tareas grupales, de forma que dichas tareas sean efectivas desde el punto de vista del aprendizaje colaborativo.

Finalmente, para dar soporte a este conjunto de funcionalidades, se propone una arquitectura modular que permite gestionar los distintos aspectos involucrados en el VGSCS de forma efectiva. Así, la arquitectura PLAGER-VG está formada por cinco sub-sistemas que desempeñan funciones concretas. En particular, PLAGER-VG gestiona el proceso de diseño de los juegos (Sub-sistema de diseño), permite adaptar el proceso de juego y, por tanto, el proceso educativo, a las necesidades de los alumnos (Sub-sistema de personalización), facilita la gestión y creación de grupos (Sub-sistema de grupos), permite gestionar el juego de

acuerdo a las restricciones particulares de cada alumno o grupo (Sub-sistema de juego) e incorpora un mecanismo de monitorización y análisis del proceso educativo (Sub-sistema de monitorización).

Con esta propuesta integral pensamos que se resuelven la mayor parte de los problemas que se han detectado en la aplicación de videojuegos educativos en los centros escolares y, para constatarlo, hemos realizado algunos experimentos que han arrojado resultados positivos.

ABSTRACT

In a society where the use of New Technologies has already reached all areas of life, is not strange that technological devices have entered the educational field, from kindergarten to higher education. However, in both the scientific community and in the educational field, a debate exists over the benefits of including technology in the classroom, especially at elementary levels. In this thesis, we focus on educational video games as a special case of technology in classroom, an issue that creates more debate due to the different problems that have been associated to these devices from different areas.

As we show here, this research has been extensively investigated from different perspectives, leading to some very promising conclusions. Thus, in the scientific literature it is demonstrated how experiences vary in both the study group and the educational level in which they are carried out. Accordingly, we examine several commercial video games used to develop different skills or foster different values via the actions of game characters as well as how specific games have been developed for certain subjects and how, since the development of *serious games*, they have been actively used to enhance the education of values in different schools. Moreover, we will see how these experiences have been carried out from elementary levels in schools through to university education.

However, although such experiments have obtained positive results in most of the opinion surveys carried out by teachers and students, they were not completely satisfied with either the learning results or the gaming experience. After a review of the literature, we conclude that this is because the games used in the experiments do not provide an appropriate balance between “fun”, the function of which is to motivate students and facilitate learning, and the educational aspect, which is responsible for providing the concepts that are being studied by using the game.

In consideration of this problem, we can ask what the specific reasons are as to why this deficiency occurs. This leads us once again to an analysis of the scientific literature in order to determine where the problem in the design process for these kinds of videogames may lie. The results of this research have led us to conclude that the problem lies in the absence of a specific method. Existing design methodologies do not offer a systematic design process, but rather a set of general recommendations. Moreover, we consider the definition of a monitoring and analyzing system for the learning process to be an important issue. One of the advantages of technology is a decreased workload, and it would be therefore justifiable for teachers to demand a system which reports the quality of the learning process and the results obtained by students in the game they are using.

The last element that we incorporate into this work also relates to the society in which we live, in particular the style of group work that is being introduced in most companies. When considering the many advantages that collaborative learning contributes to the intellectual and personal development of students, we feel it is necessary to include activities that integrate such mechanisms in order to complement and enhance the educational process of students.

Our thesis is based on research developed in this context, where we have proved the need to develop educational videogames that balance fun and learning and include collaborative learning activities. To address this, it is necessary to consider these three aspects - play, education and collaboration - in an integrated way, develop them sufficiently and combine them effectively in order to solve the problems identified in our analysis of the state of the art. To designate these kind of systems we use the term VGSCCL (Video Game - Supported Collaborative Learning).

An important issue lies in the analysis of the learning process, which allows teachers to obtain feedback on the progress of their students and act accordingly. Thus, a teacher can determine, for example, which students need some concepts to be reinforced. Moreover, since group activities are incorporated, and since it is known that this type of learning is positive on an educational level, it is also necessary to study how these activities are developed and how students act within a group. To perform this analysis, we propose a monitoring mechanism based on events that incorporate the context in which these events occur. In order to perform an analysis from the viewpoint of the group, we also propose a classification of events based on the 3 C's model (Ellis, 1991) which allows data to be analysed separately for each of the categories in the classification, or analysed all together, by gathering the information.

The monitoring and analysing process makes it necessary to maintain a large amount of information concerning different aspects, both educational and recreational. We therefore incorporate a mechanism to organize such information.

To this end, we have proposed a set of models which not only define the elements involved in the system and allow the internal representation of these elements to be defined, but also keep the information updated in an easy and efficient way. Moreover, due to the lack of a methodology to develop educational video games, we propose an integrated design approach that facilitates the definition of the different elements of the system and is intended to be used collaboratively by teachers and designers of digital games. In this way, teachers can define the educational content to be integrated into the game and game designers will design the challenges of the game to fulfil these specific educational requirements. This design method also allows game challenges that correspond to each aspect of the educational content to be made and therefore inform the teacher about a student's progress in the game and how particular game activities influence a student's learning process.

The inclusion of group activities significantly complicates game development, due to the different types of dependencies between players and activities. We therefore include a style guide in the design process, which proposes a set of recommendations to make the design of group tasks easier and thus more effective from the point of view of collaborative learning.

Finally, to support these features, we propose a modular architecture that allows all aspects involved in the VGSCS to be managed effectively. Thus, the architecture PLAGER-VG is composed of five sub-systems, each with a specific function. Specific functions of PLAGER-VG are: to manage the design process (Design Sub-system); to adapt the gameplay and therefore the educational process to the needs of students (Personalization Sub-system); to facilitate the creation and management of groups (Groups Sub-system); to manage the game according to the particular constraints of each student or group (Game Sub-system); and to incorporate a mechanism for monitoring and analysing the educational process (Monitoring Sub-system).

We believe that most of the problems identified in educational game design can be solved with this comprehensive proposal, and that the implementation of educational games in schools could therefore become a reality. In order to verify this, we performed some experiments that have yielded positive results.

CAPITULO 1

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y OBJETIVOS

Todos somos ignorantes. Lo que ocurre es que no todos ignoramos las mismas cosas.

(Albert Einstein)

1. Definición del Problema y Objetivos

En este capítulo inicial se plantea el problema que se aborda a lo largo de la memoria. Se evidencian las distintas necesidades que se pretenden resolver con esta investigación, los objetivos perseguidos, los resultados obtenidos y las cuestiones generales del proceso de trabajo seguido para conseguir resolver el problema al que nos enfrentamos.

INDICE DEL CAPITULO

1.1. MOTIVACIÓN	35
1.2. EL PROBLEMA	35
1.3. OBJETIVOS	36
1.4. RESULTADOS OBTENIDOS.....	37
1.5. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	37
1.6. TERMINOLOGÍA	39
1.7. ACRÓNIMOS	40

1.1. Motivación

Metidos de lleno en el siglo XXI, nos encontramos con que, todavía hoy, uno de los problemas más preocupantes del mundo desarrollado está relacionado con la educación de los menores. Las cifras de abandono, absentismo y fracaso escolar (en torno al 30% en 2010) en España son demasiado elevadas y no parece que la situación tenga una solución sencilla. Se han realizado diversos esfuerzos desde las autoridades competentes para modernizar el sistema de enseñanza e intentar mejorar los resultados españoles en informes como el conocido Informe Pisa, donde España sigue obteniendo resultados por debajo de la media en su última edición (2009)¹.

Desde el gobierno se han puesto en marcha diversas iniciativas, tales como la inclusión de aulas de ordenadores en los colegios, el establecimiento de centros TIC, que incorporan la tecnología en su proceso habitual de enseñanza, el uso de pizarras virtuales e incluso la dotación de los alumnos con ordenadores personales. Sin embargo, no parece que ni profesores, ni padres, ni alumnos estén del todo satisfechos con los resultados que se están obteniendo.

Por otra parte, lo que padres y profesores sí han podido comprobar, es que las formas de obtener información de los menores es distinta a la forma en la que ellos lo hacían y que el uso de dispositivos electrónicos cada vez tiene para ellos menos secretos. Esta familiaridad con la que se comportan los menores que han nacido con estas tecnologías (nativos digitales) está, claramente, muy lejos de la aptitud de los padres y profesores, que han tenido que aprender (inmigrantes digitales) la utilidad y funcionamiento de estos dispositivos con bastante más esfuerzo.

Desde el ámbito científico se han realizado distintas aproximaciones que han pretendido paliar estas diferencias entre las habilidades de los adultos y las demandas de los menores, pero aún así, aunque se han obtenido resultados prometedores, no se termina de dar con la solución adecuada. Y es que, si bien la oferta de mecanismos de enseñanza multimedia y basados en juegos se ha incrementado notablemente, la mayoría de ellos no satisface por igual a profesores y a alumnos.

Pensamos que el principal problema de estos sistemas de enseñanza basados en juegos radica en que los llamados videojuegos educativos suelen ser más videojuegos que educativos o más educativos que videojuegos, lo cual siempre deja a una de las dos partes insatisfechas.

1.2. El problema

Los centros escolares disponen, en general, de distintos medios para introducir software educativo y videojuegos educativos en su práctica docente. Bajo nuestro punto de vista, el principal problema es que este software no cumple las expectativas de profesores ni de alumnos.

¹ http://www.oecd.org/pages/0,3417,en_32252351_46584327_1_1_1_1_1,00.html, consultado por última vez el 9 de mayo de 2011.

A los profesores se les había prometido que se iban a descargar de trabajo, que existiría una forma de monitorizar a los alumnos que sería capaz de identificar sus principales dificultades y que los alumnos iban a permanecer más atentos y motivados durante las sesiones de trabajo con elementos multimedia.

Por su parte, los alumnos esperaban encontrar en las escuelas los mismos videojuegos que tenían en casa y que tantas horas de entretenimiento les proporcionaban. Y si además les iba a servir para aprobar, mejor que mejor.

Probablemente, el origen del problema haya que buscarlo también en las expectativas generadas, aunque no podemos negar que el resultado obtenido tiene aún algunas cuestiones que son susceptibles de mejora.

Por ello, es necesario definir un sistema integral que facilite el diseño tanto del juego como del contenido educativo y que permita monitorizar el aprendizaje de los alumnos mientras se divierten, de tal forma que los profesores puedan, efectivamente, identificar las principales dificultades de los alumnos y atenderlos de forma personalizada, ya sea por medio de utilidades incorporadas en los propios juegos o en las subsiguientes clases tradicionales.

1.3. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es desarrollar un marco para poder integrar en el aula el uso efectivo de videojuegos educativos apoyados en técnicas de aprendizaje colaborativo. Para ello, nos hemos planteado la necesidad de analizar los problemas actuales de los videojuegos en las aulas y de facilitar su diseño y uso a los profesores. Bajo estas premisas, consideramos que es necesario definir un proceso de diseño completo y sistemático que se apoye en un conjunto de herramientas que faciliten el desarrollo de los videojuegos y su posterior uso en las aulas. Este objetivo general puede desglosarse en los siguientes sub-objetivos:

- Revisar las diferentes iniciativas existentes relacionadas con el uso de los videojuegos en la educación con objeto de extraer las principales ventajas e inconvenientes encontrados en las mismas, así como detectar los puntos susceptibles de mejora tanto en los videojuegos como en la forma de utilizarlos.
- Identificar los elementos que participan en el proceso de desarrollo de videojuegos educativos y diseñar una representación formal que facilite su definición desde el punto de vista tecnológico.
- Definir un proceso de diseño que facilite la creación de videojuegos educativos tanto desde el punto de vista educativo como tecnológico.
- Incorporar mecanismos de aprendizaje colaborativo en el proceso de aprendizaje mediado por videojuegos. Consideramos que esta técnica de enseñanza nos va a proporcionar muchos beneficios y que su integración en un videojuego puede ser motivo de un aumento de la motivación por parte de los alumnos al jugar en grupo e incorporar los aspectos sociales al juego.
- Definir un marco de diseño para videojuegos educativos que permita al profesor construir estrategias de aprendizaje adaptadas a los diferentes perfiles de usuario de forma sencilla.
- Validar la propuesta en algunos centros educativos. Aunque no es un objetivo directo, pensamos que validar la propuesta nos permite mejorarla y adaptarla a las necesidades reales de profesores y alumnos.

1.4. Resultados obtenidos

Producto de esta investigación y tal como se presenta a lo largo de este trabajo, se han alcanzado los siguientes resultados:

- Se han identificado las principales deficiencias que tanto alumnos como profesores encuentran en los videojuegos educativos de los que disponen.
- Se ha definido un nuevo paradigma educativo, VGSCL (del inglés, Video Game - Supported Collaborative Learning), que incorpora los matices diferenciadores de los juegos que se proponen respecto a los juegos tradicionales y videojuegos educativos.
- Se ha caracterizado la actuación de los jugadores de videojuegos educativos con actividades colaborativas y se ha definido un mecanismo de análisis de dicha interacción.
- Se han identificado y definido los diferentes elementos que forman parte de un sistema de aprendizaje mediado por videojuegos educativos con actividades colaborativas, tanto desde el punto de vista educativo como lúdico.
- Se ha diseñado un mecanismo que relaciona los contenidos educativos y los del juego para calcular el aprendizaje obtenido a partir del juego educativo.
- Se ha diseñado un conjunto de recomendaciones que facilitan a los diseñadores de juegos la inclusión de actividades colaborativas dentro del juego educativo, de tal forma que las habilidades relacionadas con el aprendizaje en grupo forman parte del proceso de aprendizaje que se realiza por medio del juego.
- Se ha definido un proceso de diseño en fases que involucra tanto a profesores como a diseñadores de juegos y que facilita tanto la definición de los elementos por cada una de las partes como la comunicación entre las mismas.
- Se ha diseñado una arquitectura que da soporte al diseño, ejecución y análisis de videojuegos educativos con actividades colaborativas. Esta arquitectura da soporte al proceso de diseño definido e incorpora el modelado del sistema definido a tal efecto. Además, permite la personalización del aprendizaje y el análisis del mismo.

Además, a lo largo de la investigación que ha dado lugar a esta tesis:

- Se ha participado en diversos eventos de reconocido prestigio internacional que han permitido la revisión de las ideas y la incorporación de nuevas propuestas al trabajo.
- Se han establecido relaciones con expertos de los diversos campos que forman parte de este trabajo, como son la educación, los videojuegos y el aprendizaje colaborativo.
- Se han realizado dos estancias de investigación, una en la Universidad de Castilla – La Mancha y otra en la Technische Universität Graz, que han contribuido significativamente al desarrollo de este trabajo.
- Se ha colaborado en diferentes trabajos con la Universidad del Cauca, en Colombia, relacionados principalmente con los juegos colaborativos y el análisis de la colaboración.
- Se han integrado los resultados en diferentes proyectos nacionales e internacionales, lo que ha permitido testear las diferentes hipótesis. Además, se ha construido un marco de trabajo que facilita la continuidad de la investigación desde diferentes perspectivas, principalmente del análisis de la colaboración y el aprendizaje soportado por videojuegos.

1.5. Organización del documento

El contenido de este documento se ha organizado de la siguiente manera:

El primer capítulo presenta la motivación del trabajo realizado, así como los principales objetivos. A modo de resumen, decir que el principal objetivo de esta tesis es definir un marco de desarrollo de videojuegos educativos con actividades colaborativas que satisfagan por igual a profesores y alumnos, es decir, que permitan alcanzar resultados de aprendizaje satisfactorios a la vez que los alumnos se divierten.

A continuación, encontramos el Módulo I, que engloba los capítulos de estado del arte y trabajos relacionados. Los capítulos segundo, tercero y cuarto se centran en la revisión de diferentes propuestas que existen en la literatura relacionada con los aspectos que se tratan en esta tesis. En el capítulo dos, se presentan y analizan los *juegos y videojuegos educativos* más destacados que se han propuesto en distintos ámbitos de la enseñanza. Se ha seleccionado un conjunto de ellos atendiendo a las características diferenciadoras que aportan, aunque sin duda hay muchos más, que pensamos que están representados en las citadas categorías. En el capítulo tres se hace una revisión de algunas de las propuestas más destacadas relacionadas con el *análisis de la colaboración en procesos de aprendizaje colaborativo*, destacando, por la cercanía con los objetivos de esta tesis, aquellos que utilizan técnicas de Análisis de Redes Sociales (SNA, del inglés, Social Network Analysis). Finalmente, en el capítulo cuatro se hace una revisión de *las arquitecturas y los procesos de diseño* que se han propuesto en la literatura científica. De nuevo, se han seleccionado algunas de las contribuciones más representativas de acuerdo a las características que permiten diferenciar unas de otras, entendiendo que otras existentes podrían clasificarse junto a alguna de las que se citan.

El siguiente grupo de capítulos, que se reúnen en el Módulo II, presenta la propuesta de esta tesis dividida en cuatro capítulos. En este módulo se define cómo se integran las diferentes teorías que se han descrito en los capítulos anteriores y la forma en la que dichas teorías se han conjugado para dar lugar a un nuevo término que describe este nuevo paradigma de aprendizaje: VGSCCL (del inglés, Video Game - Supported Collaborative Learning). En el capítulo cinco se han identificado los elementos a considerar durante el análisis del proceso de juego. Distintas investigaciones se centran en los eventos que se producen durante el juego / aprendizaje de forma aislada, pero en este trabajo se considera también el contexto de actuación, que permite ubicar las acciones en una sucesión de acontecimientos que facilita la obtención de conclusiones y actuaciones para favorecer el aprendizaje. Para ello, se ha definido el concepto de *evento de interés*, se han identificado las *herramientas* a incluir en el proceso de aprendizaje VGSCCL y se ha definido un modelo que actúa de *registro de las acciones*. Una vez presentada la forma en que se recupera la información, se ha definido una *categorización de eventos*, que servirá de base para realizar el posterior análisis. Este análisis se realizará en base a los atributos calculados y a los índices de SNA que se almacenan en los modelos de usuario. Como resultado de este análisis se obtendrá un conjunto de recomendaciones encaminadas a mejorar el proceso educativo y las habilidades grupales de los alumnos. En el capítulo seis se aborda el modelado del sistema VGSCCL. Para realizar este modelado se han definido tres aspectos fundamentales: *objetivo, tarea e interacción*. Además, se han separado los elementos educativos de los elementos lúdicos, con objeto de que los usuarios expertos en cada uno de los aspectos puedan trabajar de forma sencilla. Y se ha definido un modelo que relaciona ambas perspectivas del juego, así como modelos específicos para almacenar la información relativa a los usuarios, tanto de forma individual como en grupo. En el capítulo siete se detalla el *proceso de diseño* definido para el desarrollo de videojuegos educativos. Este proceso de diseño está pensado para facilitar a los profesores la especificación y el diseño de contenidos, ya que se ha mantenido la estructura tradicional de los mismos. Además, esto permite que los desarrolladores puedan comprender mejor el contenido educativo a incluir en el juego, por lo que se facilita la comunicación entre ambos grupos y se facilita el proceso de diseño en su conjunto. Para

profundizar en el aspecto colaborativo de los juegos, en este capítulo se propone un conjunto de recomendaciones para el diseño de videojuegos educativos con actividades colaborativas. Estas recomendaciones constituyen una *guía de estilo* para utilizar durante el proceso de diseño de este tipo de videojuegos, con objeto de facilitar la inclusión de este tipo de actividades y de que las mismas se entiendan como parte del juego. Además, se pretende que estas actividades colaborativas constituyan un proceso de entrenamiento de las habilidades asociadas al aprendizaje colaborativo, que a la postre redundarán en una mejora del proceso de aprendizaje en sí mismo, tal como ya han demostrado diversos investigadores del área del CSCL (del inglés, Computer - Supported Collaborative Learning). En el capítulo ocho se describe la *arquitectura PLAGER-VG*, propuesta para dar soporte tanto al proceso de diseño de este tipo de videojuegos como al proceso de ejecución y monitorización de los mismos. Esta arquitectura tiene cinco funciones diferenciadas, que se traducen en cinco sub-sistemas independientes, pero interconectados, que permiten al profesor personalizar el aprendizaje y analizar los resultados del mismo.

En el tercer módulo se aborda la aplicación del proceso de diseño sobre un juego concreto, así como la evaluación de los resultados derivados del mismo. Este módulo comprende dos capítulos: En el capítulo nueve se presenta la evaluación realizada sobre el proceso de diseño propuesto, que se ha llevado a cabo en un conjunto de colegios de la ciudad de Granada. En el capítulo diez se presenta el videojuego educativo construido utilizando el método diseñado en esta tesis e implementado sobre una arquitectura basada en PLAGER-VG. El juego se llama *Nutri-Galaxy* y su objetivo educativo es enseñar a los alumnos de sexto de primaria la función de nutrición, utilizando para ello grupos de cuatro jugadores que han sido seleccionados para erradicar la mala nutrición en el Sistema Solar. En este capítulo se incluyen los modelos de una fase del juego, junto con los niveles asociados a la misma, que constituyen una muestra suficientemente representativa del proceso. También se incluye la evaluación y resultados obtenidos mediante la utilización del juego.

En el capítulo once se presentan las *conclusiones* derivadas de este trabajo, así como los campos de acción para *trabajos futuros* que pretenden completar y dar una aplicación real al sistema presentado en esta tesis doctoral.

Finalmente, encontramos los anexos. En el Anexo I encontramos la aplicación completa del proceso de diseño sobre el juego Nutri-Galaxy. En el Anexo II se ha incluido la aplicación de la guía de estilo propuesta en el capítulo siete para el diseño del juego *Leoncio y sus amigos*, un juego para el aprendizaje de las vocales destinado a niños de 3 y 4 años. Por último, en el Anexo III se incluye la encuesta utilizada para la evaluación del proceso de diseño propuesto.

1.6. Terminología

A lo largo de este trabajo se utilizan distintos términos que en el lenguaje técnico podrían tener distintos significados, o incluso podríamos haber utilizado con algún significado concreto acorde a nuestras necesidades. Por este motivo, en esta sección incluimos la definición que hemos utilizado para dichos términos, de tal forma que se eviten interpretaciones que no coincidan con las esperadas.

- Metodología: Conjunto de métodos que se utilizan en la realización de un software en general.

- **Proceso:** Conjunto de fases o etapas ordenadas que se sigue para la realización de alguna actividad. En nuestro caso, generalmente se utilizará en el contexto de proceso de diseño, con lo que nos referiremos al conjunto de fases o etapas ordenadas que se siguen para el diseño de un software educativo.
- **Arquitectura:** Nos referiremos a una arquitectura software, es decir, la estructura general de un sistema donde se definen los módulos principales, las funciones de cada uno de estos módulos y el flujo de información entre ellos.

1.7. Acrónimos

A lo largo de esta tesis se utilizan un conjunto de acrónimos. Aunque se definen a lo largo del texto, pensamos que puede resultar de utilidad incluir una recopilación de los mismos, con objeto de facilitar al lector su comprensión.

- **BD:** Base de Datos.
- **CSCL:** Computer - Supported Collaborative Learning (en castellano, Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador).
- **CTT:** Concur Task Tree (Árbol de Tareas Concurrente), (Patternò, 1997).
- **DGE:** Diccionario General Educativo.
- **DGU:** Diccionario General de Usuario.
- **DGV:** Diccionario General de Videojuego.
- **HCI:** Human – Computer Interaction (Interacción Humano - Computador).
- **SNA:** Social Network Analysis (Análisis de Redes Sociales).
- **LMS:** Learning Management System (Sistema de Gestión del Aprendizaje).
- **LO:** Learning Object (Objeto de Aprendizaje).
- **MMOG:** Massive Multiplayer Online Game (Juego Online Multijugador).
- **NPC:** Non Player Character (Personaje No Jugador).
- **VGSCCL:** Video Game - Supported Collaborative Learning (Aprendizaje Colaborativo Soportado por Videojuegos).
- **VLE:** Virtual Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Virtual).

MÓDULO I: ESTADO DEL ARTE Y TRABAJOS RELACIONADOS

En este trabajo se abordan tres elementos fundamentales que, como veremos en el siguiente módulo, se combinan para dar lugar a un nuevo paradigma educativo. Estos tres elementos son: videojuegos educativos, aprendizaje colaborativo y diseño de videojuegos educativos.

En el primer capítulo de este módulo (capítulo 2) se revisan aspectos generales de los procesos de aprendizaje basados en juegos, concretamente, de aquellos que se realizan mediante juegos digitales. El uso de este tipo de dispositivos no está todavía completamente a salvo de controversia debido, entre otras cuestiones, a la resistencia que algunos padres y profesores ofrecen a este medio. Los principales motivos que se argumentan en este sentido son los distintos inconvenientes que se presuponen al uso de videojuegos, como pueden ser el aislamiento de quienes los usan, la tendencia violenta, o el sexismo. Sin embargo, cuando se trata del uso de estos dispositivos como elementos de aprendizaje, nos encontramos con una cuestión adicional: la brecha digital que existe entre alumnos y profesores, que hace referencia a las diferentes habilidades que unos y otros tienen ante los dispositivos tecnológicos en general, y ante los juegos digitales, en particular. Sin embargo, tal como puede observarse en la revisión bibliográfica realizada a este respecto, son numerosas las experiencias que ya se han abordado en este sentido, desde distintos puntos de vista. En este trabajo las hemos agrupado en función del tipo de juego utilizado, pudiendo diferenciar tres tipos: las experiencias que utilizan videojuegos comerciales para extraer un aprendizaje en las aulas, las experiencias realizadas con videojuegos educativos y aquellas que utilizan juegos serios.

En este trabajo es de especial interés el aprendizaje por medio de técnicas colaborativas y, en particular, el proceso de aprendizaje propiamente dicho. Como medio para poder analizar y actuar sobre dicho proceso, en el capítulo 3 hemos revisado diferentes documentos relacionados con la evaluación del proceso colaborativo, de tal forma que la evaluación y la adaptación de esta colaboración puedan influir en el aprendizaje. Existen numerosas experiencias en este sentido que utilizan métodos muy variados, por lo que nosotros hemos clasificado la bibliografía revisada en base a estos métodos, diferenciando los siguientes grupos: métodos cuantitativos, métodos cualitativos y métodos mixtos, que pueden combinar las dos anteriores o incluir conceptos de Inteligencia Artificial. A la vista de esta revisión, hemos elegido el Análisis de Redes Sociales (del inglés, Social Network Analysis, SNA) como herramienta de evaluación.

Finalmente, en el capítulo 4 se han revisado diferentes propuestas relacionadas con el diseño de videojuegos educativos, diferenciando procesos de diseño y arquitecturas para este tipo de aplicaciones. Como resultado de esta revisión bibliográfica hemos encontrado que existen pocas propuestas que presenten procesos de diseño integrales para este tipo de juegos, lo cual, en nuestra opinión, supondría una mejora importante en el resultado, ya que tanto profesores como desarrolladores partirían de una metodología clara para la construcción de la aplicación. Además, hemos revisado distintas arquitecturas que dan soporte a videojuegos educativos, donde descubrimos que la mayor parte de ellas no incluyen un proceso de diseño para los videojuegos a los que dan soporte. A partir del estudio realizado en este capítulo, hemos detectado un conjunto de requisitos que, en nuestra opinión, deben incorporarse en una arquitectura que dé soporte a este tipo de juegos, incluyendo además un proceso de diseño que facilite un marco común de trabajo para profesores y desarrolladores de juegos.

CAPITULO 2

JUEGOS Y VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS

No hay que empezar siempre por la noción primera de las cosas que se estudian, sino por aquello que puede facilitar el aprendizaje

(Aristóteles)

2. Juegos y Videojuegos Educativos

Desde muy antiguo se ha utilizado el juego como medio de aprendizaje tanto para niños como para adultos y numerosos expertos del ámbito educativo han avalado sus beneficios.

En el marco tecnológico actual, en el que prácticamente la totalidad de los ámbitos han sufrido un proceso de informatización, encontramos los videojuegos como una forma especial de juego encuadrada en este contexto. Por ello, en este capítulo se presenta una revisión bibliográfica de diversas experiencias documentadas acerca del uso de los juegos en la educación y de los prometedores resultados que se han obtenido.

Aunque es cierto que hay voces a favor y en contra del uso de estos sistemas, el número de investigaciones que apoyan el uso de videojuegos como herramienta de aprendizaje supera a los que defienden lo contrario. Y es que se han hecho numerosos estudios, tanto de videojuegos comerciales como de aquellos que se diseñan específicamente para enseñar, obteniendo en ambos casos resultados realmente satisfactorios.

INDICE DEL CAPITULO

2.1. INTRODUCCIÓN	45
2.2. EL JUEGO EN LOS PROCESOS DE APRENDIZAJE.....	45
2.3. EL VIDEOJUEGO COMO CASO PARTICULAR DE JUEGO.....	46
2.4. NATIVOS DIGITALES FRENTE A INMIGRANTES DIGITALES.....	48
2.5. VIDEOJUEGOS COMERCIALES EN LA ESCUELA.....	49
2.5.1. <i>PCFUTBOL7 como herramienta de apoyo para el aprendizaje de matemáticas y geografía</i>	49
2.5.2. <i>Age of Empires III en la asignatura medio social</i>	50
2.5.3. <i>Harry Potter y el Cáliz de Fuego para entrenar habilidades narrativas</i>	51
2.5.4. <i>NBA Live 2007 para lograr hábitos deportivos</i>	52
2.5.5. <i>Sims 2 Mascotas para mejorar la capacidad de resolución de problemas</i> ..	53
2.5.6. <i>Otros videojuegos comerciales</i>	54
2.5.7. <i>Consideraciones para el profesor</i>	54
2.5.8. <i>Análisis de las experiencias presentadas</i>	56
2.6. VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS.....	56
2.6.1. <i>Videojuegos educativos: Más educativos que videojuegos</i>	57
2.6.2. <i>Videojuegos educativos: Entrenamiento de habilidades</i>	60
2.6.3. <i>Videojuegos educativos: Trabajando en grupo</i>	62
2.6.4. <i>Videojuegos educativos: Introducir adaptación en el proceso</i>	63
2.6.5. <i>Videojuegos educativos: Experiencia para dispositivos móviles</i>	64
2.6.6. <i>Videojuegos educativos: Dos ejemplos que funcionan</i>	65
2.6.7. <i>Otros juegos educativos</i>	68
2.6.8. <i>Análisis de los videojuegos educativos presentados</i>	68
2.7. JUEGOS SERIOS.....	69
2.7.1. <i>Análisis de los juegos serios presentados</i>	73
2.8. VENTAJAS DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO	73
2.9. POSIBLES INCONVENIENTES DE LOS VIDEOJUEGOS	75
2.9.1. <i>El caso particular de los videojuegos educativos</i>	76
2.10. CONCLUSIONES	77

2.1. Introducción

En un siglo donde la tecnología está ocupando gran parte del mercado, tanto profesional como personal, parece que no era más que cuestión de tiempo que esta tecnología inundara todos los rincones de la vida cotidiana, incluyendo, por supuesto, la enseñanza. Y es que desde hace ya unos años contamos con iniciativas como los centros TIC, la Escuela 2.0, las mochilas digitales, etc. (BOE, 2007; BOE, 2009) que apuestan por la alfabetización de los niños también a nivel tecnológico. Estas iniciativas proporcionan, entre otras cosas, facilidades para la formación del profesorado, dotación de ordenadores para los centros escolares y los propios alumnos, fomento de la elaboración de contenidos educativos digitales y, en definitiva, la incorporación plena de los recursos tecnológicos en la educación. Estas iniciativas no están exentas de controversia, por lo que el debate está servido.

Un caso particular de tecnología son los videojuegos. Su uso, desde un punto de vista general, está rodeado de numerosas opiniones encontradas que no dejan a la sociedad posicionarse claramente a favor o en contra de ellos. Lo que sí es un hecho suficientemente contrastado es que la industria de los videojuegos ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años y que el rango de edades a los que están dirigidos se ha incrementado hasta cubrir todo el espectro posible. Por tanto, nos encontramos de nuevo ante la disyuntiva “Videojuegos SI vs. Videojuegos NO”, sobre todo porque los menores parecen estar muy interesados en estos dispositivos que muchas veces los profesores y educadores no se atreven a manejar.

Por tanto, si desde las instituciones competentes se anima a introducir tecnologías en las aulas y está demostrado que una buena metodología pedagógica es la utilización del juego durante el aprendizaje, ¿será una realidad que podemos conseguir que los alumnos mejoren su aprendizaje usando videojuegos? Esta pregunta, de difícil respuesta, es la que analizamos en este capítulo.

2.2. El juego en los procesos de aprendizaje

Es indiscutible que el juego es una de las tareas más atractivas para los niños. Huizinga, en su “Homo Ludens”, define el juego como *“una actividad u ocupación voluntaria, ejercida dentro de ciertos y determinados límites de tiempo y espacio, que sigue reglas libremente aceptadas, pero absolutamente obligatorias, que tiene un final y que va acompañado de un sentimiento de tensión y de alegría, así como de una consciencia sobre la diferencia con la vida cotidiana”* (Huizinga, 2000).

Numerosos estudios, como los citados en (Rosas, 2000), defienden la importancia del juego en el proceso de desarrollo de las personas en general, pero sobre todo de los niños, quedando suficientemente probado que favorece distintas habilidades sociales y cognitivas. En particular, destacan las aportaciones de Vygotsky, relatadas en (Mooney, 2000), quien presenta el juego como un espacio de ensayo para los niños. Desde este punto de vista, el juego promueve el desarrollo general del niño, ya que le permite ensayar reglas, capacidades o limitaciones que después podrá extrapolar a situaciones reales con cierta garantía de éxito.

De acuerdo con (Valiño, 2006), el juego puede incorporarse en la escuela bajo distintas perspectivas: 1) como instrumento didáctico; 2) como actividad espontánea; o 3) como técnica grupal, y cada uno de estos modos tiene sus características y objetivos particulares.

El juego como *instrumento didáctico* trata de encontrar en el proceso de jugar los aprendizajes que se pueden desprender de dicha actividad. En cada caso, en función de la situación, los alumnos o el desarrollo del juego en sí se obtendrán diferentes reflexiones que aportarán distintos aprendizajes. Hay que diferenciarlo de los juegos didácticos, que tienen una clara intención educativa y de antemano se sabe qué es lo que se tiene que aprender cuando se juega. El principal papel del docente en este tipo de juegos es promover la reflexión posterior, de tal forma que los alumnos puedan analizar cómo se ha jugado, qué consecuencias ha tenido, qué actitudes han aparecido, etc. Para conseguir realizar este análisis posterior al juego, es necesario que el docente sea capaz de detectar el trabajo intelectual implícito en las conductas de los alumnos, así como de incorporar la actividad de juego a los contenidos curriculares.

Por otra parte, encontramos el juego como *actividad espontánea*, es decir, el juego que los alumnos realizan en el recreo para liberar su mente y reponer energías. Este espacio de juego debe convertirse en un espacio de observación para los docentes, ya que en él los niños revelan algunas de sus actitudes. Por tanto, podría plantearse incluir los procesos de recreo en la planificación anual del centro, con objeto de descubrir comportamientos que revelen alguna carencia de los alumnos, ya sea de tipo familiar, escolar o social.

Finalmente, en el juego como *técnica grupal* el objetivo es estudiar el comportamiento social de un grupo escolar particular y detectar las dificultades, la forma de entender dichas dificultades o la forma de afrontarlas, aunque este tipo de intervenciones suelen resultar más complejas y hay que diseñarlas para cada grupo específico.

Por su parte, Morales en (Morales, 2009) relata las numerosas ventajas que el proceso de juego aporta a los individuos en general, y muy especialmente a los niños: *“El juego favorece la sociabilidad, desarrolla la capacidad creativa, crítica y comunicativa del individuo. Estimula la acción, reflexión y la expresión. Es la actividad que permite a los niños y niñas investigar y conocer el mundo que les rodea, los objetos, las personas, los animales, las plantas e incluso sus propias posibilidades y limitaciones. Es el instrumento que les capacita para ir progresivamente estructurando, comprendiendo y aprendiendo el mundo exterior. Jugando, el niño/a desarrolla su imaginación, el razonamiento, la observación, la asociación y comparación, su capacidad de comprensión y expresión contribuyendo así a su formación integral”*. Y además, añade *“... el juego es una herramienta a disposición del profesor como cualquier otra, por lo tanto, debemos incluirlo dentro del proceso de aprendizaje. No se trata de realizar actividades lúdicas sin más, el juego implica realizar una programación, incluir estas actividades en el momento adecuado (...) controlar, guiar y asesorar...”*.

2.3. El videojuego como caso particular de juego

Aunque en los últimos años ha sido más evidente, lo cierto es los videojuegos han estado presentes en nuestras vidas casi desde el mismo momento en que comenzó a desarrollarse la tecnología informática, llegando a convertirse hoy en día en el tipo de juego preferido de niños, adolescentes y adultos. A este respecto, la Asociación Española de Distribuidores y Editores de Software de Entretenimiento (aDeSe), en su informe anual 2009 arroja los siguientes valores:



Figura 2.1 Distribución porcentual de jugadores de videojuegos por edades

Como vemos en la Figura 2.1, en todos los rangos de edades encontramos un porcentaje mayor que 0, si bien la mayor concentración de jugadores podemos encontrarla entre los 7 y los 34 años. En cualquier caso, vemos que el mercado potencial para este tipo de software es muy amplio y constituye una de las industrias más desarrolladas en estos momentos.

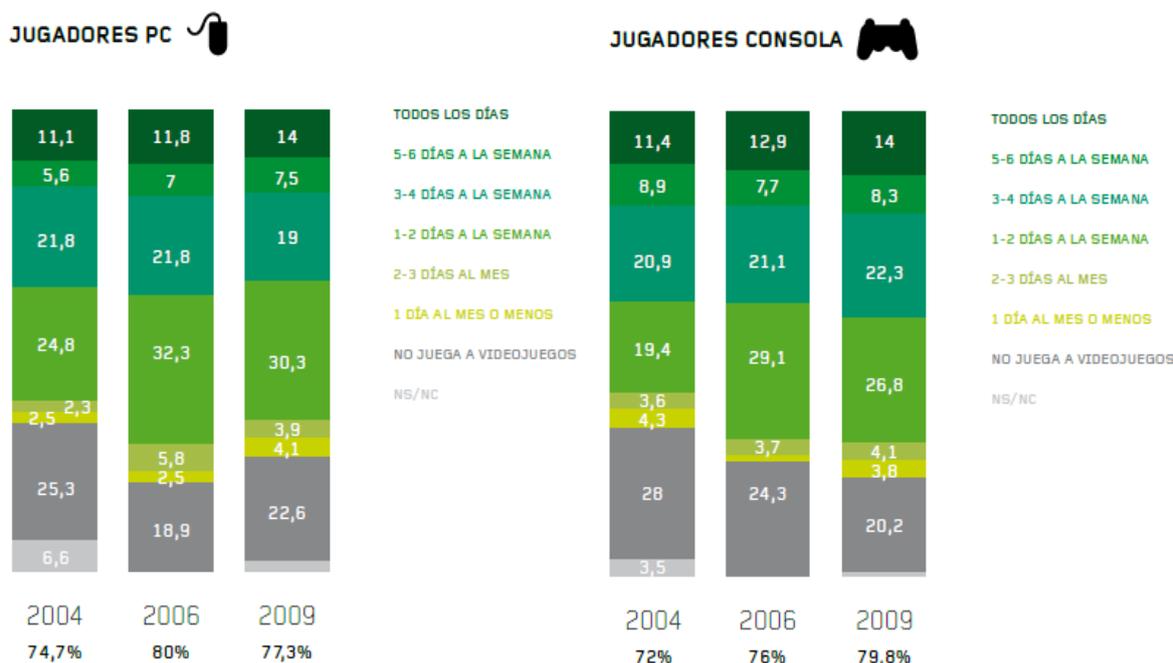


Figura 2.2 Distribución porcentual de tiempo de juego

En la Figura 2.2 se observa la cantidad de veces que estos jugadores utilizan sus videojuegos. Como podemos ver, el porcentaje más alto en 2009 se encuentra en la franja 1-2 días por semana, tanto para PC como para consola. Si asumimos que una gran parte de estos jugadores concentran sus 2 días de juego en el fin de semana, podríamos admitir que el uso de videojuegos forma parte de una vida de ocio saludable y que no tiene porqué interferir en el resto de actividades y obligaciones de la vida cotidiana.

Esta actitud que los jóvenes de hoy muestran hacia los videojuegos es la que muchos profesores les gustaría encontrar en sus estudiantes: interés, competitividad, cooperación, búsqueda de soluciones, etc. Y este hecho es el que ha dado lugar a la aparición de lo que se ha denominado *Digital Game Based Learning* (DGBL), es decir, *Aprendizaje basado en juegos* (Prensky, 2001) y al uso cada vez más generalizado de la tecnología y los juegos digitales en las aulas.

En (Estallo, 1995) podemos encontrar una historia de los videojuegos, resumida por (Etxeberria, 2001), donde se pone de manifiesto que las primeras aproximaciones a los videojuegos podemos encontrarlas en los simuladores de vuelo que, en los años 40, los americanos desarrollaron para entrenar a los pilotos. La siguiente manifestación significativa no aparecería hasta 1958, cuando William Higginbotham desarrolló el juego *Tennis for two* para el entretenimiento de los visitantes del Brookhaven National Laboratory. Para hacerlo se sirvió de un programa de cálculo de trayectorias de misiles y un osciloscopio y fue el primero que permitió jugar a dos jugadores (Anderson, 2005).

En 1972 se desarrolla el *PONG* (Winter, 1996), similar al anterior *Tennis for two*. Este juego, diseñado por Ralph H. Baer, constituye el punto de partida para la industria del videojuego tal como la conocemos hoy. En 1977 Atari lanza el primer videojuego en cartucho y comienza el avance de la industria, consiguiendo una mejora de los procesadores y las memorias inimaginable hasta el momento.

Nintendo lanzó su primer sistema de videojuegos (Nintendo Entertainment System, NES) en 1986, el cual soportaba juegos mucho más avanzados que los conocidos hasta el momento. En este ambiente de crecimiento de la industria de videojuegos, Sega y Nintendo se convierten en las empresas líderes del sector.

Actualmente, el auge de las consolas portátiles y las videoconsolas de altas prestaciones copan el mercado. En el primer grupo, podemos citar la Nintendo Dual Screen (Nintendo DS) y la Play Station Portable (PSP), de Sony. En el segundo grupo destacan la Xbox 360, de Microsoft; la PlayStation 3, de Sony; o la Nintendo Wii.

2.4. Nativos digitales frente a inmigrantes digitales

Prensky, en (Prensky, 2001), comenta que los escolares ya no encajan bien en el sistema educativo tal como se concibió debido a que han crecido en un entorno rodeado de ordenadores, videojuegos, reproductores de música digitales, videocámaras, teléfonos móviles y toda clase de juguetes y herramientas de la “era digital”. Por tanto, se les puede considerar *Nativos Digitales*, lo que significa que su “lengua nativa” es el lenguaje digital de los ordenadores, videojuegos e Internet.

Como contrapunto, en ese mismo documento, Prensky presenta la figura del profesor como *Inmigrante Digital*, ya que no ha nacido y crecido rodeado de estos dispositivos pero en algún momento ha tomado contacto con ellos y trata de manejarlos de la mejor forma posible. Se produce entonces una analogía con el proceso de aprendizaje de un idioma diferente al nuestro: estos conocimientos van a otra parte de nuestro cerebro diferente a nuestro conocimiento *nativo*.

Esta *brecha digital* que existe entre nativos e inmigrantes digitales es uno de los principales problemas que encontramos en la incorporación plena de las tecnologías en la educación, que por otra parte es una de las reivindicaciones de los estudiantes, que quieren

utilizar en las aulas los dispositivos que están acostumbrados a usar fuera de ellas. Además, las características innatas de los nativos digitales permiten a estos alumnos gestionar mejor su propio aprendizaje, ya que son capaces de absorber rápidamente la información por medio de imágenes y sonidos, pueden recuperar y procesar información de varias fuentes de forma simultánea, están permanentemente comunicados e incluso generan su propio contenido (García, 2007).

Sin embargo, estas mismas capacidades son las que, en parte, *asustan* a los profesores, que se sienten en peores condiciones para manejar estos dispositivos. La solución a este problema pasa por la alfabetización digital de estos profesores, el desarrollo de herramientas de fácil manejo que les permita mantener un control del aula de forma similar al que ejercen durante una clase tradicional y la concienciación, tanto de profesores como de alumnos, respecto al papel del profesor como mediador y guía, que si bien puede haber cambiado en este nuevo paradigma, no ha perdido ni un ápice de su importancia.

En el caso que nos ocupa, es decir, el uso de videojuegos, encontramos tres formas distintas de usarlos en las aulas:

- Utilizar los videojuegos comerciales y aplicarlos para obtener o mejorar algunas capacidades o valores específicos.
- Utilizar videojuegos educativos, que están pensados específicamente para enseñar una parte del currículo a la vez que se mantiene una parte lúdica.
- Utilización de los llamados *juegos serios* (*serious games*), que suelen describir sistemas de simulación o entrenamiento donde poder realizar acciones y ver los resultados que se producen.

En los siguientes apartados se explican cada una de estas opciones, presentando algunos videojuegos de ejemplo.

2.5. Videojuegos comerciales en la escuela

Aunque aún no podemos hablar de una introducción generalizada de los videojuegos en las aulas, sí es cierto que existen diversas iniciativas que utilizan videojuegos comerciales, tales como, por ejemplo, las desarrolladas en el grupo F9 de la Universidad Barcelona, liderados por Begoña Gros, o los estudios realizados en la Universidad de Alcalá de Henares, liderados por Pilar Lacasa. A continuación se presentan algunas de las experiencias que se han realizado en este sentido.

2.5.1. PCFUTBOL7 como herramienta de apoyo para el aprendizaje de matemáticas y geografía

Podemos reseñar, por ejemplo, el trabajo de (Aguayos, 2000), citado por (Etxeberría, 2001), que propone el uso del videojuego PCFUTBOL7 como herramienta de apoyo para el aprendizaje de matemáticas y geografía. En este juego, los alumnos tienen que ganar el máximo número de competiciones para ascender de categoría y gestionar su club de manera competitiva. La edad recomendada oscila entre el último curso de primaria y el primero de secundaria. Además de las matemáticas y la geografía, se trabajan conceptos relacionados con el azar, la autoestima o la interacción en el grupo. En particular, con este juego se trabaja la siguiente lista de habilidades:

- *Psicomotrices*: Lateralidad y organización del espacio.
- *Asimilación y retención de la información*: Atención y memoria, ya que el programa genera información a medida que se avanza en las jornadas. Se deben reconocer banderas y localizar las principales ciudades de los distintos continentes.
- *Habilidades para buscar información dentro y fuera del juego*: Se pueden consultar estadísticas de los encuentros, tales como posesión de balón individual o por equipos, pases, goles, etc.
- *Organizativas*: El jugador debe organizar su equipo y aplicar diversas estrategias para conseguir ganar los distintos partidos.
- *Creativas*: Generar hipótesis y razonamiento deductivo.
- *Analíticas*: Es necesario evaluar las hipótesis y obtener conclusiones para avanzar en el nivel de juego.
- *Toma de decisiones*: La gestión y el mantenimiento del equipo y su estadio mantienen analogías con la realidad.
- *Resolución de problemas*: Se requieren operaciones para hacer transacciones de compra y venta y administrar los recursos del campo, como limpieza, mantenimiento, personal, aforo, vallas publicitarias, retransmisiones y otros medios de índole publicitaria.
- *Habilidades metacognitivas*: El resultado del partido y de la temporada es consecuencia de las decisiones que se han tomado. El alumno debe corregir tácticas y cambiar de estrategia a medida que consulta el producto de sus jugadas, interpretando información de gráficos y tablas estadísticas.

Para obtener el resultado deseado es aconsejable organizar a los alumnos en grupos de dos o tres personas para generar y compartir las estrategias a utilizar. Además, antes de terminar la sesión es necesario hacer una puesta en común de la dinámica de cada grupo y de las estrategias que se han aplicado.

El papel del docente es clave en todo el proceso, ya que debe incidir en los aspectos más significativos, promover el análisis y la discusión y ofrecer salidas en los momentos de dificultad. El docente es el mediador entre el proceso lúdico y el de aprendizaje que están realizando los alumnos.

2.5.2. Age of Empires III en la asignatura medio social

Dentro del grupo F9 se realizó una experiencia con el videojuego *Age of Empires III* (Figura 2.3), en la asignatura *medio social* de sexto de primaria (Gros, 2008). A partir de esta experiencia, los autores han comprobado que los alumnos, por medio del uso del videojuego, han desarrollado un conjunto de nuevas competencias, como por ejemplo, entender el complejo entorno multimedia, consiguiendo leer, escribir, hablar y escuchar en función de los cambios que se producen en el juego. Además, han aprendido a gestionar la información que el juego les proporciona sobre los recursos de cada civilización, utilizándola para mejorar su civilización y hacerla más avanzada, para lo que han necesitado dominar cuatro competencias básicas: gestión de la información, gestión de recursos digitales, gestión y desarrollo de estrategias de diseño y planificación y gestión de la información y las variables del juego. Respecto a las competencias de comunicación, se han mejorado tanto la verbal y escrita como la relacionada con los medios electrónicos. Se ha fomentado el debate, ya que todos los alumnos han participado en una experiencia individual y grupal a la vez: los alumnos tienen que gestionar sus civilizaciones pero tienen también que gestionar las alianzas con el resto de las civilizaciones para que todos puedan conseguir sus objetivos. Finalmente, este diálogo que aparece entre los alumnos provoca un análisis crítico de las actuaciones, lo cual redundará en la

resistencia a la manipulación de los individuos. Por tanto, vemos que se busca favorecer competencias tan importantes como la planificación, la gestión de recursos, la comunicación, el debate y la crítica, competencias todas ellas que se adquieren y mejoran a la vez que los alumnos se divierten con el juego.



Figura 2.3 Imagen del juego Age of Empires

2.5.3. Harry Potter y el Cáliz de Fuego para entrenar habilidades narrativas

Como parte del estudio que realizó la Universidad de Alcalá de Henares, en conjunción con Electronic Arts España, (Lacasa, 2007), encontramos el uso del videojuego *Harry Potter y el Cáliz de Fuego*. De la misma forma que se hizo con el resto de videojuegos utilizados en la experiencia (NBA Live 2007 y Los Sims 2 Mascotas, que se presentan en las siguientes secciones), el proceso de análisis se llevó a cabo mediante grabaciones de video y audio, los documentos realizados por los alumnos y fotografías.



Figura 2.4 Imagen del juego Harry Potter y el Cáliz de Fuego²

² Tomada de http://new.taringa.net/posts/juegos/5589467/Juegos-de-Harry-Potter-_1-6_.html el 15 de octubre de 2010

Harry Potter y el Cáliz de Fuego (Figura 2.4) es un juego de aventuras basado en las historias del libro de J. K. Rowling. Alrededor de su protagonista existe una cultura popular cercana a la vida infantil a través de distintos objetos a los que se le asocian diferentes valores. En este estudio, el juego se utilizó para entrenar las habilidades narrativas de los alumnos.

En el taller realizado con este juego, el objetivo era contribuir a que los niños, de quinto curso de primaria, aprendieran a contar historias a partir de un personaje conocido para ellos, como es Harry Potter. Las fases del taller se materializaron de la siguiente forma:

- *Motivación*: Los alumnos se familiarizaron con el personaje y exploraron la información disponible en Internet. Se realizó en el aula de informática y los alumnos crearon sus blogs, hecho que resultó de especial relevancia para fomentar la participación tanto de los alumnos como de su entorno familiar.
- *Identificación de personajes favoritos*: En esta fase los alumnos tuvieron que justificar de forma oral y escrita, a través de los blogs, cuáles eran sus personajes favoritos. Además, se visualizaron distintos fragmentos de la película que lleva el mismo nombre y los alumnos se familiarizaron con la presentación de historias diferentes sobre el mismo personaje en distintos formatos y con distintos códigos.
- *Recapitulación*: Los niños reflexionaron sobre la figura de Harry Potter como héroe y el significado de este concepto. También llevaron al aula objetos relacionados con el personaje y se construyó un escenario de aprendizaje definido por símbolos relacionados con la cultura infantil descrita en el libro / juego.

2.5.4. NBA Live 2007 para lograr hábitos deportivos

NBA Live 2007 (Figura 2.5) es un juego de deportes que puede ayudar a introducir en la vida diaria muchos de los valores y habilidades asociados al deporte, aunque no es más que un ejemplo de lo que puede realizarse con otros videojuegos deportivos, tales como *Tiger Woods PGA Tour* o *Pro Evolution Soccer*, por ejemplo. El uso de videojuegos deportivos permite incrementar la motivación, elemento clave en el proceso educativo, así como incorporar otros elementos importantes como puede ser el aspecto competitivo.

Puesto que el deporte está muy presente en la vida de los escolares, el objetivo de este taller fue utilizar el videojuego como promotor de valores deportivos y de equipo. El taller se realizó con niños de segundo curso de primaria. En la primera fase del taller se trabajó la motivación, donde los niños reflexionaron sobre cómo es posible aprender con los videojuegos. Durante la segunda fase, los niños jugaron con los videojuegos en clase y también podían llevarlos a casa para compartir lo que habían aprendido con sus familias, tomando consciencia poco a poco del aprendizaje que se estaba produciendo respecto al trabajo en equipo, las técnicas deportivas o las relaciones entre realidad y ficción. Finalmente, en la última fase los alumnos se convirtieron en críticos de videojuegos: Los alumnos dejaron plasmado todo lo aprendido en un mural y lo expusieron en el pasillo del centro para compartir la experiencia con el resto de los compañeros del colegio.



Figura 2.5 Imagen del juego NBA Live 2007³

2.5.5. Sims 2 Mascotas para mejorar la capacidad de resolución de problemas

Por último, *Sims 2 Mascotas* (Figura 2.6) es un juego de simulación que nos permite explorar la realidad desde distintas perspectivas. Los adultos y los niños pueden jugar juntos y crear una realidad en la que se transforman los personajes y los espacios. Este taller se realizó con alumnos de quinto de primaria.



Figura 2.6 Imagen del juego Sims 2 Mascotas⁴

El taller consistió en cuidar a las mascotas de la familia Sims. Como en talleres anteriores, la primera fase fue la de motivación y los alumnos llevaban las consolas a casa para trabajar con ellas y enfrentarse a los retos del juego. En esta fase los niños se convirtieron en expertos críticos y transmitían sus experiencias y trucos al resto de los compañeros. Al principio se hacía de forma oral, después, escrita y, finalmente, por medio de plataformas de Internet. Al final, se plantearon cuestiones concretas de diseño en el mundo virtual que promovieron la interacción entre los alumnos.

³ Tomada de http://new.taringa.net/posts/juegos/5070457/NBA-Live-2007-_Full_-_MU_.html el 15 de octubre de 2010

⁴ Tomada de <http://www.taringa.net/posts/juegos/3310529/los-sims-2-con-mascotas--1-link-.html> el 15 de octubre de 2010

Una de las conclusiones de este informe hace referencia a la importancia de la intervención de un adulto, en este caso el docente, en el proceso de juego, con objeto de que los niños puedan realizar una reflexión acerca de lo que han hecho en el juego y cómo trasladarlo a la vida real. Por ello, cuando el grupo trabaja sólo, los alumnos suelen hacer descripciones de lo que han vivido sin hacer ninguna crítica al respecto. Sin embargo, cuando en este proceso interviene un adulto, se llevan a cabo procesos de resolución de problemas y se establecen relaciones entre el mundo real y el mundo virtual con el que se interacciona en el juego, lo cual permite obtener un beneficio mayor del proceso de juego.

2.5.6. Otros videojuegos comerciales

En el marco del proyecto “Juegos Educativos en el Aula” (Felicja, 2009), se ha estudiado cómo otros videojuegos comerciales pueden contribuir al desarrollo de distintas habilidades de los alumnos. En la Tabla 2.1 se muestran dichos videojuegos y los posibles beneficios que pueden obtenerse durante su juego.

Tabla 2.1 Videojuegos comerciales conocidos y sus beneficios formativos (Felicja, 2009)

Juego	Beneficios formativos
Age of Empires II	Historia, estrategia, administración de recursos
Age of Mythology	Mitología, estrategia y administración de recursos
Bioscopia	Zoología, biología celular, biología humana, botánica y genética
Chemicus	Química
Civilization III	Planificación y resolución de problemas
Making history: The calm and the storm	Historia, Segunda Guerra Mundial, gestión económica y negociación
Nancy Drew: Message in a Haunted Mansion	Investigación, deducción y resolución de rompecabezas
Oregon Trail	Historia, geografía, matemáticas, razonamiento lógico, estrategia, administración de recursos y lectura
Pharaoh	Civilización egipcia, estrategia y administración
Reader Rabbit	Lectura y escritura
Return if the Incredible Machine Contraptions	Habilidades para la resolución de problemas y física
Roller Coast Tycoon 3	Administración, energía cinética y potencial
Toontown	Colaboración social
Where in Time is Carmen Santiago	Descubrimiento y lógica
World of Warcraft	Aprendizaje colaborativo
Zoombinis Logical Journey	Lógica y álgebra

2.5.7. Consideraciones para el profesor

Como hemos visto, existen diversas aproximaciones en la introducción de los videojuegos en las aulas. En el manual para docentes de Felicja (Felicja, 2009) se incorpora además un apartado en el que se instruye a los docentes acerca de cómo realizar este tipo de sesiones como parte de su programación lectiva, de tal forma que el resultado de dichas sesiones sea satisfactorio tanto para el alumno como para el profesor. Para que esto ocurra, es necesario que el profesor haga una sesión previa de juego e identifique los aspectos que son relevantes para el contenido educativo que le ocupa. Hay que tener en cuenta un conjunto de factores que facilitarán el desarrollo de la sesión, como por ejemplo: disponer de auriculares si el juego

tiene sonido, crear los grupos a priori, programar descansos cada 45 minutos o asegurarse de que la iluminación del aula es adecuada.

Antes de comenzar la sesión, el profesor debe haber identificado las partes del juego que mejor respaldan los objetivos formativos y haberlos imprimido para que los alumnos los tengan disponibles. Además, debe explicar a los alumnos qué se espera obtener a partir del juego. Y por supuesto, mantener el control del tiempo de juego.

Finalmente, la parte más importante de una sesión de aprendizaje con videojuegos es la sesión final de evaluación, donde los alumnos reflexionarán sobre el contenido del juego y cómo les ha servido para afianzar los conocimientos que se habían planteado en los objetivos.

Una consideración adicional que el profesor debe tener en cuenta es que las características del juego dentro y fuera del aula son sustancialmente diferentes. Algunas de estas diferencias se recogen la Tabla 2.2 (Gros, 2009):

Tabla 2.2 Características del juego fuera y dentro del aula (Gros, 2009)

Características	Fuera de la Escuela	Dentro de la Escuela
Reto y adaptación	Los juegos suelen ser más divertidos cuando son algo difíciles para el jugador que cuando son muy fáciles.	Los juegos deben proporcionar una dificultad progresiva en función de los jugadores y su nivel de dominio.
Inmersión	Los juegos suelen demandar un alto grado de inmersión en el juego por lo que pueden absorber mucho tiempo.	Es preciso determinar actividades significativas con el juego ya que en un entorno escolar no se puede destinar muchas horas al juego.
Principios no didácticos basados en la práctica	Los juegos son autoexplicativos, no se precisan manuales para empezar a jugar. Se aprenden jugando.	Es necesario tener en cuenta este principio ya que no hace falta enseñar el juego antes de empezar a trabajar con él. A menudo, entre los propios niños, se crean grupos de apoyo mutuo.
Autenticidad	Las tareas deben ser realizadas de forma inmediata y no tienen ninguna relación más allá del propio juego.	Las tareas deben estar relacionadas con el mundo real de las prácticas propuestas en el aula.
Interacción con reglas, alternativas y consecuencias	Los jugadores experimentan la consecuencia de sus acciones a partir de la interacción con las reglas del sistema.	Es importante hacer conscientes a los jugadores de las decisiones tomadas y las consecuencias en función de las reglas del juego.
Retroalimentación y evaluación	Los juegos proporcionan una retroalimentación inmediata de las acciones con pistas visuales, auditivas, textuales, etc.	Los juegos pueden usarse en el aula para proporcionar diálogo, intercambiar opiniones y conocimientos. No es preciso que sean juegos multijugador ya que la interacción se realiza en la propia aula.
Aprendizaje mutuo	Algunos jugadores participan en foros para compartir conocimientos, trucos, etc.	No todos los jugadores tendrán el mismo conocimiento y dominio del juego pero es una situación adecuada para el aprendizaje mutuo.
Identidad	Los jugadores pueden experimentar múltiples identidades en función del tipo de juego.	Los jugadores, a partir de la experimentación con identidades diferentes, pueden analizar las conductas y formas de interacción establecidas en el juego, situaciones sociales, etc.
Alfabetización	Los juegos preparan para el uso de entornos electrónicos complejos, con el uso de múltiples formatos simultáneos.	Es importante trabajar la diversidad de los datos que aparecen en el juego: complejidad de los datos, multitarea, simultaneidad, comunicación con otros, análisis de imágenes, toma de decisiones, etc.

Reflexión práctica	Los juegos no acostumbran a proporcionar un espacio para la reflexión	Los juegos acostumbran a proporcionar un espacio para la reflexión. El aula es un buen lugar para hacerlo.
--------------------	---	--

El conjunto de diferencias presentado en la tabla anterior es clave para el diseño de las sesiones de aprendizaje y debe ser tomado en consideración por los profesores.

2.5.8. Análisis de las experiencias presentadas

Como hemos podido ver a lo largo de esta sección, distintos investigadores del ámbito de la pedagogía y la psicología han realizado experiencias de aprendizaje utilizando los videojuegos que existen en el mercado y se han realizado distintos estudios para determinar cómo algunos de estos juegos pueden ser utilizados en las aulas como apoyo al proceso educativo.

En nuestra opinión, gran parte del éxito de estas experiencias radica en la utilización de videojuegos pensados para divertir, es decir, de *verdaderos* videojuegos. Los alumnos se sienten atraídos por el juego en sí más que por el aprendizaje que, a la postre, van a obtener. Sin embargo, para que estas experiencias puedan tener lugar de manera satisfactoria, hemos podido comprobar que es necesario un esfuerzo importante por parte del profesorado. Tal como se ha explicado en la sección 2.5.7, es necesario que el profesor realice un proceso de selección del juego adecuado a sus necesidades, que aprenda a jugar, que determine qué puntos son importantes para la reflexión y aprendizaje que quiere realizar y, finalmente, conseguir el número suficiente de copias para que sus alumnos puedan trabajar con el videojuego. Además, no debemos perder de vista que algunos de estos requisitos pueden ser difícilmente alcanzables por muchos de los profesores que, probablemente, no dispondrán de una batería de videojuegos ni de los dispositivos necesarios para poder probarlos.

En cualquier caso, el uso de videojuegos comerciales en las aulas es una buena fórmula para la adquisición de habilidades específicas, pero no facilita la adquisición de conocimientos de una materia determinada.

2.6. Videojuegos educativos

Entre los numerosos tipos de videojuegos que existen, son de especial interés para este trabajo los videojuegos educativos, cuyo objetivo es enseñar algún contenido relacionado con el currículo escolar. En este sentido, siguiendo el modelo presentado por Vygotsky (Mooney, 2000), el juego actúa como *mediador* en el proceso de aprendizaje, ya que los contenidos educativos están inmersos dentro del propio juego. Uno de los factores que contribuyen al éxito de este tipo de videojuegos es su componente de diversión, la cual mantiene la motivación de los alumnos que, convertidos en jugadores, afrontan los retos educativos sin ser conscientes de ello (Mendoza, 1998).

Sin embargo, todavía hoy, cuando colocamos la palabra *educativo* junto a *videojuego*, en nuestro subconsciente algo nos dice que no va a ser divertido. Y es que, en realidad, la mayoría de los juegos que se enmarcan en esta categoría tienen una fuerte intención educativa y dejan a un lado distintos aspectos relacionados con la jugabilidad (González, 2010), lo cual provoca que se pierda parte del interés en el juego. Y es que no podemos perder de vista los

cánones del diseño de videojuegos, es decir, las principales características que convierten un software en un videojuego (Lepper, 1987), como son:

- Existencia de un héroe o protagonista con el cual el jugador debe identificarse.
- Antagonistas o retos que proponen nuevos desafíos a superar.
- Entregar una realimentación constante del estado del juego, sobre todo si los avances son significativos.
- Crear un efecto inmersivo que permita al jugador insertarse en la mecánica del juego.

En nuestra opinión, para que un videojuego educativo sea realmente efectivo debe contener cada uno de estos elementos. Por ello, definimos ***videojuego educativo*** como un software de entretenimiento que tiene implícito un contenido educativo específico, siendo suficientemente satisfactorio tanto desde el punto de vista lúdico como desde el punto de vista educativo y existiendo una relación clara entre ellos que permite identificar qué se ha aprendido en cada una de las actividades del juego. Esto significa que un videojuego educativo debe contener los elementos propios de un videojuego que lo hacen atractivo a los usuarios y debe incluir un conjunto de elementos de aprendizaje que permita a los mismos obtener un beneficio educativo de su juego. Además, debe estar suficientemente especificado lo que se ha aprendido en cada partida y debe registrarse dicho aprendizaje.

Existen distintas experiencias que utilizan los videojuegos educativos actuales como parte del proceso de aprendizaje. A continuación se presentan algunas de las experiencias que nos han parecido más interesantes, finalizando con un análisis de las mismas.

2.6.1. Videojuegos educativos: Más educativos que videojuegos

Como ya se ha comentado anteriormente, algunos videojuegos educativos tienen una fuerte intencionalidad educativa, lo cual provoca que pierdan parte de las bondades del proceso de juego. A continuación describimos algunos ejemplos que pensamos que tienen esta característica.

Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas

Comentaremos, por ejemplo, la aproximación de López-Morteo (López-Morteo, 2007), que propone los *Instructores Interactivos de Diversiones Matemáticas* (IIDM), donde se diferencia claramente entre el componente didáctico y el lúdico. El principal objetivo de los IIDM es mejorar las habilidades matemáticas y ayudar al desarrollo del pensamiento matemático de los usuarios. Cada IIDM puede considerarse como una unidad didáctica auto-contenida y puede presentarse como páginas web con texto, imágenes, vídeo, elementos dinámicos o aplicaciones Java incrustadas. Además, los autores han desarrollado el sistema *Los supersabios*, un entorno de aprendizaje electrónico colaborativo para la generación de conocimiento matemático a través del uso de objetos de aprendizaje divertidos. Uno de los ejemplos que se ofrecen en el sistema es el conocido problema de las Torres de Hanoi, a través del cual el estudiante aprende conceptos relacionados con las propiedades de los números enteros, la cardinalidad y el infinito mientras intentan resolver el problema en el mínimo número de movimientos posibles. Además, el estudiante dispone de herramientas de comunicación para estar en contacto con otros compañeros.

Para testear este sistema, los autores emplearon un juego de emparejamiento de cartas en el que los motivos eran operaciones matemáticas y los resultados de las mismas. Los estudiantes jugaron en parejas y por turnos. Uno de los hallazgos de los investigadores fue que las herramientas de comunicación provistas no supusieron un elemento de distracción,

sino más bien una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje y un mecanismo para establecer redes entre los estudiantes. Además, el experimento realizado arrojó resultados satisfactorios en varios sentidos: la personalización de la interfaz provista por la herramienta resultó útil a los estudiantes, sobre todo a aquellos que tenían propensión a la distracción, ya que pudieron ampliar el área de juego para no tener otros elementos distractores a la vista; las herramientas disponibles para el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de juegos en grupo resultaron ser adecuadas para los objetivos propuestos; aunque los alumnos manifestaron que no les gustaban demasiado las matemáticas, eran conscientes de la importancia de las mismas y encontraron que el sistema propuesto era de ayuda para su proceso de aprendizaje.

Sin embargo, los autores señalan que es importante eliminar la distancia que existe entre el contenido educativo y el espacio lúdico, de tal forma que los estudiantes puedan tener una experiencia de aprendizaje lo más satisfactoria y motivadora posible. Esto, unido a las respuestas de los estudiantes referidas a su preferencia por los videojuegos como elementos on-line, nos lleva de nuevo a plantearnos la necesidad de introducir los contenidos educativos en videojuegos multijugador como parte de un proceso de aprendizaje complementario al tradicional, en el que los estudiantes encuentren un espacio de diversión en un entorno social a la vez que aprenden.

Algorithm Game

En la educación superior también podemos encontrar algunos de estos juegos, como por ejemplo, el denominado *Algorithm Game*, en (Shabanah, 2010), que tiene las siguientes propiedades: Cada algoritmo se puede crear desde cero o modificando el algoritmo definido en un juego que ya exista. Además, los juegos deben ser lo suficientemente sencillos para que los alumnos no se aburran y lo suficientemente desafiantes como para mantenerlos motivados. Los juegos pueden ser de cualquier género pero, en cualquier caso, deben fijar los objetivos claramente y ofrecer una realimentación adecuada a los jugadores. Finalmente, la representación que haga el juego del algoritmo debe simular adecuadamente el comportamiento real del algoritmo que se está modelando.

Con estas premisas, los autores han diseñado tres juegos para tres algoritmos característicos de la programación: búsqueda binaria, lista enlazada y árbol binario.

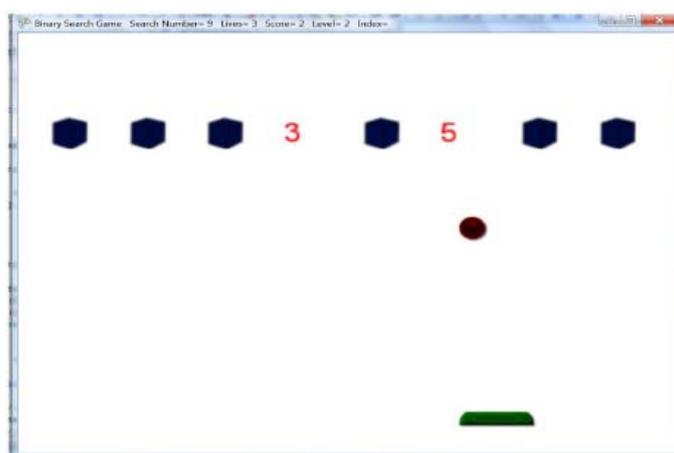


Figura 2.7 Imagen del juego para el algoritmo de búsqueda binaria (Shabanah, 2010)

Para la búsqueda binaria (Figura 2.7) se ha diseñado un juego que consiste en golpear un conjunto de bloques organizados en una fila con una pelota que rebota en una plataforma a modo de pala. Al principio, el número de bloques es menor, pero va creciendo a medida que se avanza de nivel. El juego finaliza cuando el jugador pierde todas sus vidas o cuando

completa todos los niveles del juego. El jugador empieza a jugar golpeando uno de los bloques con la bola y la pala. Si el jugador golpea el bloque que está en el centro, gana un punto. Entonces, si el número que está buscando es mayor que el que ha encontrado, se continúa jugando con los bloques que quedan a la derecha del que se ha descubierto. Si no, se juega con los bloques de la izquierda. El jugador gana si el bloque que ha descubierto coincide con el número que buscaba. Si, por el contrario, el bloque descubierto no está en el centro, entonces el jugador pierde una vida. Si aún tiene vidas, el jugador continúa jugando; si no, el juego finaliza.

Para la lista enlazada, los jugadores tienen que construir una cadena de nodos conectados de acuerdo con el algoritmo para insertar y eliminar elementos. Dependiendo del color, los jugadores tienen que construir una cadena de nodos tan rápido como puedan, de tal forma que los nodos del mismo color tienen que estar juntos. Durante el juego, nodos de diferentes colores se presentan al jugador y éste debe añadir y borrar nodos hasta que alcance la combinación requerida. Si un nodo se añade o se borra de forma inapropiada, éste se cae y el jugador pierde una vida.

Finalmente, para el algoritmo del árbol binario, los jugadores tienen que construir un árbol binario a partir de un conjunto de valores que se dan uno tras otro, de la forma más rápida posible. Para hacerlo, a medida que se van suministrando, el jugador tiene que insertar los nodos que contienen dichos valores en el sitio adecuado del árbol.

Ninjitsy Sea Pirates

Existen otros ejemplos en el mismo ámbito, relacionados también con el aprendizaje de conceptos de programación, como por ejemplo, el *Ninjitsu Sea Pirates* (Chaffin, 2010). El objetivo de este juego es proporcionar una forma interactiva de aprender el funcionamiento de las listas enlazadas en un juego de puzle individual. Como se muestra en la Figura 2.8, el jugador es un pirata que navega de una isla a otra. Cada una de las islas representan nodos en una lista enlazada y cada isla *apunta* al siguiente destino. Este juego también contiene pequeños programas en C# donde los usuarios tienen que manipular los punteros para que todo funcione correctamente.



Figura 2.8 Escena del juego *Ninjitsu Sea Pirates* (Chaffin, 2010)

Ninjitsu Sea Pirates no resultó ser tan efectivo como se esperaba desde el punto de vista del aprendizaje, ya que se basaba únicamente en representaciones numéricas de punteros, los retos de implementación (C#) eran demasiado sencillos y su pre / post tests no se diseñaron correctamente, ya que no estaban relacionados con lo que los alumnos habían practicado en el juego.

En la misma línea encontramos otros juegos propuestos por los mismos autores, como por ejemplo, el juego *Noah's Arkstraction* o el *Izzi Otter and the Bodacious Band of Bug Bots*. Sin embargo, los resultados de aprendizaje y las opiniones de los alumnos resultaron no ser

todo lo satisfactorios que cabía esperar, ya que, de nuevo, los test no estaban bien diseñados y los alumnos manifestaron que los juegos eran repetitivos y poco atractivos.

Como vemos, si bien los autores pretendían introducir una fuerte carga educativa, al final no lo han conseguido debido, en parte y en opinión de los alumnos, a una mala planificación de los aspectos lúdicos de los juegos.

2.6.2. Videojuegos educativos: Entrenamiento de habilidades

Otros videojuegos están dirigidos al entrenamiento de habilidades de los jugadores. Debido al interés que este trabajo tiene en los procesos aprendizaje colaborativos, nos ha parecido interesante destacar algunos ejemplos que se centran en el entrenamiento de habilidades sociales, como es la *colaboración*. Un ejemplo de este tipo de juegos podemos encontrarlo en (Gallardo, 2002; Collazos, 2004; Collazos, 2007), donde se presenta el juego *TEAMQUEST* como mejora del anteriormente realizado por César Collazos (Collazos, 2002; Collazos, 2007), *Chase the Cheese*.

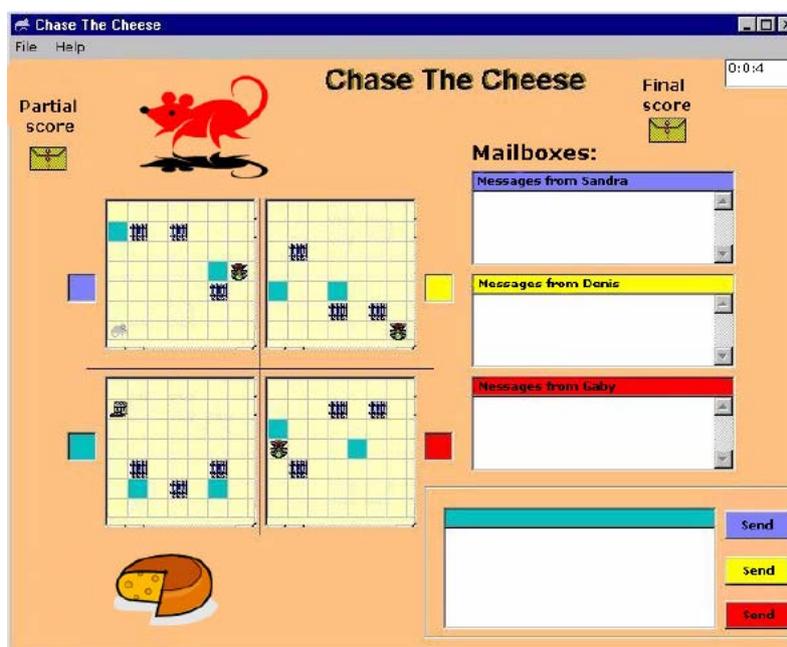


Figura 2.9 Interfaz del juego Chase the Cheese (Collazos, 2007)

Chase the Cheese

En el juego original, cuatro jugadores se conectan por medio de un PC. Cada jugador se identifica con su nombre y la aplicación le asigna un color (violeta, amarillo, rojo o celeste). Existen cuatro zonas de juego, que representan las habitaciones por la que debe pasar el ratón para alcanzar el queso. Cada habitación está representada por un color, que coincide con alguno de los colores asignados a los jugadores. El jugador que tiene asignado el color de la habitación actual asume el rol de coordinador del juego mientras el ratón se encuentre en ese cuadrante y es el encargado de dirigir los movimientos del ratón. En cada habitación existen trampas negras que están visibles a todos los jugadores y que deben ser sorteadas para llegar al *semáforo* que conduce al ratón a la siguiente habitación. La mayor dificultad del juego radica en que existen trampas de colores que sólo pueden verse por el alumno cuyo color coincida con el color de la trampa. La puntuación del juego se mide a través de la puntuación individual de cada jugador, que comienza con un valor predeterminado y se va descontando

cada vez que el ratón pasa por alguna de las trampas. La puntuación total del grupo es la suma de las puntuaciones individuales de los miembros del grupo. El objetivo grupal de este juego es llevar al ratón desde su posición inicial hasta el queso, atravesando los cuatro cuadrantes. De esta forma, se observa cómo se produce una dependencia entre los jugadores, lo que obliga a realizar tareas de planificación, comunicación y coordinación para superar los retos propuestos.

Los principales problemas que se encontraron en el juego *Chase the Cheese* (Figura 2.9) estaban concentrados en tres aspectos: 1) la interfaz, que es poco atractiva, 2) el sistema de comunicación, que no permite enviar mensajes a todos los compañeros a la vez, y 3) la plataforma, que sólo permite ejecutar el juego en una red local.

TeamQuest

Para mejorar estos aspectos del juego, surge *TeamQuest* (Figura 2.10). Su interfaz permite a los jugadores crear nuevas partidas e introducir sus datos, además de permitir seleccionar un avatar que facilite la inmersión en el juego. Además, la configuración de los mapas, niveles y personajes se realiza en un fichero de texto para realizar cambios o crear nuevas configuraciones. La interfaz de juego es homóloga a la del juego anterior, pero ahora presenta un diseño más atractivo y ventanas de comunicación individuales y también grupales, con objeto de facilitar la comunicación entre todos los miembros del grupo.



Figura 2.10 Interfaz del juego TeamQuest (Collazos, 2007)

El objetivo grupal de los jugadores es llevar a los personajes desde la posición inicial hasta la final, tal como ocurría en el juego original. Sin embargo, ahora se presentan un conjunto de ítems (espada, escudo o armadura, por ejemplo) y pócimas (de recuperación, por ejemplo) que permiten a los jugadores recuperar puntuación perdida a lo largo del juego.

Para monitorizar la actuación de los alumnos existen tres ficheros de eventos. El primero almacena la configuración inicial del juego, las puntuaciones parciales, la puntuación total y la hora en que se termina de jugar. El segundo fichero almacena los mensajes enviados en el grupo mientras se ejecutaba el juego. El último fichero almacena una traza de las jugadas ejecutadas durante el juego, traducida al lenguaje natural. Esta monitorización es un factor crucial, ya que permite realizar estudios posteriores al proceso de aprendizaje y, como resultado de este análisis, permite actuar sobre dicho proceso.

2.6.3. Videojuegos educativos: Trabajando en grupo

Siguiendo con la línea de interés de aprendizaje en grupo, pensamos que es interesante destacar algunos videojuegos educativos que incluyen actividades colaborativas. Por ejemplo, en el ámbito del aprendizaje relacionado con las palabras, Zurita et al. (Zurita, 2004) han desarrollado un juego para dispositivos móviles basado en el juego *Syllable-CL*. En este juego, que no es digital, los alumnos se agrupan de tres en tres y cada uno de ellos coge un *token* de un sobre de sílabas. Este sobre contiene *tokens* para formar palabras de una, dos y tres sílabas. Con las sílabas de los tres miembros del grupo deben formar el máximo número de palabras posible. Una vez que se han puesto de acuerdo en la palabra que van a formar, el alumno que tiene la primera sílaba empieza a construir la palabra colocando su *token* en el tablero. El resto de los compañeros continúan construyendo la palabra colocando las sílabas en el orden correcto. Si la palabra que van a formar tiene menos de tres sílabas, entonces los alumnos cuya sílaba no participe en la palabra seleccionada no tienen que colocar su *token* en el tablero.

Los autores han denominado *Syllable-MCSCL* (Figura 2.11) al homólogo digital de este juego. En la versión digital podemos distinguir los siguientes elementos:

- Identificación de los compañeros que trabajan juntos por medio de un icono que identifica al grupo.
- Información individual de cada alumno, es decir, cada alumno ve la sílaba que le ha tocado.
- Un espacio para que el alumno comparta el trabajo con su grupo y permitir así la colaboración entre los miembros del grupo.
- Un espacio para construir por turnos, es decir, para construir la palabra, los alumnos deberán introducir la sílaba en la posición correcta, justo después de que el alumno con la sílaba anterior la haya colocado.
- Una vista común para todos los alumnos, donde puedan ver cómo se va construyendo la palabra.
- Un mecanismo para consensuar si la palabra que se ha formado es correcta, por medio de un sistema de confirmaciones que cada miembro del grupo debe activar para validar la palabra como resultado final.
- Evaluación de la respuesta y decisión de construir más palabras. Los alumnos tienen tres opciones:
 - La palabra construida es correcta y todos los alumnos están de acuerdo. El dispositivo móvil hace sonar una melodía con aplausos, muestra la palabra construida y la cantidad de palabras correctas que el grupo ha construido hasta el momento. Además, se les pregunta si quieren seguir formando palabras con las mismas sílabas. Para continuar, es necesario que todos los miembros del grupo contesten lo mismo. Si los alumnos quieren continuar construyendo palabras con las mismas sílabas, entonces los dispositivos vuelven al estado inicial y los alumnos comienzan a construir una nueva palabra.
 - Cuando los alumnos construyen una palabra que no existe, el dispositivo móvil hace sonar una alarma y muestra un mensaje indicando que la palabra no existe, volviendo de nuevo a la posición original, con las mismas sílabas. Este tipo de realimentación sólo es posible cuando el profesor está presente o cuando la actividad se implementa con tecnología, como en este caso.
 - Si todos los alumnos están de acuerdo en que la palabra que han formado no es correcta, el dispositivo móvil vuelve a su posición inicial, mostrando las mismas sílabas.

- Registro de palabras construidas: Cuando el grupo construye la primera palabra correcta aparece un botón en la parte inferior izquierda de la pantalla. Pulsando este botón, los miembros del grupo pueden consultar las palabras que ya han construido.



Figura 2.11 Imagen del juego Syllable-CL (Zurita, 2004)

Para comprobar la validez de este juego, los autores realizaron un experimento en una escuela pública de Santiago de Chile, con niños de 12 años. Realizaron un pre-test de 35 minutos de duración, compuesto por 8 ejercicios. En cada uno de estos ejercicios se daban tres sílabas y cada alumno debía construir todas las palabras que pudiera de una, dos o tres sílabas. La puntuación de cada ejercicio se obtuvo considerando la cantidad y complejidad de las palabras construidas.

El experimento se realizó durante 4 semanas, con un total de 20 sesiones, para un grupo de control y un grupo experimental. Ambos grupos recibieron los mismos ejercicios. Como resultado, se observó que los alumnos que utilizaron el juego digital necesitaron una media del 40% menos de tiempo para completar los ejercicios. Además, desde el punto de vista cualitativo, se observó que los alumnos podían moverse más libremente por el aula y que se resolvían los problemas que se daban en el grupo de control referentes al manejo de los sobres y los *tokens*. También fue muy apreciada la realimentación instantánea para cada una de las palabras construidas en los grupos.

2.6.4. Videojuegos educativos: Introducir adaptación en el proceso

En el contexto del aprendizaje de matemáticas encontramos el trabajo de Carro et al. (Carro, 2002), que diseñan un mecanismo para generar juegos adaptativos, de tal forma que los componentes del juego, la secuencia de juegos generada, el escenario de juego y su dificultad se adaptan a las características y a las acciones de cada usuario. Estas adaptaciones se realizan en tres fases: 1) selección automática de actividades que puede realizar el usuario, 2) selección de juegos informáticos más apropiados para el usuario, y 3) en el caso de que los juegos sean parametrizables, generación del juego con la dificultad adecuada.

A modo de ejemplo, se presenta el juego *Ecotons2* (Figura 2.12), que pretende fomentar el desarrollo del razonamiento matemático de los alumnos de forma amena. *Ecotons2* es un conjunto de juegos cuyos objetivos abarcan desde aprender a contar hasta identificar y comparar objetos, pasando por la realización de sumas, enumeraciones, etc. Estos objetivos

no se proponen directamente a los alumnos, sino por medio de una historia con objetivos fantásticos que ellos pueden conseguir resolviendo los problemas que se les plantean. Estos juegos se generan dinámicamente a partir de plantillas de juegos con parámetros que pueden tomar valores aleatorios. Cada juego se repite un cierto número de veces dependiendo de las acciones de los usuarios, de tal forma que si el usuario se equivoca, pueda intentarlo de nuevo. Ente la batería de juegos que se propone encontramos los siguientes:

- *Ballena*: Los niños tienen que contar los caminos entre la ballena cría y su madre.
- *Delfín*: Los alumnos tienen que ordenar los números en orden creciente o decreciente para ayudar al delfín a saltar de un agujero a otro.
- *Contenedor*: Introducir los objetos (envases, papeles y botellas) en el contenedor de reciclaje adecuado (amarillo, azul y verde).
- *Pilas*: Pasar pilas (2 tamaños) de una mano a otra para que el peso sea igual en ambas manos.
- *Casa*: Elegir el camino más corto hacia una casa.
- *Envase*: Elegir el envase con ciertas características (tamaño, forma y color) de un conjunto de envases.
- *Tortuga*: Asociar las crías de distintos animales con sus padres.
- *Elefante*: Sumar el número de elefantes que aparecen en dos manadas.
- *Pescado*: Escribir el número de peces pescados con cada caña y escribir el resultado de la suma.
- *Tablero*: Crear la figura simétrica a una dada colocando fichas en recuadros.



Figura 2.12 Dos escenas del juego Ecotoons2 (Carro, 2002)

La incorporación de procesos de adaptación es clave para el éxito de los videojuegos en las aulas, ya que permite personalizar el aprendizaje a cada uno de los alumnos en función de sus habilidades, o de cualquier otra característica que les haga diferenciarse del resto.

2.6.5. Videojuegos educativos: Experiencia para dispositivos móviles

Como ejemplo de los trabajos realizados con dispositivos móviles, citaremos el trabajo de Almonte et al. (Almonte, 2010), cuyos juegos, relacionados con el aprendizaje de la composición del planeta, se implementan sobre iPod Touch. En este trabajo se presentan tres juegos distintos.

El objetivo didáctico del primer juego (Figura 2.13) es enseñar a los alumnos las diferentes capas que forman el planeta Tierra, así como las características principales de cada una de ellas. El jugador controla un personaje que se desplaza a través de las capas de la tierra salvando los obstáculos que se va encontrando en su camino. La información que necesita de cada capa la obtiene por medio de mensajes que proceden del copiloto. El segundo juego trata de enseñar las capas de la atmósfera, pero esta vez la información se presenta en forma de

texto, añadiendo propiedades de cada una de las capas en función de la altitud en la que se encuentre el alumno en cada momento. Finalmente, en el tercer juego se propone concienciar a los alumnos acerca de los desastres naturales y qué medidas tomar para mitigar sus efectos. Este juego tiene tres fases, cada una centrada en un tipo de desastre natural: terremotos, erupciones volcánicas e inundaciones. Las acciones que se enseñan a los alumnos están centradas en explicar la preparación de los objetos necesarios para mantener la zona segura en caso de terremoto, salir de un radio determinado antes de un plazo de tiempo determinado durante una erupción volcánica o evacuación a zonas más altas en el momento en que un individuo nota un rápido aumento del nivel de agua.



Figura 2.13 Imagen de una escena del juego *Layers of the Earth* (Almonte, 2010)

Durante la evaluación del juego con los alumnos, los autores percibieron que, si bien los resultados de las encuestas fueron satisfactorios, de las observaciones y entrevistas se concluyó que los alumnos no prestaban demasiada atención a la información presentada en el juego, aunque eran capaces de jugar sin necesidad de obtener instrucciones explícitas al respecto.

2.6.6. Videojuegos educativos: Dos ejemplos que funcionan

Aunque existen distintas experiencias cuyos resultados no han sido todo lo buenos que se esperaba, en la bibliografía podemos encontrar algunos ejemplos que pensamos que están más cerca de lo que nosotros entendemos como videojuegos educativos y que, de hecho, han obtenido buenos resultados.

Proyecto NUCLEO

El proyecto NUCLEO (Sancho, 2008) intenta lograr un aprendizaje basado en proyectos (PBL, del inglés, Project Based Learning) y en el aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL, del inglés, Computer - Supported Collaborative Learning). Consiste en un mundo virtual incrustado en la plataforma Moodle que los autores utilizan en sus clases para facilitar el proceso de aprendizaje a sus alumnos. Para mejorar el aprendizaje colaborativo, NUCLEO aplica diferentes recomendaciones incluidas en las teorías de base, como son: 1) fija un escenario de aprendizaje a partir de un mundo virtual y un juego de rol; 2) estructura las interacciones entre estudiantes por medio de actividades colaborativas; y 3) presenta un modelo de adaptación para formar equipos de forma eficiente.

El juego se desarrolla en un universo virtual (Figura 2.14) poblado por un tipo especial de habitantes. NUCLEO está a punto de extinguirse por culpa de un virus que está destruyendo el mundo virtual. Para hacer frente a esta terrible amenaza, las unidades de combate (3 ó 4 miembros) luchan en diferentes misiones. Los avatares de los estudiantes son los componentes de estas unidades y sus habilidades están condicionadas por la tribu a la que pertenecen. Existen tres tribus en NUCLEO:

- *Eviants*: Están entrenados en los poderes mentales y están cualificados especialmente para la estrategia y la lógica.
- *Rucks*: Son una tribu itinerante de las regiones periféricas que está compuesta principalmente por piratas y mercenarios.
- *Exters*: Son una tribu extraña que ha evolucionado en condiciones extremas. Son mutantes con formas raras y extraños poderes.



Figura 2.14 Imágenes del mundo virtual del proyecto NUCLEO (Sancho, 2008)

La interacción social en el juego se realiza en dos niveles: dentro del grupo y entre grupos, de forma que se produzca colaboración entre los diferentes equipos y los estudiantes obtengan recompensas individuales por ayudar a otros.

El aprendizaje del lenguaje de programación se introduce en el juego por medio de lo que se han denominado *misiones*. Cada una de estas misiones es un problema de programación, más o menos complejo, que requiere la colaboración de todos los miembros del grupo. A modo de ejemplo, se presenta una de las misiones propuestas, que, como podemos observar, se plantea de forma que queda inmersa en la atmósfera del juego (Sancho, 2010):

La hora definitiva ha llegado... El Consejo necesita de su sabiduría por última vez.

El enemigo ha minado el terreno en torno a la ciudad de Eviannar, capital del Nucleo, donde residen las bases de datos que albergan el legado del conocimiento de nuestra civilización, y el cuartel general del Consejo de Arcanos. Las minas, que se hallan situadas en las celdas de una cuadrícula de 16 x 30 dispuesta en forma de anillo en torno a la metrópolis, están conectadas a una bomba de neutrones situada bajo la ciudad; una bomba lo suficientemente potente para borrar a Eviannar y sumir a Nucleo en el caos... Sin embargo, los Arcanos de Eviannar han decidido no evacuar la ciudad; nuestra civilización se nutre del conocimiento y sin él no somos nada. Preferimos la muerte a abandonar nuestras bases de datos en poder de la Ciénaga.

Pero existe una esperanza... Ciertos miembros de la raza exter, dotados de especiales poderes de adivinación, son capaces de determinar el número de celdas minadas que hay en la vecindad de aquella sobre la que se encuentran. De tal manera que uno de estos exter que se encontrara situado sobre una celda no minada podría decir cuántas bombas existen en las 8 celdas vecinas, sin llegar a determinar su ubicación. El capitán Errond está al mando de un comando de exters dispuestos a sacrificarse para que el legado del Nucleo no perezca.

Es para esta misión para la que el Consejo solicita de sus habilidades y su sabiduría. Les necesitamos para fabricar un software que minimice el riesgo que corren Errond y los exter al atravesar el campo de minas y, con ello, el de reducir la metrópolis a un puñado de bits... Su software deberá incluir un simulador a modo de campo de pruebas que disponga la

posición de las minas sobre el anillo (sabiendo que existen un total de 99 minas distribuidas al azar). Una vez se ha establecido la distribución inicial de las minas, deben implementar un agente software dotado de una estrategia que minimice el riesgo de volar por los aires al atravesar el terreno minado. Supondrán al agente dotado de los mismos poderes de adivinación que los exter. Tengan en cuenta que sólo puede determinar cuántas minas hay alrededor de una celda que ya se ha pisado y que las minas revientan cuando se pisa la celda bajo la que se ocultan.

Los resultados que han obtenido los investigadores son realmente prometedores (Sancho, 2010): El porcentaje de abandonos que se ha registrado en la asignatura desde que se comenzó a utilizar este sistema se ha reducido drásticamente, pasando del 62% en el curso 2005-2006 a un 16% en el curso 2008-2009. Además, en este último curso, los estudiantes rellenaron un cuestionario de satisfacción sobre diferentes aspectos relacionados con el sistema. El 51% de los estudiantes opinaron que el uso de la plataforma suponía un factor positivo en la motivación, pero un 41% de los mismos manifestaron que el uso de NUCLEO les causaba retraso en sus obligaciones escolares y que no era necesario para su proceso de aprendizaje. Por tanto, aunque el uso de elementos de fantasía y juego resultan un elemento motivador para los estudiantes, el uso de interfaces 3D inmersivas parece que no resulta tan importante como el juego en sí y la estrategia de aprendizaje utilizada.

Proyecto 80days

Relacionada con el aprendizaje de geografía encontramos en el proyecto 80days, un proyecto europeo coordinado por el grupo CSS (Cognitive Science Section) de la Universidad de Graz (Austria). Por medio de este proyecto (Kickmeier-Rust, 2009), los investigadores han desarrollado un juego de aventuras para enseñar geografía a estudiantes de entre 12 y 14 años. El currículum educativo que se incluye en el juego está relacionado con el conocimiento de nuestro planeta (países y ciudades) así como aspectos de latitud y longitud. En el juego, el jugador actúa como un niño humano que conoce a un alienígena, Feon, que ha aterrizado en el patio trasero de su casa y cuyo objetivo es recopilar información de la Tierra. El jugador quiere viajar con él a lo largo de la Tierra y aprender de las cosas que Feon vaya descubriendo, por lo que le ayudará en su viaje y juntos crearán un informe de las principales características geográficas. El objetivo del juego es enviar este informe a la nave nodriza de Feon. Sin embargo, a medida que el viaje avanza, el jugador se da cuenta de las verdaderas intenciones del alienígena, que pretende conquistar la Tierra. Por tanto, el jugador tendrá que salvar el planeta de la invasión extraterrestre.

Además, el videojuego propone un conjunto de adaptaciones a distintos niveles que permiten adaptar el desarrollo del juego a la actuación del alumno, con objeto de facilitar el proceso de aprendizaje a todos los alumnos. Estas adaptaciones se realizan tanto en el juego como el aprendizaje implícito que contiene.

En el estudio de eficacia educativa realizado (Kickmeier-Rust, 2008), estudiantes ingleses y austriacos demostraron una mejora estadísticamente significativa en el conocimiento de geografía. Además, de este estudio se desprende que las niñas austriacas aprenden más que los niños por medio del juego, lo que no ocurre en sus compañeros ingleses. Por último, se estudia si los jugadores habituales han experimentado una mejora mayor al jugar, pero se deduce que estos jugadores no han tenido ventaja en el proceso, por lo que el juego puede usarse aunque los alumnos no estén familiarizados con el uso de videojuegos en general.

2.6.7. Otros juegos educativos

Además, existe un conjunto de juegos educativos conocidos que aportan beneficios educativos claramente definidos. Este conjunto de juegos se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Lista de algunos videojuegos educativos conocidos y sus beneficios formativos (Felicia, 2009)

Juego	Desarrolladores/Editorial	Beneficios formativos
Global Conflict: Palestine	Serious Games Interactive	Comprender el conflicto palestino
Timez Attack	Big Brainz	Mejorar el álgebra
DimensionM	Tabula Digita	Mejorar el álgebra
Revolution	The education Arcade	Aprender sobre la revolución estadounidense
Immune Attack	Federation of American Scientists Escape Hatch Entertainment	Funcionamiento del sistema inmunitario
Doome U	DESQ University of Wolverhampton	Ciencias

2.6.8. Análisis de los videojuegos educativos presentados

Como hemos podido comprobar a lo largo de las distintas experiencias analizadas, la mayoría de estos juegos y videojuegos no consiguen esconder su clara intención educativa, lo cual resta algunas de las bondades de los videojuegos como tales, ya que no permiten que los usuarios experimenten un proceso de inmersión y motivación similar al que experimentan cuando se trata de videojuegos comerciales. Además, en algunas de estas experiencias, son los propios usuarios los que manifiestan estas inconveniencias, indicando que preferirían juegos con mejor historia o más escenarios virtuales. Incluso algunos de ellos, de más edad, manifiestan que el entorno creado no consigue aportar un verdadero aliciente al proceso de aprendizaje, por lo que piensan que el esfuerzo realizado tanto por profesores como por alumnos es poco productivo.

Por otra parte, si bien estos juegos están específicamente diseñados para el aprendizaje, sólo algunos de ellos presentan algún sistema de evaluación del alumnado a través del propio juego, lo cual obliga a realizar *exámenes* tradicionales para comprobar cuánto han aprendido. Esto rompe de nuevo la filosofía de inmersión, ya que hace al alumno volver a ser plenamente consciente de que lo que está haciendo tiene una finalidad educativa y de que va a tener que demostrar lo que ha aprendido. De esta forma, es sencillo imaginar que el proceso de juego no se realizará en el ambiente de relax y distensión que podría permitir un verdadero entretenimiento.

En la Tabla 2.4 se incluyen las características más importantes de los juegos que se han analizado, entre las que encontramos: existencia de un contenido educativo específico, existencia de una historia que guíe el videojuego, relación clara entre los aspectos educativos y de juego, informe de resultados del proceso de aprendizaje, adaptación a las necesidades de los alumnos y actividades de grupo.

Como se puede observar en la tabla, algunos de los juegos y videojuegos educativos que se proponen no presentan una historia adecuada que favorezca la inmersión de los alumnos en el proceso de juego, que a la postre se traducirá en un proceso de aprendizaje. Además, son pocos los que, presentando tanto una historia como un contenido educativo específico, no establecen una relación entre ambos aspectos, lo cual dificulta el poder determinar qué se ha aprendido hasta el momento o qué es lo que el alumno necesita mejorar. Este problema se

agrava con la casi inexistencia de informes del aprendizaje obtenido, lo cual supone, como ya se ha comentado anteriormente, la necesidad ineludible de hacer exámenes o pruebas de aptitud a los alumnos, actividad que dista bastante de un proceso de juego. Por otra parte, vemos que tampoco se utilizan técnicas de adaptación en función de las características de los alumnos, por lo que nos encontramos ante juegos herméticos que no consideran las diferencias respecto a las características de los alumnos o las dificultades de aprendizaje. Finalmente, y como cuestión añadida para enriquecer el proceso de aprendizaje basado en las teorías del CSCL, vemos que no existen demasiados juegos que promuevan el aprendizaje colaborativo. Esta característica pone de manifiesto, de nuevo, cómo estas propuestas distan mucho aún de ser videojuegos suficientemente atractivos, pues es un hecho que la industria del videojuego se dirige, cada vez más, hacia versiones multijugador de sus productos.

Tabla 2.4 Resumen de características de las experiencias analizadas

	<i>Contenido educativo</i>	<i>Historia del juego</i>	<i>Relación contenidos</i>	<i>Informe resultados</i>	<i>Adaptación</i>	<i>Actividades de grupo</i>
IIDM	✓					✓
Algorithm game	✓					
Ninjitsu Sea Pirates	✓	✓	✓			
Chase the Cheese		✓		✓		✓
TeamQuest		✓		✓		✓
Syllable-MCSCL	✓			✓		✓
Ecotoons2	✓	✓	✓		✓	
Layers of the Earth	✓					
NUCLEO	✓	✓	✓			✓
80days	✓	✓	✓		✓	

2.7. Juegos serios

Tal como establece Gros en (Gros, 2009), “*los juegos educativos no son muy populares entre los niños ya que no suelen presentar contextos de inmersión apropiados. Sin embargo, en los últimos años ha habido un resurgimiento de los juegos educativos a partir del movimiento liderado por Michael-Chen (2006)⁵ denominado serious games (juegos serios)*”. Este concepto está siendo ampliamente utilizado en las investigaciones de los últimos años, dando lugar, incluso, a una clasificación de los mismos en siete categorías (Tabla 2.5).

Estos juegos tienen como principal característica la aportación de un valor añadido al proceso lúdico, que suele estar relacionado con aspectos como la concienciación, la denuncia social o la política. También es habitual encontrarlos como medio de simulación o entrenamiento de habilidades complejas o peligrosas.

Son juegos donde hay una clara relación con la realidad y no se entiende el uso de mundos fantásticos, sino que se realiza un vínculo entre el mundo virtual y el real. Aunque, tradicionalmente, se han dirigido a adultos, ya se aplican a todo tipo de jugadores.

⁵ (Michael, 2006)

Tabla 2.5 Clasificación de juegos serios. (Sawyer, 2008), traducido en (Gros, 2009)

	Juegos para la salud	Juegos publicitarios	Juegos para la formación	Juegos para la educación	Juegos para la ciencia y la investigación	Producción	Juegos como empleo
Gobiernos y ONGs	Educación para la salud. Respuestas a problemas de salud masivos	Juegos políticos (campañas de partidos políticos)	Formación para desempleados	Información pública	Recogida de datos. Planificación	Planificación de políticas y estrategias	Diplomacia. 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 la educación de los pacientes y para la gestión de la enfermedad	Visualización y epidemiología	Diseño y fabricación de biotecnologías	Planificación y logística de planes para salud pública
Marketing y comunicaciones	Publicidad de tratamientos médicos	Publicidad, marketing con juegos, publicidad indirecta	Uso de productos	Información de productos	Estudios de opinión	Machinima (corto de animación que usa un videojuego)	Estudios de opinión
Educación	Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Juegos sobre temática social	Formación de profesorado. Entrenamiento de competencias específicas	Aprendizaje	Ciencias de la computación y reclutamiento	Aprendizaje P2P. Constructivismo	Formación online
Empresas	Información a empleados del sistema sanitario. Bienestar para los empleados	Educación y concienciación del cliente	Formación de empleados	Formación continua. Cualificación personal	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 nano / biotech	Mando y control

Un ejemplo de este tipo de juegos es el trabajo realizado por Anacleto et al. (Anacleto, 2010) referente a la educación sexual, denominado *What is it?*. En este juego, los jugadores deben adivinar una palabra secreta a partir de un conjunto de pistas, de tal forma que cuanto antes acierten, mayor será la puntuación. El número total de preguntas asociadas a cada palabra secreta son diez.

A menudo, los profesores sienten que no están preparados para enseñar educación sexual a sus alumnos y suelen sentirse incómodos. El principal objetivo del juego es facilitar esta tarea a los profesores mientras que los alumnos aprenden de una manera más amena. De esta forma, los profesores definen el conjunto de palabras secretas y las palabras clave asociadas a cada una de ellas. La creación de este conjunto de palabras está soportada por un asistente, que consta de siete pasos: 1) selección del perfil de estudiante, el rango de edad y la región, 2) definición de la temática del juego, 3) selección de elementos relacionados con la temática escogida, de entre un grupo ofrecido al profesor, 4) selección de palabras secretas o creación de otras nuevas, 5) selección de sinónimos de la palabra secreta seleccionada, 6) definición de las 10 pistas que se mostrarán a los estudiantes, 7) revisión final y confirmación.

El profesor debe repetir estos 7 pasos para cada una de las palabras secretas que quiera incluir en el juego. Una vez que lo ha completado, los estudiantes pueden comenzar a jugar. Para hacerlo, los estudiantes tienen que identificarse en el sistema, de modo que los profesores pueden obtener un informe de la actuación de los alumnos con objeto de dirigir las futuras palabras a los conceptos donde se encuentren más problemas.

En el proceso de evaluación de la herramienta, la mayoría de los profesores manifestaron que la definición de conceptos de forma conjunta les parecía muy sencilla y que la experiencia creando su propio juego había sido positiva. Desde el punto de vista de los alumnos, los términos utilizados en el juego eran cercanos a su vocabulario habitual y se sentían cómodos usando el entorno. Por tanto, en global se desprende que el uso de este juego, así como la intervención del profesor, resulta beneficiosa para el proceso de aprendizaje y evita la incomodidad que sentía el profesorado cuando tenían que enseñar este tipo de cuestiones.

En el mismo ámbito de temáticas no relacionadas directamente con el currículo escolar, encontramos otros ejemplos (Flecha, 2005). Por ejemplo, el juego *La compra saludable* permite a los niños realizar una compra virtual. El objetivo de este juego es enseñar a los niños y a los adolescentes cuáles son los ingredientes de una alimentación saludable. Este juego se ha distribuido en la Comunidad de Madrid para su uso en centros educativos, instituciones y ferias.

Por otra parte, el juego *Good Force (Fuerza alimenticia)* ha sido creado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y se ha lanzado dentro del “Programa Mundial de Alimentos” con la intención de enseñar a los más pequeños las distintas dimensiones que tiene el hambre en el mundo. Los jugadores de *Fuerza alimenticia* aprenden a controlar los niveles de comida y a prevenir el VIH. Los desarrolladores de este juego han prestado especial atención a los detalles, intentando que sean lo más exactos posible. Por ejemplo, uno de los conceptos que se enseñan está relacionado con el lanzamiento de paquetes de comida en situaciones de hambruna o desastres naturales: además de proporcionar alimento a los afectados, esta forma de distribución de alimentos tiene el objetivo de juntar a las personas en zonas de neutralidad, para intentar que la situación no empeore. De esta manera, se enseñan también las bases de la colaboración horizontal y se fomenta la participación de sectores menos interesados.

World of Workout (Chaffin, 2010) es un juego para iPhone (Figura 2.15) que trata de fomentar que los alumnos caminen, por medio de un juego de rol. Cada vez se les da a los

jugadores retos para los que tienen que desplazarse más lejos y el iPhone monitoriza este movimiento por medio del número de pasos. La prueba piloto realizada demostró que el juego, efectivamente, hacía que los jugadores se movieran y sus ratios de pulsaciones cardíacas alcanzaron los valores que se pretendían. Además, los jugadores manifestaron que el juego era divertido, aunque podría mejorarse con más pruebas y con competiciones entre jugadores.



Figura 2.15 Imagen del juego World of Workout en iPhone (Chaffin, 2010)

Astrojumper (Chaffin, 2010) es un juego estereoscópico virtual que fomenta el ejercicio en niños con autismo. Durante el juego, los jugadores tienen que esquivar objetos virtuales relacionados con el espacio, tales como planetas, cometas u OVNI. Las emociones de los jugadores se trazan usando tres sistemas: dos de ellos se colocan en las bandas que usan los niños en la frente y las muñecas, para contener el sudor; el tercero se lleva en un cinturón alrededor de la cintura. Cuantos más elementos eviten, mayor puntuación obtienen. Los expertos manifestaron que este juego era una forma de hacer que los alumnos se levantasen y se ejercitasen, a la vez que era divertido.

Existen, además, otros juegos de este tipo (Tabla 2.6). En el manual para docentes presentado por Felicia (Felicia, 2009) podemos encontrar otro conjunto de aplicaciones de los videojuegos. Son, por ejemplo, los videojuegos que se utilizan para el entrenamiento de bomberos o militares, como el *America's Army*, que se ha utilizado para reclutar y entrenar a soldados y que actualmente se distribuye en versión comercial. Otro ejemplo lo encontramos en la Nintendo Wii y la Wii Fit, que permiten evaluar el potencial para la mejora de la salud y la condición física. Se ha demostrado que el uso de esta consola, siguiendo un estilo de vida equilibrado, ayuda a mejorar las condiciones físicas y la salud en general.

Tabla 2.6 Lista de algunos videojuegos serios y sus beneficios formativos (Felicia, 2009)

Juego	Desarrolladores/Editorial	Beneficios formativos
Global Conflict: Palestine	Serious Games Interactive	Comprender el conflicto palestino
Global Conflict: Latin America	Serious Games Interactive	Conocer las causas y consecuencias de la contaminación en América Latina
Timez Attack	Big Brainz	Mejorar el álgebra
Virtual Leader	Simulearn	Comprender el liderazgo
3D World Farmer	3D World Farmer Team	Conocer las dificultades de los agricultores en África
Americas's Army	UBI Soft	Entrenamiento militar

Darfur is Dying	mtvU Reebok Human Rights Foundation International Crisis Group	Conocer las condiciones de vida en los campos de refugiados de Darfur
Food Force	Deepend Playerthree para el Programa Mundial de alimentos de la ONU	Ayuda humanitaria, gestión de alimentos y distribución
ReMission	HopeLab	Cómo ayudar y mejorar la vida de las personas con cáncer
SimPort	Tygron	Dificultades de la construcción de grandes infraestructuras
Power Politics	Kellodd Creek Software Cineplay	Procesos de una campaña presidencial en los EEUU
Missing	LiveWires Design	Navegar de forma segura por Internet
Virtual U	Enlight Software	Conocer la gestión de las universidades estadounidenses
Cyber Budget (en francés)	Paraschool Ministerio de Economía, finanzas en industria de Francia	Cómo gestionar las finanzas públicas

2.7.1. Análisis de los juegos serios presentados

Los juegos serios pueden considerarse un tipo especial de videojuego educativo. Sin embargo, tienen características diferenciadoras que los distinguen, entre otras, su elevada tasa de éxito. Podríamos preguntarnos a qué se debe este mayor éxito si en realidad no son más que un tipo específico de otra clase de juegos. La respuesta, en nuestra opinión, es sencilla: se da mayor protagonismo a la parte de juego, que no tiene ninguna intención educativa concreta, lo cual favorece la inmersión de los alumnos. Esta inmersión, como ya se ha venido comentando a lo largo del capítulo, permite que los alumnos jueguen de forma relajada, sin ninguna presión de tipo educativo. Por ello, esta inmersión y diversión que produce el juego, se traduce en un aprendizaje de los valores o habilidades ocultos en el mismo.

2.8. Ventajas de los videojuegos en el ámbito educativo

Aunque son diversos los autores que se han posicionado a favor de los videojuegos, nos parece acertado comenzar este apartado destacando las siete características que, en opinión de Gifford (1991), hacen de los videojuegos un medio de aprendizaje atractivo y efectivo:

- Permiten el ejercicio de la fantasía, sin limitaciones espaciales, temporales o de gravedad.
- Facilitan el acceso a “otros mundos” y el intercambio de unos a otros a través de los gráficos, contrastando de manera evidente con las aulas, convencionales y estáticas.
- Favorecen la repetición instantánea y el intentarlo otra vez en un ambiente sin peligro.
- Permiten el dominio de habilidades. Aunque sea difícil, los niños pueden repetir las acciones hasta llegar a dominarlas, adquiriendo sensación de control.
- Facilitan la interacción con otros amigos, además de una manera no jerárquica, al contrario de lo que ocurre en el aula.

- Hay una claridad de objetivos. Habitualmente, el niño no sabe qué es lo que está estudiando en matemáticas, ciencias o sociales, pero cuando juega al videojuego sabe que hay una tarea clara y concreta: abrir una puerta, rescatar a alguien, hallar un tesoro, etc., lo cual proporciona un alto nivel de motivación.
- Favorece un aumento de la atención y del autocontrol, apoyando la noción de que cambiando el entorno (no el niño) se puede favorecer el éxito individual.

Además, el uso de videojuegos ofrece una buena oportunidad a los docentes de capturar la atención de sus alumnos, ya que los videojuegos son materiales con los que los alumnos suelen estar familiarizados. Por este motivo, el videojuego introducido en la escuela ya no es un programa para jugar sino que tiene una intencionalidad educativa que les permite entrenar diferentes habilidades y estrategias, ayudar a dinamizar las relaciones entre los niños del grupo y analizar los valores y conductas a partir de la reflexión de los contenidos del juego (Morales, 2009).

Después de analizar distintos trabajos que abogan por los beneficios educativos que se desprenden de un uso adecuado de los videojuegos, creemos que los más relevantes, propuestos por diversos autores (Felicja, 2009) (Gros, 2000) (Lacasa, 2007) son:

- Reflexión, por la que los estudiantes examinan el contenido y la forma de jugar y obtienen conclusiones al respecto.
- Dinamización de la conducta y el pensamiento, que hace que los estudiantes tengan mayor capacidad de respuesta y agilidad mental.
- Capacidad deductiva, que mejora también la agilidad mental.
- Control psicomotriz, que permite a los alumnos coordinar lo que piensan con lo que están haciendo.
- Resolución de problemas, ya que lo necesitan durante el juego para seguir avanzando en el mismo.
- Fomento de la imaginación y el pensamiento, ya que están en un mundo imaginario, donde se desarrolla la acción.
- La memorización, pues tienen que retener algunas informaciones para utilizarlas en las fases posteriores del juego.
- El tratamiento de información, que ocurre de forma casi inconsciente, ya que tienen que aplicar lo que han aprendido en fases anteriores para continuar jugando.
- Pueden ser útiles para realizar experimentos peligrosos en la vida real, como aquellos que utilizan compuestos químicos.
- Fomentan la colaboración y, en cierto nivel, es similar a los entornos de aprendizaje colaborativo.
- Debido al impacto emocional que tiene en los jugadores, éstos mejoran su autoestima.

Desde nuestro punto de vista, la introducción de videojuegos educativos en las aulas, entendiendo que cumplen los requisitos que planteamos en su definición (sección 2.6), aporta distintas ventajas tanto a los alumnos como a los profesores. Desde el punto de vista del alumno, está suficientemente justificado que mejora la motivación y la cantidad y calidad del tiempo que se dedica a aprender. Además, gracias a la correspondencia entre el contenido educativo y el lúdico, resulta factible introducir adaptaciones en función de las necesidades particulares de cada uno de los alumnos, lo cual redundará de nuevo en una mejora del proceso de aprendizaje.

El profesor, por su parte, ya no tiene que hacer una búsqueda entre los numerosos videojuegos comerciales hasta encontrar el que puede encajar mejor con su intención educativa, ya que en el videojuego está detallado el contenido educativo que proporciona. Además, gracias a la monitorización del aprendizaje en relación al juego, el profesor puede

conocer cuánto han aprendido los alumnos sin necesidad de hacer un test adicional posterior al juego, lo cual favorece la inmersión de los alumnos y el desarrollo del juego de una forma más amena y divertida.

No obstante, hay algunas voces que no están completamente de acuerdo con estos beneficios y que se comentan a continuación.

2.9. Posibles inconvenientes de los videojuegos

Partiendo de la base de la teoría de nativos e inmigrantes digitales, es lógico pensar que una parte del profesorado pueda sentirse inseguro, en cierta forma, a la hora de incorporar tecnologías de juego y de aprendizaje en sus clases, sobre todo cuando desde diferentes sectores han adjudicado numerosos inconvenientes a los videojuegos, tales como violencia, adicción, aislamiento o sexismo. Sin embargo, estos miedos no están del todo justificados, tal como comentamos a continuación (Gros, 2000; García, 2005; Méndiz, 2002).

Existen videojuegos de diversas temáticas, sin embargo, en numerosas ocasiones los videojuegos se relacionan directamente con aquellos de contenido violento (Figura 2.16). Dejando al margen la necesidad de intervención de los padres en este tipo de cuestiones y el hecho de que existe una clasificación por edades de los videojuegos (Pan European Game Information, PEGI⁶), podemos decir que no existe evidencia científica que demuestre que el uso de este tipo de videojuegos desencadene conductas agresivas o patológicas en los jugadores. En el sentido contrario, hay autores (p.e., Gros, 1998) que indican que este tipo de juegos permiten descargar la tensión durante el juego, produciendo efectos tranquilizadores que disminuirían la probabilidad de que el jugador cometiese actos violentos. Otro factor a considerar es el estudio acerca de la dirección de esta influencia: ¿es el videojuego el que desencadena conductas violentas o son los jugadores violentos los que acceden a este tipo de contenidos? (Ferguson, 2010).



Figura 2.16 Imagen del juego violento *Manhunt2* (*Cacería humana 2*)⁷

Por otra parte, al ser elementos atractivos, aparece la amenaza de adicción de los jugadores. Sin embargo, no podemos confundir adicción con abuso. Es cierto que un jugador

⁶ <http://www.pegi.info/es/>

⁷ Tomada de <http://www.google.es/images?q=manhunt+2&oe=utf-8&rls=org.mozilla:es-ES:official&client=firefox-a&um=1&ie=UTF-8&source=univ&sa=X&ei=KyVtTbqNMsG28QOAuZSWBQ&ved=0CDgQsAQ&biw=1366&bih=585> el 1 de marzo de 2011

que recibe un juego nuevo jugará más asiduamente al principio hasta que explore los retos y el funcionamiento del juego. Una vez superada esta fase, se vuelve a un comportamiento normal frente al videojuego, no suponiendo un impedimento a la realización de otras actividades.

Otra característica negativa que se ha adjudicado a los videojuegos es la referente al aislamiento, que consiste en decir que los videojuegos provocan que los jugadores se aíslen del mundo y se conviertan en seres asociales: Si bien los videojuegos permiten que el jugador juegue sólo, los juegos preferidos por buena parte de los usuarios son aquellos que permiten que se juegue por muchos jugadores, ya sea de forma competitiva o colaborativa. Son numerosos los juegos que favorecen la socialización presentando competiciones, problemas o retos que hay que resolver en equipo, sobre todo a raíz de la aparición de juegos on-line o los nuevos dispositivos de interacción (por ejemplo, el WiiMote de la videoconsola Wii). Incluso, cuando hay varios jugadores y sólo uno está a los mandos en un momento dado, los demás intentan aportar soluciones, ayudarlo en el proceso, dar sus opiniones, etc. En definitiva, se establecen vínculos entre los jugadores en torno al juego, ya sean dentro del propio juego para superar los retos o como elemento adicional en el ambiente en que se desarrolla.

Por otra parte, es cierto que hay juegos que comercialmente se diseñan de forma específica para niños y otros para niñas. Este sexismo en los videojuegos, que efectivamente se ha dado, ya ha comenzado a resolverse. Aunque con intenciones diferentes, empresas de videojuegos y movimientos feministas, más o menos radicales, reivindican juegos en los que los personajes no estén estereotipados y las tramas fomenten valores de colaboración y aventura, con objeto de captar la atención de un público más amplio y romper las barreras asociadas al sexismo.

Finalmente, y más en consonancia con el tipo de videojuegos que nos ocupa, existe la creencia generalizada de que el uso de videojuegos provoca efectos negativos en el rendimiento académico. Sin embargo, parafraseando a Begoña Gross (Gross, 2000) “*ya nadie duda que se puede aprender jugando*”. Es más, no sólo no es un inconveniente, sino que es un elemento motivador que favorece la atención de los niños, su desarrollo cognitivo, sus habilidades psicomotrices y su interés por el aprendizaje, entre otros. Numerosos estudios avalan ya la posibilidad de introducir videojuegos en ambientes educativos con resultados altamente beneficiosos (Ceranoglu, 2010; Ferguson, 2010).

Así, tal y como se ha argumentado, muchos de los inconvenientes atribuidos a los videojuegos son fruto del desconocimiento de los mismos o de su uso indebido. En realidad, al contrario de perjudicarles, los videojuegos educativos permiten a los alumnos desarrollar habilidades espaciales y psicomotrices, mejoran la coordinación cerebro-mano, despiertan los reflejos y favorecen las capacidades de planificación y desarrollo de estrategias (Valiño, 2002), sin olvidar uno de los aspectos más importantes, que es el incremento de la motivación del alumno y la consiguiente ayuda al profesor para mantener su atención.

2.9.1. El caso particular de los videojuegos educativos

En lo que respecta a los videojuegos educativos en concreto, Egenfeldt-Nielsen (2009) ha realizado un estudio acerca de los problemas que afectan particularmente a los videojuegos educativos. En este documento, el autor destaca el hecho de que la mayoría de los videojuegos se centran más en el aspecto educativo que en el de juego, provocando una pérdida de su potencial. Junto a este problema, destaca otros:

- *Escasa motivación intrínseca*: Los juegos educativos se basan más en la motivación extrínseca que en la intrínseca. Realmente, la motivación extrínseca no está relacionada

con el juego, sino que consiste en recompensas arbitrarias, por ejemplo, dando puntuación adicional por completar un nivel. La motivación intrínseca sería, por ejemplo, el sentimiento de victoria por completar un nivel.

- *Experiencia de aprendizaje no integrada*: Normalmente, en los juegos educativos la experiencia de aprendizaje no está integrada en la experiencia de juego, sino que el aprendizaje está subordinado a una experiencia de juego. En estos casos, el jugador se concentrará más en el juego que en el aprendizaje, saltándose el contenido y dirigiéndose únicamente a los mini-juegos que se encuentra a lo largo del juego.
- *Ejercicio y práctica en los principios de aprendizaje*: En los juegos educativos, los principios de aprendizaje suelen estar más centrados en el ejercicio y la práctica que en la comprensión. Esto significa que el alumno puede memorizar la respuesta a una pregunta que se muestra muchas veces, pero sin comprender las reglas subyacentes.
- *Gameplay muy sencillo*: La mayoría de los juegos tienen un gameplay muy básico, a menudo obtenido de los juegos clásicos, o están basados en una aventura sencilla que se desarrolla en un mundo donde el jugador puede viajar.
- *Bajo presupuesto*: Los juegos educativos se producen a menudo con presupuestos relativamente limitados comparados con los juegos comerciales.
- *Sin presencia de profesor*: Los juegos educativos no suelen solicitar ayuda de padres o profesores, sino que asumen que los estudiantes pueden ponerse frente a la pantalla y aprender lo que el juego quiere enseñar. No se tiene en cuenta la participación de padres o profesores como guía, ayuda, etc.
- *Distribución y marketing*: Los juegos educativos se distribuyen por vías diferentes a los juegos comerciales, como por ejemplo, en librerías, colegios, revistas familiares, etc.

2.10. Conclusiones

En los últimos años, se ha producido un cambio en las actitudes y aptitudes de nuestros escolares y es necesario que los procesos de enseñanza / aprendizaje se adapten a estas nuevas características. Si bien es cierto que, a veces, el profesorado se siente en desventaja frente a los conocimientos y las habilidades tecnológicas de los alumnos, no podemos olvidar que el papel del docente sigue siendo clave en su proceso de aprendizaje, por lo que se están haciendo esfuerzos en dotar al profesor de herramientas que le faciliten su labor sin que se pierdan de vista las nuevas características de los alumnos. Es cierto que este papel puede haber sufrido una evolución y ya no sea tanto la persona que dicta el conocimiento como el mentor que guía al alumno en su proceso (Collazos, 2001), pero en cualquiera de los casos, es indiscutible que el alumno necesita ser tutelado, ya que hasta los cursos de enseñanzas superiores que se realizan de forma virtual están apoyados por tutores que ayudan a los alumnos en el proceso de aprendizaje.

En este capítulo se ha presentado una selección de experiencias relacionadas con la utilización de los videojuegos en procesos educativos que diferentes investigadores han realizado hasta el momento. Como hemos observado, en todos estos estudios se han alcanzado resultados satisfactorios de aprendizaje, lo cual sustenta el argumento de que se pueden introducir elementos tecnológicos y de juego en los procesos de aprendizaje. Sin embargo, otro elemento común a la mayoría de las experiencias expuestas es que los alumnos son conscientes de que el juego que tienen entre manos no es igual que el que tienen en casa. Incluso en algunas de estas experiencias, los alumnos manifiestan que les gustaría que los juegos que se les facilitan tuviesen más elementos de juego. Por otra parte, hemos visto como

todas las experiencias están específicamente enfocadas a un tema particular y dejan poco espacio a la reutilización, lo cual implica una necesidad de recursos muy grande para cada juego que se quiera implementar.

Así, después de analizar las diferentes propuestas y los resultados obtenidos en las mismas, vemos que en la mayoría de los casos no existe una relación suficientemente clara entre los contenidos educativos y los retos que se presentan en el videojuego, lo cual supone que el profesor no puede obtener un informe de cuánto han aprendido sus alumnos a través del juego. Por tanto, de esta revisión bibliográfica podemos concluir que:

- Los juegos y videojuegos de que disponen actualmente los profesores no satisfacen completamente a los alumnos, y por tanto, tampoco a los profesores.
- El profesor no puede decidir qué es lo que quiere enseñar por medio del juego ni cómo quiere hacerlo, ya que tiene que acomodarse a la oferta de juegos existentes.
- Además de ser cierto que cada alumno tiene unas características distintas, no debemos olvidar que cada profesor tiene también unas características distintas. Por ello, los videojuegos educativos deben permitir al profesor adaptar el contenido ofrecido a su forma particular de enseñar.
- Identificar qué se aprende en cada parte del juego es fundamental para poder hacer uso del mismo de forma adecuada y sin que ello monopolice las horas de clase dedicadas a otras actividades. Por ello, es necesario saber en qué parte del juego está lo que se quiere enseñar y permitir también guardar por donde va cada alumno para facilitar la progresión en el juego.
- No es posible determinar qué parte del contenido educativo se ha aprendido en cada parte del juego, puesto que no existe ningún documento ni informe que especifique qué se aprende en cada fase o nivel.
- Es necesario dar mayor protagonismo a los profesores en el proceso de diseño de videojuegos educativos para que puedan decidir qué parte del currículum quieren enseñar o practicar por medio del juego y cómo quieren hacerlo.
- La participación de los profesores en el proceso de diseño es difícil y no se dispone de herramientas suficientemente genéricas que permitan su participación de manera adecuada.
- Se requiere un *examen* posterior al juego para poder determinar cuánto han aprendido los alumnos, lo cual rompe la dinámica de diversión y distensión que debe acompañar al uso de videojuegos.

CAPITULO 3

APRENDIZAJE COLABORATIVO SOPORTADO POR COMPUTADOR (CSCL) Y ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN

Buscando el bien de nuestros semejantes encontraremos el nuestro.

(Platón)

3. Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador (CSCL) y Análisis de la Colaboración

El Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador (CSCL, del inglés, Computer - Supported Collaborative Learning) ha sido ampliamente estudiado desde diversos campos de investigación, principalmente desde el campo de la psicología y de la informática. Las distintas investigaciones realizadas han arrojado resultados muy satisfactorios en todos los casos, por lo que la aplicación de las técnicas asociadas a esta disciplina aporta beneficios adicionales al proceso de aprendizaje. Sin embargo, el principal inconveniente con que nos encontramos es que es necesario cerciorarse de que los alumnos que están trabajando en grupo están realmente colaborando. Por este motivo, es de interés para este trabajo el análisis del trabajo que se produce en el grupo, es decir, determinar si el grupo de estudiantes está colaborando o no y en qué medida.

INDICE DEL CAPITULO

3.1. INTRODUCCIÓN	81
3.2. ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN	82
3.3. METODOLOGÍAS CUALITATIVAS.....	82
3.4. METODOLOGÍAS CUANTITATIVAS. EL CASO PARTICULAR DE SNA.	83
3.4.1. <i>Selección de experiencias</i>	84
3.5. METODOLOGÍAS MIXTAS	89
3.5.1. <i>Cualitativas y cuantitativas</i>	89
3.5.2. <i>Inteligencia Artificial</i>	95
3.6. CONCLUSIONES	99

3.1. Introducción

El aprendizaje colaborativo soportado por computador (CSCL, del inglés, Computer - Supported Collaborative Learning) es un área de investigación ampliamente estudiada desde distintos sectores, destacando las relacionadas con la computación y la psicología.

Como ya sabemos, el aprendizaje colaborativo favorece el aprendizaje individual y fomenta las habilidades sociales. Diversos estudios han comprobado que los alumnos que trabajan de forma colaborativa desarrollan mejores actitudes frente al proceso de aprendizaje, dedican más tiempo a la tarea de aprender, son más tolerantes, escuchan más las opiniones de los demás y tienen mejores habilidades de negociación (Mendoza, 1998). Lo que hacen es aprender durante la construcción del conocimiento compartido (Webb, 1996). Dependiendo de la manera en la que los alumnos elijan comportarse, se promueve el éxito de los demás, se obstruye su proceso de aprendizaje o no se tiene ningún efecto sobre el fracaso o el éxito (Johnson, 1998). Lo cierto es que para trabajar cooperativa o colaborativamente es necesario aprender a hacerlo. No todo es cuestión de poner en un mismo lugar a un conjunto de personas, sentarlos juntos frente a frente e indicarles que cooperen o colaboren en la realización de una actividad (Collazos, 2007).

En el caso de realizar esta tarea colaborativa ayudado por soporte tecnológico, es decir, con un computador, nos encontramos ante lo que se denomina *aprendizaje colaborativo soportado por computador* (CSCL). El origen de esta metodología de enseñanza / aprendizaje puede situarse, según (Koschmann, 1996), en 1989 coincidiendo con el primer seminario que tomó el nombre de *Computer - Supported Collaborative Learning*, celebrado en Italia dentro del programa especial de tecnología educativa avanzada de la OTAN (Kaye, 1992). El CSCL reúne las mismas características y cualidades del aprendizaje colaborativo tradicional, pero incluye un elemento motivador asociado a la tecnología. Además, desde el punto de vista del profesor, el uso de computadores como herramienta de aprendizaje permite realizar un seguimiento del proceso más detallado, ya que las distintas herramientas y aplicaciones pueden incorporar un registro de las actividades. De esta forma, el profesor puede revisar el proceso que cada alumno ha seguido en su aprendizaje y consultar las puntuaciones y errores cometidos.

Por otra parte, el análisis de la colaboración permite medir el proceso interactivo que se desarrolla durante una actividad colaborativa. Desde ese punto de vista, es importante que seamos capaces de detectar qué grado de colaboración está teniendo o ha tenido lugar durante el proceso de aprendizaje en grupo, de tal forma que podamos:

- Determinar si el conjunto de compañeros está trabajando en colaboración o no.
- Determinar qué mensajes aparecen durante ese proceso y cuál es su objetivo.
- Encontrar patrones en dichos mensajes que permitan determinar actitudes colaborativas de calidad.

3.2. Análisis de la colaboración

Este ámbito de estudio ha sido de especial interés para los investigadores desde hace ya dos décadas (Harrer, 2009). Durante este tiempo, ha habido numerosas aproximaciones para resolver el problema y se han utilizado distintos puntos de vista. En términos generales, podemos decir que existen dos tipos de metodologías claramente diferenciadas, las cuales se han combinado entre sí y con otros tipos de metodologías para dar lugar a propuestas de diversas características.

El primer tipo de metodologías utilizadas son las de carácter *cualitativo*, las cuales basan sus resultados en el estudio de las respuestas subjetivas obtenidas de los participantes en el experimento. Estas respuestas se obtienen a partir de cuestionarios, entrevistas, observaciones, etc. que se realizan antes, durante y/o después de las actividades y permiten a los evaluadores recoger las opiniones de los alumnos acerca de la calidad, satisfacción o utilidad, entre otros, del proceso seguido. Otro grupo de metodologías son aquellas que se concentran en resultados objetivos de la experimentación, de tal forma que pueden asignar uno o más valores que caractericen la colaboración que ha tenido lugar en cada uno de los grupos en función de las acciones que han tenido lugar. Este tipo de metodologías permiten clasificar los grupos en función de un parámetro numérico y reciben el nombre de técnicas *cuantitativas*.

A partir de estos dos grandes grupos de metodologías encontramos distintas propuestas que se encuadran en uno u otro grupo, o que combinan estas técnicas entre sí o con otras. Así, en esta revisión bibliográfica, encontramos los siguientes grupos de propuestas, además de las comentadas en el párrafo anterior:

- Combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas.
- Combinación con técnicas de Inteligencia Artificial (IA).

A lo largo de este capítulo se presentan detalladamente cada una de estas propuestas.

3.3. Metodologías cualitativas

Tal como se ha explicado anteriormente, una metodología de análisis cualitativa se basa en el estudio de las características del hecho medido, por lo que incluye una componente interpretada, bien sea desde el punto de vista del usuario, si los datos se han recopilado por medio de encuestas, o bien desde el punto de vista del evaluador, si ha registrado el proceso y realiza una fase posterior de análisis.

Dentro de este grupo de métodos, los principales trabajos se corresponden con los realizados por Meier y su equipo (Meier, 2007; Voyiatzaki, 2008; Karihmanis, 2009). El método que proponen realiza un estudio que combina aproximaciones bottom-up y top-down. Argumentan que, de esta forma, pueden abarcar un espectro más amplio de dimensiones implicadas en el proceso colaborativo, ya que obtienen tanto las dimensiones deducidas de los datos estudiados como las que aparecen en el modelo teórico aplicado. Su estudio lo realizan por medio de grabaciones de la interacción que ocurre durante la resolución del problema y la transcripción de las conversaciones de los alumnos. El conjunto de dimensiones evaluadas se corresponden con cinco aspectos del proceso colaborativo, tal como se indica a continuación:

- Comunicación:
 - Mantener el entendimiento mutuo.
 - Gestión del diálogo.

- Procesamiento conjunto de la información:
 - Puesta en común de la información.
 - Obtención de consenso.
- Coordinación:
 - División de tareas.
 - Gestión del tiempo.
 - Coordinación técnica.
- Relaciones interpersonales:
 - Interacción recíproca.
- Motivación:
 - Orientación de la tarea individual.

A partir de diversas experiencias realizadas en colaboración con otras universidades, esta escala de evaluación ha evolucionado hasta obtener un esquema con siete dimensiones de estudio:

- Flujo de colaboración: Compromiso con un intercambio coherente de información y mantenimiento de un objetivo común.
- Mantenimiento del entendimiento mutuo.
- Intercambio de información y explicaciones razonadas.
- Argumentación, para asegurar una buena solución y reforzar el progreso del aprendizaje individual.
- Estructuración del proceso de resolución del problema, para asegurar que se obtiene una solución estructurada y a tiempo.
- Orientación cooperativa, desde el punto de vista del manejo constructivo de los desacuerdos.
- Orientación individual de la tarea.

Este esquema de evaluación lo han aplicado en distintos campos con objeto de comprobar su validez. A través de estos estudios, los investigadores han concluido que su método de evaluación de la colaboración es válido para ser aplicado en distintos campos de estudio, en particular, con estudiantes de medicina y de informática.

3.4. Metodologías cuantitativas. El caso particular de SNA.

Encuadradas en las metodologías de carácter cuantitativo, encontramos un caso particular de especial interés en esta investigación: El uso de SNA como medio de estudio del proceso colaborativo. La exposición que se encuentra a continuación acerca de las redes sociales ha sido recopilada de la traducción realizada para la revista REDES⁸ del libro (Hanneman, 2005).

Una *red social* modela las relaciones que se establecen entre un conjunto de actores. Estas relaciones, en nuestro caso, se establecen en función de las interacciones que se producen dentro del grupo.

Los datos de la red social se representan como una matriz, de tal forma que en la casilla (i, j) tendremos anotada la relación que existe entre los actores i y j. Estas relaciones pueden

⁸ Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales. <http://revista-redes.rediris.es/>, visitado por última vez el 18 de octubre de 2010

especificarse de distintas formas, bien contabilizando el número de interacciones producidas o bien con un único valor que indica si hay relación (1) o no (0). Si utilizamos la primera opción, las redes sociales nos permiten modelar la fortaleza del enlace, considerando para ello la cantidad de interacción que se produce entre los participantes. De esta forma, el enlace entre dos individuos que intercambian más mensajes será más fuerte que la de dos individuos que intercambian menos mensajes.

Las redes sociales se pueden representar de forma gráfica mediante un grafo, normalmente no dirigido, que recibe el nombre de sociograma. Con este tipo de representación podemos ver fácilmente qué posición ocupa cada actor en la organización colaborativa. Así, serán relevantes los actores que ocupen posiciones centrales en el grupo, que tengan muchos o muy pocos actores relacionados, o que se relacionen con actores que no pertenecen a su grupo de trabajo, ya que serán aquellos que tengan más peso, que colaboren con más/menos individuos, o que colaboren fuera de su grupo y no con él, respectivamente.

Además, una de las principales ventajas que nos ofrecen las redes sociales es el amplio abanico de operaciones de que se dispone para operar con ellas, ya que podemos tratarlas como matrices o como grafos y utilizar el conjunto de operaciones matemáticas definidas para ello.

3.4.1. Selección de experiencias

Este tipo de análisis ha sido utilizado, por ejemplo, por Nurmela et al. (Nurmela, 1999) para analizar los procesos de interacción que tienen lugar en un entorno de trabajo en grupo. Este estudio ha sido realizado en la Universidad de Turku (Finlandia) sobre una muestra de 18 alumnos universitarios, estudiantes de ciencias de la educación y psicología. Para su realización se utilizó la herramienta de trabajo colaborativo WorkMates 4 (Nurmela, 1999), mediante la cual los alumnos debían construir un documento común a partir del análisis de otros documentos disponibles en dicha herramienta. WorkMates 4 genera un fichero de log donde se almacenan el tipo de acción, el identificador del usuario, el identificador del usuario objetivo de la acción y la marca de tiempo (en segundos) en el que se produce la acción. El fichero de log obtenido durante el experimento se analiza utilizando scripts en Perl. A partir de estos scripts se obtuvieron dos grafos: 1) el primero, en función de los documentos utilizados, donde los nodos eran los documentos y las aristas las referencias que se habían realizado entre ellos; y 2) el segundo, centrado en los actores, donde los nodos eran las parejas y los enlaces la comunicación por la red que había existido entre ellos.

El análisis de redes sociales que realizan Nurmela et al. se centra en la cohesión, que se refiere a la amplitud de la interacción directa entre individuos en el entorno de aprendizaje. Por otra parte, la centralidad la usan para encontrar el actor más visible, notable y admirable del grupo y la medida de Stephenson y Zale (Borgatti, 1996) para mostrar cómo de lejos está situado un actor del actor central, medido en número de enlaces entre actores.

Aviv et al. (Aviv, 2003) también han utilizado SNA para estudiar la interacción que ocurre durante los procesos colaborativos de sus estudiantes. En este caso, han estudiado la cohesión que existe cuando se utiliza un foro estructurado y otro no estructurado. En ambos casos mantienen un número parecido de estudiantes. El valor de la celda (i, j) de la matriz es el número de mensajes enviados por i en respuesta a mensajes enviados por j. Su análisis se centra en determinar la cohesión de los grupos para descubrir las diferencias entre el comportamiento en foros estructurados y no estructurados, concluyendo que los grupos que se

forman en los foros estructurados son más numerosos (4 personas y el tutor) que los que aparecen en foros no estructurados (2 personas y el tutor).

Por su parte, Welser et al. (Welser, 2007) han utilizado el análisis de redes sociales para estudiar de forma gráfica los patrones de comportamiento de determinados roles, utilizando para ello los sociogramas y contrastándolos con otros tipos de gráficas. Como contrapartida, el trabajo realizado por Sha et al. (Sha, 2003), en Canadá, se centra en obtener resultados a partir de los datos numéricos que se obtienen al operar con la matriz de datos de interacción entre actores. Este estudio analiza la interacción de los estudiantes con la base de datos Knowledge Forum (KF) (Bereit, 1996) utilizando para ello parte de la información obtenida de la herramienta Analytic Toolkit (Burtis, 1998) (número de notas creadas, porcentaje de notas enlazadas a otras notas, porcentaje de notas que tienen palabras clave y porcentaje de notas en la base de datos que ha leído algún estudiante) y las medidas de grado de entrada, grado de salida y centralidad del Análisis de Redes Sociales. Además, para poder determinar cómo evolucionan los alumnos, dividen el intervalo de tiempo que dura el estudio en dos fases de 2 meses cada uno. A partir de los datos obtenidos realizan una discusión acerca de la relación entre los datos procedentes de cada una de las fuentes, intentando completar así la información para obtener una visión global lo más acertada posible, concluyendo que una red de trabajo altamente interactiva debería tener una media alta en cuanto al grado de entrada y salida, pero baja centralidad.

Este tipo de análisis (SNA) se ha utilizado también para determinar patrones de interacción en estudiantes de la escuela elemental (Palonen, 2000), centrándose en analizar si los estudiantes de distinto nivel de éxito escolar se comprometían en el desarrollo de sucesivas discusiones encaminadas a mejorar sus capacidades escolares: conocimiento y explicación, aunque también muestran interés en discriminar el comportamiento por sexos. Este estudio se realizó utilizando la herramienta CSILE (Scardamalia, 1993), la cual está diseñada para fomentar el aprendizaje colaborativo a través de sus avanzadas facilidades para descubrir y comentar las producciones de los compañeros. Para obtener sus resultados, los investigadores pre-procesan los mensajes intercambiados entre los alumnos de forma cualitativa para extraer las ideas de los mensajes y aplicar las técnicas de SNA sobre las ideas en lugar de hacerlo sobre los mensajes. Sin embargo, puesto que no se obtiene ningún resultado de carácter cualitativo, hemos clasificado este experimento como puramente cuantitativo.

Las características de los estudiantes se estudiaron desde distintos puntos de vista:

- Intensidad de interacción directa entre miembros de la comunidad de aprendizaje (densidad).
- Grado de participación de cada miembro (centralidad).
- Patrones de interacción de la comunidad como un todo (centralización).

El estudio concluyó que los estudiantes preferían relacionarse con compañeros de su mismo sexo y que los chicos se mostraban menos dispuestos a compartir sus opiniones que las chicas. Además, el discurso estaba dominado por las chicas con éxito escolar medio y alto.

Sin abandonar las metodologías de carácter cuantitativo, encontramos otras contribuciones que realizan sus estudios utilizando diversas aproximaciones. Con una base fundamentalmente matemática, encontramos el trabajo de Romero y Troyano (Romero, 2008), cuya pretensión es formalizar el cálculo de la colaboración en un sistema de aprendizaje colaborativo virtual, centrado en la interacción que ocurre en los foros de dicho sistema virtual. La metodología viene definida por:

- *Modelo de colaboración:* El sistema está compuesto por m foros y n agentes. Cada agente puede enviar mensajes a todos los foros. La posición (i, j) de la matriz de mensajes representa que el agente i ha enviado un mensaje al foro j . Es importante el valor de Δt (intervalo de tiempo) para poder considerar la evolución del sistema. Los agentes que pueden participar en el sistema son estudiantes, tutores o profesores.
- *Axiomas básicos:*
 - En cualquier intervalo de tiempo las acciones colaborativas son directamente proporcionales al número de agentes que estuvieron actuando en el sistema.
 - En cualquier intervalo de tiempo las acciones colaborativas son directamente proporcionales al número de interacciones que se producen en el sistema.
 - En cualquier intervalo de tiempo podemos estimar el grado de colaboración como proporcional al producto de las interacciones por el número de agentes.
- *Definición formal y notación:* Se plantea una primera aproximación a la función que define la cantidad de colaboración en este tipo de sistemas:

$$EvColab(t_i) = \sum_{j=1}^m NA(j, t_i) * NI(j, t_i)$$

donde:

$NA(j, t_i)$ es el número de agentes que han mandado un mensaje al foro j durante el intervalo semiabierto $[t_{i-1}, t_i)$

$NI(j, t_i)$ es el número de interacciones producidas en el foro j en el intervalo $[t_{i-1}, t_i)$

Romero y Troyano presentan también un experimento preliminar utilizando esta metodología, en el que se estudia la interacción de los estudiantes de la UNED⁹ en un conjunto de foros. Los resultados que se desprenden son los siguientes:

- La evaluación de la colaboración del grupo permite elegir el intervalo de tiempo (crítico) en el que los profesores o tutores deben intervenir para dinamizar la colaboración.
- Se puede detectar el momento y la necesidad de introducir nuevas herramientas de trabajo y materiales didácticos.
- Permite establecer el estilo de trabajo de los profesores y estudiantes del grupo.
- La metodología es independiente del entorno de trabajo en el que se aplica.
- Permite la regulación de las estrategias del equipo docente.
- Permite la detección de estudiantes especialmente hábiles para favorecer la colaboración.
- La evaluación de la colaboración puede permitir también que las herramientas de las plataformas ‘Resumen de Foros’ y ‘Preguntas Frecuentes’ se vean enriquecidas.

También utilizan este tipo de aproximación investigadores de la Universidad de Savoie (Gendron, 2008), enmarcado en el proyecto PROCOGEC¹⁰. Este grupo de investigadores ha presentado una revisión de los indicadores de colaboración existentes y los han mostrado gráficamente en un prototipo para el videojuego educativo Dungeon. Con este prototipo se da información al profesor acerca del progreso de los alumnos, de tal forma que se mantiene la inmersión en el juego y es capaz de adaptar la sesión pedagógica de acuerdo al desarrollo de la actividad colaborativa. Para ello, los investigadores han realizado una clasificación de los indicadores y plantean el valor de los mismos como un aura alrededor de los personajes, de tal forma que el profesor puede identificarlos de forma sencilla durante el juego. Una mejora de

⁹ Universidad Nacional de Educación a Distancia

¹⁰ <http://www.prococec.com/en/>, visitado por última vez el 18 de octubre de 2010.

la propuesta sería que este aura pudiera cambiar de color periódicamente para poder mostrar valores relativos a distintos indicadores.

La clasificación que realizan está dividida en seis facetas:

- *Dimensión*: El profesor necesita entender las acciones e interacciones de los estudiantes, sus sentimientos o su conocimiento. Para expresar estos aspectos se necesitan tres dimensiones: cognitiva, social y emocional.
- *Naturaleza*: El propósito principal del indicador. Encontramos dos grupos de indicadores: de impacto y de actividad.
- *Punto de vista*: A veces, el profesor está interesado en el nivel de adquisición de conocimiento para la clase, un grupo o un estudiante particular.
- *Tipo y forma*: La representación del indicador es fundamental para una buena inteligibilidad y disponibilidad de uso.
- *Contexto y ámbito de validez*: La mayoría de los indicadores pueden tener diferentes resultados dependiendo del contexto ya que los participantes pueden cambiar su actuación y esto influye en el valor del indicador. Por tanto, para definir el ámbito de validez de un indicador es necesario considerar el entorno colaborativo, el contenido de la actividad, el perfil de los participantes y sus intenciones.
- *Elemental o compuesto*: En situaciones complejas, un indicador puede estar formado por varias piezas básicas de información que pueden ser consideradas indicadores.

Finalmente, encontramos el trabajo de (Ortiz, 2010), que basado en el Modelo de las 3 C's de Ellis (Ellis, 1991), propone un conjunto de medidas significativas para evaluar el proceso de colaboración en entornos CSCL. A partir de una revisión bibliográfica de los trabajos relacionados, los autores estudiaron un total de 34 indicadores, que sometieron a la evaluación de un conjunto de expertos. Cada uno de estos expertos recibió la lista de indicadores y se les pidió que valoraran su utilidad en una escala de 1 a 5, donde 1 significa poco útil y 5 significa muy útil. Tras este estudio, los autores seleccionaron un total de 17 indicadores relevantes, que se clasificaron tal como se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Indicadores seleccionados (Vallejo, 2010)

Indicador	Elemento intervenido
Comunicación	
Respuesta de SNA	Envío y recepción de mensajes. Entendimiento mutuo. Conversaciones fuera de contexto. Desempeño individual. Simetría en las contribuciones para la resolución de problemas y la toma de decisiones.
Lecturas de SNA	Envío y recepción de mensajes. Conversaciones fuera de contexto. Simetría en las contribuciones para la resolución de problemas y la toma de decisiones.
Usuario - Estructura de árbol	Conversaciones fuera de contexto.
Cooperación	
Función de Actividad Colaborativa (CAF)	Efectividad de la colaboración. Desempeño grupal.
Cooperación	Efectividad de la colaboración. Desempeño grupal. Simetría en las contribuciones para la resolución de problemas y la toma de decisiones.

Nivel de actividad	Envío y recepción de mensajes. Efectividad de la colaboración. Desempeño grupal. Desempeño individual. Participación individual.
Función de Colaboración (CF)	Efectividad de la colaboración. Desempeño grupal. Simetría de las relaciones en las interacciones colaborativas fundamentales.
Contribución del agente seleccionado (SAC)	Envío y recepción de mensajes. Desempeño individual. Participación individual. Grado de intervención del actor en un objeto dependiendo de la tarea realizada.
Factor de Historia (HF)	Efectividad de la colaboración. Desempeño individual. Participación individual. Grado de intervención del actor en un objeto dependiendo de la tarea realizada.
Grado de centralidad del actor (SNA)	Relaciones interpersonales simétricas. Simetría en las contribuciones para la resolución de problemas y la toma de decisiones.
Balance de acción y conversación	Grado de intervención del actor en un objeto dependiendo de la tarea realizada.
Iniciativa	Participación individual.
Coordinación	
Aplicación de estrategia	Estrategia seleccionada. Planificación y sincronización. Coordinación del proceso de comunicación.
Revisión de criterios de éxito	Alcanzar el objetivo conjunto.
Monitoreo	Estrategia seleccionada.
División de la labor	División de la tarea.
Coordinación	División de la tarea. Envío y recepción de mensajes.

Del estudio de estos indicadores, los autores seleccionaron 4 para proponer un modelo, a partir de los siguientes criterios (Ortiz, 2010):

- Valoración obtenida de los expertos.
- Similitud con métricas existentes en SNA.
- Bajo nivel de subjetividad.

Siguiendo estos criterios, los indicadores escogidos fueron los siguientes: *Respuestas*, *Función de Actividad Colaborativa (CAF)*, *Factor de Colaboración (CF)* y *Coordinación*.

Basado en la definición de estos indicadores, los autores han realizado un prototipo para calcular dichos indicadores a partir de un conjunto de valores de entrada procedentes de una actividad de aprendizaje colaborativo. Para evaluar la validez de los indicadores, se realizó una experiencia utilizando el log obtenido de una sesión de juego con TeamQuest (Collazos, 2007). Para ello, se realizó un análisis manual de la bitácora con objeto de determinar las características de cada uno de los grupos participantes (Tabla 3.2) y posteriormente se sometió el fichero al prototipo realizado.

Tabla 3.2 Características de los grupos (Ortiz, 2010)

	Grupos								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nivel de interacción	Media	Alta	Media	Alta	Alta	Baja	Baja	Baja	Baja
Uso de Mensajes Distractores	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Discusión de estrategia	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No
Definición de estrategia	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No	No
Objetivo alcanzado	Si	No	Si	No	Si	Si	No	No	Si
Envío de Mensajes de ayuda	Medio	Medio	Medio	Alto	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Numero de errores	Medio	Medio	Alto	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto
Dinámica de preguntas y respuestas	Alta	Alta	Alta	Alta	Media	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

Tras la comparación de los resultados obtenidos por medio de ambos análisis, los autores concluyen que los indicadores planteados son válidos y reflejan adecuadamente las características de la actividad colaborativa.

3.5. Metodologías mixtas

Como ya se comentó anteriormente, algunos métodos de estudio combinan elementos de carácter cualitativo y cuantitativo. Nos referiremos a este tipo de estudios como metodologías mixtas y distinguimos dos aproximaciones: 1) las que aúnan los métodos cualitativos y cuantitativos; y 2) las que combinan alguno de los anteriores con métodos de Inteligencia Artificial.

3.5.1. Cualitativas y cuantitativas

Dentro de este grupo, encontramos distintas combinaciones, entre las que destacan aquellas que utilizan el SNA como método cuantitativo. Siguiendo esta línea, en España destaca el trabajo realizado por investigadores de la Universidad de Valladolid (Martínez, 2003-2008) (Harrer, 2009), quienes han desarrollado un método mixto de evaluación de las interacciones que se producen durante los procesos de aprendizaje colaborativo. Este grupo justifica la utilización de un método combinado para obtener un mejor entendimiento del proceso gracias a la complementariedad de los métodos cuantitativo y cualitativo. Así, el método propuesto consta de las siguientes fases (Martínez, 2003-2003b):

- *Fase preliminar*: Diseño de la evaluación. En esta fase se deben definir los objetivos de estudio y las técnicas de recogida de datos y métodos de evaluación a aplicar. Puesto que el método que se presenta es genérico, para cada caso particular es necesario instanciarlo.
- *Recogida de datos*:
 - Cuestionarios: Para conocer el rango de puntos de vista y formas de concebir un aspecto de la realidad en el grupo.
 - Grupos de discusión: Son una modalidad de entrevista grupal, que se realizará en distintas fases del proceso (al principio, al final y en momentos significativos) y que permitirá al investigador obtener las reacciones de los participantes y su evolución a lo largo del curso.

- Observación: Se registra en forma de notas, por medio de un observador que puede o no estar participando en el proceso de colaboración. Permite obtener informaciones sobre los fenómenos estudiados mientras éstos están teniendo lugar. Sin embargo, su potencial radica en que permite obtener informaciones que no estaban contempladas en el plan inicial de evaluación. Como contrapartida, la existencia de un observador durante el proceso puede provocar modificaciones en el comportamiento habitual de los participantes.
- Datos almacenados de forma automática por medio del ordenador, para captar el uso real que se está haciendo de los sistemas.
- *Análisis*: Es cíclico y se realiza de forma paralela con la recogida de datos.
 - Análisis cuantitativo: Este tipo de análisis se aplica a los cuestionarios cuyas respuestas son de tipo numérico. Se obtiene la media y la desviación típica para detectar las tendencias generales y la variación registrada respecto a dichas tendencias.
 - Análisis cualitativo: Se pretende extraer el significado de los datos obtenidos. Para ello, es necesario hacer una categorización de los datos disponibles, de tal forma que podamos estudiar los distintos aspectos en los que estamos interesados.
 - Análisis de redes sociales: Cuya misión es apoyar el estudio de aspectos participativos del aprendizaje por medio de la utilización de las distintas medidas para el estudio a nivel global, grupal e individual; así como la posibilidad de utilizar sociogramas como método de visualización de las interacciones que tienen lugar.
 - Integración de los distintos modos de análisis: Cada uno de los métodos citados anteriormente da lugar a un conjunto de conclusiones parciales que deben ser contrastadas. Para hacerlo, la información procedente de cada uno de ellos se utiliza para completar la información del resto y para guiar la toma de datos de la siguiente iteración del proceso.
- *Validación de la evaluación*, enfocada principalmente al análisis cualitativo. A este respecto se produce una evolución de las posturas del grupo, pues en primera instancia plantean su necesidad, pero no es hasta más adelante cuando establecen el método de validación, usado a la postre en el proyecto Cavicola (Harrer, 2009).

Para apoyar la utilización de este método y con objeto de integrar los distintos tipos de datos que forman la entrada del análisis de redes en un sistema, Martínez (Martínez, 2003) desarrolla la herramienta SAMSA (System for Adjacency Matrix and Sociogram-based Analysis) que permite al evaluador seleccionar y configurar la red que quiere estudiar en cada caso. Una vez configurado este aspecto, SAMSA tiene en consideración los datos procedentes de las interacciones recogidas por el sistema CSCL, las interacciones cara a cara recogidas por el observador y las respuestas de los alumnos a los cuestionarios y las transforma adecuadamente para realizar el análisis. SAMSA produce tres resultados: las medidas elegidas por el evaluador, una representación gráfica de la red en forma de sociograma y un fichero en formato DL (Data Language) aceptado por UCINET (Borgatti, 1996), herramienta más comúnmente utilizada para el análisis de redes sociales.

Dentro de este grupo de investigación, también se desarrolla la herramienta Quest (Gómez, 2002), que surge con el objetivo de evitar los problemas asociados a la distribución de cuestionarios en cuanto a edición, distribución y digitalización de respuestas. Para ello, aprovecha la tecnología web para aumentar la accesibilidad y disminuir el coste de contestar a los cuestionarios. Para realizar un cuestionario utilizando Quest, el evaluador debe seguir los siguientes pasos:

- *Definición del cuestionario*, utilizando un lenguaje de codificación especial. Las preguntas pueden ser de distintos tipos:

- Cerradas, donde el alumno sólo puede escoger entre una lista de posibles respuestas.
 - Tipo matriz, que permite preguntar varias cuestiones relativas a un único aspecto.
 - Preguntas abiertas, donde el alumno dispone de un cuadro de texto para responder a las cuestiones.
- *Publicación*: La herramienta genera un HTML y se publica en un sitio web.
 - *Respuesta*: El cuestionario está disponible durante un periodo de tiempo determinado, que el profesor puede configurar.
 - *Generación de resultados*: En función del tipo de cuestionario definido, la herramienta genera un tipo de fichero distinto. Así, tendremos una hoja de cálculo para procesamiento cuantitativo, un fichero rtf para procesamiento cualitativo o un fichero XML para análisis de redes sociales usando SAMSA.

Puesto que esta metodología se basa en la utilización de distintos métodos para la obtención de un análisis completo de la interacción, frecuentemente se enfrenta al problema de combinar datos procedentes de distintas fuentes, lo cual redundaría en diferentes formatos de representación. Por tanto, aparece la necesidad de obtener una representación común que sea lo suficientemente genérica como para ser capaz de integrar datos de diferentes fuentes y lo suficientemente flexible como para que pueda adaptarse a diferentes perspectivas analíticas. Tal como se comenta en (Martínez, 2003b), existen distintas propuestas para modelar la interacción, sin embargo, no se ha consensuado una representación estándar y explícita de dicha interacción. Por ello, en dicho documento, Martínez et al. proponen una representación de la acción colaborativa. Los aspectos que toman en consideración son: contexto de la situación colaborativa, capacidad para representar diferentes situaciones colaborativas y características de generalidad, flexibilidad e interoperabilidad.

- *Representación del contexto*: Toman como punto de partida la herramienta DELFOS (Osuna, 2001), definida específicamente para representar situaciones CSCL teniendo en cuenta aspectos sociales, pedagógicos y tecnológicos. Esta herramienta utiliza el concepto de situación para modelar las características generales del entorno de aprendizaje, incluyendo objetivos de aprendizaje, número de participantes, metáforas... A partir de estos conceptos proponen el elemento SITUACION, definido por atributos genéricos como identificación, objetivo o descripción, el cual puede ser extendido por medio de sub-elementos, como los roles, usuarios, grupos u objetos.
- *Representación de la acción colaborativa*: Se centra en los actores que forman parte de la acción. Distingue entre:
 - Acciones directas: Participan un emisor y uno o más receptores.
 - Acciones indirectas: Representan interacciones mediadas por un objeto. Su definición depende del tipo de espacio de trabajo, distinguiendo entre interfaces de documentos compartidos, interfaces de espacio de trabajo compartido y espacio genérico.
 - Participación: Proporciona información acerca de intervenciones de actores que no tienen destinatario específico ni objeto concreto de aplicación. Proporciona información básica de la intervención como la descripción o la longitud de la misma.
- *Estructura general*: El fichero de log estará compuesto por un elemento SITUACION, seguido por una descripción de la ACTIVIDAD en que los estudiantes están involucrados. Cada actividad se desarrolla en una o más sesiones, que a su vez están compuestas de una o más acciones.

A partir de estas aproximaciones, Harrer et al. (Harrer, 2009), dentro del mismo conjunto de investigaciones, han propuesto el modelo de proceso Cavicola (Computer-based Analysis and Visualization of Collaborative Learning Activities), el cual integra métodos cuantitativos y cualitativos de evaluación de la colaboración en un modelo común del proceso de análisis. Este proyecto surge de la estandarización de los procesos que realizan los miembros la red de

investigación Kaleidoscope¹¹ en Alemania, Grecia y España, a través del cual se completa la propuesta de un formato común de representación de la interacción en los procesos de aprendizaje colaborativo.

Entre las contribuciones de este grupo, encontramos una aplicación al análisis de la interacción desde el punto de vista de los roles que aparecen (Martínez, 2008). Para ello, combinan el uso de la herramienta Role-AdaptIA (Marcos, 2008), desarrollada también en el grupo, con la ya conocida SAMSA. Los profesores definen los roles que pueden aparecer en una situación dada, sus características y necesidades. Las características de los roles se definen siguiendo un proceso iterativo en el que se usan indicadores de SNA para caracterizar la participación en la actividad colaborativa. Algunos de los roles que se definen son: profesor – guía, profesor – colaborador, estudiante – aislado, estudiante – coordinador. Para detectar cambios de rol de los participantes, la herramienta chequea los valores de los indicadores periódicamente y los compara con una lista, de tal forma que cambios significativos en estos valores indicarán cambios en el rol del participante.

Entre las últimas contribuciones de este grupo destaca el trabajo (Martínez, 2010), donde los autores identifican los principales problemas que se encuentran para aplicar técnicas de CSCL y el análisis de la interacción ocurrida en escenarios reales. Los autores encuentran tres tipos de problemas principales:

- A nivel de aplicación, relacionados principalmente con los datos obtenidos en los ficheros de log, que a menudo son insuficientes (incluso inexistentes), no están documentados o no son procesables.
- Relacionados con arquitecturas de soporte a las aplicaciones, que no capturan los datos relevantes, no están sincronizados con las acciones o presentan estructuras incompatibles entre sí.
- Diseño: En numerosas ocasiones, el diseño de las aplicaciones no tiene en cuenta la necesidad de analizar los datos, el aspecto que es objeto de análisis no está integrado en el aprendizaje que se ofrece por medio de la herramienta o presenta demasiadas restricciones.

Las soluciones que se plantean pasan por integrar la fase de análisis en el diseño de la aplicación, considerando los requisitos de esta actividad durante todo el proceso de desarrollo. Así, tanto el aprendizaje como el análisis del mismo se tienen en cuenta de forma integrada y pueden coordinarse de manera adecuada. Además, es necesario incluir módulos independientes en las arquitecturas para uno y otro propósito, permitiendo además que dichos módulos funcionen independientemente, pero manteniendo una semántica y una sintaxis compatibles que permitan analizar el proceso de aprendizaje realizado por los alumnos.

Fuera de España hay también notables aproximaciones que utilizan una combinación de métodos cualitativos y SNA. Podemos citar, por ejemplo, el trabajo de De Laat et al. (De Laat, 2007) realizado en conjunto por investigadores de Reino Unido, Finlandia y los Países Bajos. En este trabajo se pretende obtener informes empíricos utilizando para ello un análisis de contenidos, una memoria crítica de los eventos (CER – Critical Event Recall) y SNA. En particular, el análisis de redes sociales se integra en un caso de estudio multi-método, que se explica a continuación:

Para obtener el conjunto de datos, los autores realizaron la experimentación en un curso de maestría en Educación de la Universidad del Sheffield (Reino Unido). Se tomaron muestras de los mensajes de 10 días, obteniendo un total de 160 mensajes. Estos mensajes se

¹¹ <http://www.noie-kaleidoscope.org/pub/>, visitado por última vez el 18 de octubre de 2010.

sometieron a un proceso de análisis de contenido para codificarlos en dos esquemas. El primero, “en la tarea”, incluye actividades cognitivas usadas para procesar el contenido de aprendizaje y alcanzar objetivos de aprendizaje; conocimiento metacognitivo y habilidades metacognitivas usadas para regular actividades cognitivas; actividades afectivas usadas para recoger sentimientos ocurridos durante el aprendizaje; y actividades variadas. El segundo esquema codifica acciones “alrededor de la tarea”, centrado en la tutorización, que comprende tres categorías: diseño y organización, facilitación del discurso e instrucción directa. Esta codificación se aplica a distintos fragmentos de los mensajes en función de sus características semánticas. Para facilitar el proceso, se utiliza la herramienta NVivo¹², que automatiza parcialmente el proceso.

Del análisis de contenidos se obtuvieron patrones de aprendizaje y tutoría, los cuales fueron comprobados con los alumnos por medio de entrevistas, permitiendo a los investigadores determinar el contexto en que los patrones habían tenido lugar. Gracias a estas entrevistas, surgieron aspectos del aprendizaje que permitieron contextualizar y comprender mejor los comportamientos individuales en función de las motivaciones personales y las relaciones con otros participantes.

El SNA se utilizó como tercer método para analizar los resultados obtenidos, de tal forma que permitió la triangulación de los mismos con objeto de mejorar la confianza de los datos aportados por el estudio. Lo que se hace es integrar los resultados de un método en el siguiente.

Por su parte, Dawson (Dawson, 2008) utiliza SNA como fuente principal de conclusiones. A partir del log obtenido de las intervenciones en los foros, calcula medidas de centralidad de cada estudiante y relaciona estos datos con el sentimiento de comunidad de los estudiantes. Para hacerlo, utiliza métodos cualitativos, tales como entrevistas a los alumnos, cuya duración es de una hora aproximadamente, durante las cuales pregunta acerca de los compañeros con los que ha interactuado, la relación con sus compañeros de clase, grupo,...

Además, existen otras técnicas cuantitativas que pueden combinarse con los métodos cualitativos para analizar la colaboración durante un proceso de aprendizaje colaborativo. A modo de ejemplo, podemos citar el trabajo de García et al. (García, 2008) quienes tienen en consideración tanto el contexto como la interacción que rodean al proceso de aprendizaje colaborativo. En esta metodología se tienen en consideración tres aspectos:

- *Factores contextuales*, que favorecen o limitan la interacción y los resultados del aprendizaje. Los más destacados son:
 - *Participantes*: Las características de alumnos y profesor son determinantes. Respecto a los alumnos, son importantes sus conocimientos sobre el tema, las habilidades tecnológicas, la personalidad, las actitudes hacia las nuevas tecnologías, la motivación, la autoestima... Por su parte, en los profesores se valora el conocimiento del tema, las habilidades del manejo de la tecnología, las estrategias pedagógicas, la actitud hacia las nuevas tecnologías,...
 - *Diseño instruccional*: Comprende los dispositivos pedagógicos en los que se especifican las acciones y arreglos instruccionales diseñados por el profesor para organizar el uso de las herramientas tecnológicas, las estrategias pedagógicas, la administración del tiempo y del espacio y el uso de estrategias.

¹² NVivo es un software el análisis cualitativo de datos, distribuido por la empresa QSR International: http://www.qsrinternational.com/#tab_you, consultado por última vez el 23 de diciembre de 2010.

- *Tecnología*: Recursos de cómputo y de comunicación que apoyan, favorecen o limitan los procesos de interacción y los resultados de aprendizaje. La plataforma debe ser fácil de utilizar, ya sea de forma síncrona o asíncrona, permitiendo interacción por medio del foro, chat, correo electrónico...
- *Procesos de interacción*: Es la forma en que los participantes hacen uso de los recursos tecnológicos, su frecuencia de uso y el tiempo invertido. Los factores involucrados son los siguientes:
 - Tipos de interacción:
 - Exploración general del curso: Revisión de herramientas y frecuencia de acceso de los participantes al curso, mensajes, usuarios conectados, actividades, herramientas, chats o eventos.
 - Orientación a la tarea: Relacionada con la actividad de revisar las contribuciones y los comentarios de los demás en los foros y/o chat.
 - Contribución a la tarea: Formulación de preguntas y respuestas, opiniones, inclusión de elementos teóricos, formulación de desacuerdos o inconsistencia entre ideas y conceptos, reconocimiento de contribuciones de los compañeros y síntesis de la información.
 - Contenido de las interacciones:
 - Presencia docente: Comprende diseño instruccional por parte del profesor, facilitación de la discusión y la colaboración e instrucción directa.
 - Presencia cognitiva: Grado con el que los participantes son capaces de construir significados a través de comunicación sustantiva. Incluye desencadenar eventos, exploración de ideas, integración y resolución.
 - Presencia social: La habilidad de proyectar características personales y aparecer ante los otros como “personas reales”. Incluye el afecto, la interacción y la cohesión.
 - Estrategias discursivas: Son las estrategias utilizadas por profesores y alumnos para construir una red de relaciones semánticas. Para este estudio hay dos que son relevantes:
 - Estrategias de diálogo: Discursos que involucran al profesor, a los alumnos o a un texto en el cual se “dialoga”. Son, por ejemplo, series de preguntas al profesor, selección y modificación de respuestas de los alumnos, construcción conjunta entre profesor y alumnos...
 - Estrategias de monólogo: Son las formas en las que el profesor proporciona información, explica, cuenta una anécdota, da respuesta amplia a un alumno o resume una discusión. Incluyen la exposición lógica, narrativa, resumen...
- *Resultado de aprendizaje*: Se basa en la construcción social del conocimiento, constituido por cinco fases:
 - Compartir / comparar la información.
 - Exploración de disonancias e inconsistencias entre ideas y conceptos.
 - Negociación de significados y construcción del conocimiento.
 - Evaluación o modificación de ideas (co-construcción).
 - Nuevos acuerdos / aplicación de nuevos significados.

En este trabajo la metodología cuantitativa tiene en cuenta la cantidad de tiempo que los alumnos están conectados al sistema y las tareas que realizan durante este tiempo, por ejemplo, explorar el sistema o añadir mensajes. Además, se hace un estudio del contenido de las interacciones, para lo cual se segmentan dichos mensajes y se obtiene la idea general. El análisis cualitativo, por otra parte, recoge mensajes completos del foro para analizar el contenido en profundidad.

3.5.2. Inteligencia Artificial

En un último grupo de propuestas se aborda el análisis de la colaboración utilizando técnicas de Inteligencia Artificial (IA) como herramienta de apoyo. Una muestra de este tipo de combinaciones se da en la tesis de Barros (Barros, 1999), quien aborda el análisis del trabajo en grupo de los alumnos en una parte de la misma. Así, el Módulo de Análisis de su sistema está compuesto por dos sub-sistemas:

- *Análisis cuantitativo*, el cual permite visualizar la actividad de los usuarios de forma tanto textual como gráfica. Tiene en cuenta aspectos como el número de veces que se conecta cada usuario, las contribuciones de cada uno de ellos o las participaciones en los foros.
- *Análisis cualitativo*, que considera información externa y la relaciona con otros datos, generando conclusiones acerca de la forma de trabajar del grupo y de las actitudes de sus miembros. Es en este análisis donde se utilizan técnicas de IA para obtener resultados. En particular, se realiza calculando datos parciales que luego se relacionan para generar conclusiones. Estos datos se denominan variables. El valor de las variables es relativo, dependiendo del tipo de tarea o número de usuarios, por ejemplo. Las variables que se utilizan para el análisis se obtienen a partir de las contribuciones de cada tarea, de los mensajes de coordinación de cada actividad y de la definición de la experiencia que se está analizando. Se distinguen dos tipos de variables:
 - Calculadas: Estas variables toman valores en un rango entre -10 y 10, en función de las contribuciones de los participantes. En este tipo de variables no se emplea la IA.
 - Inferidas: Se obtienen a partir de las variables calculadas después de un proceso de inferencia. Las variables para el análisis del grupo son:
 - Trabajo: Cantidad de trabajo realizado por el grupo.
 - Argumentación: Grado de discusión que tuvo lugar entre los miembros del grupo.
 - Coordinación: Cómo ha sido el proceso de argumentación teniendo en cuenta la actitud conformista de los individuos y el grado de creatividad.
 - Colaboración: Actitud colaborativa del grupo durante la experiencia.

Las variables para los usuarios son:

- Promoción de la discusión: Cómo cada usuario interviene e incentiva el diálogo.
- Actitud: Considera si la disposición del individuo ayuda a su mejor finalización y si su forma de trabajar favorece la forma de trabajar del grupo.
- Trabajo: Cantidad de trabajo realizada por el usuario en la tarea.
- Valoración general del papel del usuario en el desarrollo de la tarea.

Cada una de estas variables se modela con un proceso de inferencia difusa, por medio de un conjunto compuesto por varios atributos o etiquetas lingüísticas. Cada uno de estos atributos corresponde a un valor posible del dominio de ese atributo. Cada atributo se define en base a seis valores que forman un trapecio, indicando las pendientes de las aristas, las posiciones de inicio y fin de la arista izquierda y las posiciones de inicio y fin de la arista derecha.

De esta forma, una variable tiene un conjunto de atributos y cada uno de estos atributos está definido por una séxtupla de valores. Con los valores y los conjuntos se realizan dos operaciones:

- Fuzzificar: Dado un valor de una variable, obtener el valor correspondiente para cada atributo del conjunto según la parte correspondiente del área del trapecio que ocupa ese valor en el dominio de valores del conjunto.
- Desfuzzificar: Dado un conjunto de valores, calcular el atributo que mejor se ajusta a esos valores.

Desde otra perspectiva de la IA, Soller (Soller, 2001) plantea un sistema inteligente de aprendizaje colaborativo. La base para la toma de decisiones del sistema es un chat semi-estructurado que los alumnos usan para comunicarse. Este chat obliga a los participantes a elegir una pequeña frase introductoria, la cual es representativa de la intención de su contribución. A partir de esta frase introductoria se clasifican las comunicaciones que se realizan durante la resolución del problema. Otro elemento del sistema inteligente es el modelo de aprendizaje colaborativo sobre el que se sustenta, el cual está formado por las siguientes facetas:

- Participación
- Habilidad social
- Conversación de aprendizaje activo
- Realización de análisis y procesamiento de grupo
- Estimulación de la interacción

Para que estas facetas se desarrollen de manera óptima, el autor plantea los siguientes elementos en su sistema inteligente, de forma que cada uno de ellos se centra en una o más de las características citadas anteriormente. A continuación se muestran estos elementos:

- Entrenador de habilidades de aprendizaje colaborativo:
 - Para fomentar la participación, sobre todo de aquellos alumnos más inseguros o retraídos, establece turnos round-robin en las sesiones de lluvia de ideas.
 - Fomenta la conversación de aprendizaje activo por medio de feedback acerca de los tipos de contribuciones que están realizando. Para que el sistema pueda realizar esta labor es necesario que “entienda” lo que los alumnos están diciendo en sus contribuciones. En este punto cobra especial importancia el chat semi-estructurado, ya que a partir de él se obtienen las proporciones de cada uno de los tipos de contribución.
 - De forma similar, este sistema ofrece información acerca de la actuación individual y del grupo.
 - Por último, este sub-sistema se encarga de asegurar que las respuestas que dan los miembros del grupo a las preguntas de los compañeros están suficientemente elaboradas, con objeto de promover la interacción dentro del grupo.
- Planificador instruccional:
 - Determina cuándo debe abrirse una sesión de lluvia de ideas round-robin, para gestionar la participación de los miembros del grupo.
 - Elige los roles que se asignan a los estudiantes y cuándo deben rotarse, para gestionar las habilidades sociales.
 - Para promover la conversación de aprendizaje activo asigna tareas que obliguen a los estudiantes a practicarlo.
 - Con objeto de promover la interacción dentro del grupo, este sub-sistema se encarga de asignar mentores a los estudiantes. Estos mentores ayudan a los miembros del grupo a elaborar explicaciones útiles y con el suficiente grado de desarrollo para que el compañero al que va dirigido sea capaz de asimilar la información de forma adecuada y le sea útil.
- Modelo de grupo / estudiante: Con este elemento el sistema almacena estadísticas a nivel de usuario y de grupo por medio de la clasificación de contribuciones en el chat. Esta información se va actualizando a medida que se registran más contribuciones y permite que los alumnos y los grupos puedan consultar y analizar su actuación a lo largo del proceso colaborativo.
- Compañero simulado:

- En cuanto a las habilidades sociales, este elemento permite desempeñar roles que no han podido ser asignados a ningún miembro del grupo, porque este sea muy pequeño o por cualquier otro motivo.
- Desde el punto de vista del aprendizaje activo, un compañero ficticio puede desempeñar el papel de “abogado del diablo”, de tal forma que puede introducir cuestiones o dudas que obliguen al grupo a elaborar respuestas más adecuadas.
- De forma similar, para promover la interacción, este sub-sistema puede ayudar a los participantes a elaborar explicaciones más elaboradas o de mayor calidad ante cuestiones realizadas por otro compañero del grupo.
- Asistentes de aprendizaje personales: Son agentes inteligentes que ayudan a los alumnos en su labor de resolución del problema, dándoles apoyo en distintos aspectos:
 - Participación: Anima al alumno a que participe en el chat y exponga sus ideas. Para ello, se establece una relación de confianza entre ellos que permite al alumno desarrollar sus ideas antes de exponerlas al resto de los compañeros.
 - Habilidades sociales: Asegura que los estudiantes desempeñan el rol que tienen asignado.
 - Conversación de aprendizaje activo: Anima a los estudiantes a exponer y a explicar sus ideas al resto de los compañeros.

Siguiendo la estrategia de dirigir las contribuciones de los alumnos en el chat, encontramos los trabajos realizados en el grupo de Manuel Ortega, en la sede de Ciudad Real de la Universidad de Castilla – La Mancha. En el seno de este grupo se ha desarrollado la herramienta DomoSim-TPC (Bravo, 2006), la cual está dotada de un chat semi-estructurado con el objetivo de facilitar la clasificación de los mensajes que se envían los alumnos. Este grupo propone (Molina, 2003) un método de evaluación de la colaboración utilizando algoritmos genéticos y clasificación *fuzzy* de las variables.

A partir de la experiencia previa obtenida a través de DomoSim-TPC se plantean un conjunto de descriptores para caracterizar el proceso de aprendizaje desde la perspectiva del proceso y desde la perspectiva del producto. Los descriptores que tienen en cuenta son:

- Validez de la solución.
- Dificultad del problema propuesto.
- Trabajo modelado.
- Discusión.
- Cohesión del resultado.

A partir de estos descriptores y de las experiencias previas, este grupo ha determinado un conjunto de categorías de comportamiento para escenarios de aprendizaje colaborativo, en particular, mediante el uso de la herramienta DomoSim-TPC:

- Elevado grado de discusión dentro del grupo pero el producto obtenido no es válido.
- Gran nivel de discusión, la solución obtenida es correcta y se ha alcanzado en poco tiempo.
- Bajo grado de discusión, solución correcta.
- Poca participación, solución incorrecta.

El método de análisis utiliza un sistema de aprendizaje artificial basado en algoritmos evolutivos. Cada uno de los escenarios establecidos anteriormente se describe como un concepto *C* mediante lógica de predicados. Se permiten valores múltiples de los predicados e indeterminación. El aprendizaje inductivo consistirá en la construcción de un sistema lógico capaz de determinar si una situación, representada también por lógica de predicados, queda dentro o no de alguna de las descripciones establecidas.

Por otra parte, las reglas se codifican utilizando el enfoque de Michigan (Holland, 1987; Booker, 1989, referenciados en el artículo), por medio de clasificadores. Cada uno de los clasificadores tiene asociada una fuerza que medirá su aptitud para definir un determinado escenario y le permitirá competir con el resto de clasificadores en el algoritmo genético. Cada cierto número de ciclos se pone en marcha el proceso evolutivo de actualización de la población de reglas, de tal forma que la fuerza actual de cada clasificador se utiliza como medida de su aptitud. La selección se hace por sorteo y el reemplazo por factor de llenado. La fuerza de un clasificador mutado se mantiene y la fuerza de la descendencia es una media ponderada de las fuerzas de sus progenitores.

La descripción general del algoritmo sería la que se indica a continuación: Tras la fase de inicialización, se captan los mensajes de entrada. Estos mensajes se comparan con la lista de todas las condiciones de todos los clasificadores y se registran todas las condiciones satisfechas. A través de este proceso de subasta, los clasificadores más fuertes envían sus mensajes al entorno, reduciéndose su fuerza. El mecanismo de aportación de crédito se encarga de actualizar las fuerzas de cada regla repartiendo entre ellas el refuerzo proporcionado por el entorno, de modo que se favorezca a las mejores. Cada cierto número de iteraciones se debe hacer evolucionar la población con el fin de tener una población de reglas cada vez mejor.

En esta misma línea de relacionar la calidad de la colaboración con la calidad de la solución, este grupo elige un sistema MISO (Multiple Inputs, Single Output) para proponer un modelo que relacione los indicadores del análisis de la colaboración con la calidad de la solución (Duque, 2007). Así, las entradas representan el trabajo colaborativo y la salida es una calificación global del trabajo realizado. Los resultados se ofrecen utilizando modelos basados en reglas difusas, ya que este tipo de representación permite comprender más fácilmente los resultados y expresarlos en lenguaje natural, sobre todo para usuarios que no tienen conocimientos previos.

Para construir el modelo difuso se considera un conjunto de casos, cada uno de los cuales formado por $k+1$ valores que se corresponden con indicadores del trabajo en grupo y un valor para la calidad de la solución. Estos casos deben calcularse usando el log de la acción de los usuarios. Utilizando un sencillo algoritmo de amplificación de reglas, se obtiene el conjunto de reglas más pequeño con una expresión más sencilla, permitiendo así trabajar con variables independientes del dominio de la aplicación. Este sistema se ha incluido en la herramienta DomoSim-TPC para la evaluación del aprendizaje colaborativo.

Por último, cabe destacar el sistema I-MINDS (Intelligent Multiagent Infrastructure for Distributed Systems) (Miller, 2007), desarrollado por investigadores estadounidenses. Este sistema es un entorno de trabajo para el soporte inteligente de la colaboración entre estudiantes y la gestión de la clase a través del uso de agentes personales inteligentes. Cada usuario tiene su propio agente software que monitoriza su actividad para darle un soporte personalizado. Este soporte puede variar desde alertar al usuario de condiciones personales, tales como bajo nivel de contribución o buena motivación, hasta promover la colaboración ayudando al usuario a seleccionar compañeros de colaboración en base a las interacciones con otros agentes.

En I-MINDS encontramos otros dos tipos de agentes: agentes de grupo y agentes de profesor. Los agentes de grupo están encargados de modelar las interacciones para analizar la actuación del grupo, así como reestructurar los grupos cuando hay algún problema. Los agentes de profesor aseguran que todos los estudiantes reciben el contenido apropiado del instructor y organizan la información de la clase para ofrecérsela al profesor. Además, los

agentes de profesor pueden contestar automáticamente algunas preguntas de los estudiantes si el profesor está saturado.

Los principios de diseño del sistema I-MINDS son los siguientes:

- Generar información relacional y de contenido a partir de la traza de las interacciones de los usuarios. La información de contenido se refiere al contenido de la interacción y, la información relacional, a los datos que pueden relacionar ese contenido con otros datos, tal como el momento en que se envía, los usuarios implicados, referencias a una conversación en la que se encuadra el mensaje,...
- Mostrar la información generada de forma organizada y útil: Uso de diagramas y gráficos para presentar la información en tiempo real.
- Permitir la personalización de las herramientas, con objeto de que el usuario introduzca el dominio de conocimiento para realizar el meta-análisis de las estadísticas obtenidas a partir del sistema CSCL.
- Ofrecer procesamiento inteligente de datos: Las herramientas de análisis deben tener la capacidad de procesar los datos sin la intervención directa del usuario.
- Proporcionar tanto operaciones síncronas como asíncronas.

I-MINDS realiza la traza de siete medidas y siete estadísticas agrupadas en cinco indicadores diferentes:

- Mensajes entre compañeros: Número de mensajes enviados a los compañeros del grupo en la sesión actual.
- Mensajes del profesor: Mensajes enviados al profesor en la sesión actual.
- Temas iniciados: Está compuesto del número de mensajes de inicio de diálogos y de la media del número y la calidad de los mensajes resultantes. Este indicador proporciona información acerca de la calidad de los diálogos iniciados por el usuario.
- Responsabilidad: Número de mensajes enviados y recibidos por el usuario y media del tiempo de respuesta.
- Involucración en el diálogo: Respuestas enviadas por el usuario en diálogos que inició él mismo u otro usuario. También comprende la media de respuestas en ambos casos.

I-MINDS tiene dos aplicaciones principales:

- BuddyGroup (BG): En la versión del estudiante sólo se muestran los mensajes de los diálogos empezados en un grupo colaborativo pero en la versión del profesor todos los mensajes enviados se muestran automáticamente. Esta herramienta facilita las interacciones entre estudiantes y limita el número de componentes de los grupos. Los estudiantes pueden responder a cualquier mensaje del tema seleccionado y también pueden crear nuevos temas.
- QuestionAnswering (QA): La versión del estudiante permite hacer preguntas y ver las respuestas. La versión del profesor muestra todas las preguntas pendientes y las que han sido contestadas o descartadas previamente. Facilita la interacción entre el alumno y el profesor proporcionando un foro. El profesor puede responder desde cualquier sesión y enviar la respuesta al estudiante que realizó la pregunta. También puede enviar la respuesta a uno o más estudiantes.

3.6. Conclusiones

Como se ha puesto de manifiesto en este capítulo, existen distintos métodos de evaluación de la colaboración. Se ha realizado una clasificación basada en la división de métodos

cuantitativos y cualitativos incluyendo, a continuación, otros métodos que utilizan alguna combinación de ambos.

El interés de este trabajo se centra más en la evaluación cuantitativa de la colaboración, por lo que se ha prestado mayor atención a aquellos trabajos que utilizan métodos de SNA para caracterizar la interacción producida en el sistema.

La adaptación automática del sistema o, al menos, la posibilidad de que se realicen algunas adaptaciones en función de criterios previamente establecidos, permite que el proceso de aprendizaje pueda mejorar en algunos aspectos sin necesidad de la supervisión constante del profesor. Para poder realizar esta tarea es necesario realizar una monitorización en tiempo real del proceso de juego, en nuestro caso. El uso de una técnica cuantitativa permite obtener una calificación objetiva y más inmediata que las técnicas cualitativas, ya que no es necesario esperar una realimentación del usuario. Se ha escogido SNA por estar específicamente diseñado para la representación y el análisis de flujo de información en redes de usuarios.

Uno de los aspectos más importantes en el análisis de la colaboración es el proceso inicial de monitorización y medida. En este problema es imprescindible comenzar por definir qué medir y dónde medirlo. Como se observa en el análisis realizado, este problema ha sido el origen de diversos trabajos de investigación, llegándose a resultados importantes como los obtenidos por Vallejo y Ortiz (2010). En nuestro caso, hemos realizado una propuesta de medidas y su clasificación, que puede verse en el capítulo 5 de esta tesis y que ha sido utilizada como base en diversos trabajos de investigación realizados en el análisis de la colaboración, por ejemplo, (Padilla, 2009).

CAPITULO 4

PROCESOS DE DISEÑO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS Y ARQUITECTURAS DE SOPORTE

El conocimiento avanza paso a paso y no a saltos.

(Lord Macaulay)

4. Procesos de Diseño para Videojuegos Educativos y Arquitecturas de Soporte

Tal como hemos visto en capítulos anteriores, los videojuegos educativos que podemos encontrar en la literatura adolecen de un equilibrio adecuado entre los contenidos educativos y los aspectos lúdicos que se proponen. Pensamos que una de las razones por las que se produce esta situación es que el proceso de diseño y el sistema de soporte para dichos videojuegos no están adecuadamente definidos, lo que supone una dificultad adicional tanto para profesores como para desarrolladores. Por ello, en este capítulo se hace una revisión de las distintas propuestas que podemos encontrar en la literatura científica acerca del diseño de videojuegos educativos, así como de las arquitecturas que se proponen para su implementación. El objetivo principal del capítulo es determinar las características más relevantes de algunas de las propuestas existentes en este sentido y establecer qué aspectos son susceptibles de mejora.

INDICE DEL CAPITULO

4.1. INTRODUCCIÓN	103
4.2. PROCESOS DE DISEÑO	103
4.2.1. EMERGO.....	104
4.2.2. EDoS (<i>Environment for the Design of Serious Games</i>).....	107
4.2.3. <i>Proceso de diseño en seis pasos de Marfisi-Schottman (2010)</i>	108
4.2.4. SAVIE	111
4.2.5. <i>Análisis de las metodologías y procesos presentados</i>	112
4.3. ARQUITECTURAS DE SOPORTE PARA JUEGOS EDUCATIVOS.....	113
4.3.1. <i>Arquitectura NUCLEO</i>	113
4.3.2. <i>Listening Comprehension Training Game</i>	115
4.3.3. <i>Educational Game Architecture (EGA)</i>	117
4.3.4. <i>Una arquitectura en tres capas de Westera (2008)</i>	121
4.3.5. <i>Una arquitectura para juegos 3D</i>	124
4.4. PROCESO DE DISEÑO Y ARQUITECTURA DE SOPORTE: <E-ADVENTURE>	124
4.4.1. <i>Proceso de diseño: Recomendaciones</i>	125
4.4.2. <i>Arquitectura</i>	125
4.5. RESUMEN DE LAS ARQUITECTURAS ANALIZADAS	126
4.6. DISCUSIÓN: REQUISITOS Y OBJETIVOS	127
4.7. CONCLUSIONES	128

4.1. Introducción

Cuando se va a realizar una actividad, independientemente del tipo de actividad de que se trate, solemos buscar algún manual o guía que nos permita conocer la manera más adecuada de hacerlo con cierta garantía de éxito. En el ámbito de este trabajo, la actividad a realizar es el diseño de un videojuego educativo, para lo que el principal “manual” o “guía” a utilizar tiene que ser uno que describa un proceso de diseño específico para este tipo de software. Por ello, el primer paso para conseguir nuestro juego sería elegir una metodología de diseño concreta y seguir los pasos del proceso especificado en dicha metodología. Además, sería de gran utilidad disponer de una arquitectura específica que proporcionase un modelo abstracto del videojuego educativo y facilitase la comprensión global del sistema.

Entendemos que el proceso de diseño de este y cualquier otro software debe indicar qué pasos se deben realizar, en qué orden y qué elementos hay que definir en cada uno de los pasos. De esta forma, el usuario puede abordar el diseño de forma escalonada, enfrentándose a actividades individuales que le permitan construir el juego afrontando su complejidad en unidades más sencillas.

Por otra parte, una arquitectura de soporte del juego permite al usuario identificar qué servicios puede obtener una vez diseñado el juego. Así, el diseñador es capaz de identificar qué componentes funcionales tendrá el juego y cómo interactuarán estos elementos entre sí.

Sin embargo, cuando revisamos la literatura, encontramos que no existen demasiadas propuestas en este sentido y que las que encontramos son específicas para problemas concretos.

En este capítulo se presenta una selección de los procesos de diseño de videojuegos educativos y arquitecturas de soporte de dichos juegos que se han encontrado durante nuestra revisión bibliográfica. Aunque existen numerosas propuestas, se han escogido aquellas que presentan alguna característica distintiva respecto a las demás, entendiendo que podrían actuar como representantes de otras arquitecturas que muestran características similares. Como veremos, la mayor parte de las propuestas no incluyen los dos elementos, lo cual dificulta el diseño integral del juego si se sigue una única propuesta. Y de la misma manera, si eligiésemos distintas propuestas para uno y otro aspecto, sería necesario realizar un esfuerzo adicional para conseguir encajar una y otra. No obstante, veremos que otras propuestas sí incluyen el proceso de diseño y la arquitectura, aunque en estos casos se limita el tipo de juego que se puede diseñar.

4.2. Procesos de diseño

Entre la bibliografía relacionada con los videojuegos educativos, existen algunas propuestas que presentan un proceso de diseño. Algunas de estas metodologías presentan unas pautas claras que el autor debe seguir, incluyendo la información a facilitar en cada uno de los pasos. Otras, sin embargo, son guías bastante genéricas que dan libertad al diseñador. Finalmente, encontramos algunas propuestas que incorporan un software de apoyo, ya sea como complemento al proceso de diseño o únicamente como herramienta a utilizar, la cual incluye una metodología subyacente. A continuación se describen estas propuestas.

4.2.1. EMERGO

La metodología propuesta en EMERGO (Nadolski, 2008) guía el desarrollo de juegos serios basados en escenarios. Los autores definen este tipo de juegos como un entorno simulado de tareas modeladas sobre situaciones de la vida real, que a menudo incluye una secuencia de aprendizaje que supone procesos complejos de toma de decisiones, estrategias de resolución de problemas, razonamiento inteligente y otras habilidades cognitivas complejas.

EMERGO se basa en la aproximación ADDIE (Plomp, 1992, citado en el texto) y la adapta al proceso de desarrollo de juegos serios. ADDIE son las iniciales de Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), que se explican adaptadas al contexto de EMERGO en la Figura 4.1. Aunque todas las fases se pueden realizar de principio a fin en este orden, se recomienda seguir un proceso iterativo. Las herramientas suministradas por EMERGO se utilizan durante las fases de desarrollo e implementación.

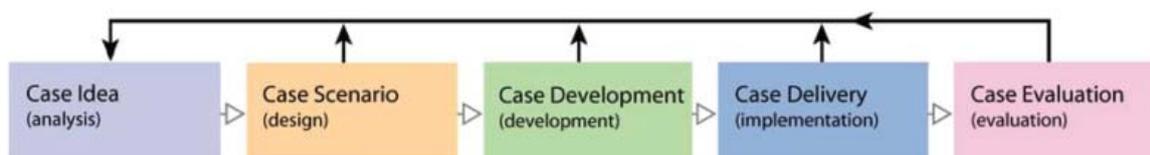


Figura 4.1 Metodología para el desarrollo de casos: Desde la idea hasta la evaluación. Basado en la metodología ADDIE (Nadolski, 2008).

Tanto la metodología como las herramientas de EMERGO están pensadas para que las usen principalmente los profesores, que pueden estar asistidos por tecnólogos educativos y otros expertos, como diseñadores gráficos o de juegos, en el proceso de desarrollo de los juegos. La utilización de la metodología y las herramientas de EMERGO dependen de distintos factores, tales como la complejidad del juego, el contenido a enseñar, los procedimientos de trabajo de la organización, etc. A continuación se explican cada una de las fases de esta metodología:

- **Análisis:** Los desarrolladores necesitan considerar y discutir distintos aspectos del juego que se va a desarrollar y del contenido a entrenar, de forma que se obtenga una visión clara del proyecto, un entendimiento común y una conciencia: porqué se necesita el juego, qué se va a aprender, cómo se estructurará, etc. Resolviendo un sub-conjunto adecuado de las preguntas incluidas en la Tabla 4.1 el equipo proporciona una descripción global y un documento de entrada para la fase de diseño.

Tabla 4.1 Preguntas de la fase de Análisis (traducido de Nadolski, 2008)

Aspecto	Preguntas
Contexto	¿Para qué curso, currículo o instituciones se va a usar? ¿Es un material aislado o se usará con otros materiales? ¿Qué carga de estudio e intervalo de tiempo se le suponen? ¿Cuántos créditos gana el estudiante cuando lo supera?
Contenido	¿Cuál es la principal habilidad cognitiva que se requiere? ¿Se necesitan otras habilidades? ¿Qué conocimiento previo y habilidades necesitan los alumnos? ¿Qué es lo fundamental (por ejemplo, el paciente, el equipo, etc.)? ¿Cuáles son las localizaciones (por ejemplo, mapear espacios virtuales)? ¿Qué características son relevantes? ¿Los estudiantes necesitan seguir un proceso establecido para realizarlo? ¿Qué tipo de actividades necesitan realizar los estudiantes para adquirir las habilidades cognitivas esperadas?

	<p>¿Hay un orden estricto en las tareas obligatorias?</p> <p>¿Hay tareas obligatorias y voluntarias y qué determina que sean de un tipo u otro?</p> <p>¿La información suministrada es estrictamente necesaria o hay redundancias?</p> <p>¿Cómo de realista y auténtico es el caso?</p> <p>¿Si los estudiantes pueden repetir un caso, será el mismo caso o habrá variaciones?</p> <p>¿Los estudiantes pueden deshacer decisiones previas?</p> <p>¿Hay diferentes rutas de aprendizaje y tareas para diferentes estudiantes?</p> <p>¿Qué tipo de cooperación necesitan los estudiantes?</p> <p>¿Los estudiantes tienen diferentes características en sus casos?</p> <p>¿Los estudiantes tienen roles activos?</p> <p>¿Los profesores tienen roles activos?</p> <p>¿Qué aspectos inducen y mantienen el interés y la motivación?</p> <p>¿Qué circunstancias imprevistas se han incorporado?</p> <p>¿Existe competición? ¿Cómo obtienen los estudiantes recompensas por su comportamiento?</p>
Progreso de los estudiantes	<p>¿Cómo descubren los estudiantes que todavía no han adquirido las habilidades cognitivas esperadas?</p> <p>¿Cómo pueden los estudiantes monitorizar su progreso?</p> <p>¿Cómo se comprueba si los estudiantes han adquirido las habilidades cognitivas esperadas?</p> <p>¿Se ha incluido evaluación sumativa? ¿Se usa el resultado para una evaluación formativa?</p> <p>¿Qué cifras de progreso de los alumnos se van a usar para informar a los profesores durante la ejecución del juego?</p>
Contacto con compañeros	<p>¿Se debe promover el contacto entre compañeros?</p> <p>¿Deben ver los alumnos si sus compañeros están conectados?</p> <p>¿Los estudiantes pueden comparar su progreso con los compañeros?</p>
Uso de medios	<p>Si se ha usado el material, ¿se necesita material nuevo?</p> <p>¿Qué recursos se utilizan (entrevistas, películas, animaciones...)?</p> <p>¿Qué medios se necesitan y cuál es su coste?</p>
Entrega	<p>¿Está restringido el número de estudiantes en cada ejecución?</p> <p>¿Cuándo puede un estudiante conectarse al juego?</p> <p>¿Es posible cambiar de caso una vez que se ha iniciado?</p>
Soporte	<p>¿Cómo se proporcionará el soporte técnico?</p> <p>¿Cómo se proporcionará el soporte para la adquisición de habilidades cognitivas?</p>
Coste	<p>¿Cuántos estudiantes participarán cada año?</p> <p>¿Cuál es el coste de desarrollo por estudiante?</p> <p>¿Cuál es el ratio esperado de profesores / estudiantes durante la explotación?</p>
Derechos de propiedad intelectual	<p>¿Está permitido que otros utilicen el caso?</p> <p>¿Hay materiales incorporados por otros autores y cuáles son sus derechos sobre estos materiales?</p>

- Diseño: En la fase de diseño se genera un documento de *escenario detallado*, para lo que se realizan los pasos intermedios de *marco de trabajo de escenario* e *ingredientes de escenario*, cada uno de ellos aportando más detalle y completitud.

El *marco de trabajo de escenario* describe las actividades globales que los estudiantes realizan durante el juego. Se sigue un formato estándar para denotar las actividades: “Where the student will [descripción de la actividad]”. Esto permite identificar la serie de actividades sin perderse en los detalles. Además, se pueden distinguir actividades obligatorias y no obligatorias, ordenadas y no ordenadas, esperadas e inesperadas. El escenario es sólo un programa cuyos aspectos se trabajarán más adelante, algo parecido a un plano de un edificio. Esto permite dar la misma atención a todos los elementos en varias etapas de diseño y desarrollo.

Los *ingredientes de escenario* son el segundo paso de la fase de diseño. Para cada actividad, se identifica cómo van a actuar los estudiantes: qué hacen, con quién interactúan, qué recursos y herramientas necesitan, y qué soporte utilizan. ¿Las tareas resultan en un producto? Si es así, ¿cómo se evaluará este producto? etc. Todas las interacciones para cada actividad se describen exhaustivamente, pero todavía no se hace en términos de herramientas y recursos.

Escenario detallado. El escenario detallado es el paso final de la fase de diseño y describe cada actividad exhaustivamente en términos de las herramientas y recursos que se necesitan para realizarlas. Si los estudiantes pueden entrevistar a una persona, todas las preguntas tienen que estar identificadas. Si los estudiantes necesitan recursos, todos los recursos tienen que estar identificados. En este punto ya está claro si todos los materiales están disponibles o todavía tienen que ser desarrollados. El conjunto de herramientas de que dispone EMERGO contiene varios componentes que pueden usarse en estas actividades aunque también pueden ser extendidos si es necesario.

- Desarrollo: Durante esta fase, las herramientas de EMERGO se utilizan para la introducción de datos, utilizando el escenario detallado como guía. Idealmente, la introducción de datos no necesita de ningún experto, pero lo cierto es que rara vez puede hacerse sin la ayuda de uno. Es necesario realizar pruebas sistemáticamente y, a menudo, los problemas que surgen sólo puede resolverlos un experto. Por tanto, los equipos de diseño y desarrollo necesitarán estar solapados y consensuar los procesos de trabajo. Durante el desarrollo se distinguen tres roles:
 - Propietario del juego, responsable de los derechos de acceso de cada componente del juego.
 - Autor del componente, responsable de la entrada de datos de una parte específica del juego.
 - Probador del juego, que necesita poder cambiar de rol en el juego para probar distintas características.

Para que se produzca aprendizaje, los estudiantes necesitan poder compartir y almacenar sus impresiones. Para ello, pueden hacer anotaciones de varias maneras:

- Poniendo notas en el mapa: Puede ser durante una conversación o cuando se lee un documento, por ejemplo.
- Organización y procesamiento de las notas tomadas: Las notas que generan los alumnos se almacenan en una bitácora, que además las clasifica automáticamente. De esta forma, los estudiantes pueden resumir sus notas y realizar informes utilizando esta bitácora.
- Informes finales: Hacer un informe puede ser el resultado de una tarea realizada con el portapapeles y la bitácora. Estos informes se envían por medio de eMensajes.
- Construcción de un eMensaje: Tan sólo es necesario adjuntar el informe.
- Implementación: Durante la implementación, o fase de entrega, tanto estudiantes como profesores podrán acceder al juego. En esta etapa se asume que:
 - Un estudiante puede elegir el juego desde su propio entorno (portal del alumno).
 - Un profesor puede elegir el juego desde su propio entorno (portal del profesor).
 - La entrada de datos para el juego ha sido comprobada y es aceptable.
 - El gestor de ejecución de juegos se ha usado para preparar el juego.

Si todo ocurre así, el juego puede *publicarse*. Si tienen datos de autorización, los estudiantes y profesores pueden descargar los juegos de la web de EMERGO.

- Evaluación: La evaluación mide si los juegos cumplen las demandas iniciales determinadas en el análisis. Las preguntas que se plantearon en la fase de análisis deben comprobarse en este punto.

4.2.2. EDoS (Environment for the Design of Serious Games)

EDoS es un entorno interactivo de diseño de juegos serios para la enseñanza de competencias relacionadas con la ingeniería, que proporciona al equipo de desarrollo un método para crear juegos de forma eficiente, visual y estructurada. Permite la colaboración entre docentes y técnicos, de tal forma que los conocimientos de ambas especialidades se combinen de forma adecuada.

El proceso de diseño de EDoS está basado en tres modelos: 1) Modelo de objetivos pedagógicos, 2) IMS-LD-SG, una extensión de IMS-LD (IMS, 2003) para juegos serios, y 3) un modelo de tareas CTT (Concur Task Tree) (Patternó, 1997) utilizado para formalizar el escenario HCI de cada pantalla del juego.

Modelo de objetivos pedagógicos. Después de recopilar los requisitos de los clientes, el proceso de diseño comienza definiendo los objetivos pedagógicos del juego. Para definir estos objetivos pedagógicos, los autores disponen de una herramienta que facilita la descomposición de los objetivos en competencias, las cuales se descomponen a su vez en conocimientos y comportamientos (Figura 4.2). Este modelo constituye la base cognitiva del juego serio.

Figura 4.2 Pantalla para definir los objetivos pedagógicos en EDoS (Tran, 2010)

Una vez que los objetivos pedagógicos están especificados, se debe especificar el escenario pedagógico adecuado que permita alcanzar estos objetivos. El siguiente modelo permite realizar este escenario.

Escenario pedagógico. El escenario pedagógico está compuesto de actividades pedagógicas, que son el elemento central del modelo y es una adaptación de IMS-LD al diseño de juegos serios. En el escenario pedagógico se establecen las relaciones entre los objetos del escenario y los objetivos pedagógicos, descritos en el modelo anterior.

Para diseñar un escenario pedagógico los autores tienen que especificar los objetivos pedagógicos y el tipo de juego serio que quieren usar. Además, cada objetivo pedagógico tienen que dividirlo en actividades que satisfagan dicho objetivo. Una vez realizada esta clasificación, los autores relacionan cada actividad pedagógica con algún recurso computacional, como puede ser una aplicación web o un componente de juego. Hasta este momento, el escenario describe el contenido pedagógico del juego serio, pero todavía es necesario añadirle elementos y características de diversión.

Descripción de pantallas y game-play. A diferencia de los dos niveles anteriores, este nivel hace referencia a los aspectos del juego propiamente dicho. Después de especificar las actividades pedagógicas del escenario, es necesario hacer una descripción detallada de cada actividad. Para hacerlo, los autores proponen un mecanismo visual de diseño que facilite a los desarrolladores del juego la comprensión de las acciones que proponen los docentes, con objeto de evitar malentendidos. De esta manera, lo que se utiliza es un método formal que facilita el proceso, como son los árboles CTT, que permiten especificar escenarios de interacción HCI. Además, el uso de la notación CTT permite generar parte del código automáticamente. Una vez que todos los componentes se han completado, se ensamblan con recursos computacionales, como puede ser una aplicación web.

Este último modelo permite a los autores incrustar aspectos lúdicos en los contenidos educativos del juego. Por tanto, el atractivo del juego depende principalmente de las elecciones que hagan los diseñadores en este nivel.

4.2.3. Proceso de diseño en seis pasos de Marfisi-Schottman (2010)

En el último congreso europeo de aprendizaje basado en juegos (European Conference on Game – Based Learning, ECGBL 2010) se presentó este proceso de diseño en seis pasos para juegos serios (Marfisi-Schottman, 2010). Estos pasos (Figura 4.3), relacionados con la propuesta presentada en el apartado anterior, no tienen que seguirse en un orden estricto y tienen como objetivo guiar a los desarrolladores en el proceso de diseño. Los juegos que se desarrollan por medio de este procedimiento son juegos serios para enseñar competencias profesionales.

El primer paso es la especificación de *Objetivos Pedagógicos*. Puesto que los juegos tienen como objetivo enseñar competencias profesionales, podemos descomponer dichas competencias en pequeñas piezas de conocimiento y comportamiento. Así, el primer paso es extraer y formalizar el conocimiento específico del dominio de conocimiento que se desea practicar por medio del juego. Entonces, el experto pedagógico identifica y organiza las competencias necesarias y define los objetivos pedagógicos del juego.

Antes de crear el escenario, el experto pedagógico puede elegir un modelo predefinido de juego. Actualmente, los autores ofrecen los siguientes tipos: juego de mesa, investigación,

puzle y aventuras. Esta elección implicará la adaptación de las herramientas y los módulos de ayuda en el proceso de diseño del escenario.

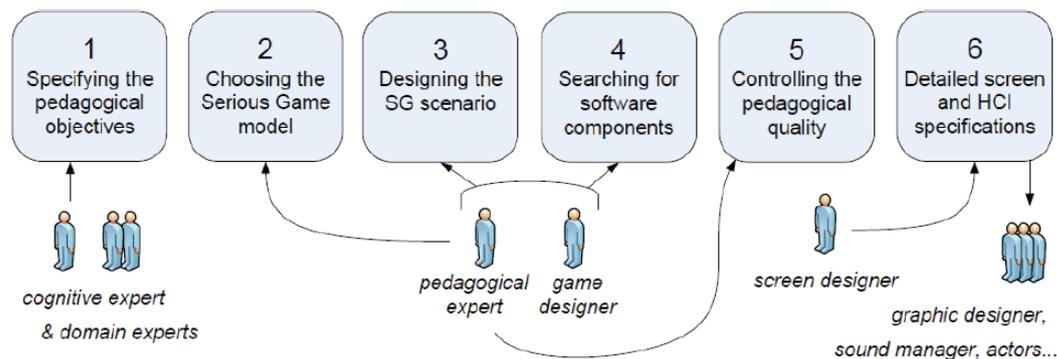


Figura 4.3 Seis pasos para el diseño de juegos serios (Marfisi-Schottman, 2010)

Para la realización del *escenario pedagógico* es necesario que el experto pedagógico y el diseñador de juegos trabajen juntos, ya que tendrán que unificarlo en un escenario de diversión. Principalmente, tienen que describir los elementos del entorno virtual como el storyline, los personajes y los diferentes lugares donde la acción tendrá lugar. Para ayudarlos, se propone una herramienta que permite a los actores diseñar el escenario desde diferentes ángulos: escenario pedagógico y lúdico, personajes de la historia, sitios, competencias profesionales, diálogos, etc. Existe una base de datos que permite a los diseñadores *reutilizar componentes*, si existen objetos que cubran sus necesidades.

Para minimizar la fase de comprobación, se realiza una pre-evaluación del juego antes de que realmente se produzca. El objetivo de esta simulación es evaluar el juego en términos de *calidad pedagógica*, de tal forma que el coste de la redefinición de los elementos deficientes sea menor que si las pruebas se realizaran únicamente al final del proceso. En nuestra opinión, una buena idea sería hacer este tipo de prueba también a nivel lúdico, tal como se propone en (González, 2010).

Antes de comenzar la producción propiamente dicha, el diseñador de la escena tiene que ilustrar cada escena con todos los detalles e interacciones que quiere que los programadores incluyan en el juego. Para esta tarea, el diseñador de la escena dispondrá de un conjunto de herramientas para construir modelos de las distintas escenas del juego.

Para ayudar a los actores a interactuar de forma efectiva, se facilitan un conjunto de herramientas fáciles de usar por medio de acciones *pinchar* y *arrastrar*. La interfaz está compuesta de widgets intercambiables, móviles y adaptables, de tal forma que se incluye un widget para cada uno de los aspectos involucrados en el diseño del juego. Esto permite a los actores diseñar las partes para las que tienen competencias mientras interactúan con otros aspectos. Los diferentes widgets que se proporcionan son:

- Widget para documentos: A lo largo de la fase de diseño, el equipo de desarrollo tiene que producir distintos modelos y documentos que posteriormente se pasarán a los programadores para que puedan realizar la fase de producción. Los documentos más importantes son: Especificaciones del proyecto, lista de competencias que debe enseñar el juego, gráficos del escenario pedagógico, gráficos del escenario lúdico, modelos para cada pantalla y descripciones detalladas de las interacciones, personajes y lugares del mundo virtual y folletos y manuales de uso para los usuarios finales. La realización de estos documentos es una forma de mantener el registro del trabajo que queda por hacer.
- Widget de competencias profesionales: Este widget lo usa el experto pedagógico para rellenar las diferentes competencias pedagógicas que se enseñarán en el juego. Cada habilidad tiene que descomponerse en piezas de conocimiento y comportamiento. Se

entiende por comportamiento las habilidades cognitivas, afectivas y sociales que el estudiante debe adquirir. Para validar una habilidad, el estudiante tiene que adquirir, al menos, el nivel marcado en cada pieza de conocimiento y demostrar un buen comportamiento un cierto número de veces. Puede ocurrir que dos competencias distintas requieran la misma pieza de conocimiento. Posteriormente, esta división de habilidades y competencias se relacionará con el escenario pedagógico con la ayuda del diseñador de juegos. Una vez que los alumnos han finalizado el juego, se guarda un registro de sus competencias profesionales adquiridas.

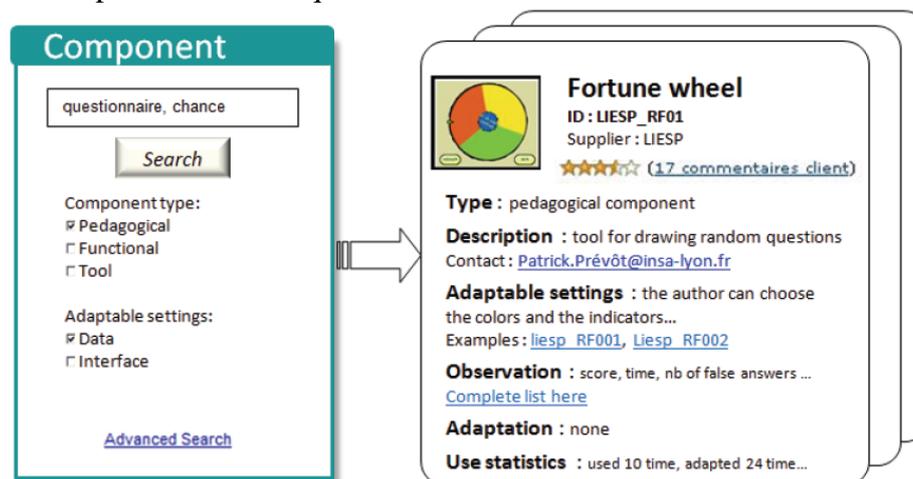


Figura 4.4 Herramienta de búsqueda del Widget de componentes (Marfisi-Schottman, 2010)

- Widget de componentes: Este widget se utiliza para buscar componentes en la base de datos.

Para ayudar a los autores a encontrar nuevos componentes software que cumplan sus requisitos es necesario expresar las características de cada componente y desarrollar un sistema para hacer búsquedas sencillas sobre esas características. Para describir estos componentes software los autores han extendido el estándar LOM (Learning Object Metadata) (2002) para permitir la descripción de la naturaleza de los componentes, los objetivos educativos, la reusabilidad de componentes, etc. Los componentes que se encuentran se representan como una tarjeta con una imagen, una descripción general, estadísticas de uso y comentarios de usuarios anteriores (Figura 4.4).

- Widget de recursos: Por la misma razón que el componente anterior, los autores opinan que es útil recopilar y reutilizar los gráficos, sonidos y recursos pedagógicos, que se pueden añadir directamente al escenario lúdico o pedagógico.
- Widget de personajes: Lo usa principalmente el diseñador del juego y el diseñador de escena para especificar las características físicas y emocionales de los diferentes personajes de la historia.
- Widget de lugares: Este widget se usa para crear las diferentes escenas y lugares del mundo virtual. Al principio, el diseñador del juego describe los lugares de forma genérica y, posteriormente, el diseñador de escenas añade los detalles con imágenes que se pasarán al diseñador gráfico. Estos lugares se utilizarán para completar el escenario lúdico y para especificar las distintas escenas del juego.
- Widget de escenario (Figura 4.5): Es uno de los más importantes ya que representa la estructura general del juego. Al principio sólo se compone del escenario pedagógico, que debe ser definido con un formato estándar para que pueda ejecutarse posteriormente de forma automática. Para ello, los autores proponen un modelo que permite realizar la descripción a cuatro niveles:

- **Interacción:** Son acciones entre los estudiantes, el tutor y la computadora (hablar, pinchar con el ratón, observar, etc.).
- **Actividades:** Es una secuencia de interacciones con un objetivo global, tal como realizar un ejercicio, ver un vídeo, responder una pregunta, etc.
- **Sesiones:** Es un conjunto de actividades ejecutadas en paralelo por el tutor y los estudiantes con objeto de ayudar a los estudiantes a adquirir algún conocimiento específico o comportamiento.
- **Módulos:** Todas las sesiones requieren aprender el conocimiento y comportamiento relevante para una habilidad concreta.

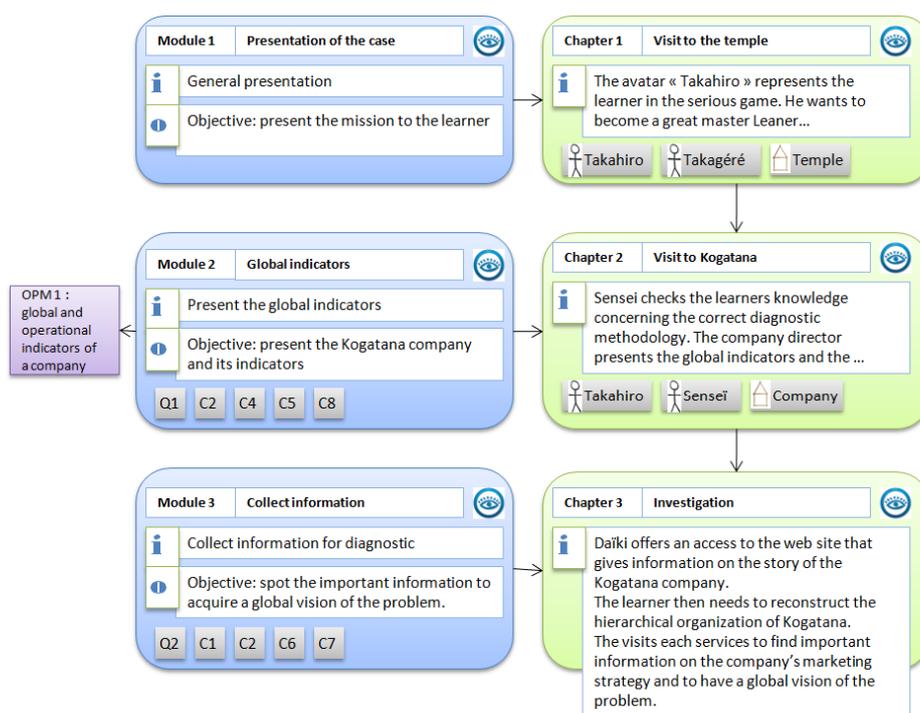


Figura 4.5 Widget de escenario

Una vez que el escenario pedagógico se ha detallado, es necesario incorporar el escenario lúdico. Normalmente, los módulos pedagógicos y las sesiones se estructuran por medio de enlaces al escenario lúdico. Además, el widget integra un mecanismo especial para ayudar a los autores a definir todos los detalles del escenario, de tal forma que los objetos definidos que no se hayan enlazado al escenario principal aparecen resaltados para que se identifiquen rápidamente.

- **Widget de pantalla:** Lo usan el diseñador del juego y el diseñador de la escena para diseñar las escenas del juego tal como las verán los estudiantes y profesores. Incluye todas las herramientas necesarias para crear la interfaz, añadir imágenes, identificar objetos seleccionables, incluir diálogos para los personajes y añadir comentarios a los programadores. Las pantallas que se crean por medio de este widget tienen que enlazarse al escenario principal.

4.2.4. SAVIE

Finalmente, Sauvé en (Sauvé, 2009) presenta una propuesta filosófica para diseñar videojuegos educativos online de forma sencilla, que permite crear diferentes juegos partiendo de la misma estructura de juego. Las herramientas que se ponen a disposición de los

profesores permiten: 1) fijar los valores de los parámetros, 2) generar las reglas para definir los movimientos de los jugadores, 3) crear el material educativo, 4) definir los criterios para fijar el fin del juego y los ganadores, y 5) elaborar las herramientas para la revisión y evaluación del juego.

Basándose en la teoría de Stolovitch y Thiagarajan (Stolovitch, 1980), los autores mantienen que todos los juegos tienen dos partes diferenciadas: la estructura de juego y los contenidos. En todo buen juego debe existir una armonía entre su estructura y su contenido. Por ello, si se mantiene una misma estructura de juego, tal como proponen los autores, el contenido educativo es fácilmente reconocible e intercambiable. Los autores han creado una plantilla de juego basada en el parchís, y proponen un método para adaptar distintos contenidos educativos sobre esta plantilla. De esta forma, utilizando la herramienta provista, los profesores pueden incluir temas relacionados con la prevención del asma, promoción de la salud, etc. tal como proponen en el mismo documento.

4.2.5. Análisis de las metodologías y procesos presentados

En las propuestas descritas a lo largo de este apartado encontramos un conjunto de características comunes:

- Todas las propuestas involucran en el proceso de diseño tanto a profesores como a diseñadores de juegos. En el diseño de videojuegos educativos es necesario que participen estos dos roles para poder diseñar de forma adecuada tanto la parte educativa como la de juego. Además, dentro de estos dos roles generales, algunas de las propuestas especifican distintos roles más específicos, que hacen referencia a cada uno de los componentes que es necesario definir, sobre todo en la parte de juego. Así, encontramos diseñadores de gráficos, diseñadores de contenidos, etc.
- Es un hecho que el diseño de este tipo de sistemas es costoso, tanto desde el punto de vista educativo como desde el punto de vista lúdico. Por ello, las diferentes propuestas introducen mecanismos de reutilización de los distintos componentes que ya se habían definido anteriormente. De esta forma, como en cualquier otro tipo de software, conseguimos facilitar el proceso de diseño y reducir los costes asociados al mismo.
- Todas las propuestas comienzan el proceso de diseño con la especificación del contenido educativo. Nos parece que esta es la forma adecuada de diseñar juegos educativos, ya que el objetivo principal es el aprendizaje. Una vez detallados los requisitos de aprendizaje podemos componer la historia del juego más adecuada a los conocimientos que se quieren practicar.

Si bien encontramos que las características anteriormente descritas resultan adecuadas en la especificación de un método de diseño, también hemos encontrado algunas deficiencias que pensamos que son susceptibles de mejora. Uno de estos aspectos es que todas las propuestas están pensadas para juegos serios, cuya definición, como vimos en el capítulo 3, difiere en algunos aspectos de los videojuegos educativos. Así, en los juegos serios solemos encontrar procesos basados en mecanismos de simulación de comportamientos, reacciones, procesos, etc., donde la conjunción de la componente educativa y la componente lúdica suele ser bastante similar en todos los casos. Esto provoca que la generalización de los procesos a videojuegos educativos sea compleja y, por tanto, se reduzcan los beneficios asociados que se podrían obtener de un proceso de diseño estructurado.

Por otra parte, si bien consideramos que es positivo iniciar el proceso de diseño con la definición del contenido educativo, pensamos que el mecanismo de definición del contenido

lúdico que se presenta en las diferentes propuestas está demasiado ligado al educativo. Es necesario que el diseño del juego conserve las características beneficiosas de los juegos, por lo que las cuestiones relativas a la jugabilidad deben considerarse desde las etapas más tempranas del desarrollo.

Además, pensamos que el proceso de diseño debe ser más específico. En las diferentes propuestas analizadas hemos encontrado una definición de etapas y un conjunto de recomendaciones o pautas a seguir en cada una de ellas. Sin embargo, echamos en falta la definición concreta de la información que se requiere en cada uno de los pasos. Consideramos que esta cuestión es importante en el proceso de diseño para guiar tanto a profesores como a diseñadores y permitir que la información que pasa de unos a otros, o incluso entre distintos compañeros que desempeñan el mismo rol, sea lo suficientemente completa como para continuar la definición del juego sin ambigüedades respecto a los objetivos que se desean conseguir y la forma en que deben conseguirse.

4.3. Arquitecturas de soporte para juegos educativos

Como se comentó al principio del capítulo, existe un conjunto de arquitecturas que diversos autores han propuesto como mecanismo de soporte al diseño y ejecución de videojuegos educativos. De nuevo, encontramos que estas arquitecturas están diseñadas para algunos tipos de juegos o contenidos educativos específicos. A continuación se presenta una selección de las que hemos encontrado más interesantes en base a las características diferenciadoras de cada una de ellas.

4.3.1. Arquitectura NUCLEO

La arquitectura NUCLEO es una de las aproximaciones más destacadas que podemos encontrar en este campo. Como ya comentamos en capítulos anteriores, NUCLEO (Sancho, 2010) es un sistema de aprendizaje que utiliza una aproximación pedagógica de “Aprendizaje Basado en Casos”, escenificado en un mundo virtual fantástico en torno a un juego de rol multi-jugador. Los objetivos principales de esta propuesta son: 1) potenciar la adquisición de habilidades para el trabajo en grupo, 2) incrementar la motivación de los estudiantes para reducir el porcentaje de abandono en las asignaturas relacionadas con programación a nivel universitario, y 3) integrar la solución en un LMS (Learning Management System), en particular, Moodle.

La arquitectura de NUCLEO está diseñada en base a cuatro componentes (Figura 4.6): generador de estrategias de aprendizaje, módulo de adaptación, motor de MUVE (Multi-User Virtual Environment) y LMS (Learning Management System).

A continuación se describen estos componentes:

- *Gestor de estrategias de aprendizaje*: Es el encargado de generar una nueva instancia de NUCLEO en el LMS (en este caso, Moodle), que previamente habrá definido el tutor. Para hacerlo se utiliza un lenguaje específico de dominio (DSL, del inglés, Domain Specific Language). Este módulo se comunica con la base de datos del LMS, con la capa de aplicaciones del LMS y con el motor MUVE con el fin de vincular los objetos del mundo virtual con los correspondientes componentes del LMS.

- *Módulo de adaptación*: Es el encargado de gestionar el proceso de adaptación. La capa de aplicaciones de NUCLEO se comunica con el motor MUVE, a quien le envía la asignación de roles y la distribución de equipos. Se comunica también con la base de datos del LMS, donde se almacena el perfil de usuario y con la capa de aplicaciones del LMS, a quien le indica el resultado del proceso de aplicación y la asignación de roles.
- *Motor MUVE*: Es el encargado de gestionar el mundo virtual, sus objetos, sus componentes, herramientas y jugadores, así como las interacciones entre los elementos. También gestiona la infraestructura básica de red que mantiene la comunicación entre jugadores. Se comunica con el generador de estrategias y con el módulo de adaptación.

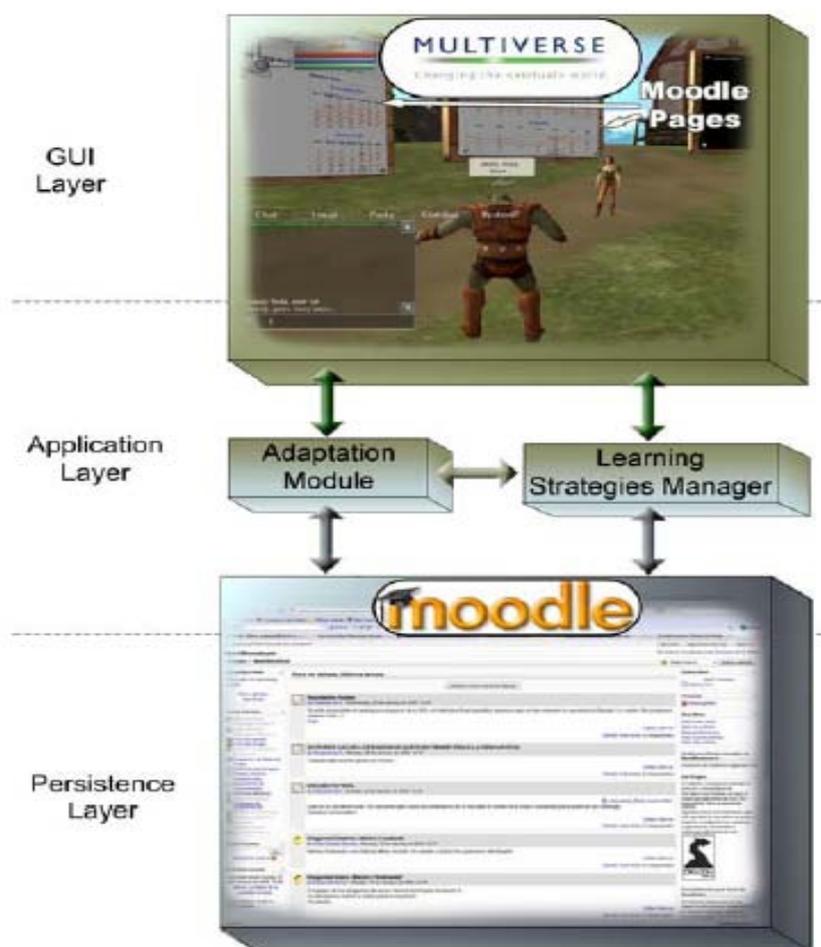


Figura 4.6 Representación gráfica de la Arquitectura NUCLEO (Sancho, 2010)

De esta manera, el LMS opera de manera autónoma e independiente del sistema NUCLEO, que funciona como un componente, tal como se ve en la Figura 4.7.

El proyecto NUCLEO ha obtenido buenos resultados de aprendizaje y motivación en las experiencias en las que se ha utilizado, sin embargo, pensamos que parte de este éxito recae en el hecho de que el entorno de uso de esta herramienta se restringe al ámbito universitario, y en particular, a la enseñanza de programación. Por ello, los profesores que utilizan el sistema están ampliamente familiarizados con el funcionamiento de un sistema software. Por otra parte, las misiones que se incluyen como actividades en el sistema son entidades completas, lo cual dificulta la evaluación de los distintos aspectos de cada problema.

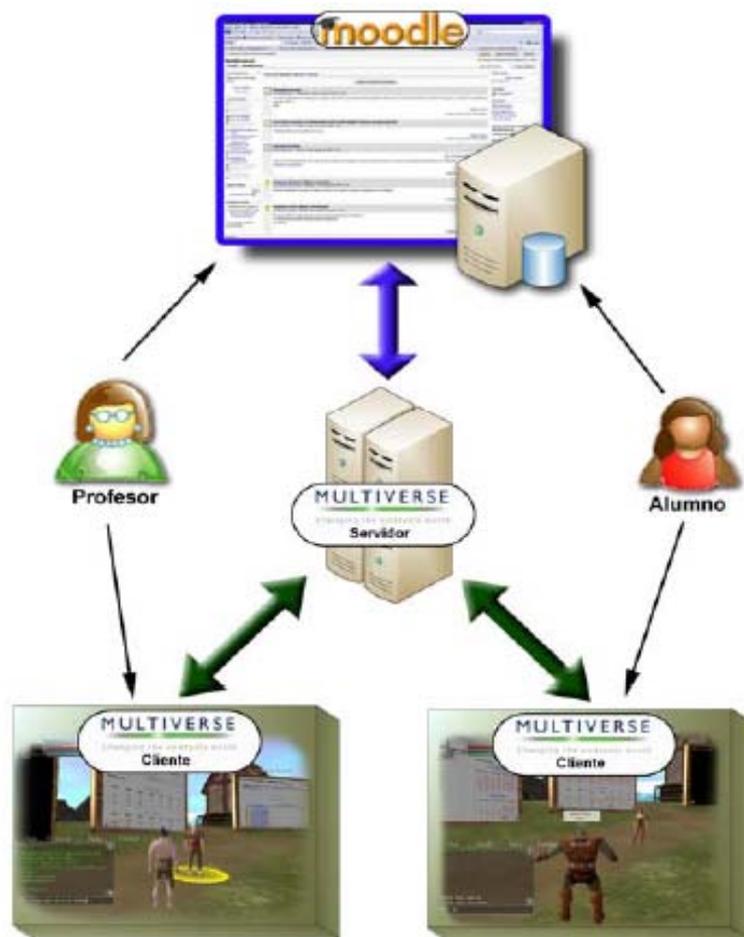


Figura 4.7 Funcionamiento de NUCLEO sobre Moodle

4.3.2. Listening Comprehension Training Game

Encuadrado también en el ámbito de los juegos educativos multijugador encontramos el trabajo de Hu et al. (Hu, 2007), quienes han diseñado una arquitectura para practicar el idioma inglés tanto individualmente como en grupo, utilizando una aproximación basada en tareas. Este sistema se denomina *Listening Comprehension Training Game*.

El sistema está dividido en dos partes principales: una sección individual y otra de grupo. En la sección individual, los estudiantes interactúan con un NPC (Non-Player Character, un personaje que no es un jugador) para aprender las habilidades básicas. En la sección de grupo, los estudiantes interactúan con personajes reales que hablan inglés correctamente. En este tipo de sistemas, la creación dinámica de tareas es importante, ya que se incorporan distintos tipos de tareas, tales como ejercicios de escucha, ejercitación de habilidades, tareas del mundo virtual, tareas de comunicación,... según se van necesitando. Además, si las tareas seleccionadas están relacionadas con necesidades bien definidas en el contexto institucional, es decir, en el centro escolar donde se utiliza, el curso cobra más relevancia y utilidad en la mente de los alumnos.

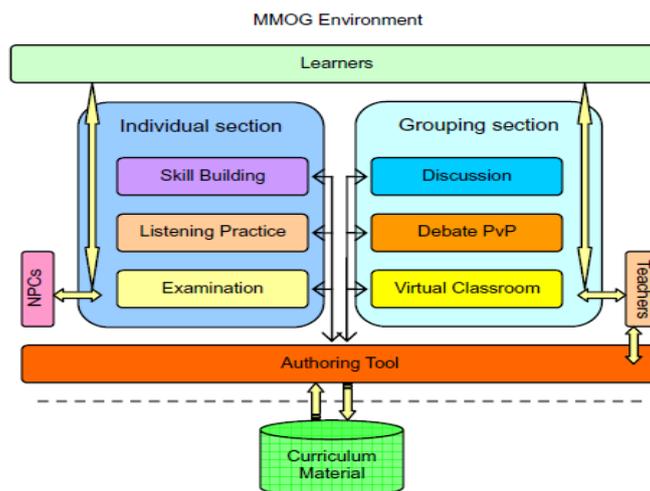


Figura 4.8 Arquitectura del sistema Listening Comprehension Training Game (Hu, 2007)

El sistema *Listening Comprehension Training Game* es un sistema MMOG (Massive Multiplayer Online Game). La arquitectura del sistema se muestra en la Figura 4.8, donde se distinguen las dos partes de las que se hablaba anteriormente: la sección individual y la de grupo. En la sección individual, los NPC se encargan de informar acerca de las costumbres culturales de la lengua que se está aprendiendo. Los componentes que forman esta sección son:

- Constructor de habilidades, diseñado para ayudar a los estudiantes a adquirir habilidades auditivas en el idioma inglés.
- Práctica auditiva, para proporcionar sesiones de auto-estudio a los estudiantes donde puedan practicar sus habilidades.
- Examen, que es un programa de test práctico.

Por otra parte, en la sección de grupo encontramos los siguientes módulos:

- Módulo de discusión, que proporciona a los estudiantes un foro centrado en el tema para interactuar con compañeros que están trabajando la misma habilidad.
- Debate entre jugadores (PvP, Players versus Players), que también permite a los alumnos participar en debates donde pueden profundizar sobre algún aspecto particular.
- Clase virtual, donde las personas encargadas de instruir a los alumnos, que hablan un correcto inglés, atienden a quienes lo necesitan en unos horarios determinados. Si los alumnos tienen alguna pregunta pueden dirigirse al aula virtual para interactuar con el profesor que tenga fijado el horario en ese momento.

Estos componentes comparten las mismas bases de datos de contenidos y están relacionados con un conjunto común de servicios.

Los autores se basan en la definición de juego de Juul (2003): (traducido) “*Un juego es un sistema formal basado en reglas con un resultado variable y cuantificable, donde a diferentes resultados se les asignan diferentes valores, el jugador se esfuerza para influir en el resultado, el jugador se siente vinculado al resultado y las consecuencias de la actividad son opcionales y negociables*”. En base a esta definición, los autores determinan que el juego contiene seis elementos:

- Reglas: Los juegos están basados en reglas.
- Resultados: Los juegos tienen resultados variables y cuantificables.
- Valor: Los diferentes resultados potenciales tienen diferentes valores, algunos positivos y otros negativos.

- Esfuerzo: El jugador realiza un esfuerzo para influir en el resultado.
- Dependencia de los jugadores: Los jugadores están ligados a los resultados del juego, en el sentido de que un jugador será un ganador y estará feliz si obtiene un resultado positivo y será un perdedor y estará infeliz si obtiene un resultado negativo.
- Consecuencias negociables: El mismo juego se puede jugar con o sin consecuencias en la vida real.

A partir de estos elementos, los autores extienden esta definición para describir su proyecto de entorno de aprendizaje, añadiéndole las siguientes características: aplicación de TICs, alto nivel de interactividad, soporte para competición, recompensas, variedad de objetivos, diferentes métodos o caminos para completar el mismo objetivo, opciones para creación de contenidos por parte del usuario, creación, soporte y promoción de una comunidad on-line y estilos de aprendizaje colaborativo.

4.3.3. Educational Game Architecture (EGA)

EGA (Hu, 2010) es una arquitectura software que permite dar soporte a diversos juegos educativos y ofrece un conjunto de recomendaciones unificadas y formalizadas. La definición de esta arquitectura se basa en tres puntos fundamentales: 1) categorización de los *elementos clave*¹³ para el diseño de juegos educativos en dos grupos: funcionales y no funcionales; 2) categorización del grupo de elementos funcionales en cuatro sub-grupos; y 3) identificación de las relaciones entre ellos.

Así, el autor clasifica como elementos *no funcionales*, los siguientes: fascinación, intensidad, inmersión, motivación, reto, curiosidad, control, competición, etc., ya que son funciones no tangibles del sistema pero afectan al usuario o le producen sentimientos. Por otra parte, los requisitos *funcionales* serían: metáfora, escenario, narrativa, simulación, tutor, tutorial, preguntas, imitación, instrucción, construcción, manipulación, observación, tarea, examen, puzle, realimentación, recompensa, puntuación, castigo, etc., ya que deben ser funciones tangibles en el sistema.

Además, los requisitos funcionales se dividen en cuatro grupos, de acuerdo con sus responsabilidades:

Representación del contenido. El objetivo de un juego educativo es enseñar algún contenido, tal como una teoría, un hecho, un procedimiento, un mecanismo de operación, una habilidad, etc. El primer problema en el diseño de un juego educativo es cómo incluir el contenido educativo en el juego, o cuál es la forma adecuada de representar un contenido educativo en el juego. Por tanto, elementos como metáfora, escenario, narrativa, simulación, tutor, tutorial, etc. pertenecen a este grupo.

Actividades de aprendizaje. Los juegos educativos efectivos deberían proporcionar diferentes medios para que los alumnos interactúen con aquello que quieren aprender, porque el aprendizaje tiene lugar no sólo en la mente de las personas, sino también en sus cuerpos, no sólo a través de la recepción pasiva sino también a través de la acción y la reflexión. En

¹³ Fascinación, intensidad, inmersión, motivación, reto, curiosidad, control, competición, metáfora, escenario, narrativa, simulación, tutor, tutorial, preguntas, imitación, instrucción, construcción, manipulación, observación, tarea, examen, puzle, realimentación, recompensa, puntuación, castigo, etc.

consecuencia, los elementos que pertenecen a este grupo son: pregunta, imitación, instrucción, construcción, manipulación, observación, etc.

Tareas. Hacer juegos educativos efectivos se basa en tener tareas para que los estudiantes emprendan experiencias de aprendizaje que les lleven a querer conocer más cosas. Por ello, los juegos educativos deberían proporcionar un objetivo claro al principio y distintos sub-objetivos a lo largo del proceso. Así, en esta categoría se incluyen elementos como tarea, examen, puzle, etc.

Realimentación. La experiencia de juego se convierte en aprendizaje a través de la reflexión, que aumenta por medio de una temporización y estimulación adecuadas. El diseño efectivo de juegos educativos incluye el diseño de una realimentación adecuada que amplifique el aprendizaje a partir de la experiencia y permita a los estudiantes incrementar su nivel de habilidades y conocimiento. El rango de estrategias de realimentación es amplio, incluyendo recompensas, puntuación, castigo, etc.

Las relaciones más comunes que se pueden encontrar entre estos componentes son qué-cómo, es-un, composición, usa, depende, etc. Por ejemplo, la relación entre los requisitos funcionales y los no funcionales, descritos anteriormente, es de tipo qué-cómo, lo que significa que los requisitos no funcionales indican objetivos efectivos de los juegos educativos y los requisitos funcionales proporcionan los medios para realizar estos objetivos.

Así, de acuerdo con las premisas anteriores, un juego educativo debería proporcionar cuatro funcionalidades: representación del contenido educativo en los elementos del juego, asignación de tareas a los jugadores, medios interactivos adecuados para el jugador y realimentación adecuada. Estas funcionalidades se transforman en cuatro sub-sistemas de la arquitectura: Contenido, Actividades, Tareas y Realimentación.

Contenido. La inclusión del contenido educativo en los elementos del juego es una tarea difícil para los diseñadores de juegos. Para hacerlo de forma adecuada, los autores consideran necesario descomponer los contenidos en unidades de conocimiento fácilmente representables como elementos del juego, tales como NPCs, animales, edificios, disparadores, interfaces, diálogos, etc. De esta forma, el sub-sistema de contenido es un conjunto de metáforas.

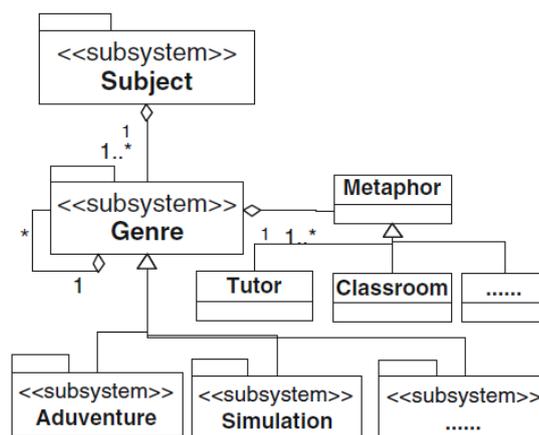


Figura 4.9 Sub-sistema de contenido de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

Además, el autor cita algunos trabajos donde se establece una relación entre lo que se quiere enseñar y distintos tipos de videojuegos, de tal forma que esta información sirve también de ayuda en el proceso de creación del juego. La estructura del sub-sistema de contenido y las relaciones entre sus elementos se muestran en la Figura 4.9.

Actividades. Por otra parte, los autores consideran que un juego educativo debe proporcionar medios adecuados a los jugadores para que interactúen con lo que quieren aprender. Existen distintas formas de interacción definidas, como el diálogo, que ayuda al jugador a comunicarse con los actores del juego para motivar el desarrollo de un argumento; o el sistema de construcción, que da a los jugadores la capacidad de producir nuevos objetos de juego de forma dinámica. Por otra parte, un sistema de construcción da a los jugadores la capacidad de producir nuevos objetos en el juego dinámicamente. Por tanto, el sub-sistema de actividades contiene un grupo de sub-sistemas de entrada llamados actividad. En la Figura 4.10 se muestra la estructura y las relaciones en este sub-sistema.

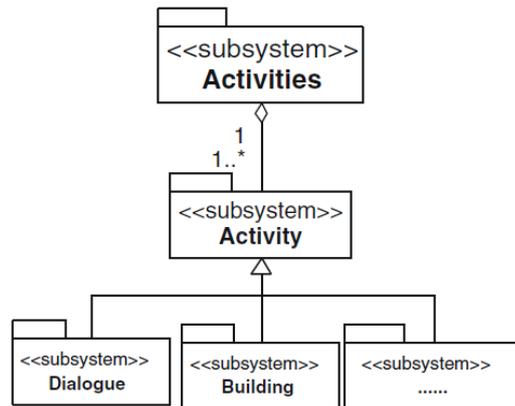


Figura 4.10 Sub-sistema de actividad de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

Tareas. El sub-sistema de tareas tiene la responsabilidad de proporcionar tareas claras, específicas y relevantes de acuerdo a la actuación de los jugadores. Hay muchos tipos de tareas, tales como resolver un puzle, hacer un examen, completar un diálogo, obtener o producir un objeto, o matar a un monstruo, por ejemplo. La estructura y relaciones de este sub-sistema se muestran en la Figura 4.11.

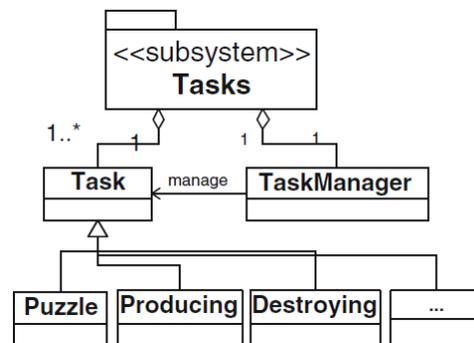


Figura 4.11 Sub-sistema de tareas de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

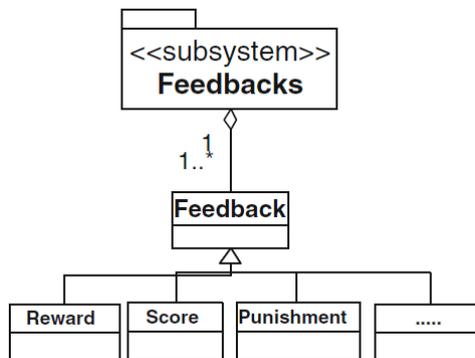


Figura 4.12 Sub-sistema de realimentación de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

Realimentación. El sub-sistema de realimentación tiene la responsabilidad de proporcionar información relativa a las tareas que realizan los jugadores. Hay diferentes tipos de realimentación, tales como recompensas, castigo, etc. La Figura 4.12 muestra la estructura de este sub-sistema.

Como se observa en la Figura 4.13, se usa al héroe para motivar las actividades de interacción y los consiguientes eventos del juego. La relación del héroe con cada sub-sistema es la que sigue (verbos entre comillas denotan relaciones): El héroe “usa” las actividades para “interactuar con” el contenido y “realizar” algunas tareas que “influyen” en el contenido; como resultado, el contenido “usa” la realimentación para dar información que “afecta” de nuevo al héroe.

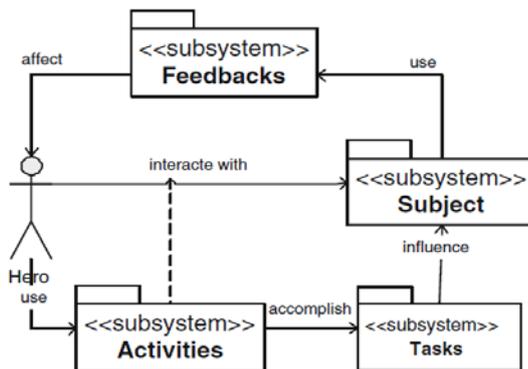


Figura 4.13 Relaciones entre los sub-sistemas de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

Finalmente, la vista dinámica de la arquitectura se muestra en la Figura 4.14, que describe el flujo de trabajo de las actividades y acciones que soportan las elecciones y la interacción. También muestra el flujo de control de un juego educativo.

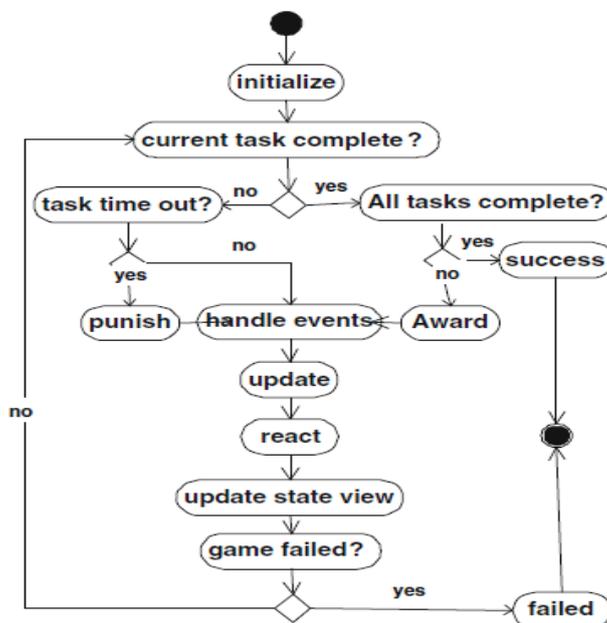


Figura 4.14 Flujo de actividad de la arquitectura EGA (Hu, 2010)

En el mismo documento, el autor aplica esta arquitectura para diseñar un juego concreto que mezcla dos géneros de videojuegos: Simulación y aventura. Sin embargo, esta arquitectura necesita un proceso de adaptación para poder desarrollar este juego, que afecta a los sub-sistemas de contenido y de actividades. En nuestra opinión, esta necesidad de cambio, que el documento no especifica si es necesaria para cada tipo de juego o sólo para éste en

particular, introduce un grado de dificultad adicional en el proceso de diseño. Además, el autor indica que es necesario dividir los contenidos hasta que puedan asimilarse a elementos del juego, lo cual, en nuestra opinión, no es suficientemente explicativo ni ofrece una metodología para la introducción de los contenidos en el juego. Así, la complejidad sigue siendo similar a la que teníamos antes de manejar la arquitectura.

4.3.4. Una arquitectura en tres capas Westera (2008)

En el ámbito de los *juegos serios* encontramos la propuesta de Westera (2008), que propone un marco de trabajo para reducir la complejidad de este tipo de juegos. Este marco de trabajo se presenta desde tres puntos de vista: el nivel conceptual, donde se resuelven problemas relacionados con el *gameplay*, las características de los estudiantes, las necesidades de los profesores y la gestión del juego; el nivel técnico, que incluye herramientas para diseñar y desarrollar el juego; y el nivel práctico, donde se especifica un conjunto de recomendaciones para reducir la complejidad en la estructura del juego, la realimentación a los estudiantes y la representación de los elementos del juego. A continuación, se explican las distintas visiones de este marco de trabajo, que hemos clasificado dentro de las arquitecturas debido a su fuerte dependencia del nivel técnico y la menor especificación de un proceso de diseño propiamente dicho.

Nivel conceptual. Los autores asumen que el entorno de juego educativo está compuesto por cuatro sub-sistemas: el mundo del juego, el mundo del estudiante, el mundo del profesor y la gestión general del mundo (Figura 4.15).

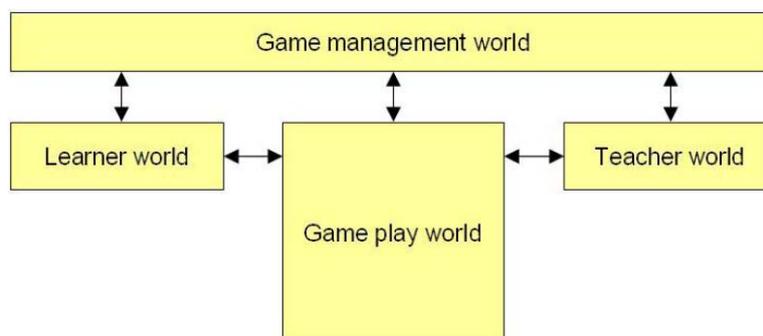


Figura 4.15 Sub-sistemas del nivel conceptual (Westera, 2008)

En el mundo de juego, los estudiantes aprenden a realizar sus tareas de aprendizaje accediendo a localizaciones del mapa y objetos del juego. El mundo del estudiante es un entorno separado que extiende y complementa el contexto de juego. Contiene un conjunto de misiones que los alumnos pueden realizar individualmente o en grupo. Por su parte, el mundo del profesor es un meta-canal que permite a los tutores evaluar el progreso, proporcionar realimentación e intervenir en el proceso si es necesario. En la gestión general del mundo es donde las acciones de los otros mundos se coordinan, los nuevos alumnos se dan de alta y se añaden los nuevos escenarios.

Para los autores, la clave reside en la definición del mundo de juego. Cuando se aplica una metáfora espacial, los principales objetos del juego son las localizaciones, ya que el mundo de juego podría contener distintas ubicaciones para visitar, las cuales podrían dar acceso a diferentes herramientas, recursos o compañeros. Estas localizaciones también pueden cubrir entidades abstractas, como páginas, celdas de una tabla u otras representaciones que definan un entorno particular para acciones específicas.

La navegación entre las distintas ubicaciones se puede regular por medio de reglas de admisión o prohibición. Por ejemplo, se podría decidir que la localización A sólo esté disponible desde B o C, que son sus ubicaciones vecinas, pero no desde D. Además, las condiciones de actuación de los estudiantes podrían también regular el acceso a las ubicaciones, por ejemplo, A es accesible sólo si el estudiante X ha visitado la localización Y o ha completado la tarea Z.

Además, el mundo de juego debe ser cerrado y auto-contenido, aunque se pueden incluir algunas características adicionales en la lógica del juego por medio de canales externos. Por ejemplo, la inclusión de recompensas compartidas o de diferentes climas puede resultar sencilla y permite mejorar la dinámica del juego y su autenticidad. Por medio de estos canales externos también se pueden incorporar consultas a expertos, foros, herramientas, archivos, etc., que no están necesariamente conectados con la lógica del juego.

La dinámica del juego incluye los cambios de estado de distintos componentes. Los cambios de estado se producen cuando aparecen ciertas condiciones, que pueden estar relacionadas con acciones de los jugadores o con modificaciones de algunos parámetros en el juego, que permiten su evolución interna. Aspectos como la regulación del día y la noche, la vida de los objetos o la fuerza de la gravedad, por ejemplo, se regulan por modelos computacionales. Sin embargo, debido a la gran complejidad de la definición de las múltiples opciones que un juego puede ofrecer como combinación de los valores de sus parámetros, en cualquier localización y punto del juego el jugador sólo puede escoger entre un número limitado de alternativas.

Nivel técnico. En este nivel se necesitan herramientas que permitan el desarrollo e implementación del juego (Figura 4.16).

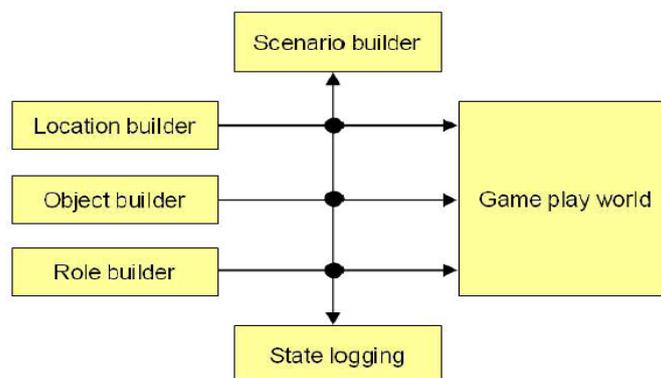


Figura 4.16 Estructura básica de un juego basado en escenario (Westera, 2008)

Existen cuatro tipos de herramientas: 1) un constructor de localizaciones para definir las localizaciones del juego; 2) un constructor de objetos para especificar los objetos y los atributos de los mismos, que a su vez está formado por diferentes herramientas; 3) un constructor de roles que permite definir los distintos roles que jugarán los estudiantes en el sistema, cada uno de ellos asociado a diferentes tareas y diferentes poderes; y 4) un constructor de escenario que ayude a especificar las condiciones lógicas que configuran el escenario. Cada objeto o cada clase de objeto debe tener un conjunto de atributos bien definido que pueda ser gestionado por el constructor de escenarios. Obviamente, durante la ejecución del juego es necesario un proceso de monitorización en donde se registre el estado de las localizaciones, de los objetos y de los jugadores.

Nivel práctico. Se encarga de controlar y reducir la complejidad del diseño de los juegos. En este caso, los autores se centran en tres aspectos: diseño estructural, realimentación y representación.

- Diseño estructural: Si se permiten numerosas opciones en cada punto del juego, la profundidad del árbol de opciones que se genera crece muy rápidamente a medida que se profundiza. Para evitarlo, se proponen cuatro soluciones:
 - Anchura mejor que profundidad: Supone reducir la cantidad de niveles que se puede profundizar en el árbol frente a la amplitud del mismo. De esta forma, los estudiantes disponen de distintas opciones simultáneas en lugar de secuenciales.
 - Distractores poco profundos: A menudo, algunas ramas del árbol se pueden omitir. Los autores proponen que una forma de hacer esto sería presentar todas las opciones posibles, pero no implementarlas todas, de tal forma que si un jugador selecciona una opción que no se ha implementado, el sistema le indique que dicha opción no está disponible. También se pueden incluir callejones sin salida que permitan a los jugadores realizar algunas tareas que, una vez finalizadas, les devuelven al punto anterior. Finalmente, un elemento distractor también puede actuar como un camino paralelo que redirija a los jugadores a un punto común con otra opción.
 - Cierres: Los cierres son estados del juego que corresponden con la finalización de un conjunto de retos y dan paso al siguiente episodio o fase. Permiten reducir la complejidad porque marcan el inicio de un nuevo árbol.
 - Ejecución paralela de tareas: Las tareas complejas suelen requerir la ejecución de actividades en paralelo o de forma iterativa. Para que un jugador pueda realizar actividades paralelas hay que permitir que se mueva entre los nodos del árbol de tal forma que pueda retroceder a la actividad anterior.
- Realimentación: Para los profesores resulta difícil no revisar cada acción de los estudiantes, pero esta forma de actuar introduce mucha complejidad en el diseño del juego. Los autores han propuesto dos alternativas para reducir el esfuerzo en el diseño de la realimentación:
 - Realimentación estratégica: Más que comentar cada acción, la realimentación se debe generar a alto nivel. Los estudiantes no están tan interesados en recibir evaluaciones para cada acción que realizan, sino que quieren estar informados de su avance general, cómo lo están haciendo y qué deben mejorar. El modelo de evaluación debe estar restringido a un conjunto de dimensiones, como son la calidad de la actuación, la velocidad, y el estilo.
 - Realimentación en parejas: La evaluación en parejas, tal como citan los autores en el texto, tiene efectos positivos en la motivación, reflexión, auto-estima y compromiso. Este tipo de realimentación puede formar parte del escenario de juego o puede realizarse fuera de este contexto, permitiendo trasladar la acción al mundo real.
- Representación: Muchos juegos deben su éxito a sus escenarios, animaciones y bandas sonoras y estos altos estándares suponen un punto de presión para los desarrolladores de videojuegos educativos. Por ello, es importante distinguir entre autenticidad de contenidos y de representación. En este tipo de juegos, el contenido en sí mismo contribuye a la tensión. Además, como se cita en el texto, sólo es necesario un pequeño esfuerzo tecnológico o de representación para conseguir una respuesta inter-personal. Sin pretender trivializar el escenario de juego, es importante destacar que es necesario un análisis funcional de los contenidos del juego y del escenario para decidir acerca de la representación necesaria.

Así, lo que los autores proponen es un marco de trabajo conceptual que ha sido utilizado para definir una arquitectura, que implementan por medio de EMERGO (Nadolski, 2008).

4.3.5. Una arquitectura para juegos 3D

Otra propuesta de arquitectura que permite realizar procesos de aprendizaje por medio de juegos podemos encontrarla en Miyazaki et al. (Miyazaki, 2006). Esta arquitectura ofrece un conjunto de utilidades para crear contenido interactivo y está formada por tres módulos principales: el módulo principal, el módulo de autor y el módulo 3D (Figura 4.17).

El módulo principal (Main Module en la Figura 4.17) es el encargado de gestionar todos los procesos del sistema y controlar toda la aplicación. El módulo de autor (Authoring Module) gestiona los scripts y el flujo de datos, así como los objetos independientes que corresponden a cada personaje y las interacciones entre ellos. El módulo 3D (3D Rendering Module) gestiona la información del proceso de renderización y controla la creación de los modelos 3D.

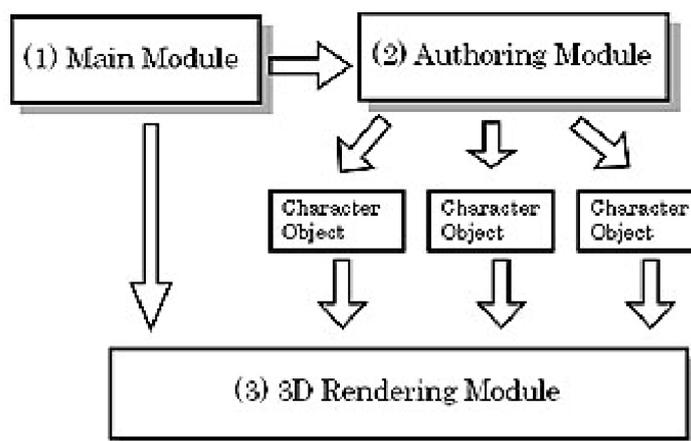


Figura 4.17 Configuración del sistema (Miyazaki, 2006)

En este sistema, los contenidos se crean a partir de dos ficheros: en el primero de ellos (Objects.txt) se definen los objetos 3D que forman parte del proceso de aprendizaje, así como sus principales características; en el segundo (Scripts.txt), se definen las interacciones y comportamientos de cada personaje que participa.

Sin embargo, los contenidos educativos deben incluirse también por medio de esta interacción, lo cual dificulta una estructuración de los mismos. Además, no ofrece un módulo de evaluación que permita obtener un informe del proceso de aprendizaje que los estudiantes han realizado.

4.4. Proceso de diseño y arquitectura de soporte: <e-Adventure>

En la revisión bibliográfica realizada no se encuentran demasiadas propuestas que integren un proceso de diseño y una arquitectura de soporte para el diseño de videojuegos educativos que además esté enfocada al aprendizaje en grupo. <E-adventure> es una de las propuestas más relevantes en este campo (Moreno-Ger, 2007-2009). <e-Adventure> es un marco de trabajo para el desarrollo de aventuras gráficas (*point and clic*) centrado principalmente en el desarrollo de herramientas educativas, aunque también se puede usar para videojuegos no educativos.

4.4.1. Proceso de diseño: Recomendaciones

En el diseño de estos juegos está involucrado un equipo interdisciplinar compuesto por diseñadores de juegos, artistas y programadores que disponen de lenguajes de especificación y entornos de desarrollo específicos para la plataforma <e-Adventure>. Para dar soporte a este proceso de diseño, se han desarrollado un conjunto de guías de estilo diseñadas para facilitar la integración de juegos adaptativos y medibles en entornos de aprendizaje online. Estas recomendaciones, de carácter general, son las siguientes:

- Elegir un género de juego adecuado a los requisitos pedagógicos que se quieren alcanzar. A partir del género de juego es posible determinar un lenguaje para la especificación del juego, ya que el lenguaje es de dominio específico. Los autores toman como base la teoría de Winskel (1993), según la cual el juego se puede representar como una máquina de estados (en ocasiones finita) donde los jugadores disparan la transición de estados.
- Realizar actividades de evaluación y adaptación durante el proceso de diseño. A partir de la teoría de representación del juego como una máquina de estados finitos podemos diseñar mecanismos de evaluación y adaptación basados en la comprobación y modificación de estados específicos del sistema. En particular, la evaluación de la actividad de un estudiante se puede realizar como el análisis de los estados por los que pasó durante el juego, para lo que el juego debe registrar las transiciones y los eventos relevantes, así como generar informes. Sin embargo, la generación de informes de cada una de las transiciones puede resultar poco razonable, por lo que se facilita la creación de reglas de evaluación que el profesor puede colocar en los estados que considere necesarios.
- Integrar el juego en un entorno online. La integración de juegos en entornos on-line compatibles con los estándares implica empaquetar dichos juegos como objetos de aprendizaje (Learning Objects, LO) y la inclusión de metadatos para facilitar su utilización. Lo más importante es la necesidad de comunicar los juegos con el LMS donde se integran. Las reglas que gestionan los mecanismos de adaptación y evaluación, de hecho, deben residir en el LMS, que generalmente incluye un mecanismo de perfiles de usuario como entrada al mecanismo de adaptación.

Los LO de juegos son contenidos interactivos que, después de ser enviados desde el LMS al ordenador del estudiante, establecen una comunicación con el servidor. A través de esta comunicación, el servidor inicializa el LO utilizando el perfil del usuario para configurar los mecanismos de adaptación. Durante la ejecución del juego se recuperan las reglas desde el servidor y se monitoriza al jugador. Si se dispara alguna regla, se notifica al LMS.

4.4.2. Arquitectura

La arquitectura (Blanco, 2009) que da soporte a los juegos creados en <e-adventure> se comporta como un middleware de dos capas que conecta el LMS con los juegos (Figura 4.18).

La primera capa de la arquitectura es la Capa de Comunicación (CL, Communication Layer), que es responsable de establecer y gestionar el canal de comunicación entre el LMS y el juego. Por tanto, la CL se encarga de establecer la comunicación, enviar y recibir datos desde y hacia el VLE (Virtual Learning Environment) y desconectar. Esta capa necesita *entender* distintas especificaciones para permitir la interconexión con distintos VLE.

La segunda capa, llamada Capa de Adaptación del Juego (GAL, Game Adaption Layer), monitoriza la interacción entre el juego y el estudiante y recopila esta información para

mantener un registro de la actividad del estudiante. Además, la GAL usa los servicios proporcionados por la CL para obtener información acerca del estudiante, el curso, etc. Esta información se utiliza para analizar la experiencia de juego de forma transparente al usuario y puede utilizarse también para evaluar la actuación del estudiante.

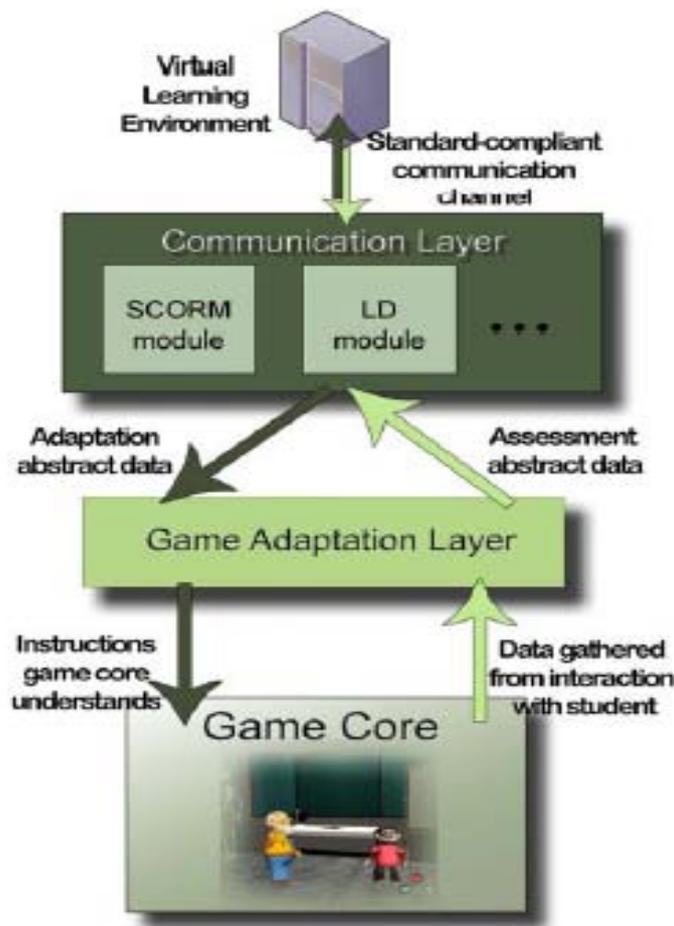


Figura 4.18 Arquitectura de <e-Adventure> (Blanco, 2009)

4.5. Resumen de las arquitecturas analizadas

En los apartados 4.3 y 4.4 hemos descrito una selección de las arquitecturas para juegos educativos que hemos encontrado en la bibliografía. La principal diferencia entre unas y otras radica en que las primeras no incluyen un proceso de diseño asociado, mientras que la arquitectura de <e-Adventure> (apartado 4.4) propone un proceso de diseño asociado a la arquitectura del sistema.

El conjunto de arquitecturas revisado en el apartado 4.3 presenta, en nuestra opinión, un conjunto de deficiencias que dificultan su incorporación en los procesos reales de aprendizaje que tienen lugar en las aulas, como son:

- No tienen en cuenta la estructuración habitual de los contenidos que se produce en los procesos de aprendizaje.
- Pierden de vista la figura del profesor en el proceso de planificación de contenidos y no ofrecen ninguna herramienta que permita hacer cambios en el proceso estándar.

- No existe un modelado de actividades que permita identificar claramente la correspondencia entre las actividades educativas y las lúdicas.
- Debido a esta falta de correspondencia entre lo pedagógico y lo lúdico, resulta muy difícil tener una traza detallada de lo que el alumno aprende en cada parte del juego.
- La mayoría de ellas, salvo la EGA (apartado 4.3.3), no considera aspectos de jugabilidad en el proceso de juego, cuestión que a la postre revertirá, en numerosas ocasiones, en la obtención de juegos poco jugables o en la necesidad de rediseñar dichos juegos.

La única propuesta en la que encontramos un proceso de diseño junto a una arquitectura de soporte es la descrita en el apartado 4.4, «e-Adventure». Sin embargo, en esta propuesta encontramos de nuevo que se hace más énfasis en la parte de juego, dejando poco claro cómo estructurar el contenido educativo y cómo cada parte de este contenido está relacionado con los componentes lúdicos que se presentan en el juego. Además, tampoco existe una relación clara entre las recomendaciones de diseño y la arquitectura de soporte. Por otra parte, aunque se realiza una monitorización de los jugadores, esta monitorización queda sujeta a las posibilidades que ofrece el LMS subyacente y, además, adolece de nuevo de la capacidad de informar acerca de cada elemento de conocimiento en relación a la actividad del estudiante en el juego.

4.6. Discusión: Requisitos y objetivos

A partir de las diferentes propuestas analizadas en este capítulo, hemos identificado un conjunto de requisitos que pensamos que debe reunir un proceso de diseño para videojuegos educativos con actividades colaborativas, así como la arquitectura que se utilice como soporte para los mismos.

Así, los requisitos de la metodología de diseño, en nuestra opinión, son:

- Cubrir todo el proceso de diseño del juego, tomando en consideración tanto los aspectos educativos como los lúdicos, así como la relación que existe entre ellos.
- Definir el conjunto de elementos básico para cada uno de estos aspectos, así como la información necesaria para definir completamente cada uno de dichos elementos.
- Especificar el dominio válido de cada uno de los atributos de los elementos definidos en el sistema.
- Incluir un proceso sistemático de definición de cada uno de estos elementos, determinando qué fases se deben abordar, en qué orden, qué información se debe completar en cada una de dichas fases y qué documentos se generan para cada una de estas fases.
- Establecer claramente las relaciones que existen entre los distintos elementos y facilitar al usuario la definición de dichas relaciones.

De la misma forma, los requisitos que debe satisfacer la arquitectura que dé soporte a este tipo de juegos son:

- Cubrir las distintas funcionalidades requeridas en un proceso de aprendizaje mediado por videojuegos educativos, que al menos pasan por: definición de contenidos educativos, definición de contenidos lúdicos y monitorización del aprendizaje.
- Ofrecer servicios que faciliten la definición del contenido educativo por parte de los profesores, que a menudo pueden no estar familiarizados con el manejo de nuevas tecnologías.
- Ofrecer servicios que permitan la definición de elementos del videojuego, así como su relación con el contenido educativo.

- Permitir la personalización del proceso de aprendizaje y tener en cuenta estas reglas en el proceso de juego asociado a dicho aprendizaje.
- Dar soporte a la ejecución del juego en sí mismo y permitir la monitorización de la actuación de los jugadores durante el juego.

Además, es deseable que el proceso de diseño y la arquitectura de soporte estén claramente relacionados, de tal forma que los desarrolladores conozcan los elementos de la arquitectura que se ven afectados en cada parte del diseño. Esto permite mantener la coherencia tanto del proceso de diseño como de la arquitectura cuando se introduzcan cambios en uno u otro elemento.

4.7. Conclusiones

Aunque el diseño de videojuegos educativos no es una ciencia exacta, una forma de facilitar el proceso y hacerlo más sistemático es proveer tanto a profesores como a diseñadores de algún mecanismo general, integral y eficaz que les guíe en esta tarea.

Existen distintas recomendaciones para crear juegos educativos bajo distintos entornos de trabajo. Sin embargo, pensamos que es necesaria una propuesta más completa y general que abarque un espectro más amplio, tanto educativo como lúdico. Así, vemos que algunas de las propuestas ofrecen únicamente un proceso de diseño, que en ocasiones no profundiza en los detalles. Este tipo de propuestas plantean una guía de estilo, pero deja aún demasiados grados de libertad que pueden convertirse en un obstáculo si no se dispone de un modelo subyacente claro que podamos utilizar en cada uno de los pasos a seguir.

En el capítulo anterior vimos que algunos juegos educativos hacen más énfasis en una parte, bien en la educativa o bien en la de juego. Podemos encontrar una explicación a este desequilibrio en los procesos de diseño que vemos en este capítulo, que si bien detallan exhaustivamente la definición del contenido educativo, no especifican suficientemente la parte lúdica, y viceversa.

Además, hemos analizado diferentes arquitecturas que se han propuesto en relación al diseño de videojuegos educativos. En este análisis hemos encontrado que la mayor parte de estas arquitecturas comparte un conjunto de deficiencias que pueden ser resueltas, en nuestra opinión, con la definición de un proceso de diseño específico e integral enfocado a una arquitectura que relacione de forma adecuada lo lúdico y lo educativo.

A partir de esta discusión, pensamos que existe una necesidad real de unir aprendizaje y videojuegos en una misma arquitectura, de tal forma que las deficiencias encontradas en las propuestas existentes queden resueltas y se incluyan, además, actividades en grupo que favorezcan el aprendizaje colaborativo. Para ello, en este capítulo hemos descrito un conjunto de requisitos y objetivos que consideramos necesarios para obtener videojuegos educativos de calidad que incluyan actividades colaborativas.

MÓDULO II: MARCO DE DISEÑO

En las revisiones bibliográficas realizadas en los capítulos anteriores, hemos comprobado que existen diversos intentos de combinar el aprendizaje por medio de videojuegos con el uso de técnicas de aprendizaje colaborativo. Sin embargo, también hemos comprobado que la mayor parte de ellos consiguen obtener buenos resultados en uno de los aspectos involucrados, pero no en el otro. Así, en gran parte de las aproximaciones analizadas, se han conseguido buenos resultados de aprendizaje, pero los alumnos han manifestado que el juego era poco divertido, que no aportaba nada al proceso de aprendizaje o, incluso, que suponía un retraso en dicho proceso. Otras, por el contrario, han encontrado que los alumnos sólo se concentraban en los aspectos lúdicos del juego, dejando de lado, o prestando poca atención, a los contenidos educativos que se introducen en dichos juegos.

A la vista de estas experiencias, la pregunta que nos planteamos, y que da pie a esta investigación, es la siguiente: ¿Es posible diseñar videojuegos educativos que sean satisfactorios en igual medida para profesores (aspecto educativo) y para alumnos (aspecto lúdico)? El tema es complejo y de esta pregunta han surgido otras: ¿Podemos evitar que factores externos (post-test, por ejemplo) *distrayan* al alumno del juego educativo? ¿Puede, entonces, el profesor determinar cuánto se ha aprendido? Si en clase proponemos actividades avanzadas a los alumnos más aventajados, ¿Es posible trasladar esa intervención al juego? ¿Es posible hacerlo también para los alumnos con más dificultades? Y, desde un punto más general, ¿podemos integrar de alguna manera esta actividad (juego) en el proceso de aprendizaje tradicional como herramienta de apoyo?

Nosotros pensamos que la respuesta a todas estas preguntas es SI. Por ello, en este módulo presentamos un marco general de desarrollo y utilización de este tipo de juegos, que se irá detallando en los sucesivos capítulos.

La teoría que tomamos como punto de partida es el Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computador (CSCL, del inglés, Computer - Supported Collaborative Learning), cuyos resultados están suficientemente contrastados a lo largo de los últimos años en diversos ámbitos. Sin embargo, como hemos visto en el estado del arte, la mayor parte de las dificultades se encuentran en el diseño del software que se usa como herramienta de apoyo que, en este caso, son los videojuegos. Por este motivo, definimos el término VGSCCL, como especialización del CSCL, en el que la herramienta computacional que se utiliza es un videojuego educativo. Así, VGSCCL son las siglas de Aprendizaje Colaborativo Soportado por Videojuegos, del inglés, Video Game - Supported Collaborative Learning. Las principales características de este tipo de aplicaciones son las siguientes:

- Son *videojuegos*: En la actualidad, existen numerosas aplicaciones que funcionan en un computador o en una consola que sirven para enseñar, pero no son videojuegos. E incluso, ni siquiera son juegos, sino que son una mera unidad didáctica multimedia que ofrece el mismo procedimiento que un libro de texto tradicional (McFarlane, 2002). Esto se traduce en que, una vez que el niño se da cuenta de este hecho, todas las bondades que, a priori, se podían obtener, quedan en el olvido. Y es que no se puede olvidar que, según la taxonomía de Lepper y Malone (Lepper, 1987), un juego educativo debe tener, entre otras cosas, las siguientes características:
 - *Desafío*: Es necesario crear unos objetivos claros y relevantes para el estudiante. Es necesario ofrecer varios niveles de dificultad, información oculta y aleatoriedad. La realimentación debe ser constante, clara y concreta. La actividad que se realiza debe promover sentimientos de competencia a los participantes.

- *Curiosidad*: Existe en dos formas diferentes, sensorial y cognitiva. Los efectos audiovisuales, particularmente en los juegos de ordenador, acentúan la curiosidad sensorial. Cuando los estudiantes se sorprenden o intrigan por paradojas o información incompleta, se incentiva la curiosidad cognitiva.
- *Control*: Se experimenta por medio de sentimientos de autodeterminación y control por parte del estudiante. Sentimientos de contacto, elección y poder contribuyen al aspecto de control de la experiencia de aprendizaje. Cuando los jugadores afrontan las decisiones incrementa su sensación de control personal.
- *Fantasía*: Abarca tanto las emociones como los procesos de pensamiento del estudiante. Las fantasías deben referirse no sólo a las necesidades emocionales, sino que deben proporcionar metáforas y analogías relevantes. Además, las fantasías deben tener una relación directa con el material que se está tratando.

Si nos fijamos, éstas son algunas de las características que diferencian una unidad didáctica multimedia de un juego. Porque cuando ponemos a un niño delante del ordenador y le preguntamos a qué juego quiere jugar, ¿cuál de las dos modalidades escogería? Seguramente, se nos viene a la cabeza un tipo de juego concreto. Entonces, parece lógico pensar que cuanto más se parezcan nuestros videojuegos a este tipo que el niño elige en la mayoría de las ocasiones, más veces querrá jugar.

- Son *educativos*: Esto significa que con nuestro juego los alumnos van a aprender cosas. Sin embargo, este aprendizaje se produce de forma implícita, es decir, sin que el niño sea consciente de que está aprendiendo. Si queremos, por ejemplo, enseñar a distinguir los peces de río y los peces de mar, podemos proponer al jugador que compre a los pescadores un número determinado de peces de río, que los cambiará por una pista para continuar el camino. De esta forma, el reto que planteamos forma parte de la propia dinámica del juego, con lo que conseguimos la motivación necesaria para que el alumno continúe jugando mientras aprende. Al final, conseguimos que aprenda a distinguir los peces de río de los de mar y, además, que adquiera una pista que le va a ser necesaria en la dinámica del juego.
- Incluyen *actividades colaborativas*: Partimos de las bondades obtenidas por la utilización de técnicas de aprendizaje colaborativo e incluimos en nuestros videojuegos actividades en grupo que puedan favorecer el aprendizaje. El número de actividades colaborativas que incluya el juego va a depender en gran medida de la edad y el desarrollo general de los alumnos con los que estemos trabajando. Así, para niños más pequeños, donde el aprendizaje debe hacerse de forma más individual, los juegos presentarán menos actividades colaborativas que en alumnos de mayor edad. De esta forma, siguiendo con el modelo de Lepper y Malone, las características que deben presentarse en este tipo de juegos son:
 - El desafío debe plantearse al grupo, de tal forma que el objetivo del juego sea común a todos. Se puede mostrar en una barra el grado de consecución del objetivo común a medida que los jugadores avanzan en el reto.
 - El control puede residir en cada usuario particular o estar compartido por el grupo, de tal forma que la influencia de las acciones de unos sobre otros se refleje durante la partida o sólo a nivel de resultados. Dependerá del tipo de juego.
 - Es necesaria una componente de conciencia de grupo. El jugador debe conocer en todo momento quiénes son los miembros de su equipo, si están activos, qué están haciendo (sobre todo, si afecta al grupo), si han terminado el nivel o si necesitan ayuda.

En este sentido, Johnson & Johnson (Johnson, 1994) proponen un conjunto de elementos que deben darse para que este tipo de actividades sean lo más beneficiosas posible. Estos componentes son:

- Interdependencia positiva: Los estudiantes son conscientes de que son un equipo, de forma que el éxito o el fracaso del grupo representa su propio éxito o fracaso personal. Los objetivos del grupo deben lograrse por medio del trabajo de todos sus miembros.
- Exigibilidad personal: Cada miembro del grupo debe ser capaz de aportar su conocimiento al grupo y de aprender lo que sus compañeros le aporten, con el fin de beneficiar a todo el grupo: “No vale descansarse sobre los demás”.
- Interacción positiva cara a cara: Se produce durante el proceso de aprendizaje, cuando los alumnos comparten sus conocimientos, discuten distintos puntos de vista, ayudan al resto con las dificultades,...
- Habilidades interpersonales y de grupo: Los estudiantes deben organizar el trabajo y tomar decisiones, manifestando sus dotes de liderazgo, conciliación,...
- Autoanálisis del grupo: El grupo debe autoanalizarse para saber si su trabajo está siendo efectivo, se alcanzan las metas y se está trabajando en el ambiente adecuado. Esto permite que los miembros del grupo fortalezcan sus habilidades de trabajo y fomenta el compromiso de todos con los objetivos comunes.

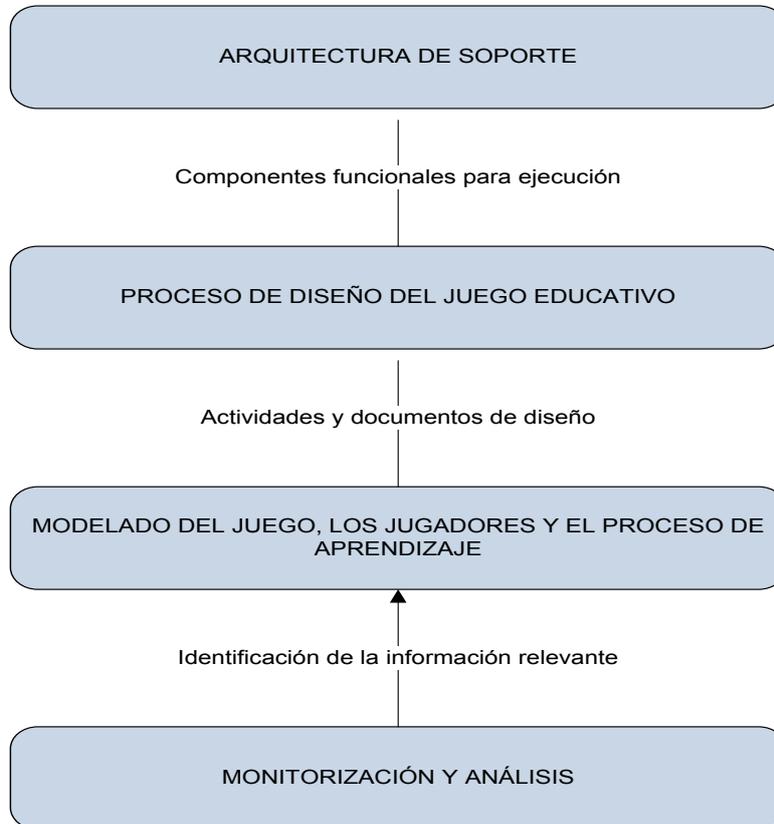
Estos componentes deben trasladarse de forma transparente a los juegos diseñados. Por ejemplo, si planteamos objetivos compartidos a todos los jugadores provocamos un grado determinado de interdependencia entre ellos, lo que, de forma indirecta, aumenta la motivación por alcanzar el objetivo.

Además, para que tanto el desarrollador como el profesor puedan utilizar este tipo de videojuegos, es necesario proveer de un conjunto de herramientas:

- Como toda herramienta educativa, su fin último pasa por conseguir que los alumnos adquieran una serie de habilidades y conocimientos. A la vista de las experiencias previas, parece que la utilización de post-tests puede no ser la solución más adecuada, por lo que se propone que el propio juego monitorice el aprendizaje de los alumnos y ofrezca al profesor un informe, más o menos detallado, a su elección, de los avances educativos de los alumnos.
- Para poder realizar esta monitorización, es necesario que exista una relación suficientemente clara entre los contenidos educativos inmersos en el juego y la propia historia del juego. Una forma de definir esta relación es mediante la modelización de ambos aspectos. Si introducimos en el sistema un modelo que defina completamente los elementos de uno y otro nivel, es posible establecer una relación entre dichos elementos, obteniendo así una relación unívoca que permita determinar qué se está aprendiendo durante cada parte del juego.
- El diseño de videojuegos educativos con actividades colaborativas tiene una componente de complejidad añadida, debido a las relaciones y dependencias que se generan entre los jugadores. Para facilitar este proceso y que sea lo más efectivo posible, es necesario proporcionar a los desarrolladores una guía de estilo que les permita introducir actividades en grupo de forma adecuada.
- Además, para garantizar que los videojuegos educativos obtenidos cumplen efectivamente las características de un sistema VGSCL, pensamos que es necesario definir un proceso de diseño integral y sistemático que guíe tanto a profesores como a diseñadores de videojuegos en el proceso de creación de este tipo de herramientas. De esta forma, tanto profesores como alumnos podrán cumplir sus expectativas en relación al proceso de aprendizaje descrito.
- Finalmente, con objeto de facilitar la reutilización de componentes y la estandarización de la propuesta, pensamos que es necesario definir una arquitectura de soporte para los sistemas VGSCL. Puesto que la funcionalidad de la arquitectura está suficientemente

clara, la arquitectura definida debe ser modular, con objeto de que gestione cada uno de estos elementos de forma independiente.

Una vez que hemos esbozado las necesidades encontradas para la realización del marco de diseño, pensamos que una buena forma de afrontar el problema es dividirlo en partes más sencillas, que se resuelvan individualmente, pero que construyan la solución de forma incremental. Este proceso se muestra gráficamente en la siguiente figura:



Como se observa en esta figura, se ha trabajado del nivel más concreto al más abstracto, de tal forma que, en el primer estadio de la investigación, se determinaron qué elementos eran relevantes para el análisis del proceso educativo y en qué forma debían recopilarse para poder trabajar con dicha información de manera adecuada (capítulo 5). A continuación, se completó esta información con el resto de elementos involucrados en el proceso de aprendizaje que es objeto de esta tesis, diferenciando los componentes relevantes y los atributos de cada uno de ellos. De esta forma, conseguimos organizar y completar la información susceptible de análisis, además de aquella que permite realizar la monitorización y análisis de forma específica en cada uno de los aspectos involucrados, es decir, el juego, el contenido educativo y el alumno (capítulo 6). A continuación, y con objeto de facilitar el proceso de diseño a los usuarios finales (los profesores), se propuso un proceso de diseño integral que permitiese la definición de todos los elementos del juego de forma sencilla y ordenada. Además, se propuso una herramienta de soporte de este proceso que permitiera a profesores y desarrolladores trabajar de forma satisfactoria y amigable con el sistema (capítulo 7). Finalmente, y como mecanismo de soporte para la información y funcionamiento de los juegos diseñados, se propuso la arquitectura PLAGER-VG, que permite el diseño, ejecución y monitorización de juegos diseñados bajo el paradigma VGSCS (capítulo 8).

CAPITULO 5

MONITORIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE

La experiencia no es lo que nos sucede, sino lo que hacemos con lo que nos sucede.

(Aldous Huxley)

5. Monitorización y Análisis del Proceso de Aprendizaje

Generalmente, los métodos de evaluación de las interacciones que se dan entre los usuarios de un sistema informático trabajan a partir de un fichero de registro o archivo de log que contiene datos sobre los procesos que son objeto de estudio. Puesto que dichos ficheros constituyen la base sobre la que se hace el estudio de la interacción, decidir qué información se va a incluir en dichos ficheros constituye un factor clave para que el estudio tenga éxito. Por este motivo, además de la información relativa a los mensajes, tal como el emisor, el receptor y la marca de tiempo, típica en el diseño de este tipo de ficheros de log, se necesita un conjunto de información adicional que permita conocer las características de la situación cuando se produjo dicha interacción. Este conjunto de información adicional es lo que denominamos *contexto*.

Por medio de esta información adicional podemos, además, obtener características concretas de los procesos de aprendizaje que los estudiantes han llevado a cabo desde distintos puntos de vista. Para ello, uno de los elementos a analizar es el proceso de colaboración realizado, ya que la calidad de la colaboración que haya tenido lugar en el grupo repercute en los beneficios obtenidos del aprendizaje colaborativo. Con este objetivo, en este capítulo presentamos una clasificación de eventos que pretende estudiar las interacciones de acuerdo a los tres procesos fundamentales del trabajo en grupo propuestos por Ellis (Ellis, 1991), a saber: comunicación, colaboración y coordinación.

Consideramos que esta propuesta es importante y necesaria para los procesos de monitorización y análisis que definiremos posteriormente y, sobre todo, porque nos va a servir de ayuda en la definición de los modelos que presentamos en el siguiente capítulo de esta tesis.

INDICE DEL CAPITULO

5.1. INTRODUCCIÓN	135
5.2. HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO EN GRUPO	136
5.3. RECUPERACIÓN DE INFORMACIÓN RELEVANTE	137
5.4. ALMACENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN: MODELO DE ESTADO DEL JUEGO.....	139
5.5. CLASIFICACIÓN DE EVENTOS	139
5.5.1. Marco teórico.....	140
5.5.2. Clasificación de eventos	142
5.5.3. Ponderación de categorías.....	144
5.6. APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE EVENTOS.....	147
5.6.1. Identificación de eventos	147
5.6.2. Tratamiento de la información recopilada	148
5.7. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA LA ADAPTACIÓN DEL PROCESO DE APRENDIZAJE	150
5.8. CONCLUSIONES	154

5.1. Introducción

En las relaciones interpersonales, en general, es necesario conocer las condiciones que rodean cada interacción para poder crearnos una imagen mental clara de la intención y los objetivos de la misma. Este mismo razonamiento puede aplicarse también a las relaciones interpersonales que ocurren en los sistemas de aprendizaje colaborativo.

El uso de ficheros de log es una forma ampliamente utilizada para estudiar, por ejemplo, las interacciones que tienen lugar a lo largo de una sesión de trabajo con un computador. Sin embargo, no se han encontrado tantas referencias que utilicen información contextual respecto a la interacción en sí. Por este motivo, en este capítulo se pone atención en la información relativa a la actividad o al objetivo perseguido cuando se produce la interacción registrada, con objeto de situar la acción en el contexto en que se ha realizado.

En investigaciones de lingüística y en el lenguaje natural, el *contexto* se ha utilizado como medio para establecer el significado de una frase. Por ejemplo, si decimos “me gusta jugar con mi hermana”, se asume que mi hermana y yo estamos jugando juntos y no que ella es un juguete (Alarcón, 2004). Sin embargo, en el área de computación sensible al contexto, el contexto suele estar relacionado con las condiciones de “computación” en las que el usuario está inmerso (actividad de la red, ancho de banda de la comunicación y recursos cercanos), sus condiciones *personales* y *sociales* (localización de los usuarios, personas alrededor y situación social), la *información* asociada (excursiones guiadas, mapas para turistas, etc.) o las condiciones *físicas* del entorno de los usuarios (luces, sonido, etc.). Otros, identifican contexto *primario* (localización, entidad, actividad y tiempo) y contexto *más complejo*, derivado del primero, donde se incluye además el estado de las personas que participan en la interacción, los grupos formados y los objetos físicos y computacionales que están involucrados en el proceso (Dey, 2001).

Partiendo de las investigaciones de Gutwin y Greenberg (Gutwing, 2002) acerca de los elementos necesarios para reflejar el *awareness* en sistemas colaborativos (quién, qué, dónde, cómo, cuándo) y adaptándolos a los procesos de aprendizaje colaborativos, a continuación definimos la situación de juego (*contexto*).

Definimos el concepto de ***contexto*** como el conjunto de elementos relacionados con la situación del juego actual que completan la información del evento que se quiere registrar. Estos elementos son los siguientes:

- Los *miembros del grupo que están trabajando* en la tarea: Es importante determinar si el receptor del mensaje ha sido seleccionado de entre otros o es el único que está en esa situación. Hace referencia al liderazgo o no de un miembro dentro del grupo.
- Los *miembros del grupo que están intercambiando mensajes*: Son el emisor y el receptor del mensaje que estamos estudiando.
- La *tarea* que se está realizando: Es necesario conocer la tarea en la que se ha generado el evento para contextualizarlo dentro de las diferentes tareas que se realizan.
- El *objetivo* que se intenta alcanzar: De forma similar, necesitamos saber qué objetivo se quiere conseguir y cómo está relacionado con la tarea realizada.
- El *punto del juego* en el que se encuentran: Puesto que están aprendiendo por medio de un videojuego, es necesario conocer la fase o nivel en el que están los jugadores.
- *Recursos usados y disponibles*: Aunque sabemos qué herramientas han sido utilizadas para producir el mensaje, queremos saber si había otras opciones, con objeto de

determinar si el emisor usa varios medios de comunicación cuando éstos están disponibles o no.

La inclusión de esta información en un fichero de log permite realizar un análisis más preciso de la interacción de los estudiantes durante su proceso de juego, aunque supone un diseño más complejo del sistema de monitorización. En este trabajo se propone el uso de agentes especializados y la definición de eventos para recuperar dicha información.

5.2. Herramientas para el trabajo en grupo

Como parte del proceso de juego, los jugadores disponen de un conjunto de herramientas de grupo que permiten la comunicación entre los compañeros y facilitan la conciencia de grupo. A continuación, se proponen algunas herramientas de utilidad que deben incluirse en un juego educativo para facilitar la colaboración entre los miembros del grupo:

- *Comunicación síncrona*: Los miembros del grupo deben disponer de una herramienta de comunicación síncrona que les permita comunicarse de forma eficaz e instantánea para tratar cuestiones, normalmente, acerca de la tarea que se está realizando en el momento de usarla. La herramienta más común es el chat.
- *Comunicación asíncrona*: Este recurso se utiliza para una comunicación a más largo plazo, ya que no requiere una contestación inmediata del resto del grupo. Suelen ser foros o salas de discusión donde los jugadores debaten acerca de algún tema concreto.
- *Información del resto de los compañeros*: Para mantener la conciencia de grupo, es decir, para que los alumnos no pierdan la referencia de que forman parte de un grupo que trabaja por una meta común, los jugadores pueden consultar información acerca de sus compañeros. Así, todos los alumnos tendrán información del grupo al que pertenecen y de los compañeros que pertenecen a su mismo grupo. De la misma forma, para cada uno de los miembros del grupo se tendrá disponible un subconjunto de la información de su perfil (sección 7.2.4.1), que por defecto será el conjunto de roles candidatos, aunque el profesor podrá modificar la información que se muestra en función de las necesidades del grupo y las circunstancias. Por medio de esta información, se podrá identificar qué compañero puede ser el más indicado para alguna tarea que tengan que realizar.
- *Planificador de tareas*: Los miembros del grupo necesitan organizar las tareas a realizar, por lo que una herramienta que les permita hacerlo de forma escrita, e incluso gráfica, puede ser de mucha utilidad para clarificar el proceso de juego y aprendizaje.
- *Sistema de votación*: De forma similar, y como complemento al planificador de tareas, los miembros del grupo tienen que tomar decisiones a lo largo de su proceso de juego / aprendizaje. Estas decisiones podrán estar relacionadas con la planificación de tareas, pero también con la asignación de tareas a compañeros, definición de estrategias, soluciones más favorables, etc. Una forma sencilla y útil, que permite tomar las decisiones de forma rápida, es un sistema de votación.
- *Mapa del juego*: Los jugadores necesitan saber en qué parte del mundo donde juegan se encuentran y dónde se encuentran sus compañeros. Para facilitar esta tarea, se incluye un mapa que permite posicionar a todos los miembros del grupo, así como los elementos más importantes del juego. Además, es posible hacer anotaciones en este mapa.
- *Almacén común*: Para que los jugadores puedan intercambiar sus recompensas es necesario que el grupo disponga de un lugar donde colocar los elementos que se pueden compartir dentro del grupo, de tal forma que cuando un compañero del grupo necesite un recurso, pueda dirigirse allí para ver si está disponible.

Utilizando estos tipos de herramientas, los jugadores pueden mantener el contacto con sus compañeros para realizar las tareas en grupo, pero también para solicitar consejo o información mientras realizan actividades individuales, si necesitan ayuda para superarlas. Por tanto, todos los elementos detallados más arriba pueden aparecer tanto en las actividades individuales como en las de grupo.

5.3. Recuperación de información relevante

El objetivo de esta investigación pasa por analizar los procesos de aprendizaje para poder introducir mejoras en los mismos y, de esta manera, obtener mejores resultados. Para conseguirlo, el primer paso que debemos realizar es estudiar qué información necesitamos, cómo la vamos a obtener y de qué manera la vamos a utilizar.

Puesto que el aprendizaje que se pretende obtener está implícito en el proceso de juego, es necesario establecer una relación entre lo que el alumno o alumnos están realizando y el proceso de aprendizaje implícito en el juego. Para ello, es necesario determinar:

- Qué actividades del juego son relevantes y
- Qué información es relevante en cada uno de dichos puntos.

Llamamos ***evento de interés*** a cada una de las ocurrencias de las actividades del juego que son relevantes y permiten obtener la información necesaria para procesarla como parte del proceso de juego / aprendizaje. Los eventos pueden ser individuales o de grupo. Son *eventos individuales* aquellos cuya información hace referencia a un solo jugador, a su proceso de juego y aprendizaje. Son *eventos de grupo* aquellos eventos que se realizan por más de una persona y que incluyen información de interacción, además de la referente al proceso de juego / aprendizaje.

Para realizar la recuperación de la información, se propone un sistema de agentes, de tal forma que, en cada punto del juego definido como *evento de interés* tengamos un agente que recopile la información asociada y la almacene para su posterior procesamiento. Un *agente* es un proceso software que se encarga de monitorizar un evento del sistema de juego, es decir, se encarga de recopilar la información asociada al evento que es necesaria para realizar el análisis posterior. La información que los agentes recopilan para cada evento se muestra en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Información recopilada por los agentes para cada evento

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador de evento	Cada evento se distingue con un identificador interno que permite diferenciar cada uno de los eventos.	x: x es una secuencia de dos letras seguidas de 8 dígitos
Identificador de juego	Es la identificación en el sistema del videojuego al que se está jugando.	x: $x \in [GM0000, GM9999]$
Modo de juego	Almacena el modo de juego que se está realizando en el momento del evento. Se almacena porque en algunos juegos puede variar respecto del modo por defecto.	x: $x \in \{\text{Libre, Por objetivos uno a uno, Por objetivos todos a la vez}\}$ (sección 6.2.1)
Tarea del videojuego	Es el identificador de la tarea particular que se está realizando dentro del videojuego.	x: $x \in [VS0000, VS9999]$
Tarea educativa	Es el identificador interno del contenido educativo que está asociado a este punto del juego, si es que hay alguno.	x: $x \in [ET0000, ET9999]$

Objetivo educativo	Si la tarea permite alcanzar varios objetivos distintos y el modo de juego permite determinar en qué objetivo se está trabajando, entonces, se almacena dicho objetivo educativo.	$x: x \in [EG0000, EG9999]$
Inicio de tarea	Se almacena la fecha y hora en la que se comienza a trabajar en el evento que se está monitorizando.	dd/mm/aaaa+hh:mm:ss
Acierto / Fallo	Indica que la acción ha sido correcta (1) o no (0).	$x: x \in \{0, 1\}$
Puntuación sumada	Puntuación que se ha sumado a la puntuación del juego en esta tarea.	$x: x \in \mathbb{N}$
Jugador implicado	Es el jugador que está realizando efectivamente la acción.	$x: x \in [SP00000, SP99999]$
Grupo implicado	Si el evento es de grupo, identifica al grupo que está actuando.	$x: x \in [GI00000, GI99999]$
Jugadores participantes	Identificación de los jugadores que han participado en la tarea.	$\{x: x \in [SP00000, SP99999]\}$
Fin de tarea	Fecha y hora en la que se finaliza la tarea o se abandona.	dd/mm/aaaa+hh:mm:ss

Esta información se almacena para todos los eventos. Sin embargo, debido a la variabilidad de las tareas que se puede encontrar, existe una parte configurable del proceso de monitorización, que permite definir qué información adicional puede resultar de utilidad para el análisis posterior. Esta información puede ser de dos tipos y se almacena a continuación de la información anterior, en dos vectores:

- *Acciones*: Cada tarea del juego ofrece a los jugadores un conjunto de posibilidades de interacción que pueden revelar las actitudes de los jugadores respecto a la tarea en sí o respecto a sus compañeros de grupo. Para cada una de las acciones a monitorizar, el agente almacenará en el vector una tupla con la siguiente información:
 - Identificador de la acción.
 - Jugador.
 - Información adicional: Si es necesario incorporar alguna información acerca de las circunstancias o características del momento o la acción.
- *Mensajes*: Si la tarea incorpora algún mecanismo de interacción entre los miembros del grupo que están participando en la tarea (sección 6.2.3), en esta posición se almacena el registro de las interacciones ocurridas en el grupo durante el desarrollo de la misma.

Por ejemplo, supongamos un juego en el que cinco alumnos deben construir un puente que les lleva de una isla a otra para continuar sus aventuras. Para construir dicho puente, cada alumno debe utilizar una herramienta, por turnos, hasta que el puente logre alcanzar la isla a la que se dirigen. El objetivo educativo es aprender las vocales y está compuesto por cinco tareas, una tarea para cada una de ellas. En el juego, cuando el alumno tenga que usar su herramienta, tendrá que escribir la letra que tiene asignada. Si no la escribe bien, su herramienta no funcionará y el puente no podrá construirse. Si nos fijamos en el alumno cuya tarea es “*aprender a*”, una posible trama del evento sería la que se muestra a continuación (Tabla 5.2):

Tabla 5.2 Ejemplo de trama construida por un agente

Atributo	Valor ejemplo
Identificador de evento	XX00000001
Identificador de juego	GM2531
Modo de juego	Por objetivos uno a uno
Tarea del videojuego	VS1234
Tarea educativa	ET5412

Objetivo educativo	EG4542
Inicio de tarea	08/10/2010+17:25:32
Acierto / Fallo	1
Puntuación sumada	10
Jugador implicado	SP12004
Grupo implicado	GI34235
Jugadores participantes	SP12001, SP12002, SP12003, SP12004, SP12005
Fin de tarea	08/10/2010+17:35:21

Con esta información, podemos realizar el proceso de análisis necesario para determinar la calidad del proceso de interacción y de aprendizaje por medio de los videojuegos educativos que son objeto de esta investigación.

5.4. Almacenamiento de la información: Modelo de Estado del Juego

La información que recopilan los agentes durante el proceso de juego se almacena en una estructura global que registra los eventos. A esta estructura general se le ha denominado *Modelo de Estado del Juego*. Esta estructura almacena toda la información que los agentes recopilan mientras los jugadores están jugando. Por lo tanto, el proceso de análisis se realizará a partir de la información contenida en ella y permitirá almacenar los detalles de todos los eventos que ocurren durante la ejecución de un juego, por ejemplo, para estudiar secuencias de juego o la evolución de los jugadores. Periódicamente, la información contenida en el Modelo de Estado del Juego se procesa y se sintetiza para obtener conclusiones generales y significativas del proceso (sección 8.6). El proceso de análisis puede realizarse al final de cada sesión de juego, al final de un juego completo o en intervalos periódicos, según lo que establezca el profesor al inicio de la sesión.

5.5. Clasificación de eventos

El objetivo de la monitorización de eventos de interés es analizar el comportamiento de los jugadores a lo largo del juego, estudiar de qué forma afecta este proceso a su aprendizaje y encontrar mecanismos de adaptación que permitan mejorar tanto el juego como el aprendizaje resultante de dicho juego. Si bien el Modelo de Estado de Juego recopila todos los datos de interés, es necesario un proceso posterior que extraiga la información relevante, sobre todo aquella referente a los procesos en grupo.

El proceso de análisis y clasificación de la información que se propone está basado en el modelo de las 3C's de Ellis (Ellis, 1991), que clasifica la interacción entre los miembros de un grupo que trabaja de forma colaborativa.

Debido a la forma en que se han definido los eventos, tanto las acciones como los mensajes textuales pueden tratarse de forma similar, ya que las acciones definidas como eventos tienen implícita una intención colaborativa que puede también ser estudiada como parte del proceso colaborativo.

5.5.1. Marco teórico

Como parte de la investigación realizada en el ámbito de la clasificación de eventos, se ha recopilado un conjunto de categorías a partir de la bibliografía relacionada. Este conjunto de categorías se ha clasificado, tal como se ha comentado anteriormente, según el modelo de las 3 C's de Ellis (Ellis, 1991), que distingue los aspectos fundamentales de Comunicación, Colaboración y Coordinación. Un resumen de la información encontrada se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 5.3 Resumen del marco teórico para mensajes de comunicación

COMUNICACIÓN						
	<i>Pregunta</i>	<i>Respuesta</i>	<i>Compartir información</i>	<i>Detección de errores</i>	<i>Comprobación</i>	<i>Sociales</i>
(Bravo, 2004)	✓	✓		✓		
(Clark, 1994)					✓	
(Collazos, 2002)			✓		✓	✓
(Dillenbourg, 1996)	✓					
(Dillenbourg, 1995)						
(Duque, 2007)						
(Daradoumis, 2006)			✓		✓	
(Martínez, 2003)						
(Soller, 2004)	✓	✓			✓	

Tabla 5.4 Resumen del marco teórico para mensajes de colaboración

COLABORACIÓN										
	<i>Proponer</i>	<i>Negociar propuesta</i>	<i>Contraoferta</i>	<i>Pedir ayuda</i>	<i>Negociar Ayuda</i>	<i>Resolver ayuda</i>	<i>Pedir recurso</i>	<i>Identificar usuario</i>	<i>Negociar recurso</i>	<i>Resolver recurso</i>
(Bravo, 2004)	✓	✓	✓							
(Clark, 1994)										
(Collazos, 2002)	✓	✓	✓	✓		✓				
(Dillenbourg, 1996)	✓	✓	✓							

(Dillenbourg, 1995)										
(Duque, 2007)	✓									
(Daradoumis, 2006)			✓	✓	✓					
(Martínez, 2003)						✓	✓	✓	✓	✓
(Soller, 2004)			✓							

Tabla 5.5 Resumen del marco teórico para mensajes de coordinación

COORDINACIÓN							
	<i>Identificar decisión</i>	<i>Negociar decisión</i>	<i>Votar decisión</i>	<i>Identificación grupo</i>	<i>Identificar tareas</i>	<i>Negociar tareas</i>	<i>Distribuir tareas</i>
(Bravo, 2004)	✓ ¹⁴	✓	✓				
(Clark, 1994)							
(Collazos, 2002)							
(Dillenbourg, 1996)							
(Dillenbourg, 1995) ¹⁵	✓	✓	✓				
(Duque, 2007)			✓				
(Daradoumis, 2006)					✓	✓	✓
(Martínez, 2003)							
(Soller, 2004)	✓	✓	✓		✓	✓	✓

¹⁴ No distingue la propuesta de la identificación de la gestión de decisiones, es decir, no divide en coordinación y colaboración.

¹⁵ Dice que el aprendizaje colaborativo cubre varias teorías de aprendizaje, pero el análisis debe hacerse a un nivel más bajo.

5.5.2. Clasificación de eventos

A partir de la revisión bibliográfica resumida en el apartado anterior, se ha realizado una clasificación de eventos basada en el modelo de las 3 C's. En la Tabla 5.6 se puede ver un esquema de dicha clasificación, que comentamos a continuación:

Tabla 5.6 Resumen de categorías para la clasificación de eventos

Categoría	Subcategoría	Especialización
<i>Comunicación</i>	Pregunta / Respuesta	
	Compartir información	
	Comprobación	
	Mensajes sociales	
<i>Colaboración</i>	Propuesta	Propuesta
		Negociación
		Contraoferta
		Consenso
	Ayuda	Petición
		Negociación
		Solución
	Recursos	Petición
		Identificación usuario
		Negociación
Solución		
<i>Coordinación</i>	Tomar decisiones	Identificación
		Negociación
		Votación
		Acuerdo
	Identificación del grupo	
	Planificación de tareas	Identificación
		Negociación
		Distribución de tareas

- *Comunicación*: Los miembros del grupo utilizan estos mensajes para intercambiar información de carácter general relacionada con el proceso de enseñanza / aprendizaje. Con estos mensajes podemos evaluar la participación activa de los miembros del grupo. Dentro de esta categoría encontramos los siguientes tipos:
 - Pregunta / respuesta: Los miembros del grupo hacen preguntas a los compañeros y ellos deben contestar. Puede haber un intercambio de razonamientos hasta que la cuestión queda completamente resuelta.
 - Compartir información: Un estudiante comparte información descubierta durante el juego con el resto de sus compañeros de grupo. Un caso particular de este tipo de mensajes es la detección de errores: solución incorrecta, plan ineficiente, etc.
 - Comprobación: Estos mensajes tienen como objetivo comprobar si los miembros del grupo están trabajando o si tienen algún problema. Estos mensajes ocurrirán, normalmente, cuando la puntuación del grupo no aumenta, la vida del grupo disminuye demasiado deprisa o no se puede conseguir un recurso necesario. Por ejemplo, un evento de este tipo podría ser un mensaje que un miembro del grupo manda al resto para preguntar porqué nunca funciona el coche en el que se tienen que desplazar.

- Mensajes sociales: No están relacionados con la tarea del juego, pero se usan para interactuar durante el proceso de aprendizaje. Por ejemplo, son mensajes del tipo “Después de clase podemos ir a merendar a mi casa”.
- *Colaboración*: Son mensajes que ocurren en situaciones que necesitan de colaboración entre los miembros del grupo, por lo que soportan o proponen este tipo de actividades. Se pueden distinguir:
 - Propuestas: Son mensajes en los que los usuarios proponen algo al resto del grupo, siempre que dicha propuesta esté relacionada con la tarea a la que el grupo se está enfrentando.
 - Propuesta: Es el envío del mensaje o mensajes que inician la propuesta.
 - Negociación: Los miembros del grupo usan este tipo de mensajes para discutir acerca de las acciones que tienen que realizar. Todos los miembros del grupo deben tomar parte en la negociación para poder participar en la tarea de grupo.
 - Contraoferta: Ocurre cuando se envían mensaje donde se realiza una nueva propuesta como alternativa a la anterior, incluyendo condiciones o modificaciones.
 - Consenso: Los compañeros se ponen de acuerdo respecto a la propuesta y se acuerda llevarla a cabo.
 - Ayuda: Un miembro del grupo usa este tipo de mensajes cuando no puede realizar la tarea que tiene encomendada.
 - Petición: Es el mensaje o mensajes en los que el jugador indica a los compañeros que está en dificultades y que necesita que le ayuden.
 - Negociación: Mensajes enviados durante la negociación de ayuda a un compañero. En estos mensajes los compañeros le ofrecen alternativas y ayuda.
 - Solución: Usando este tipo de mensajes, los compañeros se ponen de acuerdo en lo que tienen que hacer y cómo hacerlo para ayudar al compañero en dificultades.
 - Recursos: Estos mensajes aparecen cuando un miembro del grupo necesita una herramienta para enfrentarse a una tarea y no la tiene. Entonces, debe pedirla al resto de los compañeros del grupo para saber si alguno de ellos la tiene y se la puede prestar, o si necesita conseguirla por otro medio.
 - Petición: Es el mensaje o mensajes en los que el jugador explica a los compañeros el recurso que necesita.
 - Identificación de usuario o propietario: Los usuarios que tienen el recurso que necesita el compañero envían mensajes para decírselo.
 - Negociación: Estos mensajes aparecen para decidir quién va a prestar el recurso si más de un compañero tiene el recurso necesario. Además, deben discutir cuando estará el recurso disponible, el turno de uso si es que más de un compañero lo necesita, etc.
 - Solución: Es el mensaje final en el que los miembros del grupo terminan la conversación y deciden si el usuario final puede usar el recurso o no.
- *Coordinación*: El grupo usa este tipo de mensajes para decidir las estrategias y los métodos que usarán durante el proceso colaborativo.
 - Tomar decisiones: Se usan cuando los miembros del grupo deben decidir qué, cuándo y cómo van a realizar un grupo de tareas.
 - Identificación: Es el mensaje o grupo de mensajes en los que el usuario indica al grupo que tienen que tomar una decisión
 - Negociación: Son mensajes que cada alumno envía al grupo comunicando su opinión acerca de la discusión. En estos mensajes los compañeros exponen su opinión e intentan hacerla valer sobre el resto.
 - Votación: Cada miembro del grupo tiene que votar sobre la discusión. Si no se alcanza un acuerdo, habrá que votar de nuevo.

- Acuerdo: Es un mensaje donde se anuncia el resultado de la votación.
- Identificación del grupo: Los miembros del grupo pueden enviar mensajes para identificar al resto de los compañeros, exponer sus habilidades, intereses, etc. El grupo debe ser consciente de que lo es.
- Planificación de tareas: Cuando hay que realizar un grupo de tareas, de forma secuencial o no, los miembros del grupo deciden quién va a ocuparse de cada parte, cuál es el mejor orden para alcanzar el mejor resultado, quién es más capaz de hacer cada cosa, etc.
 - Identificación de tareas: Son mensajes enviados por un miembro del grupo que comunica al resto de los compañeros las tareas que ha encontrado.
 - Negociación: En estos mensajes los miembros del grupo le dicen al resto cuáles son sus preferencias, qué habilidades tienen y toda la información relevante acerca de las tareas comunes que tienen que repartir en ese momento. Durante este proceso, si los miembros del grupo no llegan a un acuerdo, puede tener lugar una votación
 - Distribución de tareas: Este tipo de mensajes puede aparecer durante el proceso de negociación. Pueden ser mensajes en los que se hace una asociación de tareas a usuarios o en los que se establece el orden en que se deben realizar dichas tareas.

5.5.3. Ponderación de categorías

Una vez realizada la categorización de mensajes, y con objeto de obtener un análisis más exacto, esta tipificación de mensajes ha sido evaluada por un conjunto de expertos nacionales e internacionales, procedentes del campo de la psicología, la educación y la informática. A partir de esta evaluación, se ha realizado una ponderación de cada una de las sub-categorías respecto de la categoría a la que pertenecen. De esta forma, para calcular la calidad de la interacción en cada una de las categorías, la contribución de cada sub-categoría estará ponderada según los valores que se han obtenido a partir de esta evaluación.

La encuesta proporcionada a cada uno de los expertos estuvo compuesta por tres bloques, uno para cada una de las categorías incluidas en la categorización: comunicación, colaboración y coordinación. En cada bloque se siguió el mismo formato, incluyendo el nombre de la sub-categoría, una descripción de su significado y un campo donde los expertos debían valorar la utilidad de cada sub-categoría en un rango de 1 a 5. El porcentaje de importancia de la sub-categoría en el cómputo del bloque correspondiente se calculó de forma proporcional a la calificación de utilidad obtenida. Esta forma de calcular la ponderación fue sugerida por uno de los expertos encuestados. Además, junto a cada una de las categorías, se incluyó un campo adicional donde se pedía a los expertos que comentaran, si lo consideraban oportuno, la sub-categoría que acababan de valorar. Finalmente, tras cada uno de los bloques se incluyó un apartado en el que los expertos podían sugerir otras sub-categorías que consideraran necesarias.

Los resultados que se obtuvieron de esta evaluación de expertos se muestran en la siguiente tabla (Tabla 5.7):

Tabla 5.7 Resultados de las encuestas de valoración de los expertos

COMUNICACIÓN			
Sub-categoría	Utilidad	Porcentaje	Porcentaje Redondeado
Pregunta	4.2	18.90	19
Respuesta	4.6	20.64	21
Compartir información	3.8	16.58	16
Detección de errores	4.2	18.14	18

Comprobación	3.6	15.90	16
Sociales	2.4	9.85	10
COLABORACIÓN			
Sub-categoría	Utilidad	Porcentaje	Porcentaje Redondeado
Proponer	3.6	9.05	9
Negociación	4.8	12.36	12
Contrapropuesta	4.4	11.16	11
Petición de ayuda	3.6	9.10	9
Negociación de ayuda	4.4	11.12	11
Solución de ayuda	4.4	11.04	11
Petición de recursos	3.4	8.41	9
Identificación de recursos	3	7.28	7
Negociación de recursos	4.4	11.43	12
Solución de recursos	3.6	9.06	9
COORDINACIÓN			
Sub-categoría	Utilidad	Porcentaje	Porcentaje Redondeado
Identificación de decisión	3.6	11.36	11
Negociación de decisión	4.6	14.32	14
Votar decisión	4.2	13.01	13
Acuerdo	4.2	13.11	13
Identificación de grupo	3.6	10.84	11
Identificación de tareas	3.6	10.94	11
Negociación de tareas	4.2	12.89	13
Distribución de tareas	4.4	13.54	14

A partir del grado de validez que los expertos han asignado a cada una de las sub-categorías, se ha calculado el porcentaje de contribución de cada una de ellas respecto a la categoría principal. Para facilitar la comprensión y el cálculo de estos valores, se ha redondeado el porcentaje calculado al valor entero más cercano, manteniendo en todos los casos que la suma de los valores de la categoría sea 100.

Además de esta evaluación cuantitativa, algunos de los expertos han realizado comentarios para algunas de las sub-categorías. Una selección de dichos comentarios se incluye a continuación:

- Comunicación:

▪ Pregunta:

“Manifiesta comunicación y grado de interacción efectiva entre pares”.

▪ Respuesta:

“Son mensajes de la máxima importancia porque identifican una preocupación respecto a las inquietudes del resto de compañeros”.

“Asegura que todo el grupo comprende el juego de la misma manera y sus objetivos”.

▪ Compartir información:

“Es el tipo de mensaje más informativo”.

“Manifiesta comunicación y una forma de colaboración efectiva entre pares, pero no es la única”.

▪ Detección de errores

“Son mensajes de la máxima importancia porque denotan que el alumno ha seguido las evoluciones del resto de compañeros y esto caracteriza una colaboración muy estrecha entre los miembros del grupo”.

- Comprobación:
 - “Manifiesta comunicación y compromiso hacia el grupo, hacia su mejor desempeño”.
- Mensajes sociales:
 - “Permiten detectar quién trabaja menos o se despista más, permitiendo reconducir la situación”.
 - “No son mensajes que aludan a la resolución del problema, por tanto deben tener menos importancia”.
 - “Puesto que no está relacionado con la tarea del juego, creo que no es tan relevante para el juego o la comunicación dentro del juego”.
 - “Manifiesta comunicación y grado de confianza entre pares”.
- Colaboración:
 - Proponer:
 - “Manifiesta claramente intención de colaborar, aunque entiendo que todavía no hay colaboración... reflejaría más bien predisposición”.
 - Contrapropuesta:
 - “Manifiesta una colaboración efectiva. Una contrapropuesta es un resultado que indica que hubo un análisis de una propuesta de un par”.
 - Negociación de ayuda:
 - “El indicador permite identificar una actitud favorable hacia aquellos estudiantes que tienen dificultades en el proceso de trabajo”.
 - “La discusión y la negociación son una forma de colaboración”.
 - Petición de recursos:
 - “Es un indicador de utilidad porque puede identificar a aquellos estudiantes con una predisposición favorable a adquirir la responsabilidad de manejar los recursos”.
- Coordinación:
 - Identificación de decisión:
 - “Es el primer paso hacia la coordinación de tareas y decisiones”.
 - Acuerdo:
 - “La utilidad dependerá de otros mecanismos para percibir el resultado del acuerdo”.
 - “Es un indicador de máxima importancia porque identifica un consenso en el grupo para llevar a cabo las actuaciones”.
 - Identificación de grupo:
 - “No me parece que estos mensajes tengan que ver estrictamente con actividades de coordinación, incluso pueden ser de tipo social, para conocer más de los pares”. (El experto asigna 5 a la utilidad del indicador).
 - Negociar tareas:
 - “Evidencia gestiones previas a la planificación y coordinación de actividades”.

5.6. Aplicación de la clasificación de eventos

Una vez definida la clasificación de eventos, es necesario determinar cómo se va a usar esta clasificación. En esta sección se explica la identificación de eventos y el tratamiento de la información asociada a dichos eventos. La toma de decisiones a partir de esta información se expone en la siguiente sección.

5.6.1. Identificación de eventos

En general, es difícil realizar una clasificación automática de los eventos que se producen en un juego educativo. Para paliar este problema es necesario definir las herramientas que los jugadores utilizan en el juego de manera específica, de tal forma que se facilite esta clasificación. En nuestro caso, la definición de agentes especializados con un conjunto de información específica asociada, facilita la clasificación de los eventos, ya que en la trama que construye cada agente ya se ha decidido qué tipo de mensaje se ha producido. Sin embargo, el problema de fondo continúa siendo el mismo: es necesario determinar alguna manera de asignar el tipo de evento. Para hacerlo, como hemos dicho, tendremos que servirnos de las herramientas incluidas en el juego. Fijémonos en los ejemplos que se han incluido en el apartado 5.2:

- *Comunicación síncrona*: La clasificación de los mensajes de texto suele ser un punto conflictivo a la hora de su clasificación, ya que si bien se pueden clasificar por medio de un análisis de contenido posterior al juego, esta solución es muy costosa y poco efectiva para un proceso de adaptación en tiempo real. Algunas aproximaciones a este respecto consisten en la utilización de chats estructurados, de tal forma que el usuario selecciona un iniciador de frase y completa su contenido. Estos iniciadores de frases ya están previamente clasificados, por lo que el tipo de mensaje se puede asignar de forma automática cuando se genera. Un ejemplo de este tipo de chats lo podemos encontrar en (Bravo, 2006), que lo utiliza en una herramienta para el aprendizaje de entornos domóticos. Sin embargo, aunque el uso de esta forma de clasificación de mensajes está aceptado para anglosajones, existen investigadores que manifiestan que su uso con el idioma español no consigue obtener una clasificación suficientemente adecuada. Algunas aproximaciones más restrictivas no permiten que el alumno complete la frase, sino que incluyen un conjunto de frases estándar que los alumnos deben usar para comunicarse. En nuestra opinión, esta forma de comunicación es demasiado rígida y no favorece la colaboración entre los miembros del grupo.
- *Comunicación asíncrona*: Al igual que en el caso del chat, podemos utilizar iniciadores de frases para realizar la clasificación.
- *Información del resto de compañeros*: Puesto que el objetivo es mantener la conciencia de grupo mientras se juega, podemos colocar un agente para monitorizar la consulta de información de los miembros del grupo. De esta forma, cuando un jugador consulta la información de alguno de sus compañeros, se produce un mensaje de coordinación de la sub-categoría de identificación del grupo.
- *Planificador de tareas*: Puesto que esta herramienta está específicamente diseñada para planificar, parece claro que cuando los jugadores utilicen esta herramienta se producirán eventos de coordinación de planificación de tareas. La forma de obtener la información de los sub-tipos de eventos puede realizarse de distintas maneras. Si la herramienta se diseña con utilidades textuales, podemos incluir una estructuración similar a la del chat y tener así los mensajes pre-clasificados. Si, por el contrario, se diseña una herramienta gráfica, esta clasificación podrá realizarse por medio de la utilización de ítems diferentes para las

distintas intervenciones. De esta forma, si un alumno identifica una tarea, deberá incluir su descripción en un ítem rectángulo y colocarla en el planificador de tareas (*identificación de tareas*). Asociada a cada una de las tareas, los jugadores pueden hacer propuestas, que estarán relacionadas gráficamente con la tarea en cuestión y que se incluirán con un ítem circular. De esta forma, todos los ítems circulares asociados a la tarea inicial serán eventos de tipo *negociación de tarea*. La asignación final de la tarea deberá colocarse en un ítem de tipo rombo la final de los ítems de negociación, provocando así un evento de tipo *distribución de tareas*.

- *Sistema de votación*: De forma similar a lo comentado en el punto anterior, las distintas fases de la votación se pueden realizar de forma textual, incluyendo iniciadores de frase, o con elementos gráficos.
- *Mapa del juego*: La inclusión de un mapa del juego común a todos los jugadores permite que se produzcan comunicaciones implícitas gracias a la posibilidad de modificar las características de los avatares o símbolos que representan a los jugadores del mismo equipo. Así, si un miembro del grupo necesita ayuda, puede hacer la solicitud por medio de un botón que haga que su icono en el mapa parpadee, por ejemplo. De esta forma, este jugador está enviando un mensaje de colaboración de tipo *petición de ayuda* al resto de sus compañeros. Distintas modificaciones en los iconos que representan a los jugadores pueden suponer distintos tipos de información, que pueden asumirse como eventos de interés y clasificarlos como interacciones para su posterior análisis. Este mapa puede también permitir anotaciones, o colocar determinadas marcas con distintos significados. De esta forma, se puede indicar que hay una tarea por realizar, que hay una solución errónea en ese punto, que hay algo que decidir para continuar por esa ruta o que se necesita ayuda con la tarea que hay en ese punto, por ejemplo. Todas estas marcas generan eventos distintos y pre-clasificados para su posterior análisis.
- *Almacén común*: En este sitio virtual se almacenan las recompensas de los miembros del grupo, por lo que es un buen lugar para colocar un agente que monitorice las peticiones de recursos. Por ejemplo, un jugador que consulta el inventario cuando está realizando una actividad en la que necesita una herramienta, si no la encuentra, puede asumirse (y generarse) un evento de *petición de recursos*.

Como se puede comprobar en los ejemplos citados en los párrafos anteriores, la clasificación de eventos se puede implementar de distintas maneras en un juego educativo, pero será fundamental la forma en que se diseñen las herramientas para que el análisis de la interacción entre los alumnos pueda realizarse de manera satisfactoria.

5.6.2. Tratamiento de la información recopilada

Una vez recopilada la información acerca de los mensajes, es necesario procesarla para obtener información al respecto. Nos interesa especialmente cómo funcionan los grupos como conjunto, por lo que hemos escogido el Análisis de Redes Sociales (SNA, del inglés, Social Network Analysis) como herramienta para tratar los datos. Como se explicó en el capítulo 3, una *red social* modela las relaciones que se establecen entre un conjunto de actores. Estas redes tienen las mismas propiedades que los grafos dirigidos, por lo que podemos utilizar distintos índices que las caracterizan para conocer qué actores desempeñan papeles de relevancia o cómo es la interacción entre los miembros del grupo. Esta información será de especial interés para definir valores límite que disparen acciones de adaptación en los grupos de forma automática.

Sin embargo, para el profesor podría ser de más utilidad obtener una representación visual de las relaciones que ocurren en el grupo. Existen herramientas que permiten realizar esta visualización, como por ejemplo NetDraw¹⁶ (distribuido por UCINET). Algunos ejemplos de estas representaciones, tomados de (Hanneman, 2005), pueden verse en la Figura 5.1.

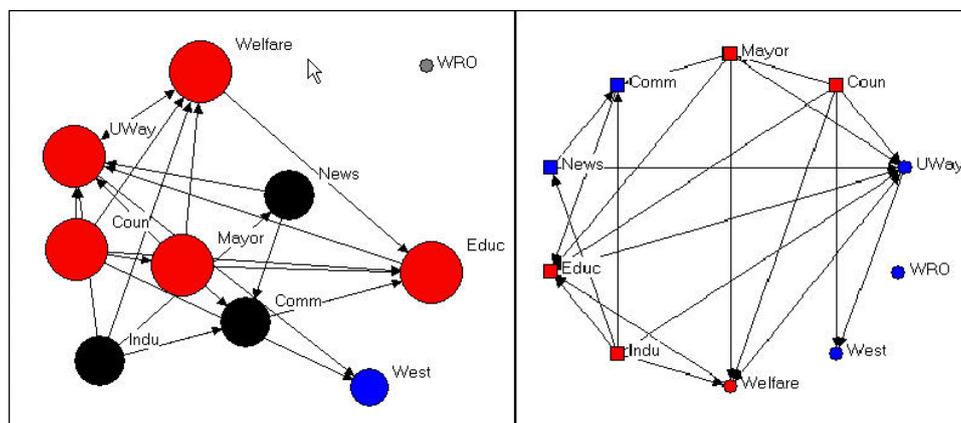


Figura 5.1 Representación gráfica de redes sociales

En la Figura 5.1 podemos ver dos representaciones de redes sociales, cada una con unos parámetros distintos, que dan importancia a diferentes aspectos de los nodos. En la imagen izquierda se han coloreado del mismo color los nodos que pertenecen al mismo grupo, dando mayor tamaño a aquellos nodos que tienen más conexiones. En la figura de la derecha, sin embargo, el tamaño del nodo no tiene ningún significado especial, pero sí el color: diferencia los nodos que representan organizaciones gubernamentales y los que representan a ONG's. Además, el número de conexiones que se realizan entre cada par de nodos puede indicarse también de forma visual, ya que, en nuestro caso, será importante conocer cómo de fuerte es la relación entre cada par de nodos. Para representarlo en la red, existen dos posibilidades: la primera posibilidad es colocar un número en el enlace, de tal forma que se represente qué cantidad de mensajes se han intercambiado; la segunda consiste en hacer el grosor del enlace proporcional a la cantidad de mensajes intercambiados, de forma que visualmente se distinga claramente qué enlaces son más fuertes.

En nuestro caso, hemos considerado el cálculo de algunos de los índices más representativos en el SNA para determinar miembros relevantes de los grupos y algunas características significativas de la red. Estos índices son los siguientes:

- *Miembro más prestigioso*: El miembro del grupo que recibe más mensajes de sus compañeros.
- *Miembro más influyente*: El miembro del grupo que envía más mensajes.
- *Densidad de la red*: Ratio de contactos que se han hecho efectivos respecto al total de contactos posibles en la red.

Además, podemos considerar el cálculo de cada uno de estos índices para cada una de las categorías propuestas en la clasificación de eventos, de tal forma que podemos discriminar actitudes de los miembros del grupo a más bajo nivel. A partir de esta información, podemos también calcular los índices generales del grupo. En cualquier caso, también resulta conveniente construir la matriz de adyacencia para cada una de las categorías, ya que nos permite almacenar los mensajes de cada tipo intercambiados por los miembros del grupo, de tal forma que el número que encontramos en la posición $M[i][j]$ representa el número de mensajes que el miembro del grupo i ha enviado al miembro j .

¹⁶ <http://www.analytictech.com/netdraw/netdraw.htm>, visitado por última vez el 27 de octubre de 2010.

5.7. Análisis de la información para la adaptación del proceso de aprendizaje

El uso de SNA como mecanismo para analizar el aprendizaje permite centrar el análisis en el proceso educativo que los alumnos están realizando, concretamente, en el proceso de aprendizaje colaborativo. A partir de los resultados de este análisis, podemos realizar adaptaciones del proceso de aprendizaje que permitan mejorar dicho proceso y, como consecuencia, mejorar las habilidades de los estudiantes y sus resultados educativos.

Como en la mayor parte de los sistemas adaptativos, el proceso de adaptación comprende tres etapas: una primera etapa de recogida de datos o monitorización, un proceso de análisis de los datos recopilados en la primera etapa, y el proceso de adaptación propiamente dicho (Figura 5.2). En un sistema educativo como el nuestro, podrían realizarse distintos tipos de análisis y adaptaciones, pero en este capítulo nos centramos únicamente en el proceso de aprendizaje, que abordamos, tal como se ha comentado anteriormente, utilizando las técnicas de SNA y las medidas propuestas.

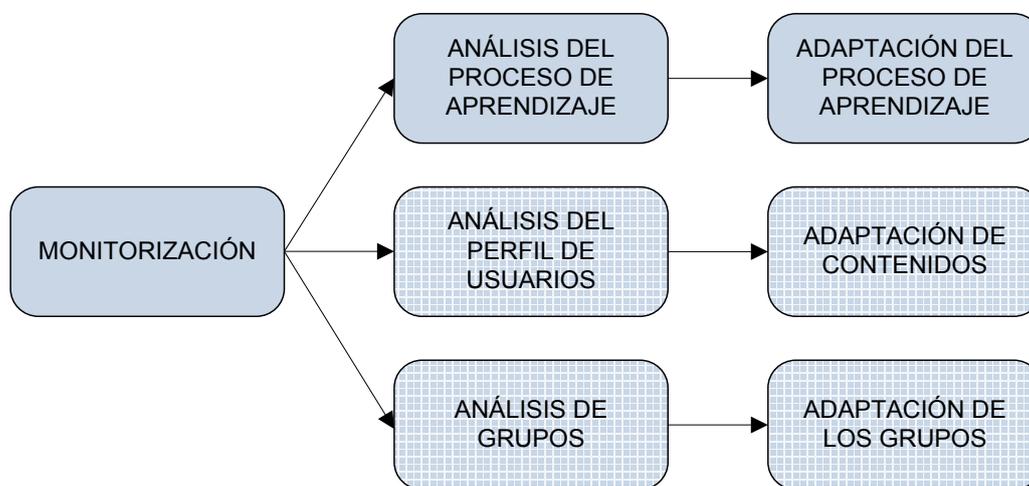


Figura 5.2 Proceso de adaptación

En la Figura 5.2 se muestran distintos tipos de adaptaciones que podrían realizarse, considerando aspectos relativos al aprendizaje en sí, al usuario o al grupo. Esta investigación se centra en el primero de ellos.

Tomando como base la clasificación de eventos realizada, tanto la monitorización como el análisis y la adaptación se realizarán en base a las categorías utilizadas, es decir, comunicación, colaboración y coordinación.

El proceso de adaptación se realizará en base a reglas del tipo *if-then*, según el siguiente formato:

if condicion_evento_contextualizado {and/or condición_evento_contextualizado} then adaptación*

donde *condicion_evento_contextualizado* se define como

(condicion_evento {and/or condicion_evento} {and contexto}¹ {and/or contexto})**

En la categoría de comunicación (Figura 5.3), podremos considerar los eventos de pregunta / respuesta, compartir información, comprobación o mensajes sociales. Sobre dichos eventos, podremos construir distintos tipos de condiciones, como la ocurrencia o no del evento, superación o no de un umbral, el número de ocurrencias, etc.

Por ejemplo, “no se han producido mensajes de comprobación” o “el número de mensajes sociales es superior al número de mensajes de pregunta / respuesta” o “el número de mensajes recibidos por el miembro más prestigioso en comunicación supera en más del 50% la media de mensajes de comunicación recibidos en el grupo”.

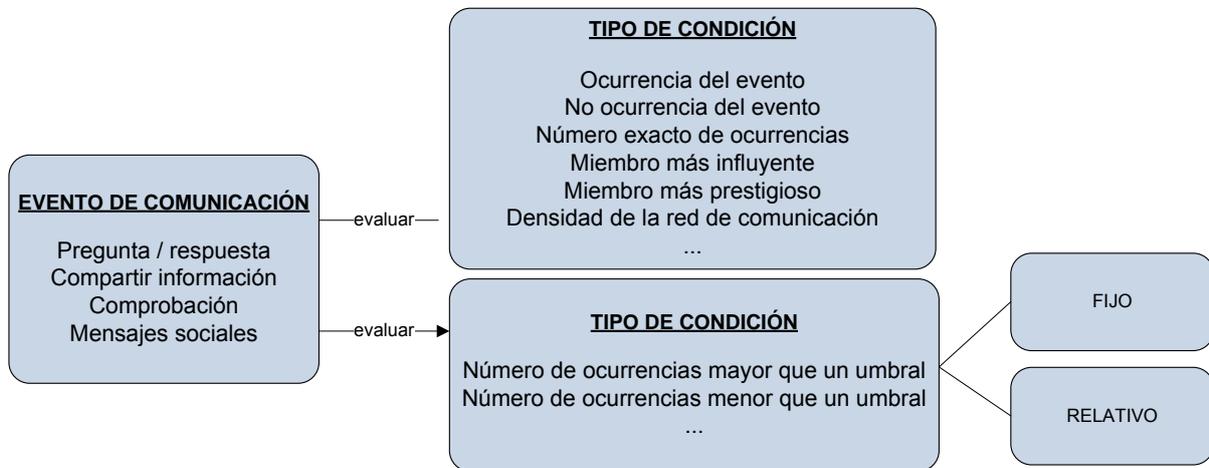


Figura 5.3 Condiciones sobre eventos de comunicación

Para el resto de las categorías de la clasificación de eventos, podremos construir las reglas de forma similar. Así, para la categoría de colaboración, podremos también construir condiciones sobre los eventos correspondientes a las diferentes sub-categorías (Figura 5.4).

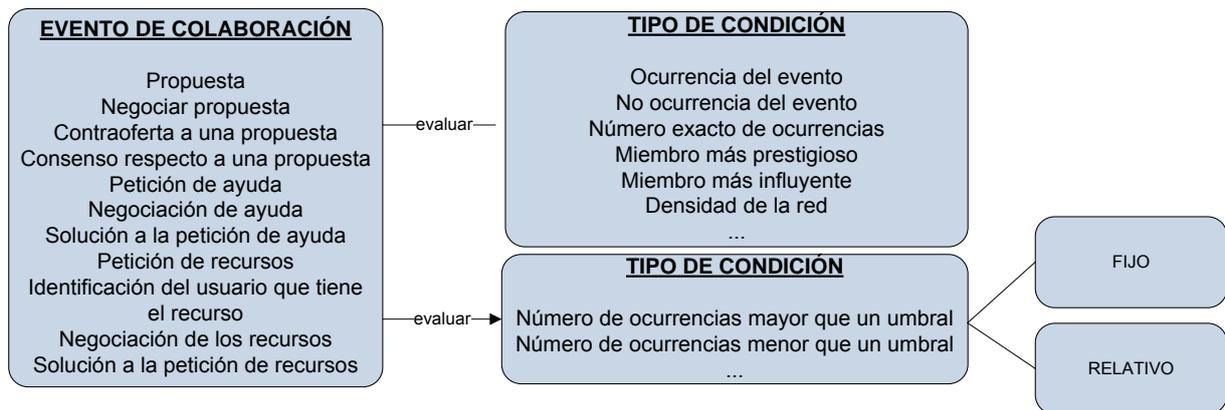


Figura 5.4 Condiciones sobre eventos de colaboración

Así, por ejemplo, podremos establecer condiciones del tipo: “No se han producido mensajes de negociación de propuestas” o “el número de mensajes de petición de recursos es el doble de mensajes de solución a la petición de recursos”.

Finalmente, para la categoría de coordinación, procederemos de la misma forma, es decir, estableciendo condiciones sobre sus sub-categorías, tal como se muestra en la Figura 5.5.

Por ejemplo, las condiciones que podremos construir sobre esta categoría serán del tipo: “el número de mensajes de identificación de tareas es igual al número de mensajes de distribución de tareas” o “el número de votaciones para tomar decisiones es inferior a 4”. Es decir, fijamos un umbral para el tipo de tarea evaluado.

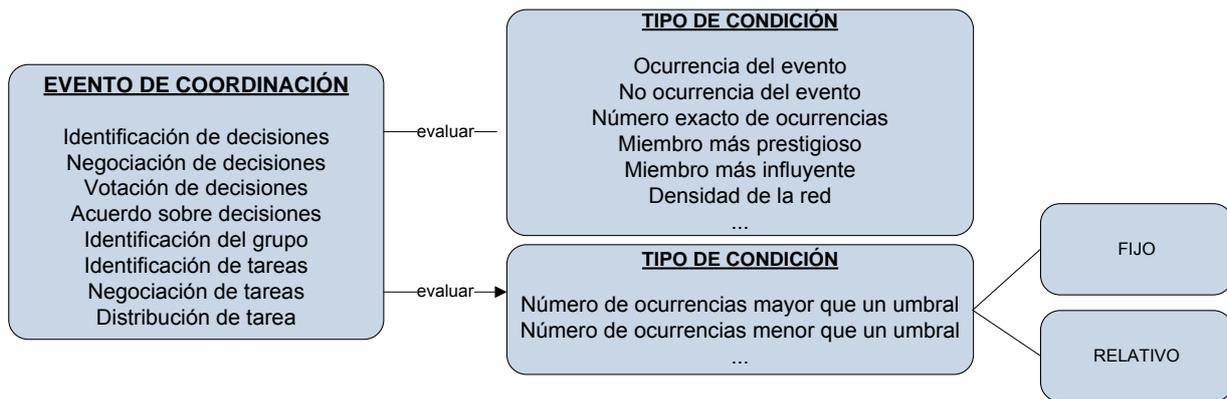


Figura 5.5 Condiciones sobre eventos de coordinación

Además, también podremos fijar condiciones sobre el contexto en el que ocurren los eventos (Figura 5.6), es decir, sobre el modo de juego, el objetivo educativo que se esté realizando cuando se produce el evento, el reto del juego, etc.

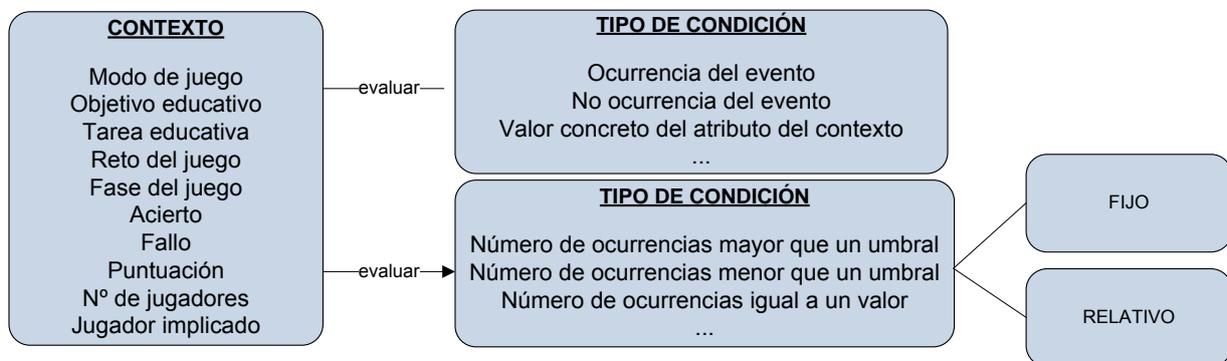


Figura 5.6 Reglas de adaptación para comunicación. Contexto

Por ejemplo, “se ha realizado un mensaje de identificación del grupo y el modo de juego es libre” o “hay 3 mensajes de comprobación y la fase del juego es de tipo puzzle”.

Además, las condiciones sobre eventos de distintas categorías se pueden mezclar en una única regla, generando reglas más complejas, como por ejemplo, “el número mensajes de petición de recursos es menor que el número de tareas que requieren recursos o el número de mensajes de identificación de tareas es menor que el número de tareas en grupo y el modo de juego es libre”.

Una vez establecidas las condiciones, es necesario fijar las adaptaciones que se van a llevar a cabo. Estas acciones de adaptación, tal como indicamos anteriormente, están encaminadas, principalmente, a mejorar el proceso educativo y podrán afectar a parámetros de los eventos o del contexto, ya que éstos son los elementos evaluados en las condiciones. Desde el punto de vista de la aplicación de estas adaptaciones, éstas pueden ser de distintos tipos: 1) según la forma en que se realizan, pueden ser automáticas, realizadas por el profesor (dirigidas) o semi-automáticas, requiriendo la autorización previa del profesor; 2) según la duración de estas adaptaciones, pueden ser temporales o permanentes, es decir, podrían durar, por ejemplo, “los próximos tres días” o “en las 2 próximas partidas”, o bien, este cambio podría quedar fijado hasta que se realizara una nueva adaptación; y 3) según el ámbito de aplicabilidad, las adaptaciones pueden afectar sólo al juego para el que se detectan, para todos los juegos, o sólo para el siguiente juego al que se juegue. Podemos verlo de forma gráfica en la Figura 5.7.

A modo de ejemplo, se proponen algunas acciones de adaptación: “incluir fases donde el rol preferido sea colaborador”, “cambiar el miembro más influyente de un grupo con el

miembro que envíe menos mensajes de otro grupo”, “poner modo de juego libre la próxima partida”, etc.

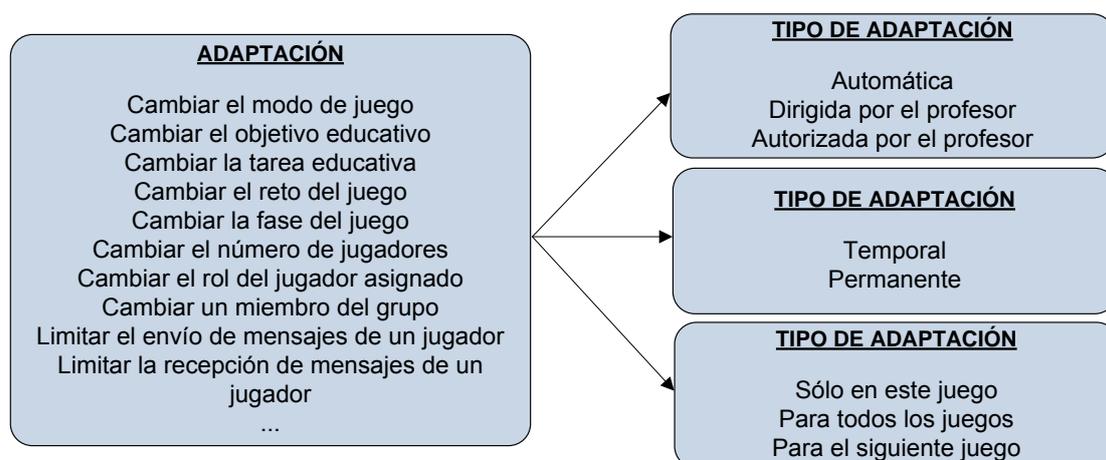


Figura 5.7 Adaptaciones a realizar

Utilizando reglas de este tipo, el profesor puede determinar las adaptaciones que se realizarán durante el juego, basándose en los resultados previamente obtenidos.

A modo de ejemplo, en la Tabla 5.8 incluimos algunas reglas sencillas de adaptación.

Tabla 5.8 Reglas de adaptación

	evento_contextualizado	evento_contextualizado	Adaptación
1	Mensajes de comprobación=0 AND Modo de juego = libre	OR Mensajes de compartir información = 0	Modo de juego = por objetivos (3 próximas partidas)
2	Mensajes sociales > Mensajes pregunta/respuesta AND Número de jugadores < 3		Cambiar un miembro del grupo
3	Mensajes recibidos por el miembro más prestigioso en comunicación > 50% de la media en el grupo	OR Mensajes recibidos por miembro más prestigioso en coordinación > 50% de la media en el grupo	Cambiar el miembro más prestigioso de un grupo con el miembro que recibe menos mensajes de otro grupo
4	Mensajes de propuestas = 0 AND Fase.tipo = estrategia	OR negociación de propuestas = 0 AND Fase.tipo = estrategia	Aumentar dificultad + 1 donde Fase.tipo = estrategia
5	Mensajes de petición recursos = 2 * Mensajes de solución recursos		Aumentar dificultad + 1 donde Fase.recursos < ""
6	Mensajes de identificación de tareas = Mensajes de distribución de tareas		Incluir un jugador cuyo perfil sea negociador

En la regla número 1 se detecta que el jugador está trabajando en modo libre y no ha realizado ninguna comprobación acerca de la marcha del resto de los compañeros. La acción de adaptación realizada consiste en limitar la libertad del jugador para intentar que se relacione más con sus compañeros.

En la regla número 2 se detecta que los jugadores están hablando más de lo deseable de cuestiones que no están relacionadas con el juego, por lo que se modifica la composición del grupo para que los jugadores se concentren en la actividad.

La regla número 3 hace referencia a las figuras dominantes de los grupos, de tal forma que si la diferencia respecto al resto de los compañeros es demasiado grande, se intercambia un miembro muy destacado de un grupo con otro poco destacado de otro grupo.

La regla número 4 detecta que, en una fase propiamente de estrategia, los jugadores no están realizando negociaciones al respecto. La acción de adaptación tiene como objetivo incrementar la dificultad de la fase para promover la necesidad de una estrategia dentro del grupo.

De forma similar, la regla número 5 aumenta la dificultad en las tareas donde se necesitan recursos, con objeto de promover su intercambio dentro del grupo.

Finalmente, en la regla número 6 se detecta poca negociación en la asignación de tareas, por lo que se incluye un jugador cuyo perfil sea más propenso a la negociación, de tal forma que se fomenten estas actitudes dentro del grupo.

5.8. Conclusiones

En este capítulo se ha presentado la necesidad de incluir información adicional acerca de los procesos de interacción, tanto entre el usuario y el sistema como entre los usuarios entre sí. Esta información adicional, tal como hemos visto, hace referencia a las condiciones en que se producen los eventos que se monitorizan, y que hemos denominado contexto.

Para introducir este contexto en la estructura de registro, que se ha denominado Modelo de Estado del Juego, se ha presentado la información necesaria que el sistema de agentes debe recopilar. Cada elemento de información que se incluye en el Modelo de Estado del Juego recibe el nombre de evento de interés.

Además, basado en el modelo ampliamente conocido de las 3 C's (Ellis, 1991), se ha realizado una clasificación de eventos que permite hacer un análisis pormenorizado en cada una de las categorías más relevantes del aprendizaje colaborativo, que permite además realizar un análisis cuantitativo del proceso.

Aunque la importancia de cada una de estas categorías puede variar en función del juego particular, a partir de la opinión de un conjunto de expertos, se ha propuesto una ponderación por defecto para cada una de las categorías. Esta ponderación, que puede ser configurada para cada análisis, permite obtener un índice de colaboración general adaptado para cada uno de los procesos de juego que se analicen.

La clasificación y las medidas propuestas en este capítulo nos van a ser de gran utilidad como punto de partida para los modelos que proponemos en el siguiente capítulo y que describen los elementos principales de nuestro sistema.

En la última parte del capítulo se explica cómo utilizar la clasificación de eventos realizada, tanto desde el punto de vista del procesamiento como del uso de dicha información. Se ha descrito cómo utilizar estas medidas para crear reglas que permitan realizar adaptaciones más o menos complejas sobre el proceso de aprendizaje que realizan los jugadores. En el capítulo 8 se utilizan estas reglas como parte del Sub-sistema de monitorización de la arquitectura de soporte PLAGER-VG.

CAPITULO 6

MODELADO DEL SISTEMA VGSC

Hay una gran fuerza escondida en un dulce orden
(Proverbio chino)

6. Modelado del Sistema VGSCCL

Para que los alumnos se beneficien de todas las posibilidades que ofrece el aprendizaje VGSCCL, es necesario que este proceso ocurra de forma efectiva. Por este motivo, cuestiones como analizar la colaboración que está teniendo lugar en el grupo, permitir que se introduzcan cambios que mejoren el proceso y observar la evolución de los alumnos a lo largo del tiempo son fundamentales. Para lograrlo, es necesario registrar y organizar toda la información que pueda ser relevante para la posterior evaluación. La única forma de conseguirlo es mediante una adecuada y exhaustiva modelización del sistema que permita almacenar todos los datos de interés acerca de cada jugador, de los grupos y del proceso de juego/aprendizaje.

INDICE DEL CAPITULO

6.1. INTRODUCCIÓN	157
6.2. EL SISTEMA VGSCCL	157
6.2.1. <i>Objetivos: Definición</i>	157
6.2.2. <i>Tareas: Definición</i>	159
6.2.3. <i>Interacción</i>	159
6.3. MODELADO DEL SISTEMA VGSCCL	160
6.3.1. <i>Diccionario General Educativo</i>	161
6.3.2. <i>Diccionario General del Videojuego</i>	161
6.3.3. <i>Diccionario General de Usuario</i>	162
6.3.4. <i>Definición de modelos para contenido educativo</i>	163
6.3.5. <i>Definición de modelos para contenidos lúdicos</i>	169
6.3.6. <i>Relación entre modelos educativos y modelos del juego: Modelo General de Objetivos y Tareas</i>	174
6.3.7. <i>Modelado de usuarios</i>	177
6.4. CONCLUSIONES	186

6.1. Introducción

Como se ha comentado en los capítulos anteriores, el VGSCCL pretende aunar los beneficios derivados de tres teorías educativas suficientemente contrastadas, con el fin de obtener un proceso de aprendizaje lo más eficiente y satisfactorio posible, tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor.

El VGSCCL está basado en el uso de videojuegos como herramienta educativa (Video Game - Supported), lo cual aporta la componente lúdica atractiva para los alumnos, a la vez que favorece el aprendizaje debido a que el juego actúa como mediador (Mooney, 2000). Además, debido a la componente electrónica del juego, se añaden los beneficios obtenidos al incorporar nuevas tecnologías al aprendizaje (Nussbaum, 1999). Finalmente, la incorporación de actividades colaborativas en estos videojuegos (Mendoza, 1998) aporta los beneficios educativos individuales procedentes del CSCL.

La unificación de estas tres teorías en una sola hace que el diseño y el análisis de este proceso de aprendizaje sea mucho más complejo. Para que el sistema resultante sea suficientemente efectivo, es necesario que se diseñen todos los elementos adecuadamente y que se introduzca un mecanismo de monitorización y análisis capaz de identificar todos los elementos relevantes, así como de obtener una traza de ellos y combinarlos adecuadamente.

Por tanto, para que el diseño y la monitorización del proceso de aprendizaje a través de VGSCCL sean efectivos, es necesario definir una estructura de soporte para que esta información se trate de manera adecuada. En este capítulo se explica el conjunto de modelos diseñados para conseguirlo.

6.2. El sistema VGSCCL

El modelado de un sistema de aprendizaje colaborativo soportado por videojuegos (VGSCCL, del inglés, Video Games - Supported Collaborative Learning) tiene dos objetivos principales: 1) proporcionar a los profesores una herramienta con la que los estudiantes puedan alcanzar los objetivos educativos de forma atractiva; y 2) proveer un sistema de monitorización del proceso de aprendizaje que están desarrollando los alumnos con objeto de permitir adaptaciones en el proceso de juego que repercutan en una mejora de los resultados de aprendizaje. Para satisfacer ambos objetivos es necesario modelar al estudiante desde tres perspectivas: aprendizaje, juego e interacción con otros compañeros. De esta forma, es posible obtener un conjunto de conclusiones a partir de la información recogida en los modelos y el análisis exhaustivo de dicha información. Así, desde un punto de vista práctico, para implementar los modelos es necesario considerar tres elementos: 1) los objetivos educativos y del videojuego; 2) las tareas educativas y del videojuego; y 3) la interacción entre los estudiantes / jugadores. A continuación se define cada uno de estos elementos.

6.2.1. Objetivos: Definición

Un **Objetivo** es un hito que el alumno debe superar durante su proceso de aprendizaje o de juego. Un objetivo puede estar dividido en sub-objetivos que lo descomponen en unidades

más sencillas, formando una jerarquía de objetivos. Para superar un objetivo es necesario superar todos los sub-objetivos que lo componen. Los objetivos del último nivel de la jerarquía se denominan *objetivos hoja*. Para superar un objetivo hoja es necesario superar un conjunto de tareas. En la Tabla 6.1 se muestra la clasificación de objetivos disponible en el sistema.

Tabla 6.1 Clasificación de los objetivos del sistema VGSC

Objetivos	
Intención	Educativos
	Lúdicos
Nº Personas	Individuales
	En grupo
Superación	Competitivos
	No competitivos

Los objetivos que un estudiante / jugador debe alcanzar durante su proceso de aprendizaje en un entorno VGSC pueden ser de dos tipos: educativos y lúdicos. Estos dos tipos de objetivos están estrechamente relacionados entre sí, ya que los objetivos lúdicos contribuyen a alcanzar los objetivos educativos, tal como se define más adelante en la sección 6.3.6. Además, ambos conjuntos de objetivos pueden cambiar dinámicamente a lo largo del proceso de aprendizaje.

En función del número de personas que deben afrontar el objetivo se definen dos tipos: individuales y en grupo. Los objetivos *individuales* debe superarlos cada estudiante independientemente del resto del grupo; los objetivos *en grupo* deben superarse por todo el grupo de forma conjunta y favorecen la interdependencia entre los miembros del grupo.

Además, los objetivos de grupo se clasifican de acuerdo al número de personas que pueden conseguir el objetivo a la vez, proporcionando así dos tipos de objetivos de grupo: competitivos y no competitivos. Los objetivos *competitivos* son aquellos cuyas tareas pueden superarse sólo por un jugador cada vez. En este caso, cuando un jugador gana, el resto de jugadores que participaba en la tarea pierde. Este tipo de objetivos no se suele presentar en el contexto educativo, pero son especialmente importantes en el contexto lúdico, ya que añade una componente adicional de motivación propia de los videojuegos. Los objetivos *no competitivos* pueden alcanzarse por todos los jugadores, independientemente de que unos lo consigan antes que otros.

Los objetivos educativos individuales y en grupo los puede asignar el profesor o los propios estudiantes o grupos. En el primer caso, es el profesor quien selecciona los objetivos que el alumno o grupo debe superar. Se utiliza cuando el profesor considera que un estudiante o grupo necesita aprender, practicar o reforzar alguna parte concreta del currículum. Como resultado, los objetivos del videojuego asociados a dichos objetivos educativos se asignan al modelo de estudiante o grupo seleccionado. En el segundo caso, cada jugador puede afrontar los objetivos del juego sin ninguna restricción. Esta opción se usa cuando el grupo es homogéneo respecto a los contenidos educativos y los estudiantes pueden decidir qué prefieren aprender. Este segundo tipo de juego favorece en los estudiantes el desarrollo de las habilidades de planificación y toma de decisiones.

Con respecto a la forma en que los jugadores pueden superar un objetivo, se permiten tres modos de juego:

- *Libre*: Un estudiante / jugador realiza la tarea que desea y no importa a qué objetivo está ligada dicha tarea.
- *Por objetivos*: Un estudiante / jugador sólo puede afrontar las tareas que le ayuden a superar los objetivos que tiene asignados. Existen dos posibilidades:

- *Todos a la vez*: Un estudiante / jugador tiene disponible un conjunto de tareas relacionadas con un conjunto de objetivos que tiene asignado, y puede afrontar dichas tareas en el orden que considere oportuno. De esta forma, el estudiante / jugador puede avanzar en paralelo en todos sus objetivos.
- *Uno a uno*: Un estudiante / jugador debe superar un objetivo antes de iniciar el siguiente. Por esta razón, sólo pueden realizar las tareas asociadas con el objetivo actual y no puede realizar tareas asociadas a otros objetivos hasta que no haya completado el objetivo anterior.

De forma similar a la asignación de objetivos, el modo de juego puede asignarlo el profesor o puede decidirlo el estudiante o grupo si el profesor considera que están preparados para tomar dicha decisión y el juego utilizado no presenta ninguna restricción al respecto.

6.2.2. Tareas: Definición

Para alcanzar los objetivos, los estudiantes / jugadores deben realizar un conjunto de tareas. Una **tarea** es un proceso que el estudiante / jugador debe realizar de forma satisfactoria como contribución a la satisfacción de un objetivo. Una tarea puede descomponerse en *sub-tareas*, formando una jerarquía de tareas. Las tareas del último nivel se denominan *tareas hoja*. Las tareas hoja están formadas por un conjunto de actividades que el estudiante / jugador debe realizar de forma satisfactoria. Una **actividad** es la unidad mínima de actuación de que dispone el estudiante en su proceso de juego / aprendizaje.

La forma en que estas tareas están relacionadas con los objetivos se muestra en el Modelo General de Objetivos y Tareas (sección 6.3.6). En algunos casos, para alcanzar un objetivo los estudiantes / jugadores pueden realizar distintos conjuntos de tareas. De forma similar a los objetivos, estas tareas las puede asignar el profesor a priori o pueden ser los propios estudiantes los que decidan qué tareas realizar. Para completar una tarea, un jugador debe realizar un conjunto de actividades, las cuales incluirán un conjunto de recursos necesarios para superarlas. Las tareas pueden ser individuales o en grupo y dentro de las tareas en grupo podemos distinguir tres tipos de actividades:

- *Simultáneas*: Todos los miembros del grupo que trabajan en la tarea deben afrontar las actividades a la vez. Este tipo de tarea requiere sincronización y favorece la colaboración dentro del grupo, así como el aprendizaje individual de cada uno de sus miembros.
- *Ordenadas*: Para superar la tarea deben participar varios miembros del grupo, aunque ahora no es necesario que todos los miembros del grupo trabajen a la vez, pero sí que las tareas se realicen en el orden establecido. Esto significa que antes de que una tarea pueda realizarse es necesario que las anteriores estén finalizadas. Las restricciones de orden podrían afectar a algunas actividades de la tarea y no a otras. En cualquier caso, esta forma de realizar las tareas favorece la interdependencia entre los miembros del grupo, ya que son conscientes de que necesitan de sus compañeros para superarla.
- *No ordenadas*: Cada jugador puede realizar las tareas que tiene asignadas cuando quiera, sin que ello influya en el trabajo del resto de los miembros del grupo. De esta forma, para completar una tarea un estudiante / jugador sólo necesita realizar satisfactoriamente las tareas que él tiene asignadas. Este tipo de tareas también mejora las actitudes cooperativas porque los estudiantes / jugadores afrontan las tareas como un equipo, pero cada uno de ellos tiene la responsabilidad de una parte de la tarea.

6.2.3. Interacción

Durante un proceso de aprendizaje colaborativo basado en juegos pueden ocurrir tres tipos de interacciones: comunicación, colaboración y coordinación (modelo de las 3 C's, Ellis, 1991). Detectar y clasificar los mensajes enviados entre los miembros del grupo mientras están interactuando, es un elemento básico del proceso analítico. Para hacer esta clasificación más sencilla es necesaria una clasificación de eventos (capítulo 5) de acuerdo a este modelo, donde se encuentran:

- *Mensajes de comunicación*: Son mensajes cuya intención es informar al receptor del mensaje acerca de algo.
- *Mensajes de colaboración*: Se generan durante una situación colaborativa y están encaminados a resolver dicha situación de manera satisfactoria.
- *Mensajes de coordinación*: Sirven para organizar los métodos o estrategias necesarias para superar un objetivo.

6.3. Modelado del sistema VGSCL

Tal como se explica en (Molina, 2001), el diseño de sistemas usando una aproximación basada en modelos permite realizar abstracciones explícitas del sistema independientes de la implementación posterior, lo cual aporta un nivel adecuado de flexibilidad que permite el posterior mantenimiento y reutilización del sistema y de la información almacenada en dichos modelos. Además, este tipo de representación permite: 1) una adquisición guiada del conocimiento, 2) un alto nivel de representación que permite identificar las fuentes de información y estructurar dicha información, 3) diseñar de forma genérica independientemente del dominio, y 4) utilizar distintos entornos de desarrollo para la implementación del sistema diseñado.

Así, esta propuesta basada en modelos tiene como objetivo permitir adaptaciones en el proceso de aprendizaje que mejoren los resultados obtenidos por los alumnos. Para ello, el conjunto de modelos que se propone se puede dividir en cuatro grupos: 1) modelos para definir y monitorizar el proceso educativo; 2) modelos para especificar y monitorizar el contenido lúdico; 3) modelos para relacionar el contenido educativo y el lúdico, lo cual nos permite definir cómo los contenidos lúdicos satisfacen los requisitos educativos; y 4) modelos de usuarios para monitorizar la evolución educativa de los estudiantes mientras juegan.

Este sistema está pensado para implantarse a nivel general en centros educativos, lo cual supone que hay distintas personas que trabajan con él. Para que esta forma de trabajar no provoque ninguna inconsistencia, es necesario establecer un sistema que facilite la homogeneidad de términos, con un doble objetivo: que no aparezcan elementos conceptualmente iguales con distintos nombres y que, a causa de este problema, los resultados de los estudiantes se almacenen en sitios distintos, lo cual dificultaría el proceso de análisis posterior. Por ejemplo, consideremos un videojuego con el objetivo educativo de enseñar a sumar. Este objetivo puede denominarse *enseñar sumas* o *enseñar a sumar* o *aprender las sumas* o *sumas...* El principal problema es que el mismo objetivo puede existir con diferentes nombres en los distintos videojuegos, lo cual supone una sobrecarga de elementos en el sistema y la pérdida de información respecto a la evolución de los alumnos, ya que un alumno podría tener distintas calificaciones en cada uno de los elementos, aunque todos ellos se refieran al mismo concepto.

Para evitar este problema, se utiliza un conjunto de diccionarios en los que se almacenan las denominaciones de los elementos comunes del sistema. Así, cuando un usuario va a

utilizar una denominación para algún elemento del sistema, debe seleccionarla de alguno de estos diccionarios. En otro caso, el sistema enviará un mensaje de error. De esta manera, se asegura además que los nuevos elementos que se incorporen al sistema lo hagan por medio de estos diccionarios, de tal forma que estén disponibles también para el resto de los usuarios. Además, si el concepto está relacionado con otros conceptos previamente existentes en el sistema, estas relaciones también tienen que especificarse en el diccionario. A continuación se presentan los diccionarios definidos en el sistema.

6.3.1. Diccionario General Educativo

El *Diccionario General Educativo* (DGE) contiene la información relativa al nivel educativo del sistema. Este diccionario contiene cinco claves: áreas de conocimiento (*areas*), objetivos educativos (*objetivos*), tareas y actividades educativas (*tareas*), modelos educativos (*modelos*) y roles educativos de los estudiantes (*roles*). Asociado a las cuatro primeras claves de este diccionario hay otro diccionario, que permite revisar todos elementos que existen en el sistema. Las claves de estos diccionarios serán los nombres o denominaciones de los elementos a los que se refieren y el contenido de cada una de ellas será un vector con toda la información incluida en el modelo correspondiente, que se detalla en los modelos educativos (sección 6.3.4). La última clave (roles) tiene asociado un vector con los roles válidos en la perspectiva educativa de los modelos de usuario (sección 6.3.7). En la Figura 6.1 se muestra esta organización de forma gráfica.

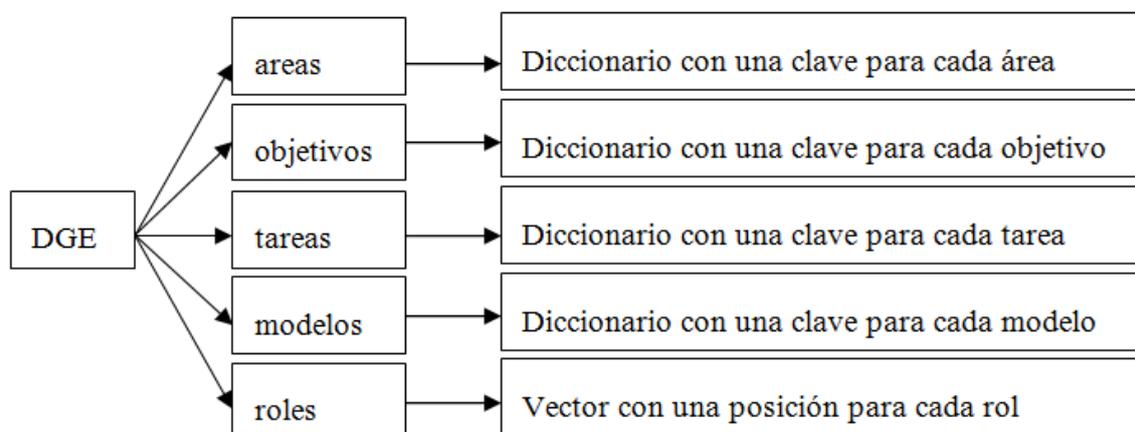


Figura 6.1 Representación gráfica del Diccionario General Educativo (DGE)

6.3.2. Diccionario General del Videojuego

El *Diccionario General del Videojuego* (DGV) almacena la información incluida en los modelos usados a nivel de videojuego en el sistema VGSCCL. Este diccionario contiene ocho claves: tipos de videojuego (*tipos*), dispositivos de juego (*dispositivos*), categoría de las fases y niveles (*categorías*), roles candidatos (*roles*), dimensión cultural (*cultura*), retos del videojuego (*retos*), fases y niveles del videojuego (*fases*) y modelos de juego (*modelos*). Las cinco primeras claves tienen asociado un vector que contiene los valores posibles que se pueden seleccionar. Estos valores son estándar en la mayoría de los juegos, por lo que se asume que están previamente incluidos en el diccionario. Si se necesita utilizar nuevos valores, se deben introducir previamente en el diccionario. El resto de las claves, al igual que

en el diccionario anterior, están formadas por diccionarios cuyas claves son los nombres de los elementos lúdicos en cuestión. De la misma forma, el contenido de cada una de esas claves es un vector que contiene la información del modelo asociado (sección 6.3.5). La Figura 6.2 muestra esta organización de forma gráfica.

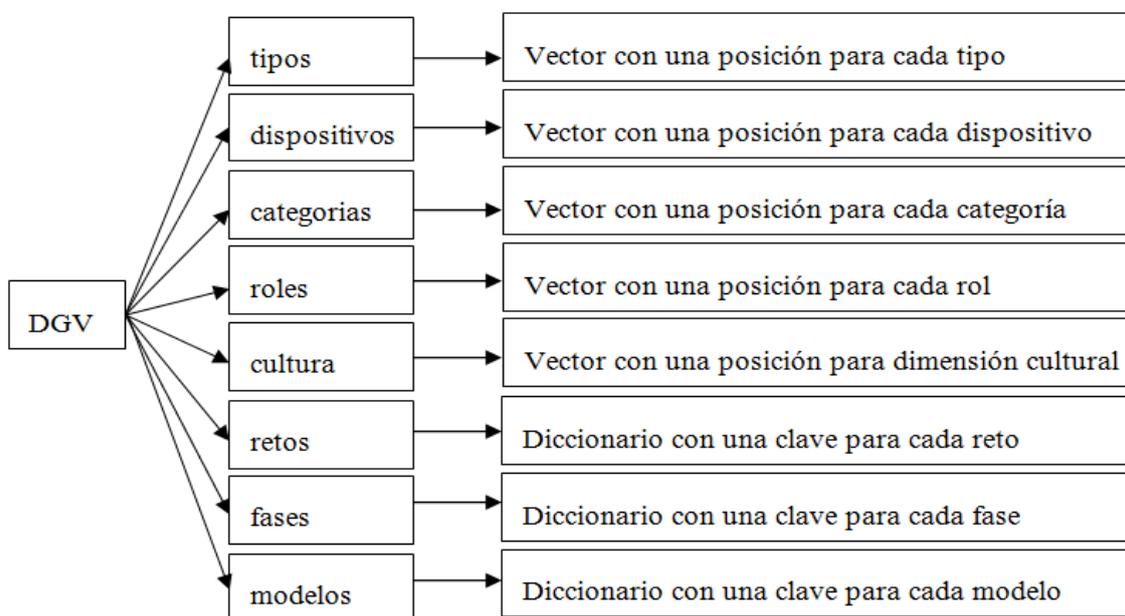


Figura 6.2 Representación gráfica del Diccionario General del Videojuego (DGV)

6.3.3. Diccionario General de Usuario

El *Diccionario General de Usuario* (DGU) contiene la información relativa a los términos válidos en el sistema, relacionados en su mayoría con los elementos válidos para los atributos de los modelos de usuario (sección 6.3.7), así como los modelos de usuarios y grupos. Este diccionario tiene siete claves: problemas visuales (*visuales*), problemas auditivos (*auditivos*), problemas motores (*motores*), problemas cognitivos (*cognitivos*) y roles candidatos (*roles*), los modelos asociados a cada estudiante / jugador (*jugadores*) y los modelos de cada uno de los grupos (*grupos*). Asociado a cada una de estas claves existe un vector con los elementos válidos en cada uno de los casos. En la Figura 6.3 se muestra esta organización de forma gráfica.

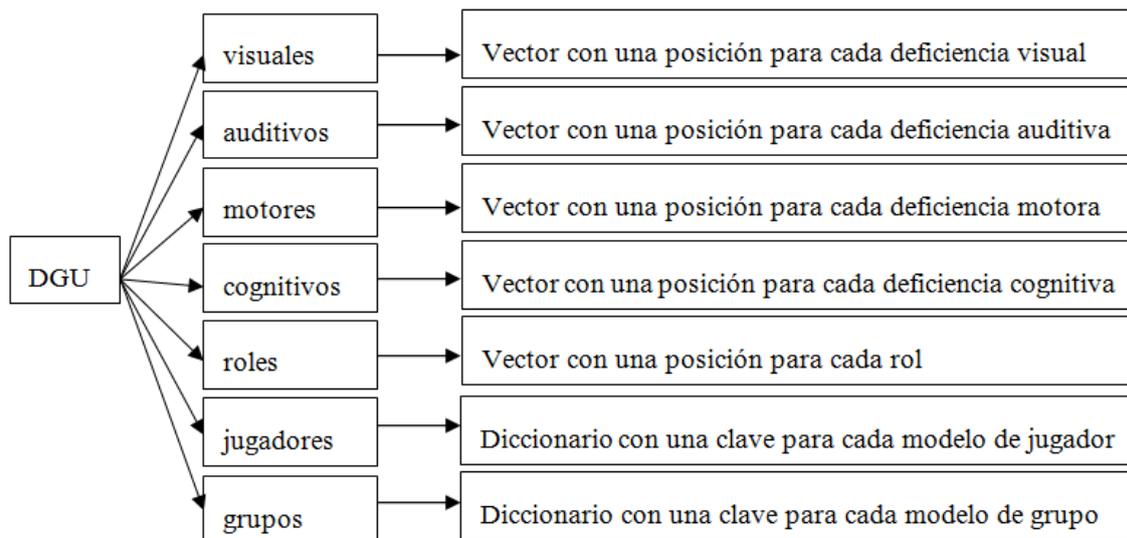


Figura 6.3 Representación gráfica del Diccionario General de Usuario (DGU)

6.3.4. Definición de modelos para contenido educativo

Este conjunto de modelos lo define el profesor o el equipo pedagógico del centro. En estos modelos se definen las asignaturas que se van a impartir y la representación de los contenidos asociados a dichas asignaturas, en términos de objetivos y tareas. Además, los conjuntos de objetivos y tareas deben estar adecuadamente relacionados para especificar las tareas que contribuyen a superar cada uno de los objetivos. Para ello, se definen cuatro modelos: 1) *Modelo de Área de Conocimiento*, para definir las áreas de conocimiento donde se encuadra el contenido educativo, 2) *Objetivo Educativo*, para definir cada uno de los objetivos que el estudiante debe superar; 3) *Modelo de Tarea Educativa*, para describir el conjunto de tareas incluidas en el proceso de aprendizaje; y 4) *Modelo educativo*, que instancia los elementos contenidos en el DGE de acuerdo a una estrategia de aprendizaje concreta. El modelo conceptual de estos elementos puede verse en la Figura 6.4. A continuación se describe cada uno de estos modelos.

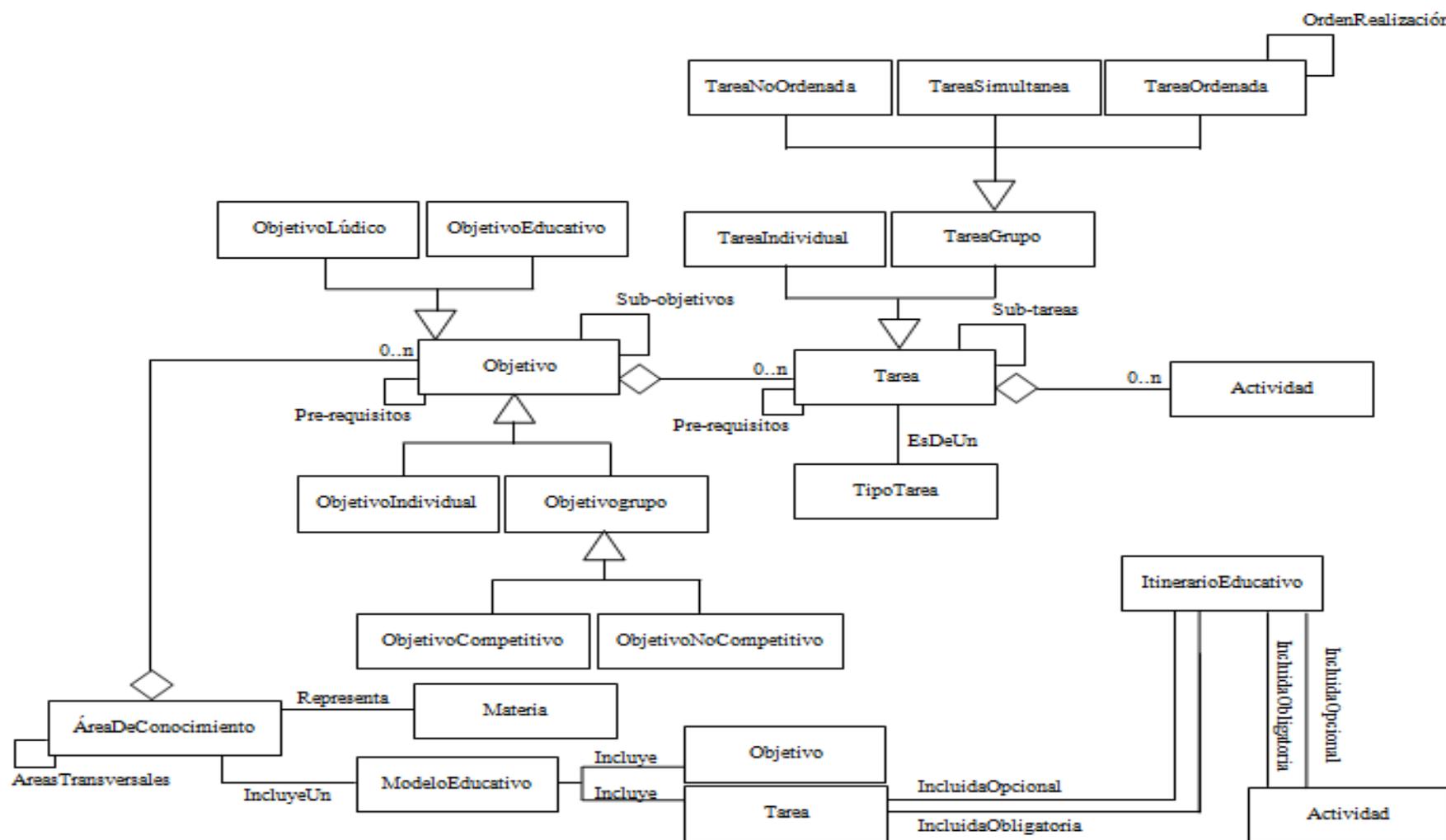


Figura 6.4 Modelo conceptual de los elementos del sistema VGSCS para contenido educativo

Para la elaboración del DGE es necesario un esfuerzo inicial por parte del equipo docente, ya que tiene que introducir en el sistema todos los contenidos educativos, así como las relaciones que existen entre ellos. En cualquier caso, este esfuerzo inicial puede realizarse de forma escalonada, ya que el conjunto de materias y grupos que tienen acceso a la plataforma puede estar repartido a lo largo del tiempo. Además, la utilización de este diccionario tiene tres ventajas: 1) favorece el consenso entre los profesores respecto al proceso de enseñanza en cada una de las áreas; 2) una vez que el diccionario está confeccionado, todos los elementos están disponibles para la configuración de diferentes perfiles (Modelos Educativos, sección 6.3.4.4) sin más esfuerzo que la selección de los elementos necesarios en cada momento que, por supuesto, no tienen que ser todos los que se han introducido en el diccionario, y la configuración de los pre-requisitos entre dichos elementos; 3) si aparecen nuevos objetivos, tareas o actividades, éstos se pueden incluir de forma sencilla en el diccionario que ya tenemos; lo único que necesitamos es definir las nuevas relaciones que aparecen entre los nuevos elementos y los que ya existen.

6.3.4.1. Modelo de Área de Conocimiento

Un *Área de Conocimiento* define un conjunto de materias que se encuadran dentro del mismo campo del saber, lo cual implica que, tal como ocurre en los niveles superiores de enseñanza, un área de conocimiento pueda comprender distintas asignaturas. En nuestro sistema, este modelo permite clasificar los Objetivos Educativos y actúa como clave principal del Diccionario General Educativo. Las Áreas de Conocimiento se definen de forma sencilla, tal como vemos en la Tabla 6.2.

Tabla 6.2 Atributos del Modelo de Área de Conocimiento

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [EA0000, EA9999]$
Nombre General	Nombre general que describe el contenido del área y que actúa como clave principal en el diccionario	$x: x$ es un Nombre General
Edad Educativa	Rango de edades educativas que corresponden a esta área de conocimiento	$(x, y): x \in [0, 99], y \in [0, 99], x \leq y$
Descripción	Es una descripción general del contenido que abarca el área de conocimiento	Lenguaje Natural

El atributo *Identificador* se asigna automáticamente cuando el modelo se introduce en el sistema. Todos los modelos del sistema están identificados usando un identificador similar, en el que los dos primeros caracteres son letras que denotan el tipo de modelo y el resto son números.

A continuación, encontramos el atributo *Nombre General*, que describe el conocimiento general que se abarca en el Área de Conocimiento que se está modelando y que será el que se utilice como clave en el Diccionario General Educativo. Este conocimiento está especificado para un rango de *Edad Educativa* determinado, con objeto de clasificar también en base a la edad los conceptos educativos del sistema. Finalmente, encontramos una *Descripción* acerca de los conocimientos que se incluyen en el Área en cuestión.

6.3.4.2. Modelo de Objetivo Educativo

En el modelo propuesto, los contenidos educativos de cada Área de Conocimiento se organizan de acuerdo a *objetivos* y *tareas*. Un objetivo es un ítem del contenido educativo del currículo que se obtiene por medio de un conjunto de tareas educativas. Además, cada una de estas tareas puede contribuir a superar uno o más objetivos. El *Modelo de Objetivo Educativo*

incluye información educativa acerca de los objetivos propiamente dichos y de las relaciones con otros objetivos y con las Tareas Educativas. Los atributos de este modelo se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 6.3 Atributos del Modelo de Objetivo Educativo

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [EG0000, EG9999]$
Nombre General	Nombre general que describe el contenido principal que debe aprenderse y que se utiliza como clave en el Diccionario General Educativo	$x : x$ es un Nombre General
Área de Conocimiento	Área de Conocimiento en la que se encuadra el objetivo	$x: x$ es un Área de Conocimiento
Áreas Transversales	Áreas de conocimiento transversales que se trabajan en el objetivo	$\{x: x$ es un Área de Conocimiento}
Edad Educativa	Rango de edades educativas que corresponden a este objetivo	$(x, y): x \in [0, 99], y \in [0, 99], x \leq y$
Contenido Educativo	Contenido Educativo incluido en este objetivo	Lenguaje Natural
Modelo de Objetivos Educativos	Jerarquía de objetivos educativos, junto con las relaciones que existen entre ellos	$\{x: x$ es un Objetivo Educativo}
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	Jerarquía de tareas y actividades educativas, junto con las relaciones que existen entre ellas	$\{x: x \subseteq$ Tareas y Actividades Educativas}

Una vez que el Objetivo Educativo se ha definido, sus atributos no cambian durante el proceso.

Además del *Identificador* interno, es necesario asignar al objetivo un *Nombre General* que lo describa suficientemente y que especifique el contenido que se va a aprender al superar dicho objetivo. El nombre que se elija para un objetivo debe estar incluido en el DGE. Los atributos relacionados con las Áreas de Conocimiento pretenden establecer qué conjunto de áreas de conocimiento están asociadas con el contenido educativo que se va a enseñar. Estos atributos también están incluidos en el *Modelo de Tareas y Actividades Educativas* para distinguir entre el área principal, a la que el contenido educativo pertenece específicamente (*Área de Conocimiento*) y otras áreas relacionadas con el objetivo o la tarea, pero que se trabajan en menos profundidad (*Áreas Transversales*).

Además, se incluye un atributo para indicar el rango de *Edad Educativa* adecuado para el contenido asociado al objetivo. De esta forma, se pueden elegir los objetivos en relación a la edad educativa asociada al Modelo Educativo. Para poder incluir el objetivo en el Modelo Educativo, el rango de edades del Objetivo Educativo debe caer dentro del rango de edades especificado en el Modelo Educativo.

En principio, el *Contenido Educativo* de un objetivo debería explicarse en lenguaje natural para explicar qué contenidos van a aprender los estudiantes cuando superen dicho objetivo. Sin embargo, se pueden usar algunos estándares y especificaciones para contenido educativo, como los usados, por ejemplo, en el proyecto ASPECT¹⁷.

Puesto que el contenido educativo puede organizarse jerárquicamente, pueden definirse objetivos y sub-objetivos, pero sólo los objetivos hoja pueden tener tareas asociadas. Para

¹⁷ <http://www.aspect-project.org/>, accedido por última vez el 26 de agosto de 2010.

modelar esta situación, el Modelo de Objetivo Educativo tiene un atributo *Modelo de Objetivos*. Si este objetivo no es un objetivo hoja, entonces tendrá asociado un Modelo de Objetivos. Si no, tendrá asociado un *Modelo de Tareas y Actividades*.

6.3.4.3. *Modelo de Tareas y Actividades Educativas*

Para alcanzar los objetivos educativos, los estudiantes deben realizar un conjunto de Tareas y Actividades Educativas. De forma similar a los objetivos, las tareas pueden estar divididas en sub-tareas. La información incluida en el sistema respecto a las Tareas y Actividades Educativas se muestra en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4 Atributos del Modelo de Tareas y Actividades Educativas

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [ET0000, ET9999]$
Nombre General	Nombre general que describe la tarea principal que debe realizarse	$x: x$ es un Nombre General
Área de conocimiento	Área de conocimiento a la que pertenece la tarea	$x: x$ es un Área de Conocimiento
Áreas Transversales	Áreas de conocimiento transversales que se trabajan en la tarea o actividad	$\{x: x$ es un Área de Conocimiento}
Contenido educativo	Contenido educativo que se va a enseñar en la tarea o actividad	Lenguaje natural
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	Conjunto de tareas educativas y actividades junto con las relaciones que existen entre ellas	$\{x: x \subseteq$ Tareas y Actividades Educativas}

Los atributos de este modelo son muy similares a los que se incluyen en el modelo anterior: un identificador interno, un nombre general, el área de conocimiento principal y las transversales, el contenido educativo incluido en la tarea o actividad y el modelo de tareas y actividades.

Como ya se ha comentado, una tarea o actividad educativa puede contribuir a superar uno o más objetivos educativos y para superar un objetivo es necesario realizar varias tareas y actividades. Aunque cada objetivo puede tener asociadas varias tareas, el profesor puede elegir cuáles de esas tareas y actividades se proponen en cada Modelo Educativo, lo cual garantiza la adaptación y personalización del proceso de aprendizaje.

6.3.4.4. *Modelo Educativo*

El *Modelo Educativo* permite a los profesores especificar qué contenido quieren enseñar por medio del videojuego. En particular, permite establecer una estrategia de aprendizaje que puede abarcar desde una asignatura completa hasta un reducido número de objetivos que se desean reforzar.

Puesto que el proceso de aprendizaje por medio de este sistema debe partir del diseño de un contenido educativo a enseñar o reforzar por parte del videojuego, parece bastante claro que los valores de todos los atributos incluidos en este modelo deben conocerse y especificarse a priori. Además, puesto que el proyecto educativo no debe variar mientras dicho proceso se lleva a cabo, el contenido inicial del modelo no debe modificarse. La Tabla 6.5 muestra los atributos contenidos en este modelo.

Tabla 6.5 Atributos del Modelo Educativo

Atributo	Descripción	Dominio
----------	-------------	---------

Identificador	Identificador interno	$x: x \in [EM0000, EM9999]$
Nombre General	Nombre General que identifica al Modelo Educativo y que actúa de clave en el Diccionario General Educativo	$x: x$ es un Nombre General
Áreas de Conocimiento	Áreas de conocimiento que se enseñan en el proceso educativo	$\{x: x$ es un Área de Conocimiento $\}$
Edad Educativa	Rango de edades para el que se diseña el proceso de aprendizaje	$(x, y): x \in [0, 99], y \in [0, 99], x \leq y$
Conocimientos Previos	Conocimientos que el usuario debe tener antes de comenzar el proceso de aprendizaje descrito en este proceso educativo	$\{x: x$ es un Objetivo Educativo o una Tarea Educativa $\}$
Modelo de Objetivos y Tareas Educativas	Conjunto de objetivos educativos que se enseñan en este proceso educativo, junto con los pre-requisitos que existen entre ellos, así como conjunto de tareas y actividades educativas que deben realizarse para cada uno de los objetivos	$\{(x, (\{y\}, z))\}: x$ es un Objetivo Educativo, y es una Tarea Educativa, z es una fórmula para calcular la puntuación en función de las tareas realizadas $\}$

De forma similar a los modelos anteriores, encontramos un *Identificador* interno y un *Nombre General* que permite reconocer el contenido concreto del proceso educativo que se está describiendo. Al igual que en los modelos anteriores, este nombre actúa como clave en el Diccionario General Educativo.

Puesto que un Modelo Educativo puede cubrir una o más asignaturas, es necesario incluir un concepto más amplio que el de asignatura para clasificar el proceso de aprendizaje. Para conseguirlo, utilizamos el atributo *Áreas de Conocimiento*. Un área de conocimiento puede incluir distintas asignaturas que tratan los mismos conceptos. El valor de este atributo limita el conjunto de objetivos educativos que se pueden incluir en el modelo educativo, ya que un objetivo que no pertenezca a este área de conocimiento no puede incluirse en dicho modelo. El conjunto de objetivos y tareas de un modelo educativo se expresa en el *Modelo de Objetivos y Tareas Educativas*. Como se dijo anteriormente, cuando el profesor selecciona un objetivo del diccionario, puede haber varios conjuntos de sub-objetivos asociados a él. Para incluir un objetivo educativo en el modelo educativo, el profesor debe elegir el subconjunto de objetivos específico que desea para superar dicho objetivo en este Modelo Educativo concreto. De la misma forma, cada uno de estos objetivos puede tener asociado un amplio conjunto de Tareas y Actividades Educativas, por lo que el profesor deberá seleccionar el subconjunto de ellas que desea incluir en el modelo. Además, el profesor puede especificar las relaciones de pre-requisitos que existen entre los objetivos y las tareas seleccionadas.

Así, en el conjunto de Tareas y Actividades Educativas seleccionadas, el profesor puede definir *itinerarios educativos*, donde cada tarea y actividad puede ser de dos tipos: obligatoria u opcional. Esto significa que el estudiante debe realizar todas las tareas y actividades obligatorias para un objetivo pero no necesariamente las opcionales, las cuales permiten obtener conocimientos adicionales. Cada itinerario está identificado por un número. Por tanto, un *itinerario educativo es un conjunto de tareas y actividades asociadas con un objetivo educativo hoja que permite al estudiante superar dicho objetivo*.

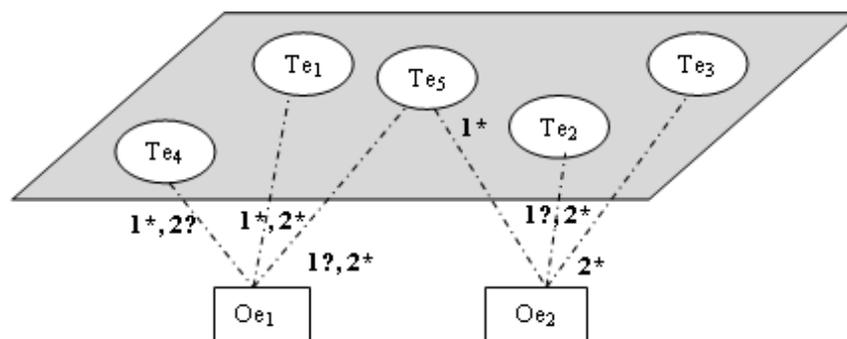


Figura 6.5 Caminos que el estudiante puede utilizar para superar el objetivo

En este modelo, el símbolo * se usa para representar las tareas obligatorias y el símbolo ? para identificar las tareas opcionales. Puesto que una tarea puede estar asociada con uno o más objetivos, el símbolo que determina si la tarea es obligatoria u opcional se especifica en la relación de la tarea con el objetivo, no en la tarea propiamente dicha. Esto significa que una tarea puede ser obligatoria para un objetivo pero opcional para otro. Por ejemplo, en la Figura 6.5, para alcanzar el objetivo Oe_1 , hay dos posibles caminos: 1) el primero, identificado con el número 1, en el que el estudiante puede realizar las tareas Te_1 y Te_4 obligatoriamente y Te_5 de forma opcional; y 2) el itinerario señalado en el número 2, en el que hay dos tareas obligatorias (Te_1 y Te_5) y una tarea opcional (Te_4). De igual forma, para superar el objetivo Oe_2 , los estudiantes tienen dos itinerarios alternativos: 1) el itinerario 1, donde Te_5 es obligatoria Te_2 es opcional; y 2) el itinerario 2, donde Te_1 y Te_3 son obligatorias. De esta forma, en este modelo, el conjunto de caminos válidos para superar un objetivo se puede especificar como una lista de pares donde:

- El primer elemento del par es el conjunto de tareas del itinerario expresado usando algún método formal o técnica semi-formal para especificar las restricciones entre tareas y actividades, tal como el propuesto por Patternò en (Patternò, 1997).
- El segundo elemento es una expresión algebraica para calcular la puntuación para el objetivo en términos de la puntuación obtenida en cada tarea. Esto proporciona un mecanismo para ponderar una tarea sobre el resto por medio de la asignación de pesos.

En *Conocimientos Previos* el profesor puede especificar qué objetivos y tareas deben haber superado los estudiantes antes de comenzar a trabajar sobre este modelo educativo. Es posible comprobar si un estudiante ha superado un objetivo o tarea consultando el Modelo de Estudiante-Jugador (sección 6.3.7.1).

La *Edad Educativa* se usa para especificar el rango de edades apropiado para aprender los conceptos que se especifican en el modelo. Usando este atributo, evitamos el uso de otros del tipo *curso*, ya que pueden limitar la internacionalización del sistema. Por ejemplo, la edad de los alumnos en cada uno de los cursos puede cambiar de unos países a otros, el número de cursos que existen, etc.

6.3.5. Definición de modelos para contenidos lúdicos

La sección anterior explicaba el conjunto de modelos necesarios para especificar la parte educativa del sistema propuesto. Ya que el sistema está diseñado para permitir el aprendizaje implícito por medio de videojuegos, la siguiente tarea es definir el conjunto de modelos que especifican el videojuego que se va a utilizar para enseñar dichos contenidos educativos. Además, con objeto de permitir la monitorización de los procesos de juego y aprendizaje,

estos modelos incluyen información para el profesor, que de esta manera tendrá acceso a información general sobre el juego, pero no a los detalles de implementación.

Para mantener una relación directa entre estos dos aspectos del sistema, el contenido lúdico se ha definido basándose en los mismos elementos que se usaron para el contenido educativo. Por tanto, los aspectos generales del videojuego están definidos en el Modelo de Juego, los retos están definidos en los Modelos de Reto del Videojuego, y para superar los retos del juego se tiene un conjunto de Modelos de Fases y Niveles del Videojuego.

6.3.5.1. Modelo de Juego

Los atributos de este modelo describen las características principales del juego. Uno de los atributos más importantes es el Área o Áreas de Conocimiento que se trabajan en el videojuego, ya que permite enlazar con el Modelo Educativo. Así, para seleccionar un videojuego, el profesor usa las áreas de conocimiento en las que quiere que el estudiante trabaje, y que están especificadas en el Modelo Educativo. Con esta información, el profesor puede elegir alguno de los videojuegos que incluyan ese área, aunque cuanto mayor sea el número de áreas de conocimiento que coincidan en los dos modelos, más útil será el videojuego para el aprendizaje de los conocimientos deseados. La Tabla 6.6 muestra los detalles de los atributos del Modelo de Juego.

Tabla 6.6 Atributos del Modelo de Juego

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [GM0000, GM9999]$
Nombre	Nombre del videojuego	Lenguaje Natural
Áreas de Conocimiento	Conjunto de áreas de conocimiento que se trabajan en el videojuego	$\{x: x \text{ es un Área de Conocimiento}\}$
Edad	Rango de edades recomendado	$(x, y): x \in [0, 99], y \in [0, 99], x < y$
Dificultad	Dificultad general del videojuego	$x: x \in \{\text{Alta, Normal, Baja}\}$
Interacción	Características de Colaboración, Coordinación y Competición	Lenguaje Natural
Modo	Modo de juego seleccionado por el jugador	$x: x \in \{\text{Libre, Por objetivos uno a uno, Por objetivos todos a la vez}\}$ (sección 7.1.1)
Tipo	Describe el tipo de juego	$x: x \subseteq \{\text{Acción, Aventura, RPG, Estrategia, Simulación, Carrera, Lucha, Puzzle, Musical, Deportes, Plataformas, Disparo}\}$ (González Sánchez, 2007)
Dispositivo	Dispositivo de juego en el que se ejecuta	$x: x \in \{\text{PC, Nintendo DS, Nintendo Wii, XBOX 360, PSP, iPhone, iPod Touch}\}$
Historia	Trama del juego	Lenguaje Natural
Multimedia	Conjunto de efectos multimedia que se incluyen en el videojuego: gráficos, sonidos o animaciones	Lenguaje Natural
Dimensión cultural	Tipo de cultura para la que está diseñado	$x: x \text{ es una Cultura}$
Modelo de Retos y Fases del Videojuego	Conjunto de Retos del Videojuego que se incluyen en este juego, junto con los pre-requisitos entre ellos, así como el conjunto de Fases y Niveles que deben realizarse para cada uno de ellos y las fórmulas para calcular la puntuación	$\{(x, (y), z)\}: x \text{ es un Reto del Videojuego, } y \text{ es una Fase o Nivel del Videojuego, } z \text{ es una fórmula para calcular la puntuación en función de las Fases y Niveles superados}\}$

Los atributos de este modelo describen el juego y ayudan al profesor a seleccionar apropiadamente el videojuego de acuerdo al contenido educativo que desea enseñar y a configurar algunas de sus características.

Los dos primeros atributos, como en los modelos anteriores, son el *Identificador* del modelo y el *Nombre* del juego. A continuación, puesto que el juego se ha desarrollado para enseñar a los estudiantes un contenido educativo, el modelo especifica las *Áreas de Conocimiento* que abarca el videojuego, la *Edad* para la que está indicado y su nivel general de *Dificultad*, con objeto de guiar a los profesores en la selección del videojuego para cada grupo particular de estudiantes. Además, otros aspectos del modelo como las características de *Interacción* que se incorporan y el *Modo de juego* por defecto pueden ser de interés en la selección del videojuego más adecuado.

A continuación, hay un conjunto de atributos que específicamente describen las características del juego. El *Tipo* y las principales características de la *Historia* permiten elegir un juego u otro en función de las preferencias de los estudiantes o de otras actividades paralelas que se estén celebrando en el colegio. El atributo *Dispositivo* indica la tecnología para la que el juego ha sido diseñado, incluyendo los principales dispositivos del mercado. Además, se especifica un conjunto de efectos *Multimedia*, como pueden ser sonidos, animaciones, flashes, etc. Entre otras posibilidades, el profesor puede usar la información contenida en este atributo para seleccionar un juego más o menos apropiado para un grupo de estudiantes con alguna discapacidad. Por ejemplo, un juego que no incluye animaciones podría ser más adecuado que otro para estudiantes con déficit de atención. Finalmente, se incluye un atributo respecto a la *Dimensión Cultural*, que permite determinar para qué cultura está diseñado el juego. El conjunto de culturas disponible, al igual que en casos anteriores, se encuentra en el Diccionario General del Videojuego.

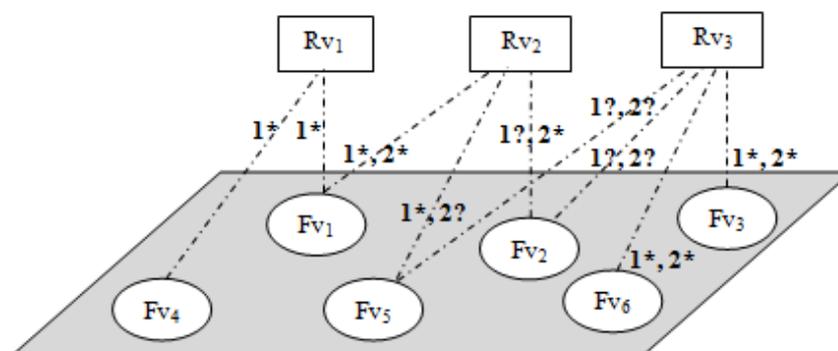


Figura 6.6 Itinerarios que el jugador puede seguir para superar los retos del videojuego

Finalmente, al igual que en el Modelo Educativo, los Retos del Videojuego también pueden estar relacionados mediante una jerarquía de retos y sub-retos. Estas relaciones, tal como ocurría en el nivel educativo, se describen incluyendo un *Modelo de Retos y Fases del Videojuego*, de manera similar a como hacíamos con los objetivos educativos. De igual forma, las Fases y Niveles del Videojuego pueden expresarse como una jerarquía y permiten seleccionar distintos subconjuntos de ellas para cada Reto. Así, para especificar el conjunto de itinerarios de Fases y Niveles del Videojuego que se pueden realizar para superar cada reto se utiliza el mismo sistema que en los modelos del nivel educativo (Figura 6.6).

6.3.5.2. *Modelo de Reto del Videojuego*

Como ya se comentó anteriormente, para mantener la uniformidad entre los procesos educativos y de juego, la actividad en el videojuego también se modela en dos niveles de granularidad: retos, a nivel más abstracto, y fases y niveles más concretos. Estos conceptos son paralelos a los que se han usado en los modelos del contenido educativo: los *objetivos* educativos son *retos* del videojuego y las *tareas* y *actividades* educativas son *fases* y *niveles* del videojuego.

Los Retos del Videojuego son hitos que los jugadores deben superar. Para superar un reto, el jugador debe completar un conjunto de *Fases* y *Niveles*, a través de los cuales, además de superar el reto propuesto en el videojuego, el jugador va obteniendo distintos conocimientos de su currículum educativo. La Tabla 6.7 muestra los atributos del *Modelo de Reto del Videojuego*.

Tabla 6.7 Atributos del Modelo de Reto del Videojuego

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [VC0000, VC9999]$
Nombre General	Nombre general que describe el cometido principal del reto y que actúa como clave en el Diccionario General del Videojuego	$x: x$ es un Nombre General
Descripción Videojuegos	Descripción del reto en lenguaje natural Conjunto de videojuegos en los que este reto está incluido	Lenguaje Natural $\{x: x$ es un Videojuego}
Dimensión cultural	Tipo de cultura para la que se ha diseñado el reto	$x: x$ es una Cultura
Modelo de Retos del Videojuego	Conjunto de Retos del Videojuego con los pre-requisitos entre ellos y las fórmulas para calcular la puntuación	$\{(x, y): x \subseteq$ Retos del Videojuego, y es una formula}
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	Conjunto de itinerarios para completar los retos del Videojuego con los pre-requisitos entre ellos y las fórmulas para calcular la puntuación en cada uno de los itinerarios	$\{(x, y): x \subseteq$ Fases y Niveles del Videojuego, y es una formula}

El modelo incluye un *Identificador*, un *Nombre General* para describir el reto y una *Descripción* en lenguaje natural para explicar lo que el jugador tiene que hacer en dicho reto. Aunque cada uno de los videojuegos tiene un conjunto específico de retos, podría haber retos generales que se pudieran usar en distintos videojuegos. Para permitir esta posibilidad, el modelo incluye un conjunto de *Videojuegos* con los que el reto está relacionado. Obviamente, los videojuegos que pueden incluirse en este atributo son aquellos que han sido diseñados en el sistema. En cualquier caso, este atributo se rellena automáticamente cuando los atributos se incluyen en los videojuegos para evitar inconsistencias derivadas de la actualización manual. Con objeto de adaptar el proceso de aprendizaje a los alumnos, se ha incluido un atributo relacionado con los aspectos culturales, de tal forma que, si existen varios retos para un mismo objetivo o tarea educativa, se podrá plantear un reto u otro en función de la *Dimensión Cultural* del jugador en cuestión.

6.3.5.3. *Modelo de Fases y Niveles del Videojuego*

El *Modelo de Fases y Niveles del Videojuego* permite al jugador superar los distintos retos que debe afrontar durante el videojuego. Algunos de estos atributos tienen el mismo significado que en los modelos anteriores y, por tanto, no se explicarán de nuevo. Estos

atributos son: *Identificador*, *Nombre General* y *Descripción*. La Tabla 6.8 muestra el conjunto de atributos que definen el Modelo de Fases y Niveles del Videojuego.

Tabla 6.8 Atributos del Modelo de Fases y Niveles del Videojuego

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador Interno	$x: x \in [VS0000, VS9999]$
Nombre General	Nombre General que describe la fase que se va a realizar y que actúa como clave en el Diccionario General del Videojuego	$x: x$ es un Nombre General
Descripción	Explicación en lenguaje natural de lo que el jugador tiene que hacer para completar la tarea	Lenguaje Natural
Categoría	Categoría a la que pertenece la tarea, de acuerdo a los retos propuesto	$x: x \in \{\text{Puntería, Mapa, Puzle, Diálogo, Estrategia, Adivinanza...}\}$
Jugadores	Número de jugadores necesarios para realizar la tarea.	$x: x \in \mathbb{N}$
Tipo	Cuando la tarea es de grupo, especifica de qué forma deben los jugadores realizarla. En otro caso, Null.	$x: x \in \{\text{Null, Simultánea, Ordenada, No ordenada}\}$
Longitud	Cataloga la fase o nivel en función de la cantidad de acciones que el usuario tiene que hacer para superarla.	$x: x \in \{\text{corta, media, larga}\}$
Características deseables	Conjunto de características deseables de los jugadores que participan para conseguir mejor resultado	$\{x: x \subseteq \{\text{Diversificador, Organizador, Ordenado, Ambicioso, Conformista, Orientado a objetivos, Explorador, Conversador, Estratega, Investigador, Prestigioso, Influyente, Comunicador, Colaborador, Coordinador}\}\}$
Dificultad	Dificultad general de esta tarea del videojuego	$x: x \in \{\text{Alta, Normal, Baja}\}$
Control de usuario	Especifica si la tarea se realiza con o sin control del usuario	$x \in \{\text{si, no}\}$
Dimensión cultural	Tipo de cultura para la que está diseñada la fase o nivel	$x: x$ es una Cultura
Recursos	Conjunto de recursos o herramientas necesarias para completar una fase o nivel. Son específicos de cada juego.	Lenguaje Natural
Modelo de Fases y Niveles	Conjunto de Fases y Niveles con los pre-requisitos entre ellos y la fórmula para calcular la puntuación	$\{(x, y): x \subseteq \text{Fases y Niveles del Videojuego, } y \text{ es una fórmula}\}$

Puesto que los atributos anteriores ya se han comentado en los otros modelos, comenzaremos con el atributo *Categoría*. Este atributo indica si la tarea en cuestión es mayoritariamente de puntería, de recorrido en un mapa, de puzle, de diálogo con personajes o cualquier otro tipo especificado en el Diccionario General del Videojuego. Este es un pequeño conjunto de posibilidades que se han incluido a modo de ejemplo, según lo explicado en (González, 2007), pero los profesores pueden incluir otras categorías en el Diccionario General del Videojuego si es necesario. A continuación, se especifica el número de *Jugadores* necesario para resolver la tarea y, si es más de uno, cómo deben afrontar los jugadores dicha tarea (*Tipo*): todos a la vez, en un orden específico o sin orden. Si la actividad es sólo para un jugador, entonces este atributo vale Null. La *longitud* indica la cantidad de acciones que se requieren para superar la fase, pudiendo así considerarse corta, media o larga.

Las *Características deseables* describen las características de los jugadores que, desde el punto de vista educativo, del videojuego o de interacción, serían útiles para completar esta fase o nivel más fácilmente. En el Modelo de Estudiante-Jugador (sección 6.3.7.1) se ha incluido un atributo similar para realizar esta comparación. De esta manera, sería mejor elegir un miembro del grupo que es ambicioso (rol educativo), estratega (rol del videojuego), comunicador (rol de interacción), etc. para realizar una fase o nivel en función de las características de la misma. El conjunto de roles candidatos está dividido por perspectivas (educativa, lúdica, interactiva) y para cada una de ellas hay que consultar los posibles valores en el Diccionario General correspondiente. Tal como ya se ha comentado, se incluye un conjunto de valores iniciales, pero este conjunto puede ampliarse por medio de la inclusión de nuevos términos en el diccionario.

El siguiente atributo es la *Dificultad*, que está relacionado con la dificultad general de la fase o nivel. Este atributo permite al profesor elegir un itinerario u otro para cada estudiante de forma que se eviten situaciones en las que la excesiva dificultad del videojuego tenga un impacto negativo en el proceso de aprendizaje. También es posible incluir fases o niveles en las que el juego está relatando una historia al jugador, está dando instrucciones o recreando alguna acción en la que el jugador no tiene que tomar partido. Para estas tareas el modelo incluye el atributo *Control de usuario*, que por defecto tiene valor “sí”. Esto significa que el usuario sí participa en la fase, que será lo más común. Y también se incluye el atributo anteriormente comentado relacionado con la *Dimensión Cultural*, que permitirá personalizar más aún el proceso de juego en función de las características particulares de los jugadores.

El siguiente atributo indica los *Recursos* que, de entre los ofrecidos a lo largo del videojuego, son necesarios para superar esta fase o nivel. El jugador, o alguno de sus compañeros de grupo, tienen que tener estos recursos para poder superar la fase o nivel. Por ejemplo, si la fase consiste en construir un puente, este atributo puede contener los valores *martillo, cuerda, clavo, madera, serrucho*.

Finalmente y, de nuevo como analogía al nivel educativo, una “Tarea” (Fase) puede tener “Sub-tareas” (Niveles). Por tanto, en el caso de la fase, el *Modelo de Fases y Niveles* debe especificar estas relaciones, así como sus pre-requisitos y una fórmula para calcular la puntuación final para cada itinerario.

6.3.6. Relación entre modelos educativos y modelos del juego: Modelo General de Objetivos y Tareas

Este modelo constituye la clave del sistema propuesto, ya que hace posible conectar los contenidos educativos y los del videojuego, de forma que completar una Fase o Nivel en el videojuego es equivalente a completar una Tarea o Actividad educativa. De forma similar, superar un Reto en el videojuego es equivalente a aprender el contenido del Objetivo Educativo asociado. Gráficamente, podemos ver estas relaciones en la Figura 6.7. La relación entre los contenidos educativos y lúdicos está descrita en el *Modelo General de Objetivos y Tareas*.

Podemos representar un videojuego como un conjunto de retos que los jugadores deben superar. Debido a las características especiales de los videojuegos descritos aquí, existen dos conjuntos de objetivos, uno relacionado con los objetivos educativos y otro relacionado con la mecánica del juego. Esto significa que podemos construir dos árboles de objetivos: un árbol de objetivos didácticos mapeado en un árbol de objetivos lúdicos. Tal como se comentó anteriormente, para alcanzar un Objetivo Educativo los estudiantes deben completar un

conjunto de Tareas y Actividades Educativas, y para superar un Reto del Videojuego deben completar un conjunto de Fases y Niveles.

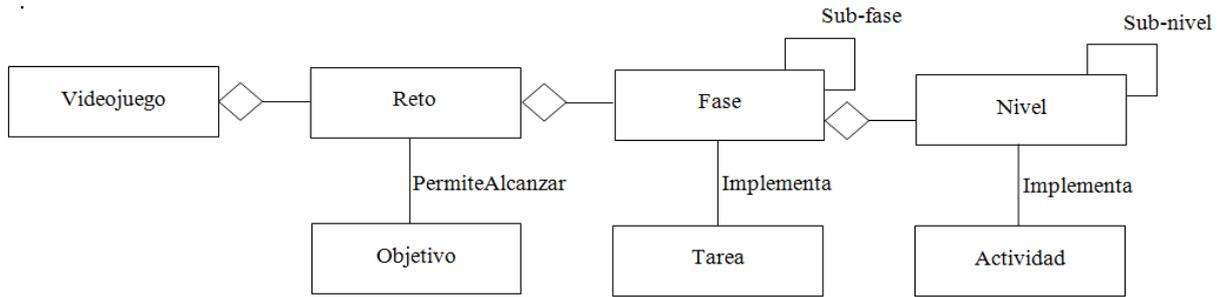


Figura 6.7 Modelo conceptual de la relación de implementación en un sistema VGSC

Para usar los videojuegos como herramientas CSCL, los contenidos educativos deben estar escondidos en los objetivos lúdicos. Puesto que los videojuegos educativos intentar alcanzar aprendizaje implícito (sin que los usuarios sean conscientes de que lo hacen (Reber, 1989)), es necesario definir los objetivos didácticos y los lúdicos de forma separada. Sin embargo, ambos tipos de objetivos deben estar conectados para que cuando el usuario supere un reto del juego también aprenda el objetivo u objetivos educativos asociados. Por tanto, proponemos un *Modelo General de Objetivos y Tareas* con dos niveles: el *Nivel Educativo* - L_E (capa inferior en la Figura 6.8) y *Nivel de Videojuego* - L_V (capa superior en la Figura 6.8).

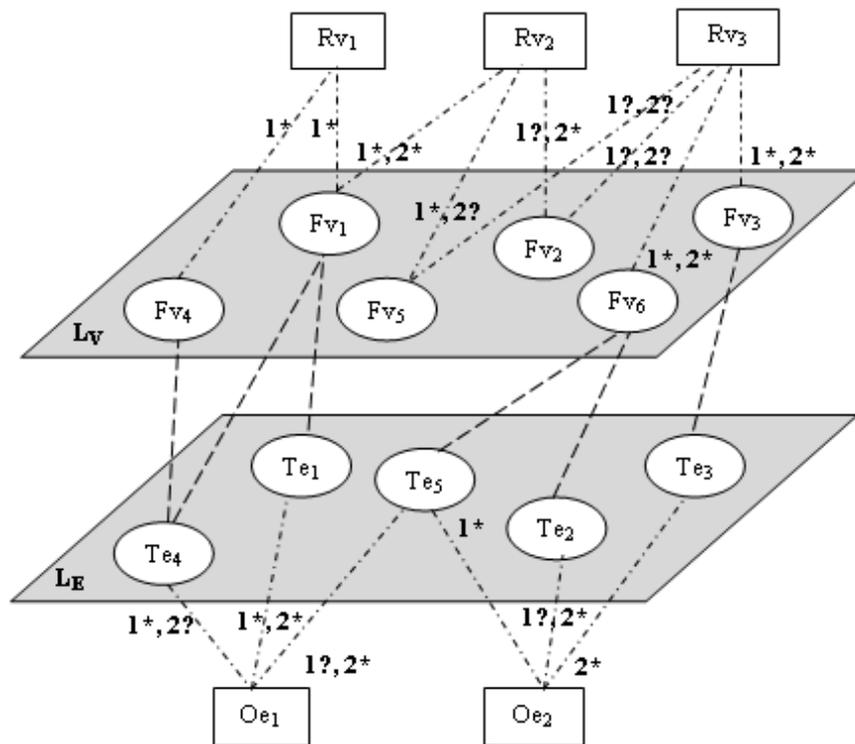


Figura 6.8 Modelo General de Objetivos y Tareas

Sea Tv_i el conjunto de Fases y Niveles incluidos en L_V (Fases y Niveles del Videojuego) y Te_i las Tareas y Actividades incluidas en L_E (Tareas y Actividades Educativas); denominamos *implementación* al el establecimiento de una relación entre ambos niveles (atributo *Implementa* en la Tabla 6.9). Una Fase o Nivel del Videojuego, Tv_B , implementa una Tarea o Fase Educativa, Te_A , si Tv_B en el videojuego es útil para enseñar la Tarea Educativa Te_A . Esta relación se representa por medio de una línea discontinua que conecta las tareas de ambos niveles. Por ejemplo, Tv_4 y Tv_1 implementan Te_4 en la Figura 6.8. De esta forma, para cada

Tarea o Actividad Educativa incluida en L_E debe haber (al menos) una Fase o Nivel en L_V que la implemente.

Sin embargo, tal como se puede observar en la Figura 6.8, no todas las Fases y Niveles en L_V tienen que estar asociados con Tareas y Actividades en L_E , ya que algunas Fases y Niveles del Videjuego pueden estar encaminadas solamente al entretenimiento, sin que tengan asociado ningún aprendizaje.

Continuando con la representación seguida en este capítulo, la Tabla 6.9 especifica los atributos incluidos en este modelo, mediante el que se relacionan un Modelo Educativo y un Modelo de Videjuego. Durante el proceso de mapeo, y para dar al profesor más flexibilidad, se permite la posibilidad de introducir algunos cambios en el Modelo Educativo, que se verán reflejados en el videjuego de forma automática. Esta característica se representa en el modelo por medio de tres atributos: 1) *Modelo Educativo*, que apunta a Modelo Educativo previamente incluido en el sistema; 2) *Modelo de Objetivos Educativos*, que si especifica algún valor significa que el profesor ha cambiado los itinerarios o los pre-requisitos entre los objetivos incluidos en el Modelo Educativo; 3) *Modelo de Tareas y Actividades Educativas*, que puede indicar también algún cambio realizado respecto al Modelo Educativo inicial. Si no se indican Objetivos o Tareas Educativas, el profesor no ha realizado ningún cambio en el Modelo Educativo inicial, por lo que se utiliza el modelo descrito en el sistema.

Tabla 6.9 Atributos del Modelo General de Objetivos y Tareas

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [TG00000, TG99999]$
Modelo Educativo	Modelo educativo al que se refieren las Tareas Educativas incluidas en el nivel inferior del modelo	$x: x$ es un Modelo Educativo
Modelo de Objetivos Educativos	Objetivos Educativos incluido en el videjuego	$\{x: x$ es un Objetivo Educativo $\}$
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	Tareas y Actividades Educativas incluidas en el videjuego	$\{x: x$ es una Tarea o Actividad Educativa $\}$
Modelo de Videjuego	Modelo de videjuego al que se refieren las fases y niveles del videjuego incluidas en el nivel superior	$x: x$ es un Modelo de Videjuego
Implementa	Lista de Tareas Educativas que implementa cada fase o nivel del videjuego	$\{(x, y, z):$ es una Tarea del Videjuego, $y \subseteq \{Tarea Educativa\}$, z es una fórmula $\}$

Supongamos un juego relacionado con la asignatura de Lengua que tiene tres objetivos educativos: deletrear, sinónimos y verbos. Este juego está inspirado en la historia de Blancanieves y los siete enanitos. Hay siete personajes, los enanitos, y los retos del juego son tres: 1) cazar mariposas en el bosque, 2) entrar en la casa de la bruja, y 3) despertar a Blancanieves.

El reto número 1 es individual. Para superar este reto, cada enanito tiene que cazar mariposas. Cada una de las mariposas tiene una letra y cada uno de los enanitos tiene que construir una palabra con las letras que ha conseguido. El nivel de dificultad puede modificar la dificultad de las palabras seleccionadas o el número de letras de la palabra, o también puede hacer que se introduzcan letras que no forman parte de ninguna de las palabras seleccionadas. Entrar en la casa de la bruja (reto 2) es un reto de grupo: los jugadores tienen que emparejarse creando parejas de sinónimos para poder pasar. Si las palabras de los enanitos que se han emparejado no son sinónimos, entonces no pueden abrir la puerta. El último reto (número 3)

es también de grupo. Cuando los enanitos están en la casa, uno de ellos saca un verbo de un tronco. De acuerdo al nivel de dificultad, este verbo puede ser un infinitivo o una forma específica del verbo. Usando este verbo y algunas de las palabras que han sido construidas, los jugadores tienen que construir una frase. Cuando han construido la frase, la ponen en el libro de pocimas para obtener la poción que despertará a Blancanieves.

Superar el reto número 1 implica alcanzar un objetivo educativo relacionado con el deletreo de palabras, ya que el jugador es capaz de construir palabras correctas. Por tanto, *cazar mariposas* en el videojuego implementa la tarea de *deletreo* en el nivel educativo. De forma similar, cuando los enanitos se emparejan uniendo sinónimos, los jugadores han aprendido cómo se relacionan esas palabras, por tanto, *emparejar enanitos* en el videojuego implementa la tarea educativa *sinónimos*. Finalmente, y tal como hemos explicado para los dos retos anteriores, completar la tarea del videojuego *despertar a Blancanieves* implementa la tarea educativa *verbos*, ya que para obtener la poción los jugadores tienen que construir una frase correcta utilizando la forma del verbo adecuada y colocando correctamente las palabras obtenidas en los retos anteriores.

6.3.7. Modelado de usuarios

Para ayudar al profesor a monitorizar el proceso de aprendizaje, el sistema incluye modelos de usuario individual y de grupo, con objeto de registrar las notas obtenidas en su aprendizaje y las preferencias de juego de cada estudiante y grupo. De esta manera, el sistema puede analizar la información y proporcionar informes acerca del aprendizaje que cada uno de los alumnos está obteniendo.

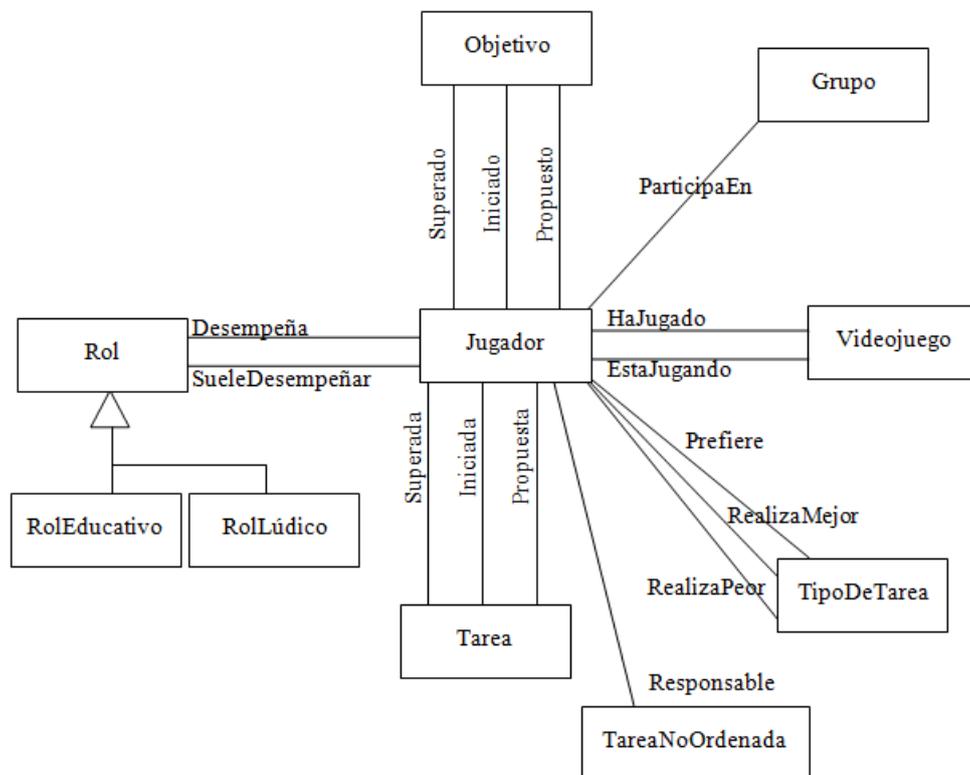


Figura 6.9 Modelo conceptual de la información para cada Jugador

6.3.7.1. *Modelo de Estudiante – Jugador*

Una parte importante de este sistema es proporcionar información acerca de cómo los estudiantes están aprendiendo por medio de los videojuegos. Para hacerlo, el sistema recopila y organiza toda la información relevante usando modelos, consiguiendo así una información adecuada y exhaustiva del proceso. Conceptualmente, la información que se gestiona por medio de este modelo podemos verla en la Figura 6.9.

El modelo de Estudiante-Jugador propuesto está formado por cuatro perspectivas, cada una de ellas relacionada con uno de los aspectos que se van a estudiar: personal, educativo, videojuego e interacción.

La *Perspectiva Personal* contiene información general acerca del usuario. El diseño específico de esta perspectiva aparece en la Tabla 6.10. En este modelo vemos que se incluyen atributos relacionados con algunas discapacidades que el usuario puede sufrir. Son los atributos *Problemas Visuales*, *Problemas Auditivos*, *Problemas Motores* y *Problemas Cognitivos*. Esta información se estructura como una lista para cada tipo de discapacidad, con objeto de indicar el porcentaje de afectación en cada uno de los casos. Si un alumno sufre una discapacidad que no esté relacionada con las posibilidades iniciales incluidas en el sistema, el profesor puede introducir nuevos elementos en el Diccionario General de Usuario.

Tabla 6.10 Atributos de la Perspectiva Personal del Modelo de Estudiante-Jugador

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [SP00000, SP99999]$
Nombre	Nombre y apellidos del estudiante	Lenguaje Natural
Edad	Edad actual del estudiante	$x: x \in [0, 99]$
Edad Educativa	Edad recomendada en el curso actual	$x: x \in [0, 99]$
Sexo	Género	{Masculino, Femenino}
Nacionalidad	Nacionalidad del estudiante	$x: x$ es una nacionalidad
Problemas Visuales	Problemas visuales del estudiante	$\{(x^{18}, y): x$ es un Problema Visual, y es un porcentaje}
Problemas Auditivos	Problemas auditivos del estudiante	$\{(x^{19}, y): x$ es un Problema Auditivo, y es un porcentaje}
Problemas Motores	Problemas motores del estudiante	$\{(x^{20}, y): x$ es un Problema Motor, y es un porcentaje}
Problemas Cognitivos	Problemas cognitivos del estudiantes	$\{(x^{21}, y): x$ es un Problema Cognitivo, y es un porcentaje}
Rol Educativo Candidato	Lista ordenada de roles que el estudiante suele desempeñar en las tareas educativas. El primer elemento es el más usual	$(x, y, z): x, y, z \in \{\text{diversificador, Organizador, Ordenado, Ambicioso, Conformista...}\}$
Rol de Videojuego Candidato	Lista ordenada de los roles que el estudiante suele adoptar cuando juega. El primer elemento es el más común	$(x, y, z): x, y, z \in \{\text{Orientado a objetivos, Explorador, Habilidoso, conversador, Estratega, Investigador...}\}$
Rol de Interacción Candidato	Lista ordenada de roles que el estudiante suele desempeñar en las actividades de grupo. El primer elemento es el más habitual	$(x, y, z): x, y, z \in \{\text{Prestigioso, Influyente, Comunicador, Colaborador, Coordinador, Aislado...}\}$

¹⁸ Por ejemplo, daltonismo o deficit visual.

¹⁹ Por ejemplo, sordera o hipoacusia.

²⁰ Por ejemplo, distrofia muscular.

²¹ Por ejemplo, epilepsia o Déficit de Atención con Hiperactividad

Respecto a los roles candidatos, se han incluido tres atributos diferentes, cada uno de ellos respecto a una de las perspectivas de estudio. El *Rol Educativo Candidato* se refiere al tipo de aprendizaje que el usuario suele realizar y toma sus valores de la clave *roles* del Diccionario General Educativo. Por ejemplo, si el estudiante prefiere realizar un aprendizaje libre (sección 6.2.1), el rol que desempeña se denomina *diversificador*; si realiza un aprendizaje por objetivos todos a la vez, es *organizado*; si aprende enfrentándose a un objetivo cada vez, entonces desempeña un rol *ordenado*. Además, en relación a la forma de afrontar las tareas, el usuario puede ser *ambicioso*, si suele realizar todas las tareas opcionales de los itinerarios; si no, *conformista*.

Los atributos *Rol del Videojuego Candidato* y *Rol de Interacción Candidato* funcionan de forma similar a lo explicado anteriormente: se propone un conjunto de roles, pero el profesor puede incluir otros por medio del Diccionario General del Videojuego y el Diccionario General del Usuario, respectivamente. En particular, los roles propuestos para la perspectiva del videojuego están relacionados con el atributo *Categoría* del Modelo de Fases y Niveles del Videojuego (sección 6.3.5.3) y los roles de interacción están relacionados con los índices calculados a partir de la interacción de los grupos por medio del *Análisis de Redes Sociales* (SNA) (perspectiva de interacción).

La siguiente perspectiva está relacionada con los logros educativos del estudiante y contiene información acerca de los Objetivos y Tareas Educativas que cada estudiante debe realizar, está realizando, o ha finalizado. El profesor comprueba los resultados educativos en esta perspectiva, por lo que si el estudiante ha superado el objetivo, la calificación obtenida está disponible. La Tabla 6.11 muestra todos los atributos de *Perspectiva Educativa*.

Tabla 6.11 Atributos de la Perspectiva Educativa del Modelo de Estudiante-Jugador

Atributo	Descripción	Dominio
Objetivos Educativos Propuestos	Lista de Objetivos Educativos que el estudiante va a aprender	{x: x es un Objetivo Educativo}
Objetivos Educativos Afrontados	Lista de Objetivos Educativos que el estudiante ha comenzado, proporción de tareas completadas, fecha en la que comenzó a aprender los contenidos de este objetivo y videojuegos usados para superarlo.	{(x, y, z, t): x ∈ Objetivos Educativos Propuestos, y ∈ [0, 1], z es una fecha, t es un conjunto de Identificadores de Videojuegos}
Objetivos Educativos Superados	Lista de Objetivos Educativos que el estudiante ha superado, notas obtenidas, fecha en que se comenzó a trabajar en el objetivo, fecha en la que se superó el objetivo y videojuegos utilizados para hacerlo	{(x, y, z, w, t): x ∈ Objetivos Educativos Propuestos, y ∈ [0, 10], z es una fecha, w es una fecha, t en un conjunto de Identificadores de Videojuegos}
Tareas Educativas Propuestas	Lista de Tareas Educativas que el estudiante debe realizar	{x: x es una Tarea Educativa}
Tareas Educativas Afrontadas	Lista de Tareas Educativas que el estudiante ha comenzado, proporción de actividades que ya ha realizado y fecha de la última vez que se trabajó en la tarea.	{(x, y, z): x ∈ Tareas Educativas Propuestas, y ∈ [0, 1], z es una fecha}
Tareas Educativas Superadas	Lista de Tareas Educativas que el estudiante ha superado, notas obtenidas en cada una de ellas, la fecha de finalización de la tarea y el conjunto de videojuegos usados para superarla.	{(x, y, z, t): x ∈ Tareas Educativas Afrontadas, y ∈ [0, 10], z es una fecha, t es un conjunto de Identificadores de Videojuegos}

Todos los atributos de la Perspectiva Educativa están inicialmente vacíos y se actualizan cuando el profesor propone nuevos Objetivos o Tareas y a medida que el jugador va jugando. La lista de *Objetivos Educativos Propuestos* se puede actualizar al principio del juego o mientras éste se desarrolla, dependiendo del modo de juego (sección 6.2.1). Si el modo de juego es libre (los estudiantes afrontan los objetivos según sus preferencias), entonces los objetivos se van añadiendo a esta lista cada vez que el jugador realiza una tarea de un nuevo objetivo. Si el modo es por objetivos (todos a la vez o uno a uno), la lista de objetivos tiene que estar especificada antes de que comience el juego, de tal forma que el estudiante sólo podrá realizar tareas asociadas a alguno de los objetivos de esta lista.

La lista de *Objetivos Educativos Afrontados* está compuesta de tuplas de cuatro elementos: el primer elemento es un Objetivo de la lista de Objetivos Educativos Propuestos, el segundo es un valor entre 0 y 1 que representa el porcentaje de las tareas necesarias para superar el objetivo que el estudiante ya ha realizado, el tercer elemento es la fecha en la que el estudiante afrontó la primera tarea de este objetivo y el último elemento es el conjunto de videojuegos que el jugador ha utilizado para superar el objetivo. Este elemento es necesario porque el mismo objetivo educativo puede trabajarse desde distintos videojuegos. En cada videojuego, las tareas educativas realizadas para alcanzar un objetivo pueden ser distintas y, por supuesto, las tareas del videojuego que soportan dichas tareas educativas también serán distintas.

De forma similar, la lista de *Objetivos Educativos Superados* también está compuesta de tuplas, pero ahora cada tupla está compuesta por cinco elementos. El primer elemento es un Objetivo Educativo obtenido de la lista de Objetivos Educativos Afrontados; el segundo elemento es la nota que el alumno ha conseguido en dicho objetivo; el tercer y cuarto elemento son las fechas en la que el estudiante comenzó a trabajar en dicho objetivo y en la que finalizó, respectivamente; el último elemento es el conjunto de videojuegos que el estudiante ha utilizado para superar el objetivo.

Cuando un objetivo de la lista de Objetivos Educativos Afrontados alcanza el valor 1 en el porcentaje de tareas superadas, se actualiza automáticamente la lista de Objetivos Educativos Superados, ya que todas las tareas asociadas al objetivo se han completado. Para ello, se realizan las siguientes operaciones:

- El Objetivo Educativo se copia en una nueva tupla.
- Se calcula la nota obtenida usando las fórmulas asociadas con cada una de las Tareas Educativas. Si el objetivo ya tenía una calificación anterior, esta calificación se actualiza, a menos que el profesor haya bloqueado esta posibilidad. En ese caso, la nota no cambia aunque el estudiante vuelva a superar el objetivo de nuevo.
- El tercer elemento es la fecha en la que el estudiante comenzó a afrontar el objetivo y se copia del tercer elemento de la tupla procedente de la lista de Objetivos Educativos Afrontados.
- El cuarto elemento es la fecha actual, momento en el que el estudiante ha superado el objetivo.
- Finalmente, el quinto elemento contiene la lista de videojuegos que el estudiante ha utilizado para superar el objetivo. También se copia de la tupla de la lista de Objetivos Educativos Afrontados.
- Una vez que se han realizado estas transformaciones, la tupla se añade a la lista de Objetivos Educativos Superados. Ya que este objetivo ha sido superado, se borra de la lista de Objetivos Educativos Propuestos y Afrontados.

Los atributos relacionados con las Tareas Educativas funcionan de forma similar a como se ha explicado aquí, pero refiriéndose a Tareas en vez de Objetivos.

La tercera perspectiva del Modelo de Estudiante-Jugador, relacionada con las preferencias del jugador respecto a los videojuegos, se denomina *Perspectiva de Videojuego*. Esta perspectiva tiene como objetivo adaptar el juego a las posibilidades del jugador para evitar situaciones en la que las dificultades que el alumno tiene con el juego provoquen dificultades educativas. Los atributos de esta perspectiva se muestran en la Tabla 6.12.

Tabla 6.12 Atributos de la Perspectiva de Videojuego del Modelo de Estudiante-Jugador

Atributo	Descripción	Dominio
Dispositivos	Dispositivos que el jugador suele utilizar, obtenidos del Diccionario General del Videojuego	{x: x es un dispositivo de Videojuegos}
Experiencia	Experiencia que este jugador tiene con los videojuegos	x: $x \in [0, 5]$
Mejor Tarea	Lista ordenada de Categorías de Tareas en las que el jugador obtiene mejores resultados, tomadas del Diccionario General del Videojuego	{x, y, z: x, y, z \in {Puntería, Mapa, Puzle, Diálogo, Estrategia, Adivinanza...}}
Peor Tarea	Lista ordenada de Categorías en las que el jugador obtiene peores resultados, tomadas del Diccionario General del Videojuego	{x, y, z: x, y, z \in {Puntería, Mapa, Puzle, Diálogo, Estrategia, Adivinanza...}}
Tarea Preferida	Lista ordenada de Categorías de Tareas que el jugador prefiere realizar, tomadas del Diccionario General del Videojuego	{x, y, z: x, y, z \in {Puntería, Mapa, Puzle, Diálogo, Estrategia, Adivinanza...}}
Tarea Rechazada	Lista ordenada de Categorías de Tareas que el jugador prefiere evitar, tomadas del Diccionario General del Videojuego	{x, y, z: x, y, z \in {Puntería, Mapa, Puzle, Diálogo, Estrategia, Adivinanza...}}
Longitud	Longitud preferida de las tareas a realizar	x: $x \in$ {corta, media, larga}
Cantidad	Cantidad preferida de tareas incluidas en una fase del videojuego	

Este conjunto de atributos hace posible adaptar los retos del videojuego a cada usuario. El *Dispositivo* con el que el jugador suele jugar y la *Experiencia* previa en videojuegos pueden rellenarse cuando el modelo se introduce en el sistema. Este último atributo se representa mediante una escala de acuerdo a Card et al. (Card, 1985), donde 1 significa *principiante*, 2 significa *novel*, 3 *intermedio*, 4 *experto* y 5 *maestro*, y puede actualizarse a medida que el jugador gana experiencia con los videojuegos. El resto de los atributos están muy relacionados con los videojuegos que se juegan en el sistema y se inicializan con un valor por defecto hasta que los datos recopilados se han analizado y actualizado en el modelo. En particular, las listas de tareas se inicializan como listas vacías, la *Longitud* con valor *media* y *Cantidad* se inicializa a *Null*.

Los atributos relacionados con las tareas (*Mejor / Peor Tarea* y *Tarea Preferida / Rechazada*) se expresan como listas ordenadas para clasificar varias categorías de tareas en función de las preferencias de cada jugador. Para distinguir las categorías de tareas en la Tabla 6.12 se han utilizado los mismos valores que se indicaron en el atributo *Categoría* en el Modelo de Fases y Niveles del Videojuego (sección 6.3.5.3), y todos los valores incluidos en el diccionario para dicho atributo pueden utilizarse en este modelo de la misma forma. Cada una de estas listas está compuesta por tres elementos, de tal forma que el primer elemento que se incluye es el que mejor satisface el atributo. De esta forma, el sistema tiene más información para elegir tareas si no hubiera tareas disponibles de una categoría concreta.

Los dos últimos atributos son la *Longitud* preferida de una tarea y la *Cantidad* de tareas que el jugador prefiere afrontar. La *Longitud* se mide por el número de actividades incluidas

en la tarea. El segundo atributo está relacionado con el número de tareas en una fase. Considerando que cada fase puede incluir uno o más objetivos, este atributo está definido en términos del número de tareas existentes en los itinerarios de cada objetivo propuesto y varía para cada juego particular.

La última perspectiva de este modelo se denomina *Perspectiva de Interacción* y está relacionada con la forma en la que los usuarios interactúan con el resto de compañeros del grupo. En particular, los valores de los atributos de esta perspectiva están relacionados con las tareas en grupo. Por tanto, para cada tarea en grupo se monitorizan los mensajes intercambiados, de tal forma que se establece una clasificación de los mismos según la clasificación de eventos previamente definida (sección 5.5). Basándonos en dicha clasificación, cuando se hace referencia a un mensaje de tipo x.y nos referimos a sub-categoría.especialización. Así, la Perspectiva de Interacción (Tabla 6.13) está constituida por los atributos necesarios para almacenar los mensajes intercambiados en cada una de las categorías, sub-categorías y especializaciones de la clasificación de eventos.

Tabla 6.13 Atributos de la Perspectiva de Interacción del Modelo de Estudiante-Jugador

Atributo	Descripción	Dominio
Comunicación		
Envío Pregunta/Respuesta	Número de mensajes de comunicación de pregunta/respuesta enviados	$n \in N$
Envío Información	Número de mensajes de comunicación de compartición de información enviados	$n \in N$
Envío Comprobación	Número de mensajes de comunicación de comprobación enviados	$n \in N$
Envío Social	Número de mensajes de comunicación de tipo social enviados	$n \in N$
Recepción Pregunta/Respuesta	Número de mensajes de comunicación de pregunta/respuesta recibidos	$n \in N$
Recepción Información	Número de mensajes de comunicación de compartición de información recibidos	$n \in N$
Recepción Comprobación	Número de mensajes de comunicación de comprobación recibidos	$n \in N$
Recepción Social	Número de mensajes de comunicación de tipo social recibidos	$n \in N$
Colaboración		
Envío proposición propuesta	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de propuesta.proposición	$n \in N$
Envío negociación propuesta	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de propuesta.negociación	$n \in N$
Envío contrapropuesta	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de propuesta.contraoferta	$n \in N$
Envío petición ayuda	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de ayuda.petición	$n \in N$
Envío negociación ayuda	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de ayuda.negociación	$n \in N$
Envío resolución ayuda	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de ayuda. solución	$n \in N$
Envío petición recursos	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de recursos.petición	$n \in N$
Envío identificación del usuario con recurso	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de recursos.usuario	$n \in N$
Envío negociación recurso	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de recursos.negociación	$n \in N$

Envío solución recurso	Número de mensajes de colaboración enviados en la subcategoría de recursos.solución	$n \in \mathbb{N}$
Recepción proposición propuesta	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de propuesta.proposición	$n \in \mathbb{N}$
Recepción negociación propuesta	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de propuesta.negociación	$n \in \mathbb{N}$
Recepción contrapropuesta	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de propuesta.contrapropuesta	$n \in \mathbb{N}$
Recepción petición ayuda	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de ayuda.petición	$n \in \mathbb{N}$
Recepción negociación ayuda	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de ayuda.negociación	$n \in \mathbb{N}$
Recepción resolución ayuda	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de ayuda.solución	$n \in \mathbb{N}$
Recepción petición recursos	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de recursos.petición	$n \in \mathbb{N}$
Recepción identificación del usuario con recurso	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de recursos.usuario	$n \in \mathbb{N}$
Recepción negociación recurso	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de recursos.negociación	$n \in \mathbb{N}$
Recepción solución recurso	Número de mensajes de colaboración recibidos en la subcategoría de recursos.solución	$n \in \mathbb{N}$
Coordinación		
Envío identificación de decisiones	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de decisiones.identificación	$n \in \mathbb{N}$
Envío negociación de decisiones	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de decisiones.negociación	$n \in \mathbb{N}$
Envío votación de decisiones	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de decisiones.votación	$n \in \mathbb{N}$
Envío acuerdo de decisiones	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de decisiones.acuerdo	$n \in \mathbb{N}$
Envío coordinación identificación de grupo	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de identificación de grupo	$n \in \mathbb{N}$
Envío identificación de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de planificación.identificación de tareas	$n \in \mathbb{N}$
Envío negociación de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de planificación.negociación de tareas	$n \in \mathbb{N}$
Envío distribución de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación enviados en la subcategoría de planificación.distribución de tareas	$n \in \mathbb{N}$
Recepción identificación de decisiones	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de decisiones.identificación	$n \in \mathbb{N}$
Recepción negociación de decisiones	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de decisiones.negociación	$n \in \mathbb{N}$

Recepción votación de decisiones	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de decisiones.votación	$n \in \mathbb{N}$
Recepción acuerdo de decisiones	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de decisiones.acuerdo	$n \in \mathbb{N}$
Recepción identificación de grupo	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de identificación de grupo	$n \in \mathbb{N}$
Recepción identificación de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de planificación.identificación de tareas	$n \in \mathbb{N}$
Envío negociación de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de planificación.negociación de tareas	$n \in \mathbb{N}$
Envío distribución de tareas para planificación	Número de mensajes de coordinación recibidos en la subcategoría de planificación.distribución de tareas	$n \in \mathbb{N}$

Todos los atributos de esta perspectiva se inicializan a 0 y se van actualizando a medida que el usuario envía y recibe mensajes en las tareas de grupo.

6.3.7.2. Modelo de Grupo

De igual forma que necesitamos modelar al usuario particular, es necesario que modelemos al grupo como tal. Podría pensarse que el modelado del grupo puede constituirse a partir de la suma de los modelos de sus componentes, pero en el contexto del CSCL esto no es suficiente, ya que el grupo es más que la suma de sus partes (Paiva, 1997).

No obstante, existe una analogía directa entre los modelos individuales y de grupo. Por esta razón, el Modelo de Grupo también está compuesto de cuatro perspectivas: la primera, la *Perspectiva de Identificación*, incluye meta-información acerca del grupo; la segunda, la *Perspectiva Educativa*, permite conocer el aprendizaje conseguido por el grupo; la tercera perspectiva, la *Perspectiva de Videojuego*, incluye las preferencias del grupo respecto al juego; y, finalmente, la *Perspectiva de Interacción*, desde la que se analiza cómo el grupo interactúa como un todo. La información de esta última perspectiva hace posible medir la calidad de la interacción y nos permitiría determinar si la calidad de la colaboración y el aprendizaje obtenido están relacionados.

Tabla 6.14 Atributos de la Perspectiva de Interacción del Modelo de Grupo

Atributo	Descripción	Dominio
Miembro más prestigioso para Comunicación	Miembro del grupo que recibe más mensajes de comunicación	$x: x$ es un Miembro del Grupo
Miembro más prestigioso para Colaboración	Miembro del grupo que recibe más mensajes de colaboración	$x: x$ es un Miembro del Grupo
Miembro más prestigioso para Coordinación	Miembro del grupo que recibe más mensajes de coordinación	$x: x$ es un Miembro del Grupo
Miembro más influyente para Comunicación	Miembro del grupo que envía más mensajes de comunicación	$x: x$ es un Miembro del Grupo
Miembro más influyente para Colaboración	Miembro del grupo que envía más mensajes de colaboración	$x: x$ es un Miembro del Grupo
Miembro más influyente para Coordinación	Miembro del grupo que envía más mensajes de coordinación	$x: x$ es un Miembro del Grupo

Densidad de la Red para Comunicación	Ratio de número de contactos realizado por los miembros del grupo y el total de contactos posibles para comunicación	$x: x = \frac{\text{Relaciones_Efectivas_Comunicación}}{\text{Relaciones_Posibles_Comunicación}}, x \in [0, 1]$
Densidad de la Red para Colaboración	Ratio de número de contactos realizado por los miembros del grupo y el total de contactos posibles para colaboración	$x: x = \frac{\text{Relaciones_Efectivas_Colaboración}}{\text{Relaciones_Posibles_Colaboración}}, x \in [0, 1]$
Densidad de la Red para Coordinación	Ratio de número de contactos realizado por los miembros del grupo y el total de contactos posibles para coordinación	$x: x = \frac{\text{Relaciones_Efectivas_Coordinación}}{\text{Relaciones_Posibles_Coordinación}}, x \in [0, 1]$
Matriz de Adyacencia para Comunicación	Matriz que contiene todos los mensajes de comunicación intercambiados por los miembros del grupo	MM_{ixi} : MM es una matriz cuadrada de dimensión i para mensajes de comunicación
Matriz de Adyacencia para Colaboración	Matriz que contiene todos los mensajes de colaboración intercambiados por los miembros del grupo	ML_{ixi} : ML es una matriz cuadrada de dimensión i para mensajes de colaboración
Matriz de Adyacencia para Coordinación	Matriz que contiene todos los mensajes de coordinación intercambiados por los miembros del grupo	MR_{ixi} : MR es una matriz cuadrada de dimensión i para mensajes de coordinación
Miembro más Prestigioso	Miembro del grupo que recibe más mensajes (de cualquier tipo)	$x: MM[i][x] + MR[i][x] + ML[i][x] > MM[i][j] + MR[i][j] + ML[i][j] \forall i, j$
Miembro más Influyente	Miembro del grupo que envía más mensajes (de cualquier tipo)	$x: MM[x][j] + MR[x][j] + ML[x][j] > MM[i][j] + MR[i][j] + ML[i][j] \forall i, j$
Densidad de la Red	Ratio de contactos realizados entre los miembros del grupo en relación a los posibles.	$x: x = \frac{\text{Relaciones_Efectivas}}{\text{Relaciones_Posibles}}, x \in [0, 1]$

La *Perspectiva de Identificación* contiene información general acerca del grupo, incluyendo un *Identificador*, la *Fecha de Creación* del grupo y una lista de los *Miembros* del grupo. Además, si el grupo se ha creado como resultado de un cambio de los miembros de un grupo anterior, este último grupo se considera *Padre* del primero, mientras que el nuevo grupo será el *Hijo*. De esta manera, conseguimos una estructura de grupos en árbol que define la evolución de los grupos a lo largo del tiempo.

Las *Perspectivas Educativa* y de *Videojuego* son muy similares a las del Modelo de Estudiante-Jugador, pero en este caso contienen información acerca de las características o logros del grupo completo (Objetivos y Tareas de grupo). Sin embargo, la *Perspectiva de Interacción* en el Modelo de Grupo (Tabla 6.14) es muy diferente, ya que contiene información acerca de las características generales del grupo. En particular, hay cuatro atributos que se han incluido para cada una de las categorías de la tipificación de mensajes. Las medidas consideradas, tal como se indicó en el capítulo 5, sección 5.6, son: el miembro más prestigioso, el más influyente, la densidad de la red y la matriz de adyacencia.

6.4. Conclusiones

En este capítulo se han presentado los elementos principales de un sistema VGSCL, a saber, objetivos educativos y lúdicos, tareas educativas y lúdicas e interacción, así como la definición de cada uno de dichos elementos y las opciones que se definen en cada caso.

Ha quedado patente la necesidad de construir un repositorio de información que provea de homogeneidad al sistema y que permita hacer un análisis preciso y exhaustivo del proceso de aprendizaje en un sistema de estas características. Este problema ha quedado resuelto con la inclusión de tres diccionarios generales para gestionar cada uno de los aspectos esenciales del sistema: educativo, juego y usuario.

Para organizar la información necesaria en el sistema, se han presentado cuatro conjuntos de modelos, que permiten caracterizar el proceso de aprendizaje, el proceso de juego, la relación entre dichos procesos y al usuario, además de permitir un proceso de adaptación a distintos niveles por medio de la configuración de sus parámetros.

CAPITULO 7

PROCESO DE DISEÑO DE VIDEOJUEGOS PARA SISTEMAS VGSCL

No podemos engañar a la naturaleza, pero sí podemos ponernos de acuerdo con ella.

(Albert Einstein)

7. Proceso de Diseño de Videojuegos para Sistemas VGSC

Aunque numerosos estudios avalan las bondades de los videojuegos educativos, no se ha encontrado en la bibliografía ningún método adecuado para diseñar este tipo de videojuegos. Pensamos que este hecho se debe a la complejidad de encontrar un equilibrio entre los contenidos educativos y los lúdicos, de tal forma que se mantenga el aprendizaje y la motivación asociada al proceso de juego. Además, para que este tipo de herramientas tenga éxito, es necesario establecer claramente la relación entre los contenidos educativos y los retos del videojuego, por lo que pensamos que, para diseñar un juego que tenga un equilibrio entre estos dos contenidos, es necesaria una metodología como parte fundamental del proceso de desarrollo de videojuegos educativos. En este capítulo se presenta un proceso de diseño de videojuegos educativos con actividades colaborativas basado en el modelado presentado en el capítulo anterior. Por medio de este proceso de diseño, el videojuego obtenido es atractivo para profesores y alumnos, ya que es divertido y a la vez mantiene las ventajas del aprendizaje colaborativo.

Para que este proceso de diseño sea más sencillo, se ha diseñado un prototipo de herramienta de apoyo al proceso de desarrollo que ayuda, tanto a profesores como a diseñadores de juegos, a aplicar esta metodología.

INDICE DEL CAPITULO

7.1. INTRODUCCIÓN	189
7.2. PROCESO DE DISEÑO PARA VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS	189
7.2.1. <i>Etapa 1: Diseño de contenidos educativos</i>	191
7.2.2. <i>Etapa 2: Diseño del contenido lúdico</i>	192
7.2.3. <i>Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos</i>	194
7.2.4. <i>Etapa 4: Modelado de usuario</i>	195
7.3. GUÍA DE ESTILO PARA EL DISEÑO DE ACTIVIDADES COLABORATIVAS.....	196
7.3.1. <i>Interdependencia positiva (IP)</i>	198
7.3.2. <i>Exigibilidad Personal (EP)</i>	199
7.3.3. <i>Interacción cara a cara (ICC)</i>	201
7.3.4. <i>Habilidades sociales (HS)</i>	202
7.3.5. <i>Autoanálisis del grupo (AG)</i>	203
7.4. ALGORITMO Y PROTOTIPO PARA IMPLEMENTAR EL PROCESO DE DISEÑO	204
7.5. CONCLUSIONES	215

7.1. Introducción

Actualmente, no existen suficientes videojuegos educativos que realicen su labor docente de forma eficiente debido principalmente, en nuestra opinión, a la falta de un método de desarrollo específico que permita relacionar los objetivos educativos con las actividades propias del videojuego.

Con objeto de cubrir este aspecto, en este capítulo se presenta un método incremental de diseño de videojuegos educativos con actividades colaborativas basado en los principios de la Ingeniería del Software. Este método de diseño pretende facilitar a los profesores y desarrolladores el proceso de especificación y diseño, tanto de los contenidos educativos como de los contenidos lúdicos. De esta manera, el videojuego obtenido estará más cerca de ser un videojuego lo suficientemente atractivo para el jugador, a través del cual podrá aprender un conjunto de contenidos educativos incluidos en él y trabajar de forma colaborativa mientras juega.

Para validar la utilidad de este proceso de diseño hemos desarrollado un prototipo de herramienta de apoyo al proceso de desarrollo, centrado únicamente en los componentes y características del proceso que dan soporte al diseño de las actividades. Este prototipo se ha diseñado de tal forma que su uso es sencillo desde el punto de vista de la mayoría de los usuarios, tal como se desprende de la encuesta realizada a un conjunto de profesores (capítulo 9).

Como característica adicional, este método de diseño se puede aplicar independientemente de la plataforma de implementación y el lenguaje utilizados.

7.2. Proceso de diseño para videojuegos educativos

El principal objetivo que se aborda en este capítulo es hacer más fácil el proceso de diseño de videojuegos educativos y realizarlo por medio de una propuesta basada en modelos. Este proceso de diseño puede utilizarse independientemente de la implementación posterior y permite a los desarrolladores tener un conjunto de especificaciones y documentos de diseño con las características fundamentales del videojuego y de sus retos.

Tabla 7.1 Etapas del proceso de diseño

Etapas		Actividades	Modelos	Documentos
1	Diseño de contenidos educativos	Diseño del Diccionario General Educativo (DGE)	Modelo de Áreas de Conocimiento Modelo de Objetivos Educativos Modelo de Tareas y Actividades Educativas	[D1.1] Áreas de conocimiento [D1.2] Objetivos educativos [D1.3] Tareas educativas [D1.4] Actividades educativas
		Diseño del	Modelo	[D1.5] Itinerario

		Modelo Educativo	Educativo	educativo
2	Diseño del contenido lúdico	Diseño del Modelo de Videojuego	Modelo de Videojuego	[D2.1] Historia [D2.2] Características de interacción
		Diseño del Diccionario General del Videojuego (DGV)	Modelo de Retos del Videojuego Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	[D2.3] Retos del Videojuego [D2.4] Fases del Vvideojuego [D2.5] Niveles del Videojuego [D2.6] Itinerario de juego
3	Relacionar contenido educativo y lúdico	Relacionar contenido educativo y lúdico	Modelo General de Objetivos y Tareas	[D3.1] Implementación
4	Modelar al usuario (DGU)	Caracterizar al usuario	Modelo de Estudiante-Jugador	[D4.1] Perspectiva Personal del usuario [D4.2] Perspectiva Educativa del usuario [D4.3] Perspectiva de Juego del usuario [D4.4] Perspectiva de Interacción del usuario
		Caracterizar al grupo	Modelo de Grupo	[D4.5] Perspectiva de Identificación del grupo [D4.6] Perspectiva educativa del grupo [D4.7] Perspectiva de juego del grupo [D4.8] Perspectiva de interacción del grupo

El conjunto de modelos generados durante el proceso de diseño se utilizará para definir el videojuego. Estos documentos se dividen en cuatro categorías: 1) modelos para el *contenido educativo*, donde se diseña el DGE, los Modelos Educativos, los Modelos de Objetivos Educativos y los Modelos de Tareas y Actividades Educativas; 2) modelos para los *contenidos lúdicos*, donde se diseña el DGV, se definen el Modelo de Juego, el Modelo de Retos del Videojuego y el Modelo de Fases y Niveles del Videojuego; 3) *Modelo General de Objetivos y Tareas*, que permite relacionar los contenidos educativos y los lúdicos; 4) *modelado de usuario*, donde definimos el DGU y los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo. Cada uno de estos conjuntos de modelos se elabora en una etapa diferente y genera diferentes documentos, que se describen en las siguientes secciones. Esta separación de aspectos permite afrontar la dificultad del proceso de diseño de forma incremental en etapas interrelacionadas (Tabla 7.1), lo que hace que la tarea sea más sencilla y abordable.

7.2.1. Etapa 1: Diseño de contenidos educativos

El objetivo de esta etapa es definir los contenidos educativos que van a estar disponibles en cada juego. Por este motivo, una parte importante del diseño del videojuego es el diseño del contenido educativo. Esta etapa debe afrontarse en primer lugar y deben realizarla profesores, pedagogos y, en general, el equipo educativo de forma conjunta. Esta etapa está compuesta por dos actividades: el diseño del Diccionario General Educativo y la definición del Modelo Educativo. En las siguientes secciones se explican estas actividades.

Actividad 1: Diseño del Diccionario General Educativo (DGE)

El DGE es la estructura principal de información educativa en el sistema y, como se comentó en el capítulo 6 (sección 6.3.1), permite mantener la homogeneidad en el proceso de diseño y la evaluación de los alumnos gracias a una nomenclatura unificada. Para construir este DGE es necesario abordar tres aspectos: 1) definición de Áreas de Conocimiento, 2) definición de Objetivos Educativos, y 3) definición de Tareas y Actividades Educativas.

Definir las *Áreas de Conocimiento* (documento D1.1) consiste en introducir cada una de ellas en el DGE, indicando los datos generales del área, que coinciden con los atributos del Modelo de Área de Conocimiento (sección 6.3.4.1): nombre del área, edad educativa para la que es apropiada y descripción general de los contenidos relacionados con dicha área.

Para cada una de estas Áreas, tenemos un conjunto de *Objetivos Educativos* (documento D1.2) que tenemos que definir completamente. Para describir un Objetivo Educativo es necesario incluir suficiente información para entender los contenidos educativos y cómo deben ser superados. De esta forma, para cada objetivo es necesario incluir todos los datos necesarios para completar el Modelo de Objetivo Educativo (sección 6.3.4.2), es decir, un nombre, el área de conocimiento a la que pertenece, las áreas de conocimiento transversales, la edad educativa recomendada, una descripción en lenguaje natural que explique los contenidos que el estudiante va a aprender, un Modelo de Sub-objetivos que especifique la jerarquía de objetivos relacionados y, para los objetivos hoja, un Modelo de Tareas y Actividades Educativas que indique las *Tareas Educativas* (documento D1.3) y las *Actividades Educativas* (documento D1.4) que se necesitan para superar el objetivo. Por medio del prototipo que se ha diseñado, el Modelo de Sub-objetivos Educativos se genera automáticamente a partir de las relaciones establecidas entre Objetivos, al igual que el Modelo de Tareas y Actividades Educativas, tal como se explica a continuación.

Finalmente, tenemos que introducir información acerca de las Tareas y Actividades que los estudiantes tienen que resolver para alcanzar los objetivos. La especificación para Tareas y Actividades Educativas es similar a la de los Objetivos Educativos, tal como vimos en el Modelo de Tareas y Actividades Educativas (sección 6.3.4.3): nombre, áreas de conocimiento principal y transversales, descripción en lenguaje natural de los contenidos y, para las tareas, el modelo de sub-tareas y actividades que especifica las relaciones entre ellas. Este modelo también se genera automáticamente cuando se establecen las relaciones por medio del prototipo.

Como resultado de esta actividad, obtenemos un conjunto de documentos de especificación: un documento para cada Área de Conocimiento, un documento para cada Objetivo Educativo que hemos definido en el diccionario, y finalmente, un documento para cada Tarea y Actividad Educativa que hemos especificado.

Actividad 2: Diseño del Modelo Educativo

El Modelo Educativo es un sub-conjunto de los Objetivos y Tareas de un Área de Conocimiento y una edad determinadas. Por medio de un Modelo Educativo, el profesor selecciona los contenidos educativos que se van a enseñar con el videojuego. En el Modelo Educativo, tal como explicamos en la sección 6.3.4.4, se detallan los siguientes elementos: área o áreas de conocimiento comprendidas en los contenidos que se van a enseñar, edad educativa recomendada, conocimientos previos requeridos, expresados en términos del DGE, y un Modelo de Objetivos y Tareas Educativas que especifique el contenido educativo y las relaciones entre los elementos.

Puesto que ya se han definido todos los elementos del proceso educativo, el profesor sólo tiene que seleccionar los objetivos que desea incluir en el videojuego en cuestión y establecer los itinerarios educativos para cada objetivo. Un *Itinerario Educativo* (documento D1.5) es un conjunto de tareas que los estudiantes pueden realizar para superar un objetivo (sección 6.3.4.4, Figura 6.5). El profesor puede incluir actividades obligatorias y optativas, y puede definir distintos itinerarios para cada objetivo, de tal forma que los estudiantes tengan distintas opciones para llegar a aprender el mismo concepto. Por supuesto, una vez que hemos definido el Área de Conocimiento y la edad educativa para el Modelo Educativo, todos los Objetivos y Tareas incluidas en dicho modelo tienen que pertenecer al área y la edad indicadas.

Por tanto, el Modelo Educativo, junto con los Itinerarios Educativos, es una vista parcial y específica de los Objetivos Educativos y las relaciones establecidas entre ellos en el DGE. Si se necesita un nuevo Objetivo Educativo, tenemos que introducirlo en el DGE antes de utilizarlo. Como resultado de esta actividad, obtenemos un documento que recoge las características del Modelo Educativo definido.

El Modelo Educativo y los Itinerarios asociados constituyen la base que el profesor puede usar para personalizar el aprendizaje, en función del contexto en el que se va a utilizar el videojuego (materias ya enseñadas, actividades de refuerzo, problemas de aprendizaje específicos...)

7.2.2. Etapa 2: Diseño del contenido lúdico

Una vez finalizada la etapa anterior, los documentos obtenidos se entregan a los diseñadores de videojuegos. Desde ese momento, los diseñadores usan esta información para diseñar los aspectos lúdicos del proceso de aprendizaje, de tal forma que el contenido educativo esté implícito en el juego. Esta etapa está dividida en dos actividades: diseño del Modelo de Juego y diseño del Diccionario General del Videojuego.

Para mantener la homogeneidad en el proceso de diseño y facilitar la relación entre el aspecto educativo y la historia del juego, los aspectos recreativos se estructuran de forma similar a los contenidos educativos. De esta forma, tenemos un Modelo de Juego compuesto por un conjunto de Retos, los cuales se superan mediante la realización de un conjunto de Fases y Niveles.

Actividad 1: Diseño del Modelo de Juego

El primer paso para diseñar el videojuego es definir sus características generales, que quedarán reflejadas en el Modelo de Juego. Para definir algunas de estas características será necesario utilizar algunos de los valores por defecto incluidos en el DGV, tales como el tipo de videojuego, por ejemplo. Estos valores son estándar para la mayoría de los juegos, por lo

que se introducen en el diccionario de forma automática. En cualquier caso, el usuario puede introducir otros valores adicionales si los necesita. Además, algunos de los elementos incluidos en este modelo se derivan de los documentos obtenidos en la etapa anterior, tales como el Área de Conocimiento que se va a enseñar a través del juego o la edad educativa recomendada. Por medio de esta información, el profesor, en colaboración con el equipo de diseñadores, debe decidir:

- La *historia* del juego (narrativa) de acuerdo a los contenidos que se quieren enseñar. Por ejemplo, un juego de estrategia que incluya mapas de los territorios puede ser adecuado para enseñar el periodo de la 2ª guerra mundial o geografía, mientras que para enseñar matemáticas podría ser más adecuado un entorno en el que tuviéramos, por ejemplo, habitaciones llenas de bloques para contarlos o agruparlos. Como resultado de esta acción se genera el documento D2.1.
- El *género* del videojuego. Los géneros de juego están incluidos en el diccionario, y son, por ejemplo, acción, aventura, RPG, estrategia, simulación, carreras, lucha, puzle, musical, deportivo, plataformas, puntería, etc.
- *Dispositivo* en el que se va a ejecutar el juego: PC, Nintendo DS, etc. Estos valores también se seleccionan desde el Diccionario General del Videojuego.
- Cómo se van a organizar las *actividades en grupo*: competición, colaboración o cooperación. Se genera el documento D2.2.
- Elementos *Multimedia* que se requieren. Esta información permitirá después al profesor elegir el videojuego más adecuado de acuerdo a los estudiantes que van a jugar. Si, por ejemplo, un estudiante tiene deficiencias auditivas y tenemos dos videojuegos diferentes relacionados con el mismo modelo educativo, quizá la mejor opción sería elegir el que no incluye efectos sonoros. En ese videojuego la información probablemente esté codificada en otro formato y el estudiante pueda entenderla mejor.
- El *modo* de juego, es decir, cómo se van a superar los objetivos (sección 6.2.1): 1) libre, donde los jugadores pueden realizar los objetivos del videojuego sin restricciones de orden previamente establecidas, 2) por objetivos uno a uno, si el jugador tiene que superar un objetivo antes de empezar el siguiente, o 3) por objetivos todos a la vez, si el jugador puede afrontar cualquier objetivo de los que tiene asignados sin necesidad de completar unos antes que otros.

Actividad 2: Diseño del Diccionario General del Videojuego (DGV)

En esta actividad se completa el DGV incluyendo la información relacionada con los Retos, Fases y Niveles del Videojuego.

El diseño de los Retos del Videojuego (documento D2.3, sección 6.3.5.2) es bastante similar a la realizada para los Objetivos Educativos durante el diseño del DGE. La única diferencia es que, en este caso, vamos a plantear Retos del Videojuego en lugar de Objetivos Educativos. Los retos pueden estar relacionados entre ellos formando el Modelo de Retos del Videojuego. Además, cada Reto se supera por medio de Fases y Niveles, que están también relacionados entre ellos por medio del correspondiente modelo.

Y de la misma forma que en el Modelo Educativo, estas relaciones se generan automáticamente cuando el usuario relaciona los elementos. Sin embargo, aunque algunos Retos pueden compartirse entre varios videojuegos, la mayoría de ellos serán específicos de un juego concreto, ya que existe una fuerte dependencia de los retos respecto a la historia. Por ejemplo, algunos retos que pueden compartirse entre juegos pueden ser *abrir una puerta* o *mover un obstáculo*.

Para definir los Retos, los diseñadores usan elementos de la historia principal del juego y generan un nuevo documento para cada reto. Este documento incluye: un nombre para cada reto, una descripción en lenguaje natural explicando lo que tiene que hacer el jugador en el reto, las relaciones entre los retos incluidos en el modelo y un Modelo de Fases y Niveles del Videojuego (sección 6.3.5.3).

El último paso en el diseño de contenidos lúdicos es definir las Fases (documento D2.4) y los Niveles (documento D2.5) del Videojuego. De la misma forma que en el nivel educativo, se pueden definir distintos *Itinerarios Lúdicos* (documento D2.6) para cada Reto. Una Fase es una tarea que el jugador tiene que realizar en el videojuego para superar un Reto y puede estar compuesta de sub-fases si es demasiado compleja. Una sub-fase puede estar dividida en Niveles, los cuales pueden también dividirse en sub-niveles.

Además, para definir las Fases y Niveles completamente, los diseñadores tienen que especificar:

- Un nombre para la Fase o Nivel, que debe ser suficientemente descriptivo.
- Una descripción en lenguaje natural para cada Fase y Nivel.
- La categoría de la Fase o Nivel, seleccionada del DGV. Hay algunas categorías estándar: puntería, puzle, diálogo, etc.
- Número de jugadores.
- Dificultad de la Fase o Nivel.
- Tipo de Fase: Las Fases que se realizan en grupo se pueden clasificar como (sección 6.2.3): *simultáneas*, si todos los Niveles de la Fase deben hacerse a la vez por todos los miembros del grupo; *ordenadas*, si los Niveles están relacionados por una relación de orden y uno de ellos no puede realizarse hasta que el anterior se haya completado; y *no ordenadas*, si todos los Niveles en la Fase se pueden completar sin ningún orden establecido. Si una Fase es individual, este atributo no es aplicable.
- Características deseables de los jugadores, desde las tres perspectivas modeladas (sección 6.3.7).
- Dificultad de la Fase o Nivel.
- Recursos necesarios y disponibles para superar la Fase, como por ejemplo, una llave para abrir una puerta, una poción o una herramienta.
- Modelo de Sub-fases y Niveles del Videojuego para dividir la Fase en unidades más sencillas.

Como resultado de esta actividad, obtenemos un documento para cada Reto, Fase y Nivel incluido en el Modelo de Juego.

7.2.3. Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos

En la tercera etapa se relaciona el Modelo Educativo con el Modelo de Juego. Para hacerlo, a partir de los documentos obtenidos de las etapas anteriores, los profesores y los diseñadores tienen que unir cada uno de los elementos. Las relaciones establecidas en este momento determinan el proceso de evaluación de los alumnos, ya que relacionar una Fase o Nivel en el Videojuego con una Tarea o Actividad en el Modelo Educativo supone que superar dicha Fase o Nivel es equivalente a aprender el contenido educativo de la Tarea o Actividad asociada. Para representar esta información, los profesores y los diseñadores tienen que especificar el Modelo General de Objetivos y Tareas (sección 6.3.6).

Cuando relacionamos una Fase o Nivel del Videojuego con una Tarea o Actividad Educativa, se establece una relación de *Implementación* (documento D3.1) entre ellas (sección

6.3.6). Cada Tarea o Actividad Educativa debe implementarse por, al menos, una Fase o Nivel del Videojuego. Sin embargo, no todas las Fases y Niveles del Videojuego tienen que estar relacionadas con una Tarea o Actividad, ya que es posible, y también necesario, que los videojuegos incluyan Fases y Niveles sólo para divertir, con objeto de mantener el interés y la motivación de los jugadores.

En conclusión, cuando esta etapa finaliza, obtenemos como resultado un documento donde se especifica el Modelo General de Objetivos y Tareas, que incluye: el Modelo Educativo, el Modelo de Juego y la relación de implementación entre ambos modelos. Para evaluar lo que los jugadores han aprendido, se incluye también un conjunto de fórmulas. Haciendo uso de estas fórmulas se puede calcular una calificación aproximada, considerando la puntuación obtenida en el juego y, además, otros factores, como pueden ser el número de veces que se ha superado la tarea de forma satisfactoria, el nivel de precisión alcanzado, etc.

7.2.4. Etapa 4: Modelado de usuario

En esta etapa se confeccionan los modelos para los usuarios de los videojuegos, tanto a nivel individual como de grupo. Como ya se explicó en la sección 6.3.7, estos modelos están descritos desde cuatro perspectivas: 1) perspectiva general, que describe la información para caracterizar al estudiante o al grupo, 2) perspectiva educativa, que permite personalizar el aprendizaje que el alumno va a realizar, 3) perspectiva de videojuego, que describe las características y preferencias en el proceso de juego para cada jugador o grupo, y 4) perspectiva de interacción, que muestra cómo trabajan los estudiantes cuando se enfrentan a una tarea de grupo.

Es importante reseñar que el Diccionario General de Usuario (DGU) contiene un conjunto de valores por defecto que pueden utilizarse durante la modelización del estudiante-jugador y el grupo, sin que esto limite la posibilidad de que el usuario pueda introducir nuevos valores si los necesita.

Actividad 1: Caracterización del usuario (jugador)

En esta actividad se genera un *Modelo de Estudiante-Jugador* (sección 6.3.7.1) para cada alumno que va a jugar (documento D4.1). En la Perspectiva Personal, el profesor indica los datos generales del estudiante, incluyendo también información relativa a sus capacidades y discapacidades, si las tiene. Esta información permite personalizar las Fases y Niveles del Videojuego en función de las características y limitaciones del jugador.

La Perspectiva Educativa (documento D4.2) permite al profesor indicar el conjunto de Objetivos Educativos y Tareas Educativas que el estudiante tiene que realizar. Por medio de la información almacenada en esta perspectiva el profesor puede, por ejemplo, reforzar los elementos educativos que considera más importantes o que el alumno en cuestión no ha conseguido aprender suficientemente bien. También puede incluir actividades adicionales para los estudiantes que ya han superado dicho contenido.

En la Perspectiva de Videojuego (documento D4.3) el profesor puede indicar qué dispositivos suele utilizar el estudiante y la experiencia del jugador con dichos dispositivos, según la escala de Card (Card, 1985), tal como se explicó en la sección 6.3.7.1. El resto de los atributos están muy relacionados con la actuación del jugador en los videojuegos propuestos en el sistema, que se inicializan con un valor por defecto y se van actualizando a medida que se juega.

Finalmente, la Perspectiva de Interacción (documento D4.4) incluye datos acerca de la actuación del jugador cuando realiza actividades en grupo. Estos atributos, tal como explicamos en la sección 6.3.7.1, están clasificados de acuerdo a la clasificación de eventos propuesta en el capítulo 5. Basado en el estudio de estos mensajes, es posible analizar aspectos tales como la capacidad de liderazgo o la dependencia de los miembros del grupo respecto a los demás.

Actividad 2: Caracterización del grupo

Aunque podría parecer que el modelado del grupo está implícito en la unión de los modelos de los usuarios que pertenecen al grupo, es necesario modelar al grupo independientemente de sus miembros.

La creación de grupos puede hacerse de forma manual, ya sea por parte del profesor o de los propios alumnos, o bien de forma automática. Si se realiza de forma manual, es necesario completar la Información de Identificación (documento D4.5) acerca del grupo, incluyendo los jugadores que pertenecen a él y la fecha en que se creó. Si la agrupación se realiza de forma automática, esta información la rellenará el sistema.

Las Perspectivas Educativa (documento D4.6) y de Videojuego (documento D4.7) están compuestas por los mismos atributos incluidos en el modelo individual. La principal diferencia entre estos modelos es que el Modelo de Grupo incluye datos referentes a las actividades que los miembros del grupo realizan juntos, no a las actividades individuales.

Los atributos en la Perspectiva de Interacción (documento D4.8) contienen información acerca de los mensajes intercambiados por todo el grupo, que se reflejan en cada una de las matrices de adyacencia.

7.3. Guía de estilo para el diseño de actividades colaborativas

El diseño de videojuegos es una tarea difícil en general, más aún si los videojuegos que se quieren diseñar tienen una componente educativa intrínseca e incorporan actividades colaborativas. El proceso de inclusión de actividades educativas colaborativas de forma efectiva en este tipo de videojuegos debe realizarse de forma que se mantenga el proceso lúdico y de aprendizaje, pero sin perder de vista las relaciones de dependencia que deben surgir en las actividades en grupo en un videojuego.

Si bien el aprendizaje cooperativo difiere en algunos aspectos respecto al aprendizaje colaborativo, como punto de partida para realizar esta guía de estilo se ha tomado el conjunto de propiedades que Johnson y Johnson (Johnson, 1994) proponen para el aprendizaje cooperativo, las cuales se detallan a continuación:

- *Interdependencia positiva*: Los estudiantes son conscientes de que son un equipo y, por tanto, el éxito o fracaso individual representa también el éxito o fracaso del grupo, y viceversa. Los objetivos del grupo se alcanzan si todos los miembros del grupo trabajan juntos. De acuerdo con Johnson & Johnson, “*la interdependencia positiva es la percepción de que estás unido a otros de tal forma que no puedes tener éxito a menos que el resto de los compañeros también lo tenga (y viceversa), esto es, su trabajo te beneficia a ti y el tuyo les beneficia a ellos*” (traducido de Johnson, 1994).
- *Exigibilidad personal*: Cada miembro del grupo debe ser capaz de contribuir con sus conocimientos al resto del grupo y también de aprender de las contribuciones de sus compañeros. De esta manera, todos los miembros del grupo se benefician. Nadie puede

“descansarse” sobre el trabajo de los demás. En palabras de Johnson y Johnson: *“la exigibilidad personal existe cuando se evalúa la actuación de cada estudiante particular y los resultados se devuelven tanto al grupo como al individuo. (...) Las formas más comunes para estructurar la responsabilidad individual incluyen: a) una prueba individual a cada alumno, b) seleccionar al azar el trabajo de uno de los alumnos para que represente al grupo, c) que cada miembro del grupo tenga que explicar lo que ha aprendido a un compañero”* (traducido de Johnson, 1994).

- *Interacción cara a cara*: Se produce durante el proceso de aprendizaje, cuando los estudiantes comparten su conocimiento, discuten sus puntos de vista, ayudan a otros que se encuentran en dificultades... Según Johnson y Johnson: *“Hay actividades cognitivas y dinámicas interpersonales que sólo ocurren cuando los estudiantes están involucrados en estimular el aprendizaje de los demás. Esto incluye explicar cómo resolver los problemas, discutir la naturaleza del concepto que se está aprendiendo, explicar el conocimiento propio a los compañeros y conectar el aprendizaje actual con los conocimientos previos”* (traducido de Johnson, 1994).
- *Habilidades sociales*: Los estudiantes deben organizar su trabajo y tomar decisiones, mostrando en este proceso sus habilidades de liderazgo y conciliación. *“Hay que enseñar a las personas habilidades sociales para que puedan realizar actividades cooperativas de alta calidad y estén motivadas para hacerlo. El liderazgo, la toma de decisiones, la confianza, la comunicación y la gestión de conflictos tienen que enseñarse como habilidades académicas específicas”* (traducido de Johnson, 1994).
- *Autoanálisis de grupo*: El grupo debe autoanalizarse para descubrir si el trabajo es efectivo, los objetivos se están alcanzando y el ambiente de trabajo es adecuado. Esto permite a los miembros del grupo reforzar las habilidades y aumentar el compromiso del grupo con los objetivos comunes: *“el proceso de grupo existe cuando los miembros del grupo discuten si están alcanzando bien los objetivos y manteniendo las relaciones de trabajo de forma efectiva”* (traducido de Johnson, 1994).

Estas propiedades, debido a la importancia del aprendizaje colaborativo en los procesos educativos en los que estamos centrados, se han utilizado como base para clasificar las recomendaciones propuestas en la guía de estilo. El objetivo principal de estas recomendaciones es facilitar el proceso de diseño y la integración de actividades colaborativas en videojuegos educativos.

A continuación, se destaca un conjunto de factores que consideramos necesarios para hacer más efectivo el aprendizaje colaborativo por medio de videojuegos. Estas recomendaciones son flexibles y pueden seleccionarse en función de las necesidades particulares de cada caso, adaptándolas si es necesario. Sin embargo, pensamos que cuanto mayor sea el número de recomendaciones aplicadas, mejor será el resultado obtenido desde el punto de vista del aprendizaje colaborativo. A continuación se enumeran las recomendaciones y pautas para cada uno de los componentes propuestos por Johnson y Johnson (Johnson, 1994).

Cada una de estas recomendaciones se describe siguiendo una plantilla de especificación con los siguientes elementos:

- Descripción general,
- Finalidad u objetivos que se pretenden alcanzar como resultado del seguimiento de la recomendación,
- Conjunto de pautas específicas para llevar a cabo la recomendación.

Además, tal como se verá en las siguientes secciones, estas pautas pueden afectar a distintas propiedades. En este caso, se incluye el identificador de dicha pauta en la propiedad anterior y se explica cómo afecta a la propiedad que se está describiendo.

7.3.1. Interdependencia Positiva (IP)

Descripción

Es importante que cada uno de los alumnos sea consciente de que, puesto que su trabajo afecta al de los demás, el éxito o fracaso de un miembro lo es también del resto del grupo. Un buen ejemplo para entender esta característica es un equipo de fútbol, donde un jugador marca un gol pero el tanto se suma al resultado del grupo. Así, todos los miembros del grupo están afectados por dicha acción. Por ello, los miembros del grupo, necesitan compartir:

- *Objetivos*: El objetivo general del videojuego o de alguna de sus fases debe ser común para todos los miembros del grupo. Esta será la meta a la que se dirigen juntos. En el camino hacia la consecución de este objetivo general, el objetivo deberá incluir objetivos intermedios comunes para mantener la interdependencia a corto plazo. A la vez, deben existir objetivos didácticos grupales que desarrollen las destrezas sociales del alumno.
- *Responsabilidad de equipo*: El videojuego debe incorporar un sistema de “vida de equipo”. Esta vida será común para todos los miembros del grupo y será modificada en función de la actuación de cada miembro durante su intervención.
- *Evaluación*: Gran parte del proceso de evaluación se realiza sobre el grupo, no a cada miembro individualmente.
- *Puntuación*: No sólo existe una puntuación individual, sino que hay una puntuación de grupo, que se ve afectada principalmente por el trabajo en equipo.

Finalidad

La finalidad de la inclusión de actividades que fomenten la interdependencia positiva entre los miembros del grupo puede describirse en base a los siguientes puntos:

- Crear un sentimiento de equipo.
- Fomentar la confianza de cada miembro del grupo en sus compañeros.
- Favorecer el desarrollo de las habilidades de comunicación, discusión y resolución de problemas grupales.

Pautas de diseño

Para conseguir introducir interdependencia positiva en el videojuego educativo, se proponen las siguientes pautas de diseño:

- *Pauta IP.1*: Plantear una o varias metas para el grupo. De esta manera, todos los miembros del grupo trabajan para conseguir un mismo objetivo y lo hacen apoyándose los unos en los otros, ya que el éxito de cada compañero repercute en el de los demás: La meta de todos los miembros del grupo es la misma y deben conseguirla juntos. Se pueden intercalar metas grupales con individuales a lo largo del juego. De esa manera, además, pueden refinar su forma de trabajar a lo largo de todo el proceso de juego y mejorar sus habilidades de trabajo en grupo. Por otra parte, con la aplicación de esta pauta mantenemos despierto el interés de los alumnos y su confianza en el equipo, ya que una meta a muy largo plazo podría desanimarlos o hacerles olvidar el objetivo común.
- *Pauta IP.2*: Hay un conjunto de personajes “buenos” (protagonistas), con los que los jugadores se identifican, lo cual facilita la identidad del grupo. Además, los personajes del grupo deben tener características similares, con elementos concretos que distingan a unos de otros. Por ejemplo, los miembros del grupo pueden utilizar indumentaria del mismo color o pertenecer a una tribu concreta.
- *Pauta IP.3*: Premiar las pruebas individuales con recompensas que deberán ser compartidas con el resto del grupo a lo largo del juego. De esta manera, el jugador

recuerda que su trabajo afecta a todo el grupo. Estas recompensas que se consiguen de forma individual pueden estar relacionadas con instrumentos que el grupo necesita para construir algo, pueden ser dinero que se aporte al grupo para comprar un medio de transporte para seguir la aventura, o puede tratarse de información para confeccionar el mapa de la ruta que deben seguir, por ejemplo.

- *Pauta IP.4:* Recompensas en la puntuación / vida del grupo si todos los miembros alcanzan un mínimo en los objetivos planteados. Puesto que se trata de un juego educativo, es necesario tratar de conseguir un aprendizaje homogéneo de todos los miembros del grupo. Si asumimos que el aprendizaje debe obtenerse a través del juego, una buena forma de hacer que todos alcancen un mínimo del conocimiento esperado es hacer que obtengan un mínimo de puntuación / vida en el juego. De esta forma, además, se fomenta la interdependencia positiva, ya que los miembros del grupo que hayan superado el mínimo (aprendizaje) exigido intentarán que el resto de sus compañeros también lo consigan, para así poder obtener la recompensa común. Por tanto, conseguimos un doble objetivo: favorecer el aprendizaje de todos los miembros del grupo de forma homogénea y fomentar la interdependencia positiva entre los miembros. Esta pauta está relacionada con la calidad del concepto aprendido que debe alcanzar un mínimo en cada uno de los participantes.
- *Pauta IP.5:* Proponer actividades en las que cada miembro del grupo resuelva una parte o construya algo para todos. En ambos casos se fomenta la interdependencia positiva ya que cada miembro del grupo es consciente de que no es posible alcanzar una solución sin su participación, así como que él no puede tener éxito si todos los miembros del grupo no participan. En el primer caso, estarían actividades relativas, por ejemplo, a la resolución de puzzles separados que unidos revelan una pista, mientras que en el segundo, sería un miembro del grupo el encargado de resolver el puzzle que le daría la pista al equipo para continuar avanzando.
- *Pauta IP.6:* Obtener la puntuación de la prueba como la suma de las puntuaciones individuales de los miembros del grupo.
- *Pauta IP.7:* Evaluar conjuntamente las pruebas, de tal forma que los miembros del grupo sólo ven la puntuación que corresponde al grupo. Aunque la puntuación individual es importante de cara a la evaluación del aprendizaje obtenido por cada miembro del grupo, no es necesario que estas puntuaciones estén visibles durante el juego, o al menos, no durante todo el juego. De esta manera conseguimos que los miembros del grupo se interesen por la puntuación global y dejen de lado una posible lucha por ver cuál de ellos consigue más puntuación.
- *Pauta IP.8:* Establecer reglas de avance grupales, donde todos los miembros deben superar un nivel mínimo de puntuación para alcanzar la siguiente fase del juego o para conseguir un objetivo de grupo. Aunque relacionada con la pauta IP.4, en esta ocasión se centra en la cantidad de conceptos aprendidos de forma satisfactoria por cada uno de los miembros del grupo, ya que esta comprobación se realiza al final de una fase, es decir, después de un conjunto de actividades que los miembros del grupo han realizado.
- *Pauta IP.9:* Plantear el problema en el dispositivo de un miembro distinto al que debe resolverlo, facilitando la comunicación y la puesta en común de objetivos. Con este tipo de actividades se fomenta además la habilidad de comprensión y exposición de los miembros del grupo, ya que deben hacer un primer ejercicio para comprender qué se está pidiendo y un segundo ejercicio para explicarlo al compañero indicado.

7.3.2. Exigibilidad Personal (EP)

Descripción

Cada uno de los integrantes del grupo debe dar lo mejor de sí para que el aprendizaje personal y grupal sea más efectivo. Se entiende mejor si pensamos en una carrera de relevos: cada corredor debe correr tan rápido como sea posible para que el equipo gane. Todos los corredores del equipo son importantes y deben trabajar para dar lo mejor de sí mismos por el bien del equipo.

Además, es posible que alguno de los miembros del grupo no alcance el mínimo necesario para superar una determinada fase o actividad, no consiguiendo alcanzar sus objetivos individuales y, por consiguiente, los del grupo. En estos casos, es necesario que el juego sea capaz de equilibrar los niveles alcanzados por cada jugador de forma camuflada para ayudar a los estudiantes con dificultades. Este equilibrio no debería ser evidente, sino que debería entenderse por parte del grupo como parte del desarrollo normal del juego, más que como una adaptación.

Finalidad

La introducción de actividades que fomenten la exigibilidad personal en los miembros del grupo tiene como finalidad:

- Aumentar el grado de responsabilidad de cada uno de los miembros del grupo respecto a sus compañeros.
- Mejorar la confianza de los jugadores en sí mismos.
- Favorecer el esfuerzo individual de cada uno de los miembros del grupo.
- Desarrollar habilidades de superación, organización y resolución de conflictos.

Pautas de diseño

Para introducir y fomentar las actitudes de exigibilidad a lo largo del videojuego educativo, se proponen las siguientes pautas:

- *Pauta EP.1:* Puesto que la puntuación grupal depende de la actuación de cada grupo, el jugador debe ser capaz de calibrar la contribución de cada uno de ellos en cada momento. Para ello, se puede establecer el porcentaje de importancia que la puntuación de cada jugador tendrá en la contribución final de la tarea, a modo de factores de peso. De esta forma, para fomentar que los jugadores con más dificultades se esfuercen más o reciban más ayuda/incentivos de los compañeros, se puede establecer un porcentaje de contribución mayor para estos jugadores. Incluso, podría asignarse un peso de 0 a jugadores más aventajados, con objeto de, por el bien de la puntuación del equipo, sean los jugadores que más necesitan mejorar los que realicen la tarea.
- *Pauta EP.2:* Es necesario que a nivel individual cada jugador pueda obtener recompensas por realizar actividades asignadas a él, además de las colectivas. De esta forma fomentamos que se vea motivado al conseguir algún premio o recompensa, aunque dicho premio o recompensa se pueda utilizar a la postre por el grupo.
- *Pauta EP.3:* Establecer un rol de líder (o cualquier otro rol de responsabilidad en el grupo) y rotarlo entre todos los compañeros. Todos los jugadores quieren desempeñar el rol de líder de la mejor manera posible para que durante *su mandato* el grupo consiga la mejor puntuación.
- *Pauta EP.4:* Competir con otros grupos. Es importante mostrar en qué situación se encuentran los otros grupos y la posición respecto a ellos. Puesto que la competición enfrenta a grupos entre sí, cada jugador dará lo mejor de sí para vencer.

- *Pauta EP.5:* Asignar pruebas sorpresa que equilibren la actividad de todos los miembros del grupo. Los retos sorpresa deberían asignarse a jugadores con menor puntuación individual, que serán los que tienen más dificultades de aprendizaje.
- *Pauta EP.6:* Incluir gráficos que muestren la aportación de cada miembro a la puntuación del grupo. De esta forma, los alumnos pueden detectar qué compañero necesita más ayuda para igualar a los demás y estos alumnos se verán motivados para intentar alcanzar el nivel de las contribuciones de los compañeros.

7.3.3. Interacción Cara a Cara (ICC)

Descripción

La interacción cara a cara pretende que se establezcan relaciones sociales entre los integrantes del grupo, de tal forma que a lo largo de las sesiones de aprendizaje colaborativo se establezcan redes sociales que favorezcan la confianza entre los miembros del grupo y el nivel de compromiso con el resto de los integrantes. Esta interacción, en el caso de los videojuegos educativos, se realizará generalmente por medio de herramientas de comunicación disponibles en el propio juego. Además, por medio de esta interacción, los miembros del grupo serán capaces de proponer distintas soluciones a los problemas planteados, discutir las distintas opciones y escoger la que consideren más adecuada. Por ejemplo, podemos ver este tipo de interacción fácilmente en un equipo de baloncesto, donde planifican una estrategia en el tiempo muerto para mejorar su actuación.

Finalidad

Con la inclusión de actividades que favorezcan la interacción cara a cara se pretende:

- Dar soporte a la relación entre los miembros del grupo y fomentar la comunicación entre ellos.
- Fomentar la habilidad de comunicación entre los miembros del grupo y adecuar la forma de hablar a las situaciones planteadas.
- Entrenar la habilidad de desarrollo de estrategias, discusión, negociación y toma de decisiones.

Pautas de diseño

Algunas consideraciones a seguir para facilitar la aparición de interacción cara a cara entre los miembros del grupo son:

- *Pauta ICC.1:* Introducir pruebas o situaciones dentro del juego en las que todos los miembros del grupo tengan que contestar lo mismo o interactuar con el juego de la misma manera. Para poder resolver el reto, es necesario que el grupo llegue previamente a un consenso por medio de una negociación. De esta forma se fomenta el debate, la discusión de posturas y la toma de decisiones dentro del grupo.
- *Pauta ICC.2:* Introducir pruebas que deban resolverse de forma individual, pero sin indicar qué miembro del grupo debe resolverla. Así, los miembros del grupo deben decidir quién resuelve la prueba por medio de un consenso.
- *Pauta ICC.3:* Definir pruebas o actividades del juego en los que cada miembro del grupo construye o resuelve una parte de la misma. Por medio de la interacción, los miembros del grupo deberán decidir qué hay que resolver y cómo lo van a hacer.
- *Pauta ICC.4:* Competición con otros grupos (Pauta EP.4). Esta pauta también favorece la interacción y la comunicación en el grupo, ya que será necesario que definan estrategias comunes para ganar al resto de los equipos.

- *Pauta ICC.5:* Incluir actividades donde la realimentación se realice a otro miembro del grupo. De esta forma, se fomenta la comunicación, ya sea para comentar los aspectos positivos de la tarea, si es que se ha realizado correctamente, como para establecer discusiones de qué se ha hecho mal, qué se podría mejorar y cómo hacerlo. Además, esta comunicación puede provocar nuevas situaciones de debate y toma de decisiones.
- *Pauta ICC.6:* Plantear el problema a un miembro del grupo distinto al que debe responder (Pauta IP.9). Esta pauta también favorece la interacción entre los miembros del grupo, ya que es necesario que se comuniquen para explicar el problema y posiblemente para definir cómo llegar a la solución. Esta interacción puede realizarse entre el miembro responsable de la tarea y el compañero que recibe la descripción del problema, aunque el resto de los miembros del grupo pueden participar en la elaboración de la solución, si es necesario, o tan sólo para aconsejar al responsable de la misma.

7.3.4. Habilidades Sociales (HS)

Descripción

Puesto que se está realizando un trabajo grupal, es necesario que los miembros del grupo desarrollen capacidades de relación entre ellos. Estas capacidades, además, son cada vez más necesarias en la sociedad actual, donde el trabajo en grupos multidisciplinares y en equipos de trabajo es cada vez más habitual. Por este motivo, aspectos como la capacidad de liderazgo, resolución de problemas, argumentación o negociación deben ser fomentados desde los niveles más elementales de la enseñanza. Sin embargo, a veces resulta difícil debido a que los sistemas educativos tradicionales se centran en el trabajo personal más que en la participación activa e interactiva de los alumnos (Johnson, 1994). Por este motivo, es necesario que los alumnos se conviertan en constructores activos del conocimiento y promotores de la motivación de sus compañeros de grupo.

Finalidad

Con la inclusión de actividades que favorezcan las habilidades sociales de los alumnos se pretende:

- Fomentar la capacidad de transmitir el conocimiento individual al resto de los compañeros del grupo.
- Facilitar el aprendizaje individual a partir del conocimiento compartido en el grupo.
- Promover el desarrollo de actitudes positivas hacia las opiniones y argumentos del resto de los miembros del grupo.
- Facilitar la capacidad de organizar las ideas y exponerlas de forma ordenada y comprensible a los demás.

Pautas de diseño

Para promover el desarrollo de habilidades sociales en el grupo y, así, la construcción del conocimiento de forma colaborativa podemos:

- *Pauta HS.1:* Establecer el rol de líder (o cualquiera de responsabilidad en el grupo) y rotarlo entre los miembros del grupo (pauta EP.3). El líder puede dirigir el trabajo del grupo asignando miembros a tareas, dando consejos o ayudando a los compañeros con dificultades, entre otras cosas.
- *Pauta HS.3:* Establecer actividades donde los miembros del equipo deben asignar los roles entre ellos, de manera que deban identificar qué rol es, a su juicio, el mejor para cada uno de los otros miembros del grupo.

- *Pauta HS.4:* Incluir actividades donde cada miembro debe escoger el rol que desea ejercer y ponerse de acuerdo con el resto.
- *Pauta HS.5:* Establecer actividades donde un miembro del grupo deba desarrollar un rol que nunca antes ha ejercido, con el objetivo de aumentar su habilidad en este rol. De esta forma evitamos que existan miembros que no pasen por un rol porque de forma consiente no pidan nunca su asignación.
- *Pauta HS.6:* Introducir pruebas o situaciones en las que la respuesta deba construirse por todos o por una parte de los miembros del grupo (pauta ICC.3). Esta construcción común de la respuesta puede realizarse de distintas formas: cada miembro del grupo resuelve una parte y luego se combinan las diferentes partes; cada miembro construye una parte pero debe esperar a que el compañero termine la suya para poder continuar; el primer miembro del grupo construye una solución y se va refinando con la participación del resto de los miembros, etc. De esta forma promovemos la construcción compartida de la respuesta y las habilidades sociales asociadas a dicha tarea.
- *Pauta HS.7:* Plantear situaciones donde el grupo deba elegir quién resuelve la prueba (pauta ICC.2). De esta forma favorecemos habilidades como la identificación de puntos fuertes y débiles de los compañeros, exposición de opiniones, planificación de trabajos, debate y consenso, por ejemplo.
- *Pauta HS.8:* Organizar actividades donde un grupo deba colaborar con otro. De esta forma cada uno de los grupos puede aprender de los demás y captar formas de trabajo que pueden ser beneficiosas para el grupo. Además, se fomenta la participación con otros compañeros que no son los de su grupo.

7.3.5. Autoanálisis del Grupo (AG)

Descripción

Para que el aprendizaje colaborativo tenga éxito, es necesario que los miembros del grupo tomen conciencia de tal y sientan que el beneficio de cada uno de ellos lo es también del grupo, así como que el éxito del grupo es también un éxito individual. Por ello, es también necesario que haya un proceso de evaluación, donde los miembros del grupo reflexionen acerca de su trabajo. Esta evaluación debe realizarse desde dos puntos de vista: en primer lugar, deben evaluar cómo está avanzando su trabajo. Este ítem puede no resultar demasiado complejo si el juego mantiene (como debe hacer) una puntuación para el grupo. En segundo lugar, y más importante para el fomento de capacidades colaborativas, es la evaluación de su funcionamiento como grupo. En este caso, deben evaluar si están trabajando en interés del grupo, si todos los compañeros participan en la resolución de las actividades, si se mantiene la motivación, si se mantiene la interacción entre todos los miembros del grupo, si se están esforzando suficientemente, etc.

Además, la actividad de autoanalizar el grupo favorece la propia adaptación del mismo. Una vez que los componentes del grupo identifiquen sus puntos débiles, el siguiente paso natural será intentar resolver estos problemas, con objeto de conseguir un grupo más robusto y, por tanto, más efectivo. Por otra parte, si el problema recae tan sólo en una parte de los miembros del grupo, el resto de los compañeros les motivarán y ayudarán para que alcancen el nivel general.

Finalidad

El autoanálisis del grupo pretende:

- Fomentar el interés del grupo por conocer su funcionamiento como tal, aceptar los resultados obtenidos e intentar mejorar su rendimiento.
- Dotar al grupo de mecanismos de auto-evaluación de la actividad colaborativa.
- Permitir a los miembros del grupo identificar sus puntos fuertes y fomentar el uso de los mismos para el beneficio común.
- Fomentar la capacidad de auto-crítica y la identificación de puntos débiles, así como la búsqueda de opciones ante estas debilidades.

Pautas de diseño

Para desarrollar esta propiedad, proponemos las siguientes pautas de diseño:

- *Pauta AG.1:* Mostrar la evaluación global del grupo en las actividades de equipo.
- *Pauta AG.2:* Establecer una evaluación conjunta de las pruebas, es decir, para avanzar en el juego deben superar evaluaciones comunes (IP.7). De esta forma todos los miembros del equipo serán conscientes de las pruebas en grupo que son o no superadas. Se puede incluir también las puntuaciones individuales para que puedan actuar en consecuencia aquellos miembros que deban mejorar.
- *Pauta AG.3:* Incluir gráficos donde se muestren los valores resumen por habilidades, miembros, recompensas conseguidas, etc., incluyendo tanto las pruebas superadas como las que no se han superado. Con estos gráficos, los miembros del grupo pueden identificar de un solo vistazo cuáles son los puntos en los que obtienen mejor o peor puntuación, así como los compañeros que necesitan mejorar más. De esta forma, el proceso de evaluación puede realizarse de forma más sencilla y no supone una tarea adicional en el grupo.
- *Pauta AG.4:* Permitir la comparación de resultados del grupo con los resultados de otros grupos que hayan resuelto actividades similares.

7.4. Algoritmo y prototipo para implementar el proceso de diseño

De acuerdo con el proceso de diseñado explicado anteriormente, hemos diseñado un prototipo para evaluar dicho proceso y para realizar una herramienta de soporte. Para definir este prototipo nos hemos basado en el algoritmo en el que se apoya el proceso de diseño, cuyo pseudo-código se incluye a continuación.

```
// Definir variables
define EA as educational_area (Area de conocimiento)
define EG as educational_goal (Objetivo educativo)
define ET as educational_task (Tarea educativa)
define EM as educational_model(Modelo Educativo)

// Definir el DGE [Etapa 1, Actividad 1]
// -- Creacion de Áreas de Conocimiento
foreach EA in the curriculum
  create DGE[EA]

// -- Creacion de Objetivos Educativos
foreach EA in DGE
  foreach EG in the curriculum
    create DGE[EA][EG]

// -- Creacion de Tareas Educativas
foreach EA in DGE
```

```
    foreach EG in DGE[EA]
      foreach ET in the curriculum
        create DGE[EA][EG][ET]

// -- Creacion de relaciones
foreach EA in DGE
{
  foreach EG in DGE[EA]
    if DGE[EA][EG] is related to another EG
      create relation
  foreach ET in DGE[EA][EG]
    if DGE[EA][EG][ET] is related to another ET
      create relation
}

//Definir Modelo Educativo [Etapa 1, Actividad 2]
// -- Creacion de un Modelo Educativo a partir de uno previo
if a similar EM exists
{
  DGE[EM2] <- DGE[EM]

  foreach EG in DGE[EM2]
    if DGE[EM2][EG] not needed
      delete DGE[EM2][EG]

  foreach ET in DGE[EM2] [EG]
    if DGE[EM2][EG] not needed
      delete DGE[EM2][EG][ET]
}

// -- Creacion de un Modelo Educativo nuevo
else
  create DGE[EM2]

foreach new EG
{
  create DGE[EM2][EG]
  foreach ET needed in EG
    create DGE[EM2][EG][ET]
}

foreach EG in DGE[EM2]
{
  if DGE[EM2][EG] is related to another EG
    create relation

  foreach ET in DGE[EM2][EG]
    if DGE[EM2][EG][ET] is related to another ET
      create relation
}

//Definir variables
define VG as video_game (Videojuego)
define VC as video_game_challenge (Reto del videojuego)
define VS as video_game_stage (Fase del videojuego)
```

```
//Definir el Modelo de Videojuego [Etapa 2, Actividad 1]
create DGV[VG]

//Definir el DGV [Etapa 2, Actividad 2]

// -- Creacion de Retos del Videojuego
foreach VC in the VG
  Create DGV[VG][VC]

// -- Creacion de Fases del Videojuego
foreach VC in DGV[VG]
  foreach VS in VC
    create DGV[VG][VC][VS]

// -- Definicion de relaciones entre Retos y Fases
foreach VC in DGV[VG]
{
  if VC is related to another VC
    create relation
  foreach VS in DGV[VG][VC]
    if VS is related to another VS
      create relation
}

//Relacionar modelos [Etapa 3]
foreach VC in DGV[VG]
  foreach VS in DGV[VG][VC]
    if VS is related to a ET
      DGV[VG][VC][VS][relation]=VS

//Definicion de modelos de usuario [Etapa 4, Actividad 1]
foreach student in class
{
  create model[student]

  if specific goals must be trained
    foreach specific goal
      insert specific goal in model[student]

  if specific tasks must be trained
    foreach specific task
      insert specific task in model[student]
}

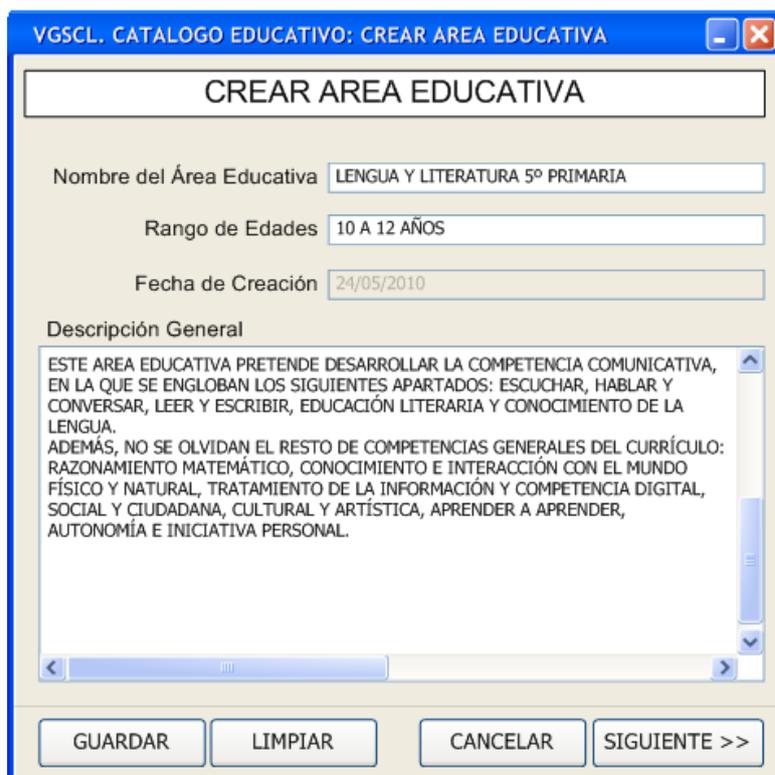
//Definicion de modelos de grupo [Etapa 4, Actividad 2]
foreach group in class
{
  create model[group]

  if specific goals must be trained
    foreach specific goal
      insert specific goal in model[group]

  if specific tasks must be trained
    foreach specific task
      insert specific task in model[group]
```

}

De acuerdo con este algoritmo, se presentan a continuación algunas capturas de pantalla del prototipo que se ha realizado. Este prototipo está pensado para que los usuarios puedan utilizarlo a modo de asistente, de tal forma que sólo tengan que rellenar los datos que se solicitan y pulsar *Siguiente*. En la Figura 7.1 podemos ver la interfaz para definir un Área de Conocimiento. Como se puede observar, en el prototipo hay un campo para introducir el nombre del área, la edad recomendada expresada como un rango y una descripción general del contenido del Área de Conocimiento.



VGSL. CATALOGO EDUCATIVO: CREAR AREA EDUCATIVA

CREAR AREA EDUCATIVA

Nombre del Área Educativa: LENGUA Y LITERATURA 5º PRIMARIA

Rango de Edades: 10 A 12 AÑOS

Fecha de Creación: 24/05/2010

Descripción General

ESTE AREA EDUCATIVA PRETENDE DESARROLLAR LA COMPETENCIA COMUNICATIVA, EN LA QUE SE ENLOMBAN LOS SIGUIENTES APARTADOS: ESCUCHAR, HABLAR Y CONVERSAR, LEER Y ESCRIBIR, EDUCACIÓN LITERARIA Y CONOCIMIENTO DE LA LENGUA. ADEMÁS, NO SE OLVIDAN EL RESTO DE COMPETENCIAS GENERALES DEL CURRÍCULO: RAZONAMIENTO MATEMÁTICO, CONOCIMIENTO E INTERACCIÓN CON EL MUNDO FÍSICO Y NATURAL, TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL, SOCIAL Y CIUDADANA, CULTURAL Y ARTÍSTICA, APRENDER A APRENDER, AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL.

GUARDAR LIMPIAR CANCELAR SIGUIENTE >>

Figura 7.1 Creación de un Área de Conocimiento (se genera el documento D1.1)

El campo *Fecha de creación* se rellena automáticamente e indica la fecha en la que se creó el actual Área de Conocimiento. El usuario puede introducir todas las Áreas de Conocimiento antes de ir al siguiente paso usando los botones *Guardar* y *Limpiar*. O puede introducir solo un Área de Conocimiento y completarla antes de comenzar una nueva. Concretamente, en la Figura 7.1 se está creando el Área de Conocimiento *Lengua y Literatura 5º primaria*, para niños entre 10 y 12 años. Como se puede observar, por medio de esta herramienta damos soporte al proceso de diseño y facilitamos la introducción de la información en los modelos correspondientes (capítulo 6).

A continuación, el usuario (profesor) tiene que crear los Objetivos Educativos asociados al Área de Conocimiento. En la Figura 7.2 se muestra la interfaz diseñada en el prototipo para la definición de Objetivos Educativos. La interfaz para las Tareas Educativas es casi igual que ésta. En esta figura, el usuario tiene que proporcionar diferentes datos sobre el objetivo que se está definiendo. Además, se tiene que introducir el rango de edades para el que se diseña el objetivo, considerando que debe estar comprendido en el rango de edades definido para el Área de Conocimiento a la que pertenece. El sistema enviará un mensaje de error si esta condición no se cumple. En el campo situado a la izquierda, el usuario debe introducir la descripción del contenido que el alumno va a aprender por medio de este objetivo. Esta explicación se hace en lenguaje natural y debe explicar claramente los contenidos educativos,

ya que esta descripción será la que se muestre cuando se definan los Modelos Educativos y será de vital importancia cuando el profesor tenga que seleccionarlos.

Figura 7.2 Creación de Objetivo Educativo (se genera el documento D1.2)

En el campo central, se presenta una lista con los *Elementos comunes del currículo* que, según la ley de educación española actual, fija un conjunto de competencias adicionales que los alumnos deben aprender de forma transversal en todas las asignaturas. Sin embargo, esta lista de contenido adicional puede usarse en otros contextos, tal como explicamos a continuación: 1) esta lista puede modificarse para incluir aprendizajes adicionales que el profesor quiere practicar a la vez que el contenido educativo, o 2) la lista puede estar vacía si no hay aprendizaje adicional en el objetivo. En el caso español, los valores por defecto son: razonamiento matemático, mundo físico y natural, competencia social y cívica, competencia cultura, competencia artística, autonomía e iniciativa personal y aprender a aprender.

Al igual que en la interfaz mostrada en la figura anterior, el usuario puede introducir todos los Objetivos Educativos y después continuar con las Tareas Educativas o introducir un objetivo y continuar introduciendo sus tareas asociadas.

En nuestro ejemplo, en la Figura 7.2 estamos creando un nuevo objetivo para el área previamente introducida (*Lengua y Literatura 5º primaria*), para el mismo rango de edad, que se denomina *Aprender a construir palabras compuestas*. El contenido educativo de este objetivo es aprender las reglas de construcción de palabras y distinguir cada una de las partes de la palabra resultante.

Una vez que se han introducido todos los objetivos, el siguiente paso es relacionarlos entre ellos. Un objetivo puede estar relacionado con otro en una jerarquía de objetivos, de tal forma que el segundo es un sub-objetivo del primero. De forma similar, podemos relacionar una tarea con otra tarea, de tal forma que la segunda es una sub-tarea de la primera. Y finalmente,

podemos relacionar una tarea con un objetivo. Con esta relación queremos significar que la tarea contribuye a la superación del objetivo con el que está relacionada.

Para que este proceso sea más sencillo para los profesores, hemos preparado una interfaz que permite establecer estas relaciones de forma gráfica, usando el ratón. Cuando el usuario ha realizado todas las conexiones, podemos obtener una vista como la que se muestra en la Figura 7.3, donde se muestra el Área de Conocimiento en la parte superior del árbol. Relacionados con ella, encontramos dos objetivos principales (cuadrados), dividido cada uno de ellos en sub-objetivos. Cuando los objetivos ya no se pueden dividir más, encontramos las tareas (óvalos) que deben resolverse para superar el objetivo. De forma similar, las tareas se pueden dividir en sub-tareas.

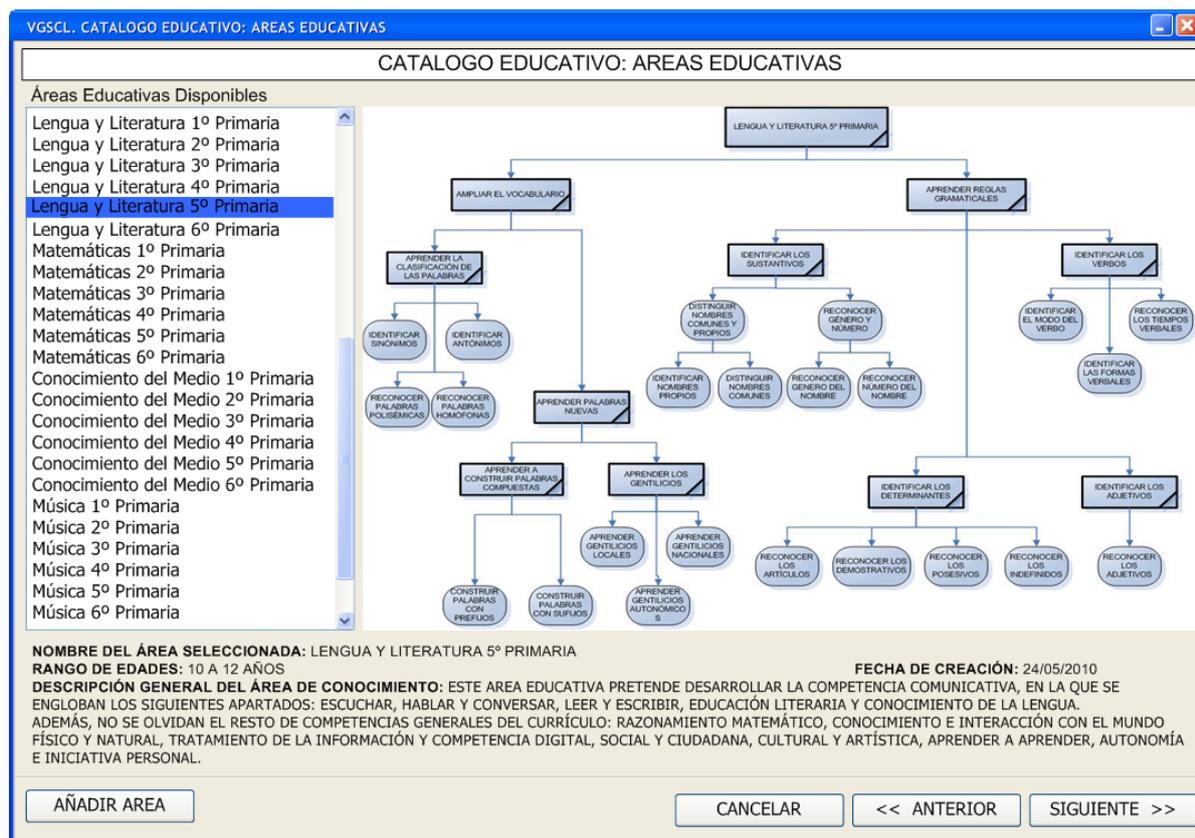


Figura 7.3 Resumen del Área de Conocimiento y Áreas de Conocimiento disponibles

Por tanto, en nuestro ejemplo, el Área de Conocimiento *Lengua y Literatura 5º primaria* tiene dos objetivos principales: *Ampliar el vocabulario* y *Aprender las reglas gramaticales*. Para el primer objetivo, *Ampliar el vocabulario*, tenemos dos sub-objetivos: *Aprender la clasificación de las palabras* y *Aprender palabras nuevas*. Y para el sub-objetivo *Aprender la clasificación de las palabras* tenemos cuatro tareas: *Identificar sinónimos*, *Identificar antónimos*, *Reconocer palabras polisémicas* y *Reconocer palabras homófonas*.

Cuando se ha generado el árbol completo, el Área de Conocimiento está completamente definida (documentos D1.1 al D1.4) y puede ser utilizada por los usuarios del sistema. Además, a partir de esta definición de Área, los profesores pueden adaptar los objetivos, tareas y relaciones de acuerdo a las necesidades del grupo de estudiantes que van a jugar, o incluso de acuerdo a cada uno de estos estudiantes, si necesitan reforzar algún aspecto particular o tienen alguna discapacidad. Estos cambios se reflejan en el Modelo Educativo (documento D1.5), que también incluye una relación de orden entre los elementos que se incluyen. Para definir un Modelo Educativo, el profesor puede comenzar desde un Modelo

Educativo anterior o construir uno nuevo. En el primer caso, el profesor selecciona un Área de Conocimiento y la modifica según necesite. En la figura 7.4 podemos ver la primera interfaz que se suministra para construir un Modelo Educativo. En la parte baja de la imagen encontramos dos radio-buttons a través de los cuales podemos seleccionar construir un nuevo modelo o construirlo a partir de otro anterior. En ambos casos, tenemos que especificar los datos del Área de Conocimiento, el nombre que le daremos al Modelo Educativo y el rango de edades. Además, se debe incluir una breve descripción del contenido educativo a enseñar por medio del modelo que se está describiendo o las particularidades que se van a incluir, como puede ser que el área se va a trabajar en más profundidad para alumnos aventajados.

En nuestro ejemplo (Figura 7.4), estamos creando el Modelo Educativo llamado *Gramática A*, que pertenece al área de *Lengua y Literatura 5º primaria*. El contenido de este Modelo Educativo está dirigido a estudiantes con un nivel adecuado de conocimiento, acorde al curso en el que se encuentran, por lo que pueden afrontar todos los contenidos del DGE.

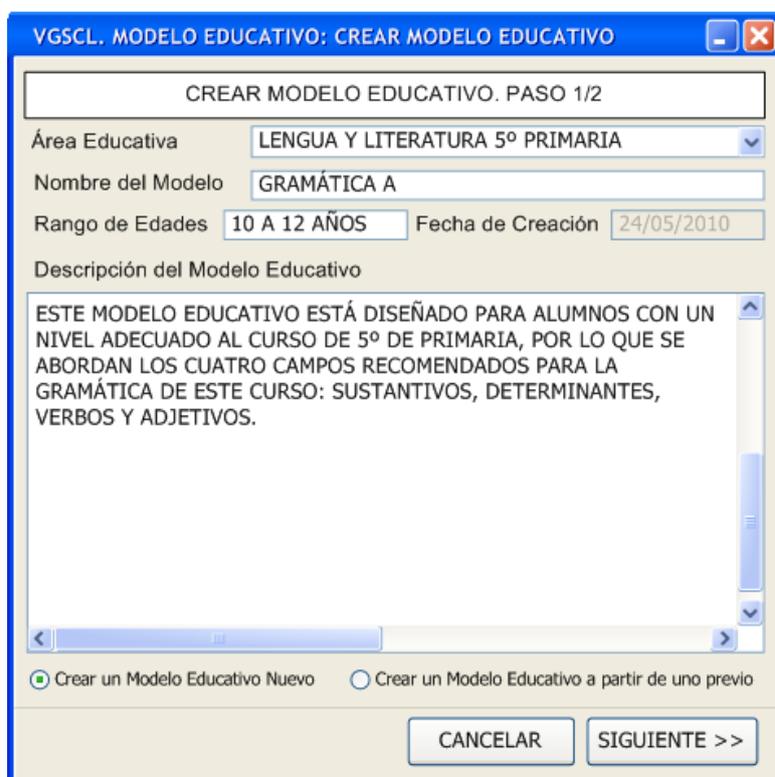


Figura 7.4 Creación de Modelo Educativo (documento D1.5)

Una vez definidas las principales características del nuevo Modelo Educativo, tenemos que concretar los objetivos, tareas y relaciones que se incluirán en dicho modelo. Para hacerlo, los profesores usarán una segunda interfaz que les permitirá añadir y borrar objetivos y tareas del Modelo Educativo. En la Figura 7.5 podemos ver los menús contextuales que el usuario podrá utilizar para construir las relaciones.

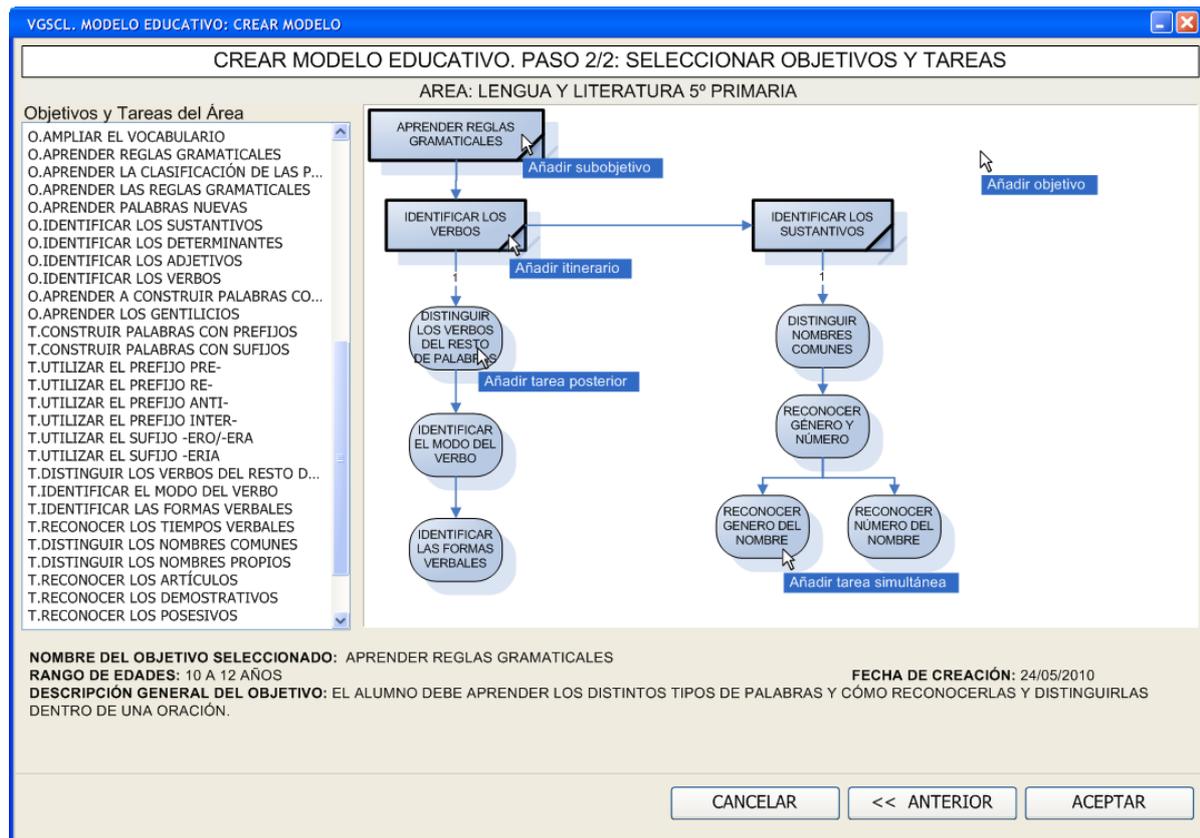


Figura 7.5 Construcción de un nuevo Modelo Educativo

Las funcionalidades asociadas a la construcción de Modelos Educativos están basadas en menús contextuales. Así, si el usuario clicca con el botón derecho del ratón en un espacio vacío del área de diseño, sólo puede elegir la opción *Añadir objetivo* (en la Figura 7.5, en la lista de Objetivos y Tareas del Área, se denotan con “O.”), mediante la cual introduce un Objetivo Educativo en el Modelo Educativo. Si el usuario hace clic en un objetivo que ya se ha introducido en el Modelo Educativo, podrá: 1) *Añadir sub-objetivo*, si el objetivo es parte del anterior, 2) *Añadir objetivo relacionado*, si el nuevo objetivo tiene una relación de orden con el primero, o 3) *Añadir itinerario* (se añaden tareas, en la Figura 7.5 se notan como “T.”), si va a definir varios conjuntos de tareas que el usuario puede usar para superar el objetivo.

Finalmente, si se clicca con el botón derecho del ratón en una tarea, el usuario puede elegir entre *Añadir tarea simultánea*, si la tarea que se va a añadir tiene que realizarse a la vez que la anterior, o *Añadir tarea posterior*, si la tarea tiene que realizarse después de la primera. En cualquier caso, el usuario puede seleccionar la opción *Borrar* para eliminar objetivos y tareas. Si el usuario borra un elemento, entonces todo el sub-árbol que cuelga de dicho elemento también se borra.

La definición de Modelos Educativos ha sido el último paso en el diseño del nivel educativo, por lo que a continuación se explica el proceso de diseño desde el punto de vista del videojuego. Como se comentó anteriormente, existe una correspondencia entre el proceso educativo y el proceso lúdico. Por ello, el primer paso será rellenar la información general del juego a través de la interfaz que se muestra en la Figura 7.6.

Figura 7.6 Construcción del Modelo de Juego. Se generan los documentos D2.1 y D2.2

Los elementos que los diseñadores tienen que incluir en esta interfaz están relacionados con las características generales del juego. Tienen que elegir un nombre para el videojuego, el rango de edades recomendado, las Áreas de Conocimiento del DGE con las que está relacionado, el nivel de dificultad de uso, en qué dispositivo se ejecuta, qué tipo de videojuego es y la historia sobre la que se sustenta el juego, y por tanto, el proceso de aprendizaje.

En nuestro ejemplo estamos definiendo un videojuego llamado *Blancanieves y los siete enanitos*, para niños de entre 10 y 12 años, dentro del Área de Conocimiento *Lengua y Literatura 5º primaria* y *Conocimiento del medio*. Este videojuego se va a ejecutar en PC, tiene un nivel de dificultad 2 en una escala de 5 y pertenece a la categoría *puzzle*. En el campo inferior describimos la historia principal del videojuego que, en este caso, recrea las aventuras de los enanitos para conseguir despertar a Blancanieves del hechizo. Los jugadores toman el papel de los enanitos, que tienen que superar varios retos para encontrar a Blancanieves y descubrir cómo despertarla. La acción tiene lugar en el bosque, donde viven los enanitos y por esta razón los contenidos están también relacionados con el medio ambiente.

Para definir el conjunto de retos del videojuego, usamos una pantalla similar a la que se usaba para definir Objetivos Educativos. Como vemos en la Figura 7.7, los datos que se solicitan al usuario coinciden con los atributos del Modelo de Reto del Videojuego.

Concretamente, en la Figura 7.7 estamos definiendo un reto para el videojuego *Blancanieves y los siete enanitos* (este es el Modelo de Juego) llamado *Conseguir mariposas para la bruja*. En este reto, la bruja quiere coleccionar todos los tipos de mariposas que habitan en el bosque y los enanitos tienen que conseguirlas para ella. Si le dan a la bruja la colección completa, ella les dirá el siguiente paso en el mapa para encontrar a Blancanieves.

Figura 7.7 Crear Reto del Juego. Se genera el documento D2.3

Figura 7.8 Definición de Fases del Videojuego. Se genera el documento D2.4.

El siguiente paso es definir las Fases y Niveles del Videojuego, tal como se hizo con las tareas en el nivel educativo. Para hacerlo, el prototipo diseñado ofrece la interfaz que se muestra en la Figura 7.8. De nuevo, es necesario introducir los datos correspondientes a los

atributos del modelo asociado, es decir, el Modelo de Fases y Niveles del Videojuego. En la Figura 7.8, la Fase que se está definiendo pertenece también al juego *Blancanieves y los siete enanitos*.

Después de definir todas las Fases y Niveles, así como el Modelo de Juego, el último paso para definir completamente el sistema de aprendizaje basado en juegos es relacionar los niveles educativo y de videojuego. Para hacerlo, lo único que nos queda es establecer las relaciones entre las tareas hoja del árbol en ambos niveles: 1) en el nivel educativo tenemos Tareas y Actividades Educativas y 2) en el árbol de videojuego tenemos Fases y Niveles del Videojuego. De esta manera, cuando el jugador supera un Reto del Videojuego, la Tarea Educativa relacionada se ha aprendido. Para hacerlo se proporciona la siguiente interfaz (Figura 7.9).

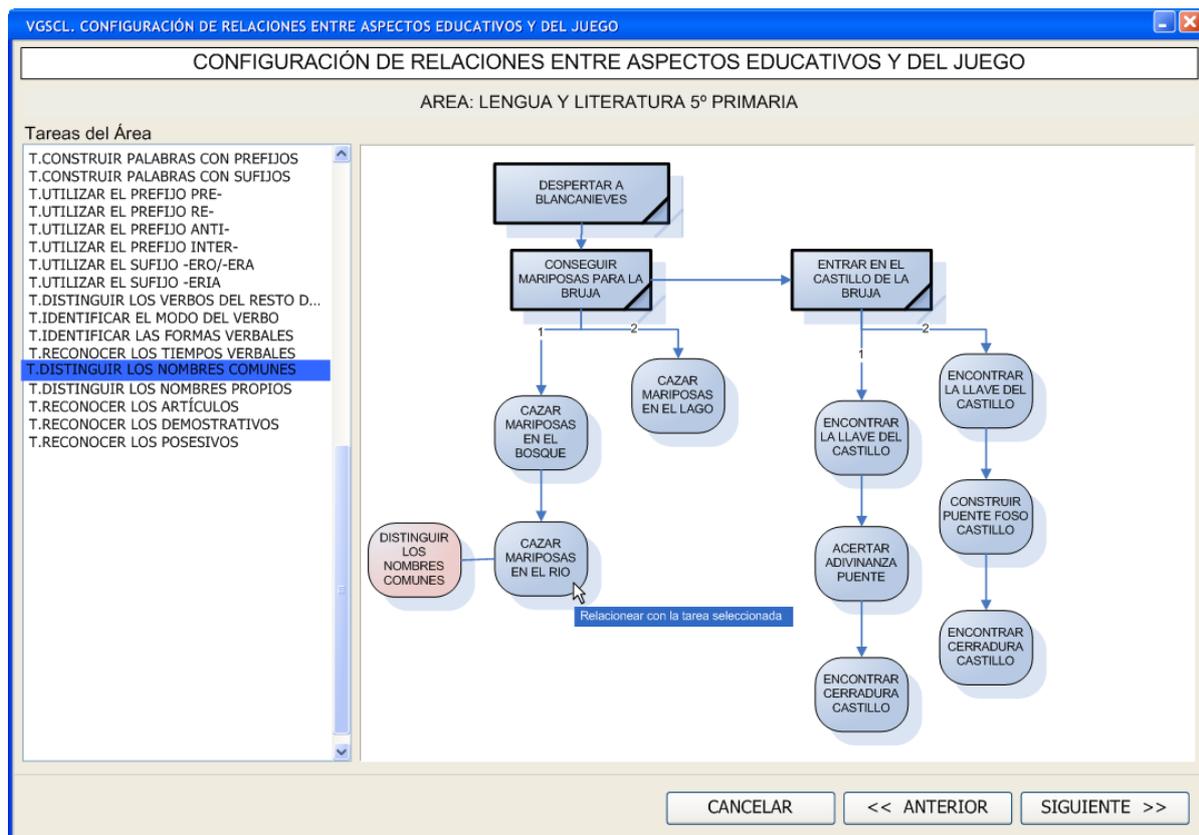


Figura 7.9 Definición de relaciones entre el nivel educativo y el de videojuego. Se genera el documento D3.1.

El modelo principal (derecha) es el Modelo de Juego. Este modelo se representa como un árbol en el que los rectángulos representan los Retos y los óvalos representan las Fases y Niveles del Videojuego. El modelo secundario (izquierda) es el Modelo Educativo, que muestra únicamente las Tareas Educativas del Modelo Educativo actual. Los profesores y diseñadores seleccionan un Nivel en el Modelo de Juego y lo relacionan con una Tarea en el Modelo Educativo usando el botón derecho del ratón. Por ejemplo, en la Figura 7.9 relacionamos el Nivel *Cazar mariposas en el bosque* (videojuego) con la Tarea *Distinguir los nombres comunes* (educativo).

Cuando hemos finalizado este paso, el videojuego educativo con actividades colaborativas ha sido completamente definido. Ahora, el último paso es modelar al usuario. Con este objetivo, para cada uno de los estudiantes, los profesores deben introducir en el sistema sus datos personales. Este proceso se puede automatizar para disminuir la carga de trabajo del profesor. El resto de la información se actualiza mientras el estudiante juega.

Si el profesor quiere que los estudiantes practiquen un objetivo o conjunto de objetivos específico, puede usar la interfaz mostrada en la Figura 7.10. Por medio de esta interfaz, el profesor puede asignar los objetivos a uno o más estudiantes o grupos en único paso, únicamente seleccionándolos de la lista correspondiente.

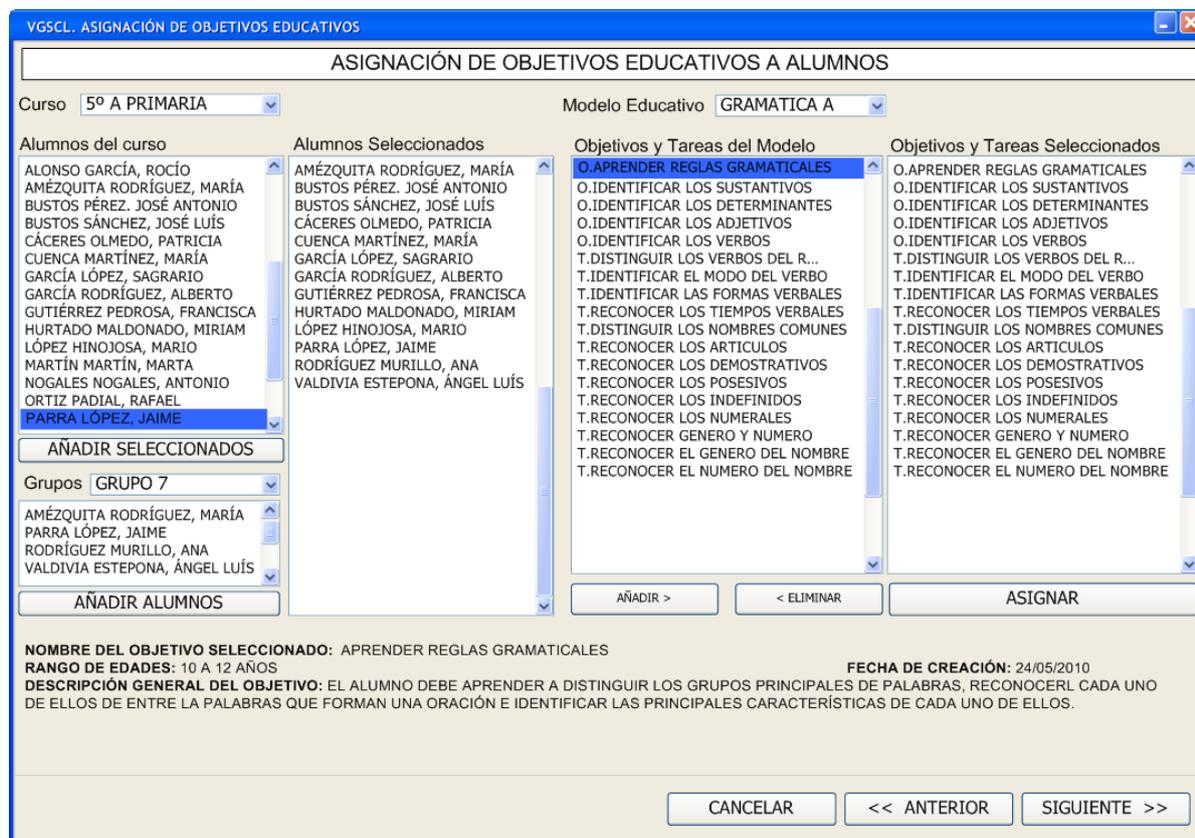


Figura 7.10 Asignar objetivos a los estudiantes

En la Figura 7.10 podemos ver un ejemplo en el que el profesor puede seleccionar todos los estudiantes de forma individual, o los grupos a los que están asociados (primer panel). Además, puede seleccionar un conjunto de Objetivos y Tareas de las que están disponibles en el diccionario para el Modelo Educativo seleccionado (tercer panel). Cuando se han confirmado todos los ítems seleccionados, lo único que hay que hacer es pulsar *Asignar* para copiar dichos elementos en los modelos de los usuarios o grupos. Los estudiantes seleccionados y los objetivos se muestran en el segundo y cuarto panel respectivamente.

7.5. Conclusiones

En este capítulo se han presentado los principales elementos que pensamos que son necesarios para diseñar y modelar el sistema de aprendizaje soportado por videojuegos educativos con actividades colaborativas. Además, hemos propuesto un proceso de diseño basado en modelos con el objetivo de hacer más fácil el trabajo de los diseñadores. En particular, usando esta metodología, los profesores y los diseñadores de videojuegos pueden obtener videojuegos más efectivos, tanto a nivel educativo como lúdico. Y además, estos modelos permiten al profesor mantener un registro acerca de los logros educativos alcanzados por los alumnos y su actuación en las actividades de grupo.

Nuestro proceso de diseño establece una metodología dividida en cuatro fases, cada una de ellas dividida en actividades. Como resultado de cada una de estas actividades, obtenemos uno o más documentos de diseño. Estos documentos describen el videojuego educativo desde distintas perspectivas: objetivos educativos, objetivos lúdicos, comunicación entre jugadores, etc.

Para facilitar la inclusión de actividades colaborativas se ha presentado un conjunto de recomendaciones. Esta guía de estilo se ha organizado de acuerdo a los cinco componentes del aprendizaje cooperativo propuestos por Johnson & Johnson (Johnson, 1994), aportando un conjunto de pautas de diseño para cada una de las categorías. Esta guía de estilo puede aplicarse de forma flexible, es decir, no es necesario incluir todas las pautas de diseño en cada videojuego educativo. Sin embargo, es conveniente incorporar el mayor número posible de ellas sin que ello desvirtúe la naturaleza propia del juego en cuestión. De esta forma, conseguiremos aportar un mayor nivel de colaboración al videojuego y, por tanto, el videojuego podrá ofrecer más ventajas derivadas del CSCL.

Para evaluar este proceso de diseño hemos desarrollado un algoritmo que implementa la metodología propuesta para diseñar videojuegos. Además, siguiendo este algoritmo, hemos diseñado un prototipo de tal forma que los usuarios puedan ver cómo podrían realizar el proceso completo de diseño. Este prototipo, que se encuentra en su versión inicial, está siendo desarrollado por medio de un ciclo de vida de prototipado.

CAPITULO 8

UNA ARQUITECTURA DE SOPORTE PARA VGSCL: PLAGER-VG

Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.

(Albert Einstein)

8. Una Arquitectura de Soporte para VGSCCL: PLAGER-VG

La comunidad científica está de acuerdo en que los videojuegos, como expresión particular de las TIC, presentan un conjunto adicional de beneficios que mejoran diferentes habilidades en los estudiantes que los usan.

En el contexto educativo en el que se encuadra esta investigación, es decir, el que utiliza los videojuegos educativos como herramientas de aprendizaje, se hace evidente la necesidad de un marco de trabajo bien definido que permita producir videojuegos educativos efectivos, y en particular, videojuegos educativos con actividades colaborativas. Por tanto, en este capítulo se presenta una arquitectura, PLAGER-VG (del inglés, PLAtform for managinG Educational multiplayerR Video Games), que permite diseñar, monitorizar y adaptar procesos de aprendizaje colaborativo soportados por videojuegos.

PLAGER-VG soporta el proceso de diseño sistemático presentado en el capítulo anterior y es una arquitectura modular capaz de integrar el diseño y la ejecución de diferentes videojuegos.

INDICE DEL CAPITULO

8.1. INTRODUCCIÓN	219
8.2. LA ARQUITECTURA PLAGER-VG: UNA VISIÓN GENERAL	219
8.3. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE DISEÑO	224
8.3.1. <i>Componente de Inicialización del sistema</i>	224
8.3.2. <i>Componente de Diseño de contenido educativo</i>	226
8.3.3. <i>Componente de Diseño de contenido lúdico</i>	228
8.3.4. <i>Componente de Relación de contenidos entre los contenidos educativos y los contenidos lúdicos</i>	229
8.3.5. <i>Componente de Creación de Modelos de Estudiante-Jugador</i>	229
8.4. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE PERSONALIZACIÓN	231
8.4.1. <i>Componente de Personalización del perfil de los usuarios</i>	231
8.4.2. <i>Componente de Personalización del aprendizaje</i>	232
8.4.3. <i>Componente de Personalización de la instancia del juego</i>	235
8.4.4. <i>Componente Actualización de información de usuarios</i>	238
8.5. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE JUEGO	249
8.5.1. <i>Componente de Control del juego</i>	250
8.5.2. <i>Componente de Juego</i>	252
8.6. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE MONITORIZACIÓN	253
8.6.1. <i>Componente de Monitorización</i>	253
8.6.2. <i>Componente de Análisis del juego</i>	254
8.7. ARQUITECTURA PLAGER-VG: SUB-SISTEMA DE GRUPOS	256
8.7.1. <i>Componente de Diseño de grupos</i>	257
8.7.2. <i>Componente de Creación de grupos</i>	258
8.8. CONCLUSIONES	262

8.1. Introducción

Una característica muy significativa de los videojuegos es su alta interactividad, lo que, desde un punto de vista tecnológico, los convierte en un medio ideal de soporte para una experiencia de aprendizaje adaptativa. De hecho, es posible desarrollar juegos que monitoricen la actuación de los jugadores y modifiquen algunos parámetros del juego durante la partida (Moreno-Ger, 2007). En el caso de los videojuegos educativos, es necesario proveer de una monitorización específica para poder adaptar, de forma adecuada, tanto el proceso educativo como el de juego. La aproximación basada en modelos presentada en el capítulo 6 permite realizar este tipo de monitorización.

Con la propuesta que se completa en este capítulo, se pueden abordar dos elementos clave de los procesos de aprendizaje colaborativo y de su utilización como base del proceso de aprendizaje en un videojuego educativo. El primero de ellos hace referencia a la necesidad de los profesores de tener un registro de la evolución de sus alumnos, no sólo del resultado final del aprendizaje, sino también del proceso seguido en las tareas afrontadas durante dicho aprendizaje. El segundo objetivo se refiere a la necesidad de analizar la interacción que tiene lugar entre los jugadores cuando realizan una tarea propuesta y cómo las características de dicha interacción afectan al aprendizaje obtenido. Para abordar estos objetivos se propone una arquitectura modular denominada PLAGER-VG (del inglés, PLATform for managinG Educational multiplayeR Video Games).

8.2. La arquitectura PLAGER-VG: Una visión general

PLAGER-VG, como se ha comentado en los párrafos anteriores, es una arquitectura modular que da soporte a procesos de aprendizaje mediados por videojuegos educativos con actividades colaborativas y que permite el diseño, ejecución y monitorización de este tipo de aplicaciones. Para ello, proporciona cinco funciones principales:

- Da soporte al proceso de diseño integral definido para sistemas VGSCS (capítulo 7).
- Facilita la adaptación y personalización de los procesos de aprendizaje colaborativos mediados por videojuegos.
- Da soporte al proceso de juego en sí mismo, ya que coordina la ejecución del juego.
- Incorpora un mecanismo de monitorización y análisis, tanto del proceso de juego como del proceso de aprendizaje.
- Permite la gestión y monitorización de los grupos creados para las actividades de aprendizaje colaborativo.

Cada una de estas funciones principales constituye un sub-sistema independiente en la arquitectura, y se han denominado como sigue:

- *Sub-Sistema de Diseño*, para facilitar el diseño de los juegos educativos de los que se dispondrá para el proceso de aprendizaje.
- *Sub-Sistema de Personalización*, que facilita la adaptación y personalización del proceso de aprendizaje y de los juegos particulares para cada uno de los jugadores o grupos.
- *Sub-Sistema de Juego*, para controlar el juego y mantener las restricciones establecidas por el profesor para cada uno de los alumnos o grupos.

- *Sub-Sistema de Monitorización*, que registra los eventos de interés, los procesa y envía la información recopilada a cada uno de los procesos encargados de su tratamiento.
- *Sub-Sistema de Gestión de Grupos*, para diseñar los grupos necesarios e instanciarlos para cada juego.

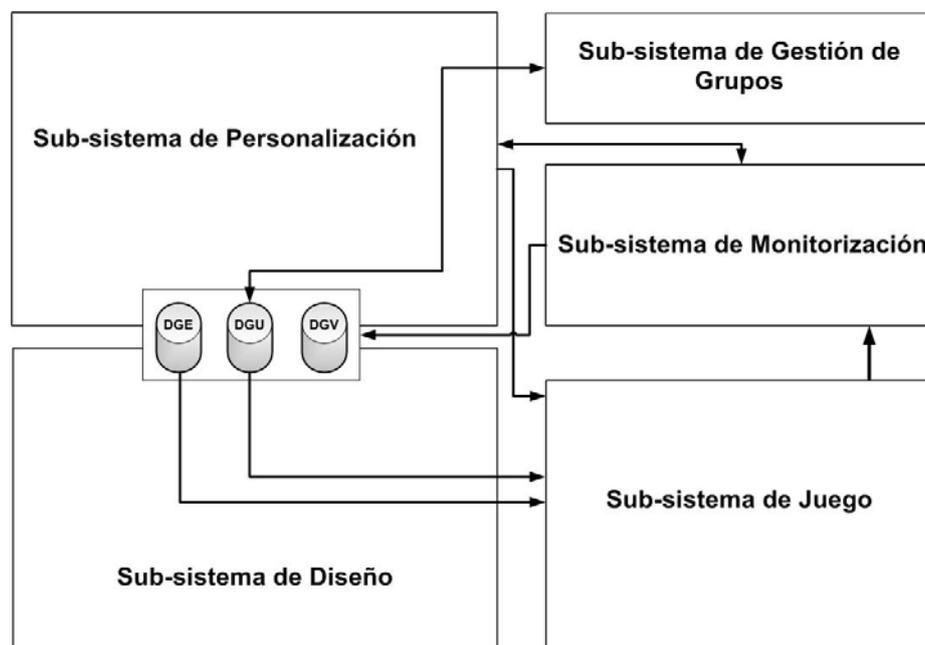


Figura 8.1 Vista modular de la arquitectura PLAGER-VG

No obstante, no se trata de sub-sistemas aislados, sino en continua interacción (Figura 8.1). Así, tanto el contenido educativo como el juego se diseñan usando la funcionalidad incluida en el *Sub-sistema de Diseño*. Los componentes diseñados se almacenan en los diccionarios del sistema que, tal como se observa en la figura, están almacenados en una base de datos. El Sub-sistema de Diseño, por medio de esta base de datos, se comunica con el *Sub-sistema de Personalización*, que accede a los elementos diseñados y los adapta a cada usuario del sistema. Estas modificaciones, que personalizan tanto el proceso de aprendizaje como el proceso de juego para cada jugador, se plasman también en los diccionarios del sistema. Para ello, tal como vemos en la figura, el Sub-sistema de Personalización se comunica con el *Sub-Sistema de Juego* que, dado un conjunto de especificaciones educativas para un alumno o grupo, genera una instancia de juego personal que se ejecutará de forma coherente con las restricciones educativas indicadas. Durante el juego, se producirá un conjunto de eventos de interés, tanto a nivel educativo como lúdico, que serán recogidos por el *Sub-sistema de Monitorización* para su procesamiento. Como resultado de este procesamiento, se generará un conjunto de recomendaciones que se comunican al Sub-sistema de Personalización y se almacenan en la base de datos de diccionarios. El Sub-sistema de Personalización se encargará de adaptar los procesos de juego y aprendizaje a las características de cada usuario y, por tanto, será el encargado de implementar estas recomendaciones. En la base de datos del sistema se realizarán los cambios referentes al diseño de actividades. Finalmente, el *Sub-sistema de Gestión de Grupos* gestiona tanto el diseño como la creación de los grupos y almacena esta información en el DGU. La información de los grupos permite gestionar las actividades colaborativas incluidas en el juego.

Gracias a la funcionalidad incorporada en la arquitectura y a su diseño estructural, conseguimos un conjunto de ventajas, que pueden resumirse como sigue:

- Permite el diseño integral de aplicaciones VGSCL.
- Su diseño modular permite gestionar las diferentes funciones de forma independiente.

- Permite incorporar aspectos de aprendizaje colaborativo al proceso educativo completo o a partes concretas del mismo.
- Utiliza la estructuración habitual de contenidos educativos para facilitar su utilización en los centros educativos, donde los profesores podrían no estar habituados a manejar software.
- Incorpora un mecanismo de gestión de alumnos y grupos que facilita al profesor la asignación de tareas y el análisis conjunto de los grupos.
- Puesto que existe una relación directa entre los contenidos educativos y los lúdicos, la arquitectura es capaz de gestionar el juego de acuerdo a las indicaciones educativas que el profesor ha fijado para cada alumno.
- Permite personalizar el aprendizaje por medio de la selección de los contenidos que se desean trabajar a través del juego.
- Incluye un módulo de monitorización que permite al profesor comprobar la evolución de los alumnos a nivel educativo. Además, el profesor puede también analizar cómo evolucionan los grupos y cómo se comportan como tal, permitiendo a su vez realizar adaptaciones de dichos grupos si es necesario.
- Incluye un mecanismo que permite la monitorización y análisis de la colaboración, a partir de cuyos resultados el profesor puede intervenir para modificar los aspectos que considere oportunos para mejorar el aprovechamiento del proceso de juego y aprendizaje.

Como vemos, esta arquitectura da soporte al diseño, ejecución y análisis de un conjunto de videojuegos educativos, permitiendo que los objetivos educativos definidos en el sistema puedan practicarse desde distintos videojuegos. Además, gracias a la incorporación del modelo de usuario, esta información se mantiene centralizada, independientemente del juego que se haya utilizado para aprender el contenido educativo. Para facilitar esta compartición de información, el sistema actualiza la información educativa en el modelo de cada estudiante o grupo, gracias a la relación de implementación que se define en el Modelo General de Objetivos y Tareas de cada juego (sección 6.3.6).

En la siguiente figura (Figura 8.2) se muestra la arquitectura PLAGER-VG completa. Cada uno de los sub-sistemas que conforman la arquitectura está formado por componentes, que pueden tener una o varias funcionalidades, dependiendo de la complejidad del objetivo para el que se diseñan. Así, en dicha figura pueden verse tanto los sub-sistemas que conforman PLAGER-VG como los componentes que forman parte de cada sub-sistema. Además, se ha especificado la relación entre los distintos componentes, considerando tanto las relaciones en las que se intercambia información como las actividades que cada componente realiza sobre otro. En las siguientes secciones se detalla, para cada sub-sistema, el funcionamiento y las relaciones entre sus componentes, así como las funcionalidades de cada componente, que pueden ser una o varias, en función de la complejidad del componente.

Para detallar el funcionamiento de cada uno de los sub-sistemas, así como el comportamiento de cada uno de los componentes que los conforman, se utiliza una plantilla, donde encontramos la siguiente información:

- Nombre de la funcionalidad: Es un nombre descriptivo que indica lo que hace dicha funcionalidad. Un componente puede tener más de una funcionalidad.
- Actores: Son las personas o elementos que interactúan con dicha funcionalidad.
- Pre-condiciones: Son requisitos necesarios para que el componente funcione de forma adecuada.
- Datos de entrada: Argumentos que recibe la funcionalidad y que necesita para operar con ellos.
- Datos de salida: Son los elementos que genera.

-
- Efecto: Indica qué hace concretamente cada funcionalidad y se especifica en pseudo-código.
 - Tratamiento de errores: Indica qué situaciones darían lugar a la interrupción de la funcionalidad y el correspondiente mensaje de error al usuario.
 - Post-condiciones: Son las modificaciones que se registran en el sistema como resultado de la actuación de la funcionalidad.
 - Interacción con otros componentes: Indica otras funcionalidades con las que está relacionada.

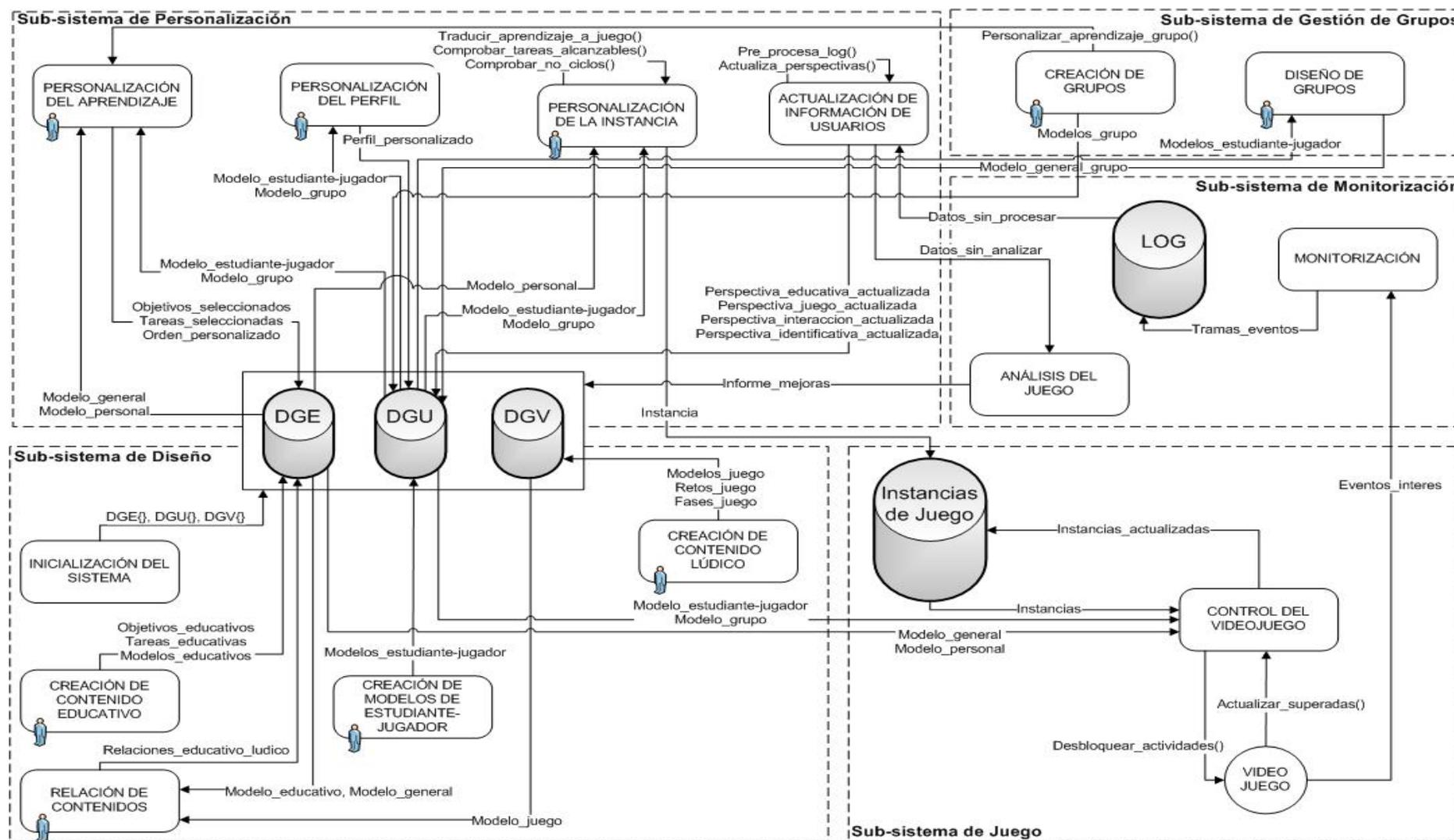


Figura 8.2 Arquitectura PLAGER-VG

8.3. Arquitectura PLAGER-VG: Sub-sistema de Diseño

El objetivo del *Sub-sistema de Diseño* (Figura 8.3) es facilitar la creación de videojuegos educativos tanto a profesores como a diseñadores de juegos. Este sub-sistema está formado por cinco componentes: Inicialización del sistema, creación de contenido educativo, creación de contenido lúdico, relación de contenidos educativos y lúdicos y creación de modelos de estudiante-jugador. El objetivo de estos componentes es guiar a profesores y diseñadores de juegos en el proceso de creación de contenidos, así como en el proceso de relacionar los contenidos educativos y lúdicos para su posterior procesamiento.

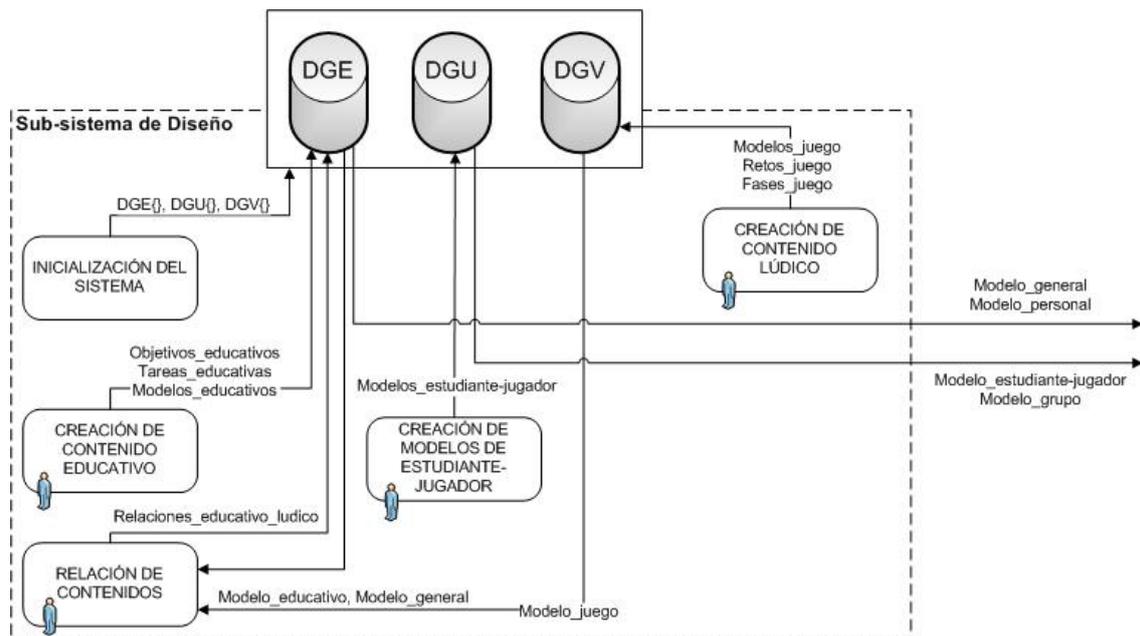


Figura 8.3 Sub-sistema de Diseño

Como se observa en la Figura 8.3, los componentes del Sub-sistema de Diseño están estrechamente relacionados con las etapas especificadas en el proceso de diseño. Así, se incluye un componente para la creación del contenido educativo (sección 7.2.1), otro para la creación del contenido lúdico (sección 7.2.2) y uno para la relación de ambos contenidos (sección 7.2.3) que, como sabemos, dará lugar al Modelo General de Objetivos y Tareas. Estos componentes corresponden con las tres primeras etapas del proceso de diseño. La cuarta etapa está relacionada con el modelado del usuario, funcionalidad que queda cubierta en el componente de Creación de Modelos de Estudiante-Jugador (sección 7.2.4). En la figura se ha especificado también el intercambio de información que se produce entre los componentes y entre cada componente con la base de datos. Además, vemos que hay un componente que no se incluye en el proceso de diseño y cuyo objetivo es Inicializar el Sistema. En las siguientes sub-secciones se detalla el funcionamiento de cada uno de los componentes incluidos en el Sub-sistema de Diseño.

8.3.1. Componente de Inicialización del sistema

El componente de *Inicialización del sistema* se ejecuta al iniciar el funcionamiento del sistema. Es el primer componente que se ejecuta y lo hace de forma automática al instalar el

sistema. Este componente genera los diccionarios generales, que se inicializan con un conjunto de valores por defecto para permitir al usuario comenzar a trabajar con el sistema. A continuación se describe este componente:

- **Funcionalidad 1:** Inicialización del sistema.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Ninguna.
- **Datos de entrada:** Ninguno.
- **Datos de salida:** Diccionario General Educativo (DGE), Diccionario General del Videojuego (DGV) y Diccionario General de Usuario (DGU).
- **Efecto:** Se generan los tres diccionarios nombrados en el epígrafe anterior, tal como se explicó en el capítulo 6, e introduce los valores por defecto que permiten al usuario comenzar a trabajar con el sistema. Comprende tres bloques, cada uno de ellos encargado de la inicialización de uno de los diccionarios.

Así, la inicialización del DGE consiste en la creación de los elementos vacíos correspondientes a cada una de las claves. Como ya explicamos en el capítulo 6, las claves “areas”, “objetivos”, “tareas” y “modelos” contienen a su vez diccionarios que almacenan información, respectivamente, de las áreas de conocimiento, objetivos educativos, tareas educativas y modelos educativos. Además de estas claves, se crea una clave más en el DGE para almacenar, en un vector, el nombre de los roles que puede desempeñar el candidato desde la perspectiva educativa (sección 6.3.7.1).

Por otra parte, la inicialización del DGV consiste en la creación de las ocho claves que lo componen: “tipos”, “dispositivos”, “categorías”, “roles”, “cultura”, “retos”, “fases” y “modelos”. Cada una de estas claves apunta a un vector que contiene la información correspondiente, según lo explicado en la sección 6.3.2.

Finalmente, se crea el DGU, que está formado por siete claves. Las cinco primeras apuntan a los correspondientes vectores que almacenan información de deficiencias visuales (“visuales”), deficiencias auditivas (“auditivas”), deficiencias del aparato locomotor (“motores”), deficiencias cognitivas (“cognitivos”) y los roles a nivel del juego que los alumnos pueden desempeñar (“roles”). Las dos últimas claves contienen la información relativa a los modelos de jugadores (“jugadores”) y de grupos (“grupos”), para lo que se usan dos diccionarios.

A continuación se especifica el funcionamiento del componente mediante pseudo-código:

```
create DGE //Diccionario General Educativo
foreach clave in [areas, objetivos, tareas, modelos]
{ // Estas claves son, a su vez, diccionarios
  create DGE[clave]
  DGE[clave]={}
}
create DGE[roles] // Vector de roles educativos
DGE[roles]=[Diversificador, Organizador, Ordenado, Ambicioso,
Conformista]

create DGV //Diccionario General del Videojuego
// Tipos de videojuego
DGV[tipos]=[Accion, Aventura, RPG, Estrategia, Simulacion, Carrera,
Lucha, Puzzle, Musical, Deportes, Plataformas, Disparo]
```

```

// Dispositivos de juego donde se ejecutan los videojuegos
DGV[dispositivos]=[PC, Nintendo DS, Nintendo Wii, XBOX 360, PSP,
iPhone, iPod Touch]
// Categoria a la que pertenece la tarea
DGV[categorias]=[Punteria, Mapa, Puzle, Dialogo, Estrategia,
Adivinanza]
// Roles que se dan en el juego
DGV[roles]=[Orientado a objetivos, Explorador, Habilidoso,
conversador, Estratega, Investigador]
// Aspectos culturales iniciales
DGV[cultura]=[europea, americana, oriental, sudamericana]

DGV[retos]={} // Para crear los retos del videojuego
DGV[fases]={} // Para crear las fases
DGV[modelos]={} // Para los modelos de juego diseñados

create DGU //Diccionario General de Usuario
DGU[visuales]=[Daltonismo, Deficiencia]//Problemas visuales
DGU[auditivos]=[Sordera, Hipoacusia] //Problemas de oido
DGU[cognitivos]=[Epilepsia, DAH] //Problemas cognitivos
DGU[motores]=[Distrofia] //Problemas motores

```

- **Tratamiento de errores:** Puesto que este componente se ejecuta de forma automática, no se ha previsto ningún mecanismo de interrupción de la ejecución debido a la interacción del usuario.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha generado el DGE con los valores iniciales y se ha almacenado en el sistema; 2) se ha creado el DGV con los valores iniciales y se ha almacenado en el sistema; 3) se ha creado el DGU con los valores iniciales y se ha almacenado en el sistema. El sistema queda en un estado preparado para que el usuario comience a diseñar sus juegos educativos, pero aún no hay ningún videojuego disponible.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con las BD que almacenan el DGE, el DGV y el DGU.

8.3.2. Componente de Diseño de contenido educativo

Este componente permite al equipo educativo diseñar los contenidos del currículo que van a estar disponibles en la plataforma de juego. Tal como se explicó en los capítulos anteriores, es necesario definir completamente el contenido educativo a enseñar por medio del juego para obtener un juego que sea satisfactorio desde el punto de vista del profesor. Para hacerlo, este componente reúne dos funcionalidades, que pueden ejecutarse tantas veces como sea necesario para incorporar nuevos contenidos o modificar los que ya se han introducido en el sistema: 1) creación de contenido educativo, y 2) creación del modelo educativo. A continuación se especifican estas funcionalidades:

- **Funcionalidad 1:** Creación de contenido educativo.
- **Actores:** Equipo educativo.
- **Pre-condiciones:** Sistema inicializado.
- **Datos de entrada:** Datos que introduce el equipo educativo por medio de una herramienta interactiva.

- **Datos de salida:** El DGE modificado con las áreas de conocimiento, objetivos y tareas educativas, así como las relaciones existentes entre cada uno de estos elementos, es decir, las relaciones que indican qué tareas contribuyen a la consecución de los objetivos y qué áreas de conocimiento están implicadas en cada uno de ellos.
 - **Efecto:** Las áreas de conocimiento que el usuario ha introducido por medio de la interfaz se añaden en el diccionario DGE[areas], los objetivos especificados por el usuario se introducen en DGE[objetivos] y las tareas en DGE[tareas]. El pseudo-código asociado a este componente puede encontrarse en la sección 7.4, correspondiente al algoritmo del proceso de diseño. Este componente comprende las secciones etiquetadas como “Etapa 1, actividad 1”.
 - **Tratamiento de errores:** Las áreas de conocimiento de los objetivos y tareas deben existir en DGE[areas].
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha creado una entrada en el diccionario DGE[areas] para cada área de conocimiento y se ha almacenado la información asociada a cada una de ellas; 2) se ha creado una entrada en el diccionario DGE[objetivos] para cada objetivo educativo y se ha almacenado la información asociada a cada uno de ellos; 3) se ha creado una entrada en el diccionario DGE[tareas] para cada tarea educativa y se ha almacenado la información correspondiente a cada una de ellas; 4) se han creado las relaciones que existen entre objetivos y tareas educativas.
 - **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE.
-
- **Funcionalidad 2:** Creación de modelo educativo.
 - **Actores:** Equipo educativo.
 - **Pre-condiciones:** El sistema está inicializado y existen áreas de conocimiento, objetivos educativos y tareas educativas en el sistema.
 - **Datos de entrada:** Un modelo educativo (si se va a realizar una actualización) y los datos facilitados por el equipo educativo por medio de la herramienta a tal efecto.
 - **Datos de salida:** El DGE modificado con el modelo educativo generado o actualizado.
 - **Efecto:** Se crea un modelo educativo que especifica los contenidos a enseñar y la forma de hacerlo. El usuario puede utilizar dos procedimientos para hacerlo: 1) desde cero, a partir de los objetivos y tareas del diccionario; o 2) a partir de un modelo educativo previamente existente y de las modificaciones que el profesor realice sobre el modelo de partida. El pseudo-código asociado a este componente puede encontrarse en la sección 7.4, correspondiente al algoritmo del proceso de diseño. Este componente comprende las secciones etiquetadas como “Etapa 1, actividad 2”.
 - **Tratamiento de errores:** Los objetivos y tareas que se incluyen en el modelo educativo deben existir en DGE[objetivos] y DGE[tareas], respectivamente.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha creado una entrada en el diccionario DGE[modelos] para el modelo educativo generado y se ha almacenado la información correspondiente; 2) se ha actualizado la información de la entrada de DGE[modelos] correspondiente al modelo actualizado.

- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE.

8.3.3. Componente de Diseño de contenido lúdico

De forma similar al componente anterior, el diseño de contenido de juego tiene como objetivo incluir en el sistema las características del juego educativo a construir. Para ello, comprende dos funcionalidades: 1) diseño del modelo de juego y 2) creación de contenidos lúdicos, de acuerdo al proceso de diseño especificado en el capítulo anterior.

- **Funcionalidad 1:** Diseño del modelo de juego.
 - **Actores:** Equipo de diseño de juegos.
 - **Pre-condiciones:** El sistema está inicializado.
 - **Datos de entrada:** La información especificada por el equipo de diseño por medio de la herramienta interactiva destinada a tal fin.
 - **Datos de salida:** DGV modificado con el Modelo de juego definido.
 - **Efecto:** Se definen las características generales del juego, así como el resto de la información especificada en el Modelo de Juego (sección 6.3.5.1), en concreto, el nombre del juego, las edades para las que está recomendado, las áreas de conocimiento que se trabajan por medio del juego, la dificultad general, el dispositivo en el que se ejecuta, el tipo de juego y la historia sobre la que se construyen las actividades del juego.
 - **Tratamiento de errores:** Ninguno.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha generado una entrada en DGV[modelos] que contiene información el juego a diseñar.
 - **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGV.
-
- **Funcionalidad 2:** Diseño de contenido lúdico.
 - **Actores:** Equipo de diseño de juegos.
 - **Pre-condiciones:** El sistema está inicializado.
 - **Datos de entrada:** La información especificada por el equipo de diseño por medio de la herramienta interactiva destinada a tal fin.
 - **Datos de salida:** DGV modificado con los retos, fases y niveles del juego.
 - **Efecto:** Los retos del juego se añaden en DGV[retos] y las fases y niveles en DGV[fases]. El pseudo-código asociado a este componente puede encontrarse en la sección 7.4, correspondiente al algoritmo del proceso de diseño. Este componente comprende las secciones etiquetadas como “Etapa 2, actividad 2”.
 - **Tratamiento de errores:** El área o áreas de conocimiento para las que se diseña el modelo de juego deben existir en DGE[areas]. Los videojuegos a los que se asocian los retos y las fases deben existir en DGV[modelos].
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha generado una entrada en DGV[retos] para cada uno de los retos definidos y se ha almacenado la información asociada a cada uno de ellos; 2) se ha generado una entrada en DGV[fases] para cada fase o nivel definido y se ha almacenado

la información asociada a cada uno de ellos. Los desarrolladores de juegos disponen ya de la información necesaria para construir el videojuego propiamente dicho.

- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGV.

8.3.4. Componente de Relación de contenidos entre los contenidos educativos y los contenidos lúdicos

En este componente se realiza la correspondencia entre el contenido educativo que se pretende enseñar por medio del juego y cada uno de los elementos del juego en sí. De esta forma, el sistema es capaz de ofrecer al profesor una medida, aproximada, del aprendizaje que se ha producido en el alumno a partir de los resultados obtenidos en el juego.

- **Funcionalidad 1:** Relación de contenidos educativos y lúdicos.
- **Actores:** Equipo educativo y equipo de diseño de juegos.
- **Pre-condiciones:** El sistema está inicializado, existen, al menos, un área de conocimiento, un objetivo educativo, una tarea educativa, un modelo educativo, un modelo de juego, un reto de juego y una fase o nivel del juego. Además, debe existir, al menos, un área de conocimiento común entre los modelos educativos y de juego.
- **Datos de entrada:** Modelo educativo seleccionado, modelo de juego seleccionado, modelo general de objetivos y tareas (opcional, si se va a realizar alguna modificación).
- **Datos de salida:** Modelo General de Objetivos y Tareas.
- **Efecto:** Si no se pasa como argumento un Modelo General de Objetivos y Tareas, se crea uno nuevo vacío. En ambos casos, se crean o actualizan las relaciones en función de las relaciones entre las tareas educativas seleccionadas y las fases del juego seleccionadas que se hayan definido por medio de la herramienta utilizada. No todas las tareas del juego tienen que estar seleccionadas, ya que se pueden incluir tareas que no contribuyan al proceso de aprendizaje. El pseudo-código asociado a este componente puede encontrarse en la sección 7.4, correspondiente al algoritmo del proceso de diseño. Las relaciones que se establecen se definen indicando una tarea educativa, una fase o nivel del juego y una fórmula que define cómo la puntuación obtenida determina la calificación a nivel educativo. Este componente comprende las secciones etiquetadas como “Etapa 3”.
- **Tratamiento de errores:** Únicamente se pueden relacionar tareas con fases o niveles. Asumiendo que esta labor se realizaría por medio de una herramienta específica, basta con no permitir acceder a la información de objetivos y retos.
- **Post-condiciones:** 1) Se genera o actualiza un Modelo General de Objetivos y Tareas para los modelos educativo y de juego seleccionados.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE y la BD que contiene el DGV.

8.3.5. Componente de Creación de Modelos de Estudiante-Jugador

En este componente se genera un Modelo de Estudiante-Jugador por cada uno de los alumnos que se especifican. Se asume que esta labor se va a realizar por medio de una

herramienta interactiva fácil de usar para el docente, como puede ser una similar a la presentada en el capítulo anterior.

- **Funcionalidad 1:** Creación de modelos de estudiante-jugador.
- **Actores:** Equipo educativo.
- **Pre-condiciones:** Existe el DGU, donde se almacenarán los modelos, y está inicializado.
- **Datos de entrada:** Información sobre cada uno de los estudiantes.
- **Datos de salida:** DGU actualizado con la información de los modelos generados.
- **Efecto:** Para cada uno de los estudiantes especificados por medio de la herramienta, se genera un Modelo de Estudiante-Jugador. Los campos que conforman este modelo se actualizan con la información introducida para cada uno de ellos. Estos campos, tal como se explicó en el capítulo 6, están clasificados en cuatro perspectivas: personal, educativa, de juego y de interacción. A continuación se especifica el pseudo-código de este componente.

```
//Recuperamos de la herramienta la informacion de los alumnos
alumnos=recupera_datos()
foreach alumno in alumnos
{
    id=alumno[0]
    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id)
    if modelo== -1
        modelo=nuevo_Modelo_Estudiante(alumno)

    datos_alumno=recupera_datos(alumno)
    max=longitud(datos_alumno)
    foreach i in {0-max}
    {
        valido=comprueba_diccionarios22(datos_alumno[i])
        if valido== -1 //El valor introducido no es valido
            continue
        modelo[i]=datos_alumno[i]
    }
    DGU{jugadores}.insert(modelo)
}
```

- **Tratamiento de errores:** Si el valor introducido en alguno de los campos no se encuentra en el diccionario correspondiente del sistema, se envía un mensaje de error. Será necesario incluir ese valor en el diccionario antes de utilizarlo.
- **Post-condiciones:** 1) Se genera un Modelo de Estudiante-Jugador para cada alumno indicado.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGU.

²² Puesto que todos los valores que usen en los Modelos de Estudiante-jugador deben estar previamente introducidos en los diccionarios generales, esta función comprueba que el valor que se pasa como argumento ya exista en dichos diccionarios.

8.4. Arquitectura PLAGER-VG: Sub-sistema de Personalización

A partir de la información descrita en el Sub-sistema de Diseño, el profesor puede personalizar tanto el aprendizaje como algunos de los parámetros de funcionamiento del sistema. Estas modificaciones se realizan por medio del Sub-sistema de Personalización (Figura 8.4), que permite definir estrategias de aprendizaje personalizadas para cada alumno y cada grupo.

Como se observa en la Figura 8.4, este sub-sistema está formado por cuatro componentes: Personalización del Aprendizaje, Personalización del Perfil, Personalización de la Instancia y Actualización de Información de Usuarios. Los componentes de personalización se encargan de modificar aspectos del proceso de aprendizaje, de la perspectiva personal y del juego, respectivamente. La personalización del aprendizaje y de la instancia la realiza el equipo educativo, en función de las necesidades específicas de cada alumno. Sin embargo, la personalización de la instancia se realiza de forma automática, a partir de las modificaciones del Modelo Educativo personalizado. Como vemos en la figura, los tres componentes de personalización están estrechamente relacionados entre sí, aunque dichas relaciones se realicen a través de las BD.

Por otra parte, el componente de actualización de información de usuarios recibe los datos registrados en el juego e interactúa con el DGE, ya que actualiza los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo a partir de dicha información.

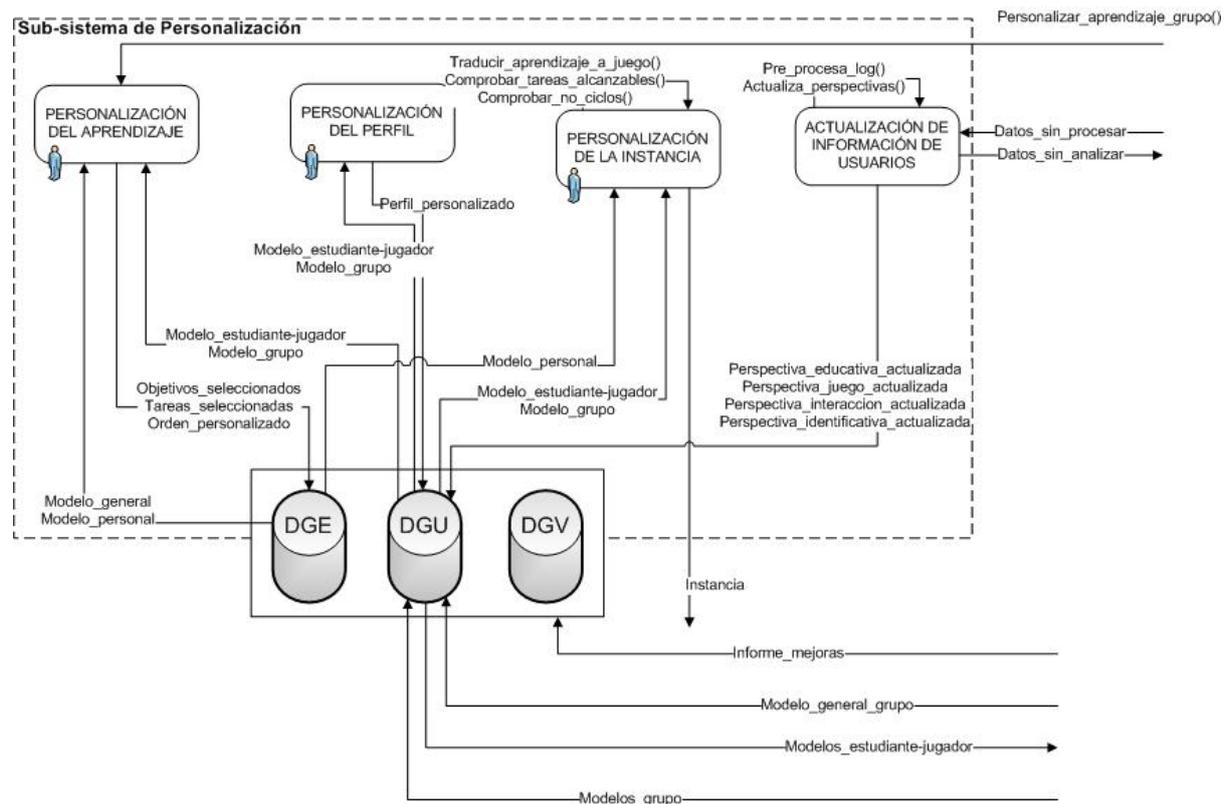


Figura 8.4 Sub-sistema de Personalización

8.4.1. Componente de Personalización del Perfil de los usuarios

El componente de *Personalización del Perfil* permite al profesor determinar qué atributos, de entre el conjunto de atributos incluido en el Modelo de Estudiante-Jugador o en el Modelo

de Grupo, quiere mantener “activos”. Decimos que un atributo está activo en dos circunstancias: en la Perspectiva Educativa, si el atributo se va a tener en cuenta en los procesos automáticos del sistema, como puede ser la creación de grupos o la sugerencia de mejoras; en la Perspectiva de Juego y la Perspectiva de Interacción, si la información de dichos atributos se va a presentar al profesor en los resúmenes de la actuación de los jugadores. De esta manera, el profesor puede determinar qué características del perfil se consideran para cada jugador en cada juego. Los atributos inactivos continúan actualizándose con la información que se procesa en el sistema para permitir su utilización en configuraciones distintas que pudieran requerirse más adelante. Este proceso trabaja con los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo, ya que marca los atributos activos y no activos en dichos modelos.

- **Funcionalidad 1:** Personalización del perfil.
- **Actores:** Educador.
- **Pre-condiciones:** Existe al menos un Modelo de Estudiante-Jugador o un Modelo de Grupo para personalizar.
- **Datos de entrada:** Modelo de Estudiante-Jugador o Modelo de Grupo que se desea personalizar.
- **Datos de salida:** Modelo de Estudiante-Jugador o Modelo de Grupo modificado.
- **Efecto:** Determina qué atributos van a estar activos y cuáles no lo van a estar en el modelo que se ha pasado como argumento, en función de la información que el educador haya introducido por medio de la herramienta diseñada a este efecto. El pseudo-código de este componente se indica a continuación.

```
// Recorremos todos los atributos del modelo
foreach atributo in Modelo
{
    if activo(atributo)
        Modelo.atributo.activo=true
    else
        Modelo.atributo.activo=false
}
```

- **Tratamiento de errores:** Ninguno.
- **Post-condiciones:** 1) El Modelo de Estudiante-Jugador o Modelo de Grupo que se pasó como argumento ha quedado modificado.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGU.

8.4.2. Componente de Personalización del Aprendizaje

El componente de *Personalización del Aprendizaje* permite al profesor determinar, para un alumno o grupo concreto, una estrategia de aprendizaje que se debe trabajar en una sesión de juego o en un juego completo. En este proceso se gestiona el qué y el cómo, es decir, el profesor puede determinar qué objetivos o tareas se deben realizar y también puede decidir en qué orden deben afrontarse. De esta forma, el profesor puede decidir qué objetivos y tareas necesita superar o reforzar un jugador o grupo particular. Para ello, el profesor seleccionará los objetivos y tareas educativas y el sistema se encargará de presentar al jugador los retos y

fases del juego que corresponden con dicha información. De forma similar, el profesor podría determinar que un estudiante realizara un objetivo educativo antes que otro (pre-requisito pedagógico) o que una tarea asociada a un objetivo se realizara en un cierto orden (pre-requisito de orden). Esto permite al profesor aplicar, por ejemplo, una estrategia de aprendizaje por descubrimiento (Shulman, 1966) para presentar los objetivos y las tareas en un orden inverso a los pre-requisitos pedagógicos fijados en el Modelo General de Tareas y Objetivos.

Como resultado de realizar un proceso de Personalización del Aprendizaje junto con un proceso de Personalización del Perfil para cada estudiante o grupo se obtiene el *Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado*. El contenido de este modelo se especifica de la misma forma que el Modelo General de Tareas y Objetivos. Sin embargo, ahora encontramos modificaciones concretas que afectan a los objetivos o tareas que se incluyen o al orden en que éstos se presentan. La información contenida en este modelo determina la instanciación del juego para cada alumno o grupo, ya que determinará qué retos y fases se van a presentar a cada jugador y en qué orden.

A continuación se describe el funcionamiento de este componente:

- **Funcionalidad 1:** Personalización de objetivos educativos.
- **Actores:** Educador.
- **Pre-condiciones:** Existe, al menos, un Modelo General de Objetivos y Tareas y un Modelo de Estudiante-Jugador o de Grupo.
- **Datos de entrada:** Modelo General de Objetivos y Tareas, Modelo de Estudiante-Jugador o Modelo de Grupo.
- **Datos de salida:** Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado.
- **Efecto:** Determina qué sub-conjunto de objetivos educativos va a afrontar el alumno, de entre los incluidos en el Modelo General de Objetivos y Tareas que se va a trabajar. Inicialmente, se asigna el Modelo General de Objetivos y Tareas sobre el que se realizarán los cambios indicados por el educador, dando lugar al Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado.

Esta funcionalidad recorre cada objetivo educativo del Modelo General y comprueba si el educador, por medio de la herramienta interactiva, lo ha incluido en el Modelo Personalizado. Si no está incluido, lo elimina y elimina también los objetivos del juego relacionados.

A continuación se presenta el pseudo-código de esta funcionalidad.

```
//El modelo educativo inicial del alumno es el Modelo General
modelo_alumno=Modelo_General

//Seleccionar objetivos educativos que va a afrontar el alumno
foreach objetivo_educativo in Modelo_General
  if not need(objetivo_educativo, alumno)
  {
    delete(objetivo_educativo, modelo_alumno)
    // Borramos los objetivos del juego asociados
    rel=related(objetivo_educativo, objetivo_ludico)
    foreach objetivo_ludico in rel
      delete(objetivo_ludico, modelo_alumno)
  }
```

- **Tratamiento de errores:** No se pueden incluir objetivos educativos que no se encuentren en el Modelo General de Objetivos y Tareas que se pasa como argumento. Esto asegura que existen en el DGE, ya que la creación de objetivos es anterior a esta funcionalidad.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha generado un Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado para el alumno o grupo indicado; 2) el Modelo de Estudiante-Jugador o de Grupo se ha actualizado con los objetivos educativos que debe afrontar.
 - **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE y la BD que contiene el DGU.
-
- **Funcionalidad 2:** Personalización de tareas educativas.
 - **Actores:** Educador.
 - **Pre-condiciones:** Existe, al menos, un Modelo General de Objetivos y Tareas y un Modelo de Estudiante-Jugador o de Grupo.
 - **Datos de entrada:** Modelo General de Objetivos y Tareas, Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado y Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
 - **Datos de salida:** Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado actualizado.
 - **Efecto:** Determina qué tareas educativas va a afrontar el alumno. En el diseño de este componente se asume que el educador trabaja con una herramienta interactiva que permite configurar el aprendizaje en base a las tareas, la cual actualiza el modelo personalizado cuando confirma los cambios. A continuación, se presenta el pseudo-código de esta funcionalidad.

```
//Seleccionamos las tareas educativas
foreach tarea_educativa in modelo_alumno.objetivos
    if not need(tarea_educativa, alumno)
    {
        delete(tarea_educativa, modelo_alumno)
        //Borramos las tareas del juego asociadas
        foreach related(tarea_ludica, tarea_educativa)
            delete(tarea_ludica, modelo_alumno)
    }
}
```

- **Tratamiento de errores:** No se pueden incluir tareas educativas que no se encuentren en el Modelo General de Objetivos y Tareas que se pasa como argumento. Esto asegura que existen en el DGE, ya que la creación de tareas es anterior a esta funcionalidad.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha actualizado el Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado para el alumno o grupo indicado; 2) el Modelo de Estudiante-Jugador o de Grupo se ha actualizado con las tareas educativas que debe afrontar.
 - **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE y la BD que contiene el DGU.
-
- **Funcionalidad 3:** Personalización del orden de objetivos y tareas.
 - **Actores:** Educador.

- **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Objetivos y Tareas para el alumno o grupo implicado.
- **Datos de entrada:** Modelo General de Objetivos y Tareas, Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado, Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
- **Datos de salida:** Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado.
- **Efecto:** Determina en qué orden se van a afrontar los objetivos y tareas indicadas en el Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado que se pasa como argumento. Se asume que el educador trabaja con una herramienta interactiva que permite modificar el orden de los objetivos y tareas, de tal forma que al confirmarse los cambios se produce la actualización del modelo personalizado. A continuación se presenta el pseudo-código de esta funcionalidad.

```
// Modificar cambios de orden en el modelo personalizado
foreach obj_educ in mod_alumno
{
    if next(obj_educ) <> next(Modelo_General.obj_educ)
        update_next(mod_alumno.obj_educ, next(obj_educ))
    if prev(obj_educ) <> prev(Modelo_General.obj_educ)
        update_prev(mod_alumno.obj_educ, prev(obj_educ))
}
foreach tar_educ in mod_alumno
{
    if next(tar_educ) <> next(Modelo_General.tar_educ)
        update_next(mod_alumno.tar_educ, next(tar_educ))
    if prev(tar_educ) <> prev(Modelo_General.tar_educ)
        update_prev(mod_alumno.tar_educ, prev(tar_educ))
}
```

- **Tratamiento de errores:** Únicamente se puede modificar el orden de las tareas que pertenezcan al mismo objetivo.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha actualizado el Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado para el alumno o grupo indicado.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con la BD que contiene el DGE.

8.4.3. Componente de Personalización de la instancia del juego

El componente de *Personalización de la Instancia* genera una Instancia del Juego para cada jugador y grupo que va a participar en el juego. La Instancia del Juego mantiene el control educativo a nivel de juego, es decir, determina qué actividades del juego hay que presentar al jugador en función de la información educativa que el profesor ha determinado en cada Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado. Este control puede realizarse por medio de un formalismo dinámico que gestione la ejecución de un modelo de tareas, como por ejemplo, una Red de Petri o un árbol de alcanzabilidad. A continuación se describen las funciones de este componente:

- **Funcionalidad 1:** Incorporación de condiciones educativas al juego.
- **Actores:** Sistema.

- **Pre-condiciones:** El alumno para el que se genera la instancia tiene asignado un Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado.
- **Datos de entrada:** Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado, Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
- **Datos de salida:** Instancia del Juego.
- **Efecto:** Se genera una Instancia del Juego para el alumno o grupo cuyo modelo se ha introducido como parámetro. Para realizar este proceso, se recorren todas las tareas educativas del Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado. Puesto que cada una de las tareas educativas está *implementada* (sección 6.3.6) por una o más fases o niveles del juego, se deben mantener las relaciones de orden a nivel educativo en el nivel de juego. Por ello, las tareas lúdicas que implementan una tarea educativa anterior serán pre-requisito de las tareas lúdicas que implementan la tarea educativa siguiente (en el árbol de tareas).

En el pseudo-código que se muestra a continuación se observa cómo se recupera la tarea educativa inicial. A continuación, se realiza un bucle para recorrer todas las tareas educativas, de tal forma que, para cada tarea educativa, se recuperan las fases del juego que la implementan. En cada iteración tenemos dos conjuntos de fases: uno de las fases que implementan la tarea educativa actual y el otro de las fases que implementan la tarea educativa anterior. Entonces, realizamos dos operaciones: 1) las fases del juego que implementan la tarea educativa anterior pasan a ser pre-requisitos de las actuales; y 2) se realiza la anotación también en sentido contrario.

```
// Traducir los pre-requisitos entre tareas educativas
// a pre-requisitos entre fases y niveles del juego
modelo_personal_aux=modelo_personal
primera_educativa=primera_tarea(modelo_personal)
tareas_ludicas=implements(modelo_personal, primera_educativa)
delete(modelo_personal_aux, primera_educativa)
tars_educs=modelo_personal_aux.tareas_educativas
foreach tar_educ in tars_educs
{
    tareas_ludicas_2=implements(modelo_personal, tar_educ)
    foreach t_1 in tareas_ludicas
        foreach t_2 in tareas_ludicas_2
        {
            add(t_1.next, t_2)
            add(t_2.prev, t_1)
        }
    tareas_ludicas=tareas_ludicas_2
    delete(modelo_personal_aux, tar_educ)
}
```

- **Tratamiento de errores:** Ninguno.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha generado una Instancia del Juego asociada al alumno o grupo al que pertenece el Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado que se pasa como argumento.
- **Interacción con otros componentes:** Este componente se relaciona con las BD que contiene el DGE, la BD que contiene el DGU y con las funcionalidades 2 y 3 de este componente.

- **Funcionalidad 2:** Comprobación de la alcanzabilidad de las tareas de la instancia del juego.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe, al menos, una Instancia del Juego.
- **Datos de entrada:** Instancia del Juego.
- **Datos de salida:** Instancia del Juego.
- **Efecto:** Se comprueba que la Instancia del Juego que se pasa como argumento permite alcanzar todas las tareas lúdicas según el orden generado en la funcionalidad anterior. Para ello, se puede utilizar, por ejemplo, un algoritmo de alcanzabilidad de la teoría de árboles, como el recorrido en profundidad o en anchura del árbol generado.

```
// Comprobamos que todas las tareas del juego son alcanzables
errores=alcanzables(instancia_juego)
if errores <> vacio
    mostrar errores //tareas no alcanzables
```

- **Tratamiento de errores:** Este componente devuelve un error si alguna de las tareas no es alcanzable en el árbol de tareas de la Instancia del Juego.
- **Post-condiciones:** Ninguna.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la funcionalidad 1 de este componente.

- **Funcionalidad 3:** Construcción del Modelo Ejecutable.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe, al menos, una Instancia del Juego.
- **Datos de entrada:** Instancia del Juego.
- **Datos de salida:** Instancia del Juego.
- **Efecto:** El árbol que constituye la Instancia del Juego se transforma en un formalismo dinámico que permite gestionar las fases y los niveles del juego de acuerdo a las características del aprendizaje diseñado.

Para construir este formalismo será necesario transformar tanto las fases y los niveles del juego como las relaciones que existan entre ellos, es decir, los pre-requisitos que se establecen para avanzar de un nivel a otro y de una fase a otra.

```
//Se transforman los niveles
transforma_niveles_juego(instancia_juego)

//Se transforman las fases
transforma_fases(instancia_juego)

//Se transforman los pre-requisitos
transforma_pre_requisitos(instancia_juego)

//Se construye el formalismo dinamico
Construir_formalismo(instancia_juego)
```

- **Tratamiento de errores:** Ninguno.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha generado un formalismo dinámico que controla la ejecución del juego y que constituye la Instancia del Juego.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con las Funcionalidades 1y 2 de este componente y con la BD que contiene las Instancias del Juego.

8.4.4. Componente Actualización de información de usuarios

El *Modelo de Estudiante-Jugador* y el *Modelo de Grupo*, tal como se explicó en el capítulo 6, contienen la información de los jugadores desde las distintas perspectivas de estudio. Aunque la información inicial contenida en dichos modelos la suministra el profesor, a medida que se juega, esta información se va actualizando. El componente de *Actualización de información de usuarios* procesa la información recopilada en el log del juego (Modelo de Estado del Juego, sección 5.4), traduce los logros del juego en aspectos educativos y almacena dicha información en el Modelo de Estudiante-Jugador y en el Modelo de Grupo. Para hacer esta actualización utiliza la información que se va generando en la Instancia del Juego de cada jugador o grupo, junto con la relación de implementación especificada en el Modelo General de Objetivos y Tareas. Si la opción de monitorización no está activada, la información referente a las habilidades del jugador no puede actualizarse, pero sí se puede actualizar la información de aprendizaje que se obtiene desde la propia Instancia del Juego. Este proceso tiene dos modos de operación: 1) *retardada*, que se ejecuta una única vez al final de la partida y 2) *programada*, que se realiza a lo largo del proceso de juego. En la mayoría de los casos, la información se procesa antes de ser almacenada definitivamente en los modelos, con objeto de obtener información de los datos, como por ejemplo, calcular la calificación a partir de las puntuaciones.

- **Funcionalidad 1:** Recuperación de los datos sin procesar.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe el fichero de log del juego.
- **Datos de entrada:** Fichero de log.
- **Datos de salida:** *Matriz de cambios* con la información de las líneas del fichero de log sin procesar. La matriz de cambios es una matriz donde se almacenan los datos por procesar del fichero de log, una vez que estos han sido pre-procesados. Cada fila de la matriz contiene 15 elementos, que coinciden con los elementos de la trama de información generada, tal como se explicó en el capítulo 5, Tabla 5.1.
- **Efecto:** Se recorre el fichero de log desde la última marca de revisión y se genera una matriz de cambios con la información correspondiente a esa parte del fichero.

Cada vez que se procesa una parte del fichero, se coloca una marca al final del fragmento procesado, de tal forma que, la próxima vez, se consideren únicamente los datos nuevos, es decir, los que hay a partir de la última marca.

```
//Recuperamos la parte del fichero que hay que procesar
datos=datos_sin_procesar(log)
marcar_log()
```

```
matriz_datos=[]
foreach linea in datos
{
    info=split(linea,"\t")
    matriz_datos.insert(info)
}
```

-
- **Tratamiento de errores:** Ninguno.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha generado una matriz con la información del fichero de log que aún no se había procesado; 2) se ha marcado el fichero para la siguiente acción de procesamiento.
 - **Interacción con otros componentes:** Este componente se relacionará con el fichero de log y con las funcionalidades que se describen a continuación.
-
- **Funcionalidad 2:** Actualización de la perspectiva educativa del Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
 - **Actores:** Sistema.
 - **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador y un Modelo de Grupo para cada uno de los estudiantes y grupos que aparecen en los datos a actualizar. Existe el Modelo General de Objetivos y Tareas que relaciona las tareas del juego con las tareas educativas.
 - **Datos de entrada:** Matriz de cambios con los datos pre-procesados del fichero de log.
 - **Datos de salida:** Modelos de Estudiante-Jugador y Modelos de Grupo actualizados.
 - **Efecto:** Se recorre la información sin procesar y se actualiza la perspectiva educativa de los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo involucrados.

Inicialmente, se realiza un pre-procesamiento de la matriz de datos que se recibe como argumento. En esta fase, para cada jugador y grupo, se suma la puntuación obtenida en las tareas del juego y se guardan los objetivos en los que se ha trabajado.

En la segunda fase se registra la actividad educativa en los modelos adecuados, siguiendo cinco pasos: 1) se selecciona el modelo de objetivos y tareas adecuado, es decir, el Modelo General de Objetivos y Tareas o el Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado, si existe para el usuario que se está procesando, del juego indicado en la trama de información; 2) se calcula la calificación obtenida en cada tarea educativa según la fórmula que relaciona dicha tarea con la tarea del juego procesada y la puntuación obtenida en la misma; 3) se recupera el modelo de usuario del jugador implicado; 4) si no hay calificación anterior o dicha calificación se puede sobrescribir, se construye el vector con la información calculada; 5) en función del porcentaje de superación de la tarea, esta información se actualiza en la lista adecuada: tareas afrontadas o superadas. Finalmente, la tarea se elimina de la lista de tareas propuestas.

En la tercera fase, se hace lo propio con los objetivos educativos, una vez que la información de las tareas ya está actualizada. Así, para cada usuario que aparece en los datos a procesar, se recupera el conjunto de objetivos relacionados con las tareas que se han trabajado. Cada uno de esos objetivos está relacionado con un conjunto de tareas educativas por medio de caminos educativos, tal como vimos en los capítulos anteriores. Para cada objetivo, se calcula el porcentaje de superación y la calificación obtenida en

función de las tareas superadas por el usuario, de tal forma que, al igual que en la fase anterior, la información se actualiza en la lista de objetivos adecuada: afrontados o superados. Finalmente, el objetivo se elimina de la lista de objetivos propuestos.

```
//Pre-procesamos la informacion
tareas, objetivos =[], []
foreach evento in datos
{
    juego=evento[1]
    t_juego,t_educativa,o_educativo=evento[3:5]
    puntuacion,jugador,grupo=evento[8:10]

    id=jugador
    if grupo<>Null
        id=grupo

    //Almacenamos la puntuacion de las tareas
    v=[juego, id, t_juego, t_educativa]
    index=buscar_fila(tareas,v)
    if index== -1
    {
        v=[juego, id, t_juego, t_educativa, 0]
        index=tareas.add(v)
    }

    tareas[index][4]+=puntuacion

    //Almacenamos los objetivos educativos y jugadores
    index=buscar(objetivos[id], o_educativo)
    if index== -1
        objetivos[id].add(o_educativo)
}
//Actualizamos perspectiva educativa
info=[]
foreach fila in tareas
{
    juego, id, t_juego, t_educativa, puntuacion=fila

    //Recuperamos el Modelo de Objetivos y Tareas adecuado
    mod_personal=recupera_Modelo_Personalizado(id, juego)
    if mod_personal==Null
        mod_personal=recupera_Modelo_General(juego)

    //Recuperamos la formula que relaciona las tareas
    form=recupera_formula(mod_personal,t_juego,t_educativa)
    calificacion=calcula_calificacion(form, puntuacion)
    //Recuperamos el modelo de usuario y actualizamos
    modelo_usuario=recupera_Modelo_Usuario(id)
    v_tarea=busca_tarea(modelo_usuario, t_educativa)23
```

²³ Este proceso recupera la tarea de la lista de tareas propuestas, afrontadas o superadas en función de donde se encuentre dicha tarea en el modelo del usuario que se pasa como argumento. Devuelve un vector con cuatro posiciones que es el número máximo de posiciones de los vectores de esas listas de tareas.

```

puntuacion_anterior=v_tarea[1]
if sobrescribir==false and anterior<>Null continue
v_tarea[1]=calificacion
v_tarea[2]=fecha()
v_tarea[3].add(juego)

//Actualizamos la situacion de la tarea
prc=porcentaje_superado(t_educativa)
if prc==1 //La tarea está superada
    modelo_usuario{educativo}[5].add(v_tarea)
else //La tarea esta afrontada
{
    v=[v_tarea[0],prc, fecha()]
    modelo_usuario{educativo}[4].add(v)
}
//Borramos la tarea de la lista de tareas propuestas
modelo_usuario{educativo}[3].delete(t_educativa)
}
//Actualizamos la informacion de los objetivos educativos
foreach id in objetivos
{
    objetivos_implicados=objetivos[id]
    modelo_educativo=recupera_Modelo_Educativo(id)
    modelo_usuario=recupera_Modelo_Usuario(id)
    tareas_superadas=modelo_usuario{educativo}[5]

    foreach obj in objetivos_implicados
    {
        caminos=caminos_educativos(modelo_educativo, obj)
        res=cmp_superado(obj, caminos, tareas_superadas)
        sup, nota, fecha_ini, juegos=res
        if sup==1
        {
            v=[obj,nota,fecha_ini,fecha(),juegos]
            modelo_usuario{educativo}[2].add(v)
        }
        else
        {
            v=[obj, sup, fecha_ini, juegos]
            modelo_usuario{educativo}[1].add(v)
        }

        modelo_usuario{educativo}[0].delete(obj)
    }
}
}

```

- **Tratamiento de errores:** Este componente devuelve un mensaje de error si alguno de los elementos involucrados no se encuentra en el sistema, por ejemplo, una tarea o un usuario eliminado.
- **Post-condiciones:** 1) La información de la perspectiva educativa de los Modelos de Estudiante-Jugador y Grupo se ha actualizado.
- **Interacción con otros componentes:** Se relaciona con la BD que contiene el DGU y con la funcionalidad 1 de este componente.

- **Funcionalidad 3:** Actualización de la perspectiva de juego del Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador y un Modelo de Grupo para cada uno de los estudiantes y grupos que aparecen en los datos a actualizar
- **Datos de entrada:** Matriz de datos pre-procesados del fichero de log.
- **Datos de salida:** Modelos de Estudiante-Jugador y Modelos de Grupo actualizados.
- **Efecto:** Se recorre la matriz de datos y se actualiza la perspectiva de juego de los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo involucrados.

Puesto que la actualización de esta perspectiva está en función de la configuración del sistema, habrá que comprobar si está activada la función de monitorización. Si la opción de monitorización está activa, pre-procesamos la información de la matriz para resumir los datos que aún no se han procesado, tal como se hizo en la funcionalidad anterior. Una vez que hemos resumido la puntuación por tareas, es necesario hacer la actualización de dicha puntuación según el tipo de tarea y la longitud de la misma, para poder actualizar las preferencias de juego de cada usuario. Si la función de monitorización está desactivada, esta matriz estará vacía.

Para cada usuario, se recupera su modelo y se actualizan los campos de mejor tarea, peor tarea, tarea preferida, etc... en función de las puntuaciones obtenidas en cada tipo de tarea, las veces que ha realizado cada una de ellas y la longitud de las mismas.

```

info=[]
if monitorizacion==true
{
    tareas =[]
    foreach evento in datos
    {
        juego, t_juego, t_educativa=evento[1], evento[3:4]
        puntuacion, jugador, grupo=evento[8:10]

        id=jugador
        if grupo<>Null
            id=grupo

        //Almacenamos la puntuacion de las tareas
        v=[juego, id, t_juego, t_educativa]
        index=buscar_fila(tareas,v)
        if index==-1
        {
            v.add(0)
            index=tareas.add(v)
        }

        tareas[index][4]+=puntuacion
    }

    //Recuperamos la informacion del juego
    foreach fila in tareas
    {

```

```
        juego, id, t_juego, t_educativa, puntuacion=fila
        aux=recupera_info_fase(DGV{fases}, t_juego)
        tipo_tarea=aux[3]
        longitud=aux[6]
        info[id][tipo_tarea][0]+=puntuacion
        info[id][tipo_tarea][1]++
        info[id][longitud]++
    }
}

// Actualizamos la informacion de la perspectiva de juego
max=longitud(info)
foreach i in {0-max}
{
    id, tipos_tarea, longitudes=info[i]

    tareas_puntos=tipos_tarea[0]
    tareas_veces=tipos_tarea[1]

    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id)

    //Mejor Tarea
    tareas_aux=tareas_puntos
    tareas_aux.add_historico(id, modelo{juego}[2])
    tareas_aux=ordenar_descendiente(tareas_aux)
    modelo{juego}[2]=tareas_aux[:3]

    //Peor Tarea
    tareas_aux=tareas_puntos
    tareas_aux.add_historico(id, modelo{juego}[3])
    tareas_aux=ordenar_creciente(tareas_aux)
    modelo{juego}[3]=tareas_aux[:3]

    //Tarea Preferida
    tareas_aux=tareas_veces
    tareas_aux.add_historico(id, modelo{juego}[4])
    tareas_aux=ordenar_descendiente(tareas_aux)
    modelo{juego}[4]=tareas_aux[:3]

    //Tarea Rechazada
    tareas_aux=tareas_puntos
    tareas_aux.add_historico(id, modelo{juego}[5])
    tareas_aux=ordenar_creciente(tareas_aux)
    modelo{juego}[5]=tareas_aux[:3]

    //Longitud preferida de las tareas
    tareas_aux=longitudes
    tareas_aux.add_historico(id, modelo{juego}[6])
    tareas_aux=ordenar_descendiente(tareas_aux)
    modelo{juego}[6]=tareas_aux[0]
}
}
```

- **Tratamiento de errores:** Este componente devuelve un mensaje de error si alguno de los elementos involucrados no se encuentra en el sistema, por ejemplo, una tarea o un usuario eliminado.
- **Post-condiciones:** 1) La información de la perspectiva de juego de los Modelos de Estudiante-Jugador y Grupo se han actualizado.
- **Interacción con otros componentes:** Se relaciona con la BD que contiene el DGU y con la funcionalidad 1 de este componente.

- **Funcionalidad 4:** Actualización de la perspectiva de interacción del Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador y un Modelo de Grupo para cada uno de los estudiantes y grupos que aparecen en los datos a actualizar
- **Datos de entrada:** Matriz de datos pre-procesados del fichero de log.
- **Datos de salida:** Modelos de Estudiante-Jugador y Modelos de Grupo actualizados.
- **Efecto:** Se recorre la información sin procesar y se actualiza la perspectiva de interacción de los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo involucrados.

Puesto que la actualización de esta perspectiva también está en función de la configuración, habrá que comprobar si está activada la función de monitorización. Si esta función está activada, procesamos la información del fichero de log, quedándonos ahora únicamente con el campo *Mensajes* de cada evento (Tabla 5.1). En esta primera fase, construimos la matriz de adyacencia de las interacciones que se hayan registrado. Para hacerlo, recorreremos todos los mensajes registrados, acumulando la cantidad de mensajes de cada tipo que cada usuario ha enviado o ha recibido.

La segunda fase consiste en la actualización de los modelos individuales. Entonces, para cada emisor se acumulan los mensajes enviados de cada tipo en las correspondientes posiciones de su Modelo de Estudiante-Jugador. También se actualizan los Modelos de Estudiante-Jugador de cada receptor. Y, a la vez, se construyen matrices globales de adyacencia en las que se acumulan los mensajes enviados por categorías, es decir, considerando únicamente Comunicación, Colaboración y Coordinación.

Finalmente, se procede a la actualización de la información a nivel de grupo. Para ello, se recuperan los grupos en los que están asignados los usuarios que han estado involucrados en el proceso de actualización individual. Para cada uno de estos grupos, se suma la matriz de adyacencia almacenada para cada una de las categorías con la correspondiente matriz global calculada en la fase anterior. De esta forma, podemos calcular los índices necesarios para actualizar el Modelo de Grupo. Para hacerlo, en cada una de las categorías (Comunicación, Colaboración, Coordinación) se realizan dos operaciones de suma: 1) la suma por columnas devuelve el total de mensajes recibidos por cada usuario; 2) la suma por filas resume el total de mensajes enviados por cada usuario. Con esta información, podemos calcular los índices del nodo más prestigioso, es decir, el que recibe más mensajes y el nodo más influyente, es decir, el que envía más mensajes. Para hacerlo, basta con ordenar de forma decreciente los vectores obtenidos en la operación de suma. Sólo nos queda calcular la densidad de la red para cada categoría. Lo que hacemos es determinar cuántas posiciones de la matriz de adyacencia de dicha categoría tiene un valor distinto de cero y dividimos ese valor por el máximo número de contactos, que se calcula como (número de usuarios) * (número de usuarios-1). Para terminar, realizamos las

mismas operaciones de forma global, es decir, sumando las tres matrices de adyacencia por categorías en una sola.

Todos los índices calculados se almacenan en las posiciones correspondientes del Modelo de Grupo (sección 6.3.7.2).

```
if monitorizacion==true
{
    matriz_mensajes, matriz_usuarios=[],[]
    foreach evento in datos
    {
        mensajes=evento[14]

        //Construimos la matriz de adyacencia
        foreach fila in mensajes
        {
            emi, rec, tipo=fila[:3]

            ind_emi=buscar_usuario(matriz_usuarios, emi)
            if ind_emi==-1
                ind_emi=matriz_usuarios.add(emi)

            ind_rec=buscar_usuario(matriz_usuarios, rec)
            if ind_rec==-1
                ind_rec=matriz_usuarios.add(rec)

            matriz_mensajes[ind_emi][ind_rec][tipo]++
        }
    }

    //Actualizamos informacion individual
    num_usuarios=longitud(matriz_usuarios)
    densidad_max=max*(max-1)

    matriz_com, matriz_col, matriz_coo =[],[],[]
    for i=0; i<num_usuarios; i++
    {
        suma_enviados=0
        for k=0; k<tipos_de_mensajes; k++
        {
            for j=0; j<num_usuarios; j++
            {
                num=matriz_mensajes[i][j][k]
                suma_enviados+=num
                arg= matriz_usuarios[j]
                id_rec=recupera_id(arg)

            modelo=recupera_Modelo_Usuario(id_rec)
                modelo{interaccion}[k]+=num

                //Matrices de adyacencia globales
                // 0 a 3, envios de comunicacion
                if tipo_mensaje in {0-3}
                    matriz_com[i][j]+=num
                // 8 a 17, envios de colaboracion
```

```

        elif tipo_mensaje in {8-17}
            matriz_col[i][j]+=num
        // 28 a 35, envios de coordinacion
        elif tipo_mensaje in {28-35}
            matriz_coo[i][j]+=num
    }

    id_emi=recupera_id(matriz_usuarios[i])
    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id_emi)
        modelo{interaccion}[k]+=suma_enviados
    }
}

//Actualizamos informacion de grupo
id_grupos=busca_grupos(matriz_usuarios)
foreach id_grupo in id_grupos
{
    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id_grupo)
    //Datos comunicacion
    matriz_aux=modelo{interaccion}[9]
    matriz_suma=suma_matrices(matriz_aux, matriz_com)
    modelo{interaccion}[9]=matriz_suma
    suma_col=suma_columnas(matriz_suma)
    suma_fil=suma_filas(matriz_suma)
    suma_col=ordenar_descendiente(suma_col)
    prestigioso=suma_col[0]
    modelo{interaccion}[0]=prestigioso
    suma_fil=ordenar_descendiente(suma_fil)
    influyente=suma_fil[0]
    modelo{interaccion}[3]=influyente
    contactos=no_cero(matriz_aux)
    densidad=contactos/densidad_max
    modelo{interaccion}[6]=densidad

    //Datos colaboracion
    matriz_aux=modelo{interaccion}[10]
    matriz_suma=suma_matrices(matriz_aux, matriz_col)
    modelo{interaccion}[10]=matriz_suma
    suma_col=suma_columnas(matriz_suma)
    suma_fil=suma_filas(matriz_suma)
    suma_col=ordenar_descendiente(suma_col)
    prestigioso=suma_col[0]
    modelo{interaccion}[1]=prestigioso
    suma_fil=ordenar_descendiente(suma_fil)
    influyente=suma_fil[0]
    modelo{interaccion}[4]=influyente
    contactos=no_cero(matriz_aux)
    densidad=contactos/densidad_max
    modelo{interaccion}[7]=densidad

    //Datos coordinacion
    matriz_aux=modelo{interaccion}[11]
    matriz_suma=suma_matrices(matriz_aux, matriz_coo)
    modelo{interaccion}[11]=matriz_suma
    suma_col=suma_columnas(matriz_suma)
    suma_fil=suma_filas(matriz_suma)

```

```

        suma_col=ordenar_descendiente(suma_col)
        prestigioso=suma_col[0]
        modelo{interaccion}[2]=prestigioso
        suma_fil=ordenar_descendiente(suma_fil)
        influyente=suma_fil[0]
        modelo{interaccion}[5]=influyente
        contactos=no_cero(matriz_aux)
        densidad=contactos/densidad_max
        modelo{interaccion}[8]=densidad

        //Datos Generales
        matriz_suma=suma_matrices(matriz_com, matriz_col)
        matriz_suma=suma_matrices(matriz_suma, matriz_coo)
        suma_col=suma_columnas(matriz_suma)
        suma_fil=suma_filas(matriz_suma)
        suma_col=ordenar_descendiente(suma_col)
        prestigioso=suma_col[0]
        modelo{interaccion}[12]=prestigioso
        suma_fil=ordenar_descendiente(suma_fil)
        influyente=suma_fil[0]
        modelo{interaccion}[13]=influyente
        contactos=no_cero(matriz_aux)
        densidad=contactos/densidad_max
        modelo{interaccion}[14]=densidad
    }
}

```

- **Tratamiento de errores:** Este componente devuelve un mensaje de error si alguno de los modelos de los usuarios involucrados no existe.
- **Post-condiciones:** 1) La información de la perspectiva de interacción de los Modelos de Estudiante-Jugador y de Grupo se han actualizado.
- **Interacción con otros componentes:** Se relaciona con la BD que contiene el DGU y con la funcionalidad 1 de este componente.

- **Funcionalidad 5:** Actualización de la perspectiva personal del Modelo de Estudiante-Jugador.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador para cada uno de los estudiantes que aparecen en los datos del fichero de log. Existe el Modelo General de Objetivos y Tareas que relaciona las tareas del juego con las tareas educativas.
- **Datos de entrada:** Matriz de datos pre-procesados del fichero de log.
- **Datos de salida:** Modelos de Estudiante-Jugador actualizados.
- **Efecto:** Se recorre la información sin procesar y se actualiza la perspectiva personal de los Modelos de Estudiante-Jugador.

Para ello, se recorre la información pre-procesada del fichero de log y se resume la información relacionada con el modo de juego utilizado por cada jugador y la categoría de las tareas del juego que realiza.

A continuación, para cada uno de los jugadores que se han encontrado, se actualiza su Modelo de Estudiante-Jugador. De los tres roles candidatos que se contemplan en el

Modelo de Estudiante-Jugador, el primero está relacionado con la perspectiva educativa. De la matriz de roles construida con la información del fichero de log, recuperamos el primer vector, que combinamos con la información histórica de los roles de este jugador. Una vez que hemos completado la información anterior con los datos que estamos procesando, ordenamos los valores de forma decreciente y nos quedamos con los tres que tienen mayor frecuencia, que serán los que actualicemos en la posición *rol educativo candidato* del modelo.

El segundo rol candidato está relacionado con la perspectiva de juego. Para actualizar esta información recuperamos la información almacenada en el segundo vector de la matriz de roles candidatos, que está relacionada con la categoría de las tareas que el jugador afronta en el juego. De la misma forma que en el caso anterior, esta información se combina con el histórico de roles y se ordenan los valores obtenidos. Los tres roles con mayor frecuencia se actualizan en la posición *rol de videojuego candidato* del modelo.

Finalmente, se actualiza la información del rol de interacción. Esta información se obtiene a partir de la información registrada en la perspectiva de interacción del modelo. Para que esta información esté actualizada, esta funcionalidad se ejecuta en último lugar. Se acumulan los mensajes de cada categoría, distinguiendo entre enviados y recibidos. De la misma forma que en los roles anteriores, los valores obtenidos se ordenan de forma decreciente y se seleccionan los tres con mayor puntuación, que pasarán a actualizarse en el atributo *rol de interacción candidato* del modelo.

```
//Pre-procesamos la informacion de entrada
roles_candidatos=[]
foreach evento in datos
{
    modo,t_juego,id=evento[2],evento[3],evento[9]

    //Almacenamos la informacion del modo de juego
    roles_candidatos[id][0][modo]++

    //Almacenamos la informacion de la categoria
    tarea=buscar_tarea(t_juego)
    cat=tarea[3]
    roles_candidatos[id][1][cat]++
}

//Actualizamos perspectiva personal
foreach id in roles_candidatos
{
    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id)

    //educativo
    roles_educativos=roles_candidatos[id][0]
    roles_educativos.add_historico(id, 0)
    roles_educativos=ordenar_descendiente(roles_educativos)
    roles_educativos=transforma_rol(0, roles_educativos[:3])
    modelo{personal}[10]=roles_educativos

    //juego
    roles_juego=roles_candidatos[id][1]
    roles_juego.add_historico(id, 1)
    roles_juego=ordenar_descendiente(roles_juego)
```

```

roles_juego=transforma_rol(1, roles_juego[:3])
modelo{personal}[11]=roles_juego

//interaccion
envio_com, recib_com=0,0
foreach i in {0,1,2,3}
{
    envio_com+=modelo{interaccion}[i]
    recib_com+=modelo{interaccion}[i+4]
}

envio_col, recib_col=0,0
foreach i in {8,9,10,11,12,13,14,15,16,17}
{
    envio_col+=modelo{interaccion}[i]
    recib_col+=modelo{interaccion}[i+10]
}
envio_coo, recib_coo=0,0
foreach i in {28,29,30,31,32,33,34,35}
{
    envio_coo+=modelo{interaccion}[i]
    recib_coo+=modelo{interaccion}[i+8]
}

int=[envio_com,recib_com,envio_col,reibc_col,envio_coo,recib_coo]
roles_interaccion=ordenar_descendiente(int)
roles_interaccion=transforma_rol(2,roles_interaccion[:3])
modelo{personal}[12]=roles_interaccion
}

```

-
- **Tratamiento de errores:** Este componente devuelve un mensaje de error si alguno de los modelos de los usuarios involucrados no existe.
 - **Post-condiciones:** 1) La información de la perspectiva personal de los Modelos de Estudiante-Jugador se han actualizado.
 - **Interacción con otros componentes:** Se relaciona con la BD que contiene el DGU y con la funcionalidad 1 de este componente.

8.5. Arquitectura PLAGER-VG: Sub-sistema de Juego

El *Sub-sistema de Juego* (Figura 8.5) controla la ejecución del videojuego educativo. Esta tarea de control supone gestionar la información personalizada de cada uno de los jugadores y presenta las distintas fases del juego en función de la estrategia personalizada de aprendizaje que el profesor ha definido en cada caso. Está formado por dos componentes: Control del juego y el Juego propiamente dicho.

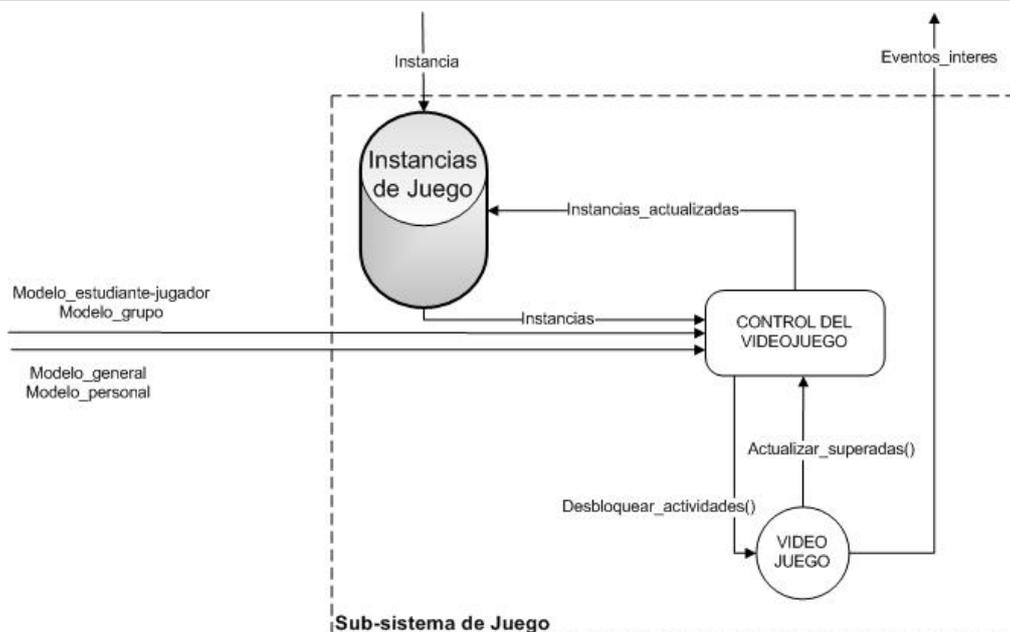


Figura 8.5 Sub-sistema de Juego

El *Control del Juego* está permanentemente en comunicación con el conjunto de Instancias del Juego y con el Juego. Dicho módulo incorpora nuevas tareas y retos en el videojuego cuando éstas son desbloqueadas y marca las tareas y objetivos en la Instancia del Juego cuando el estudiante o grupo las supera. Por tanto, este componente actúa como intermediario entre el jugador y el juego por medio de la adaptación de la funcionalidad del juego al jugador y la adaptación de la interacción entre el jugador y la Instancia del Juego.

El *Juego* es autónomo, es decir, PLAGER-VG no gestiona los elementos internos del mismo. Sin embargo, para que un juego pueda incorporarse a PLAGER-VG, tiene que cumplir los siguientes requisitos:

- Debe generar información de monitorización según lo explicado en el capítulo 5, es decir, debe generar las tramas de información necesarias para poder realizar el proceso de monitorización.
- La gestión de las actividades del juego debe ser compatible con la coordinación de fases y niveles que se realiza desde PLAGER-VG, con objeto de mantener la coherencia entre los niveles educativo y lúdico. Esto significa que el juego debe consultar el formalismo dinámico de ejecución antes de presentar a los jugadores las tareas del juego, lo cual supone que el juego debe ser capaz de comunicarse con el componente de Control del Juego.

8.5.1. Componente de Control del juego

El componente de Control del Juego gestiona la información personalizada de cada uno de los jugadores y presenta las distintas fases del juego en función de la estrategia personalizada de aprendizaje que el profesor ha definido.

- **Funcionalidad 1:** Actualización de la Instancia del Juego.
- **Actores:** Sistema.

- **Pre-condiciones:** Existe, al menos, una Instancia del Juego y un Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo y un Modelo de Objetivos y Tareas relacionados.
- **Datos de entrada:** Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo, Instancia del Juego, Modelo General de Objetivos y Tareas o Modelo de Objetivos y Tareas Personalizado.
- **Datos de salida:** Instancia del Juego actualizada.
- **Efecto:** Antes de comenzar una partida nueva, se actualiza la Instancia del Juego para actualizar las fases del juego correspondientes a tareas educativas que ya han sido superadas, bien por medio de otro juego o por algún procedimiento de aprendizaje tradicional.

En el primer paso, recuperamos las tareas superadas del Modelo de Estudiante-Jugador que se pasa como argumento y construimos un vector con los identificadores de dichas tareas.

A continuación, se transforma la información de estas tareas en información del formalismo dinámico utilizado para gestionar la Instancia del Juego, indicando que estos requisitos ya están satisfechos. Esta transformación se realiza de la misma forma que se realizó en la funcionalidad 3 del componente de Personalización de la Instancia del Juego.

Puesto que es posible que, en la nueva situación de la instancia del juego, algunas transiciones puedan dispararse y desbloquear otras tareas, se ejecuta un proceso que comprueba esta situación.

```
//Recuperamos las tareas superadas
tareas=modelo_usuario{educativo}[5]
id_tareas=[]
foreach tarea in tareas
    id_tareas.add(tarea[0])

//Transformamos las tareas en elementos de la instancia
transforma_tareas(id_tareas)

//Comprobamos nuevas tareas desbloqueadas
desbloquea_tareas(instancia_juego)
```

- **Tratamiento de errores:** La ejecución de esta funcionalidad se interrumpe si alguna tarea del Modelo de Objetivos y Tareas no está registrada en el Modelo de Estudiante-jugador o de Grupo.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha actualizado la Instancia del Juego con la información educativa registrada en el Modelo de Estudiante-Jugador o Grupo.
 - **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la BD de Instancias del Juego, la BD que contiene el DGE y la BD que contiene el DGU.
-
- **Funcionalidad 2:** Coordinación de la ejecución del juego.
 - **Actores:** Sistema.
 - **Pre-condiciones:** Hay un juego ejecutándose en el sistema.
 - **Datos de entrada:** Instancias del Juego de los jugadores.
 - **Datos de salida:** Instancias del Juego actualizadas.

- **Efecto:** Mientras se ejecuta el juego, esta funcionalidad actualiza la Instancia del Juego para ir desbloqueando fases y niveles a medida que el jugador avanza.

Se realiza en dos etapas: 1) una primera etapa de actualización de la instancia y 2) una segunda etapa de desbloqueo de fases en el juego. El bucle se está ejecutando mientras el juego está activo y comprueba si éste le ha enviado alguna información. Si se detecta una información nueva, se procesa.

En la primera etapa, se recupera la Instancia del Juego del jugador que se indica en la información. A continuación, se transforma la información de la tarea en información propia del formalismo que gestiona la instancia del juego, con objeto de realizar la actualización. Una vez realizada la actualización, se desbloquean las tareas oportunas en el formalismo que gestiona la ejecución, si se reúnen los requisitos en la nueva situación, lo cual permitirá que se habiliten nuevas fases y niveles en el juego.

En la segunda etapa, se recuperan las tareas del formalismo desbloqueadas, se transforman en información de fases y niveles del juego y se envía dicha información al juego para desbloquear las fases correspondientes.

```
//Bucle continuo mientras el juego se esta ejecutando
while true
{
    if not info
        continue

    //Recibe datos de las tareas superadas
    id_jugador,tarea_superada=info

    //Recuperamos la instancia adecuada
    instancia_juego=recupera_instancia(id_jugador)

    //Actualizamos la instancia
    transforma_tareas([tarea_superada])
    comprueba_requisitos(instancia_juego)

    //Envia datos de desbloqueo de tareas
    desbloquea_tareas(instancia_juego)
}
```

- **Tratamiento de errores:** 1) La ejecución de esta funcionalidad se interrumpe si el juego envía información de alguna tarea que no esté recogida en la Instancia del Juego; 2) La ejecución se interrumpe si el formalismo envía información de alguna fase o nivel que no se encuentra en el juego.
- **Post-condiciones:** 1) La Instancia del Juego se ha actualizado; 2) se ha actualizado la situación de fases y niveles del juego.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la BD que contiene las Instancias del Juego y con el juego propiamente dicho.

8.5.2. Componente de Juego

Es el Juego propiamente dicho que, como se ha explicado anteriormente, debe cumplir las restricciones especificadas para poder incorporarse a la arquitectura. Por tanto, se relaciona con dos componentes de la arquitectura:

- Se relaciona con el componente de Control del juego, ya que envía y recibe información del juego en tiempo real relacionada con el proceso educativo. El juego envía información acerca de las fases que cada jugador va superando a lo largo del juego. El componente de Control del juego recibe la información de las fases que se se van superando, indicando al Juego qué fases se desbloquean a partir de éstas.
- También se relaciona con el componente de Monitorización, que se encarga de detectar la ocurrencia de eventos significativos, construir la trama de información y registrarla para su posterior procesamiento.

8.6.Arquitectura PLAGER-VG: Sub-sistema de Monitorización

El *Sub-sistema de Monitorización* (Figura 8.6) se encarga de recopilar la información asociada a los eventos de interés definidos a lo largo del juego, procesarlos y construir información significativa para la actualización de los modelos y las propuestas de adaptación.

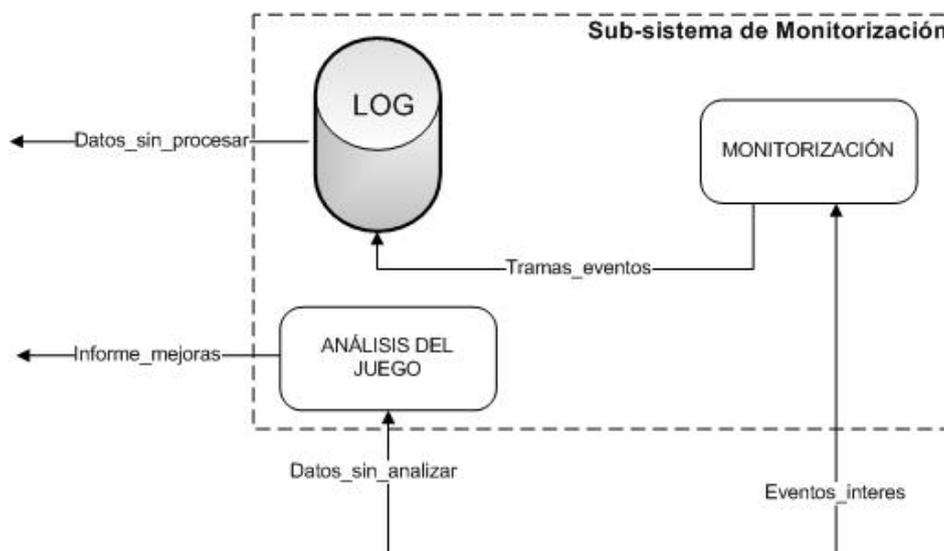


Figura 8.6 Sub-sistema de Monitorización

Está formado por dos componentes: el componente de Monitorización, que almacena la información recopilada; y el componente de Análisis del Juego, que genera un conjunto de recomendaciones para mejorar el proceso de aprendizaje. A continuación se explica cada uno de estos componentes.

8.6.1. Componente de Monitorización

El componente de *Monitorización* es responsable de detectar la ocurrencia de eventos significativos, construir la trama de información necesaria y enviarla al fichero de log. Aunque, conceptualmente, el proceso de Monitorización se representa como un único

proceso, tal como se explicó en el capítulo 5, está compuesto de un conjunto de agentes, cada uno de ellos responsable de monitorizar un evento particular. Por lo tanto, para cada evento significativo tenemos un agente especializado cuya misión es detectar la ocurrencia del evento al que está asociado, recopilar la información necesaria, escribir la trama correspondiente y enviarla al fichero de log para su posterior procesamiento.

- **Funcionalidad 1:** Monitorizar juego.
- **Actores:** Sistema.
- **Pre-condiciones:** Hay un juego ejecutándose en el sistema y existe un fichero de log para registrar la información.
- **Datos de entrada:** Ninguno.
- **Datos de salida:** Ninguno.
- **Efecto:** Se detecta la ocurrencia de un evento de interés (capítulo 5). Cuando se detecta, se recopila la información asociada, se construye la trama de información y se almacena en el fichero de log.

Cuando el sistema detecta la ocurrencia de un evento de interés, la información de cada una de las posiciones del vector se concatena en una trama de texto, que será registrada al final del fichero de log.

```
//Si se detecta un evento de interes
if evento_interes
{
    info=evento_interes

    //Recorremos la informacion
    trama=""
    foreach inf in info
    {
        concatenar(trama, inf)
        concatenar(trama, "\t")
    }

    //Eliminamos esa informacion del agente
    delete(evento_interes)

    //Escribimos la trama en el fichero de log
    write(log, trama)
}
```

- **Tratamiento de errores:** No se ha considerado ningún procedimiento de error.
- **Post-condiciones:** 1) Se han procesado los eventos de interés recogidos por los agentes; 2) se ha eliminado la información procesada del registro de los agentes; y 3) se ha registrado dicha información en el fichero de log.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con el juego en cuestión y con la BD que contiene el fichero de log.

8.6.2. Componente de Análisis del juego

El componente de *Análisis del juego* es responsable de procesar la información almacenada en el fichero de log y generar un conjunto de recomendaciones para mejorar el proceso de aprendizaje.

Este componente es independiente de la opción de monitorización, es decir, el análisis se puede realizar incluso si el juego no se está monitorizando, usando la información de juegos anteriores. Las modificaciones que este componente puede proponer se clasifican como sigue:

- *Generales*: Son cambios que afectan a los modelos generales. Por ejemplo, añadir una nueva tarea al Modelo General de Objetivos y Tareas que permite superar un objetivo educativo que normalmente es difícil de alcanzar. Aunque el sistema identifique la necesidad de dicho cambio, éste no se lleva a cabo de forma automática, sino que debe realizarse manualmente.
- *Procedimentales*: Estas sugerencias afectan a la instanciación de los modelos. Por ejemplo, cambiar el orden de los pre-requisitos entre objetos para un estudiante concreto o cambiar a un jugador de un grupo a otro. De nuevo, el sistema propone y especifica este tipo de cambios, pero el profesor decide si debe aplicarse o no y cuándo. Además, el profesor puede hacer cambios en la sugerencia propuesta por el sistema antes de implementarla.
- *De características*: Este tipo de cambios se refieren a los valores asignados a los atributos de los objetivos o las tareas, tales como el nivel de dificultad inicial o el número de fallos para penalizar al jugador. Estos cambios pueden realizarse automáticamente, si el profesor así lo decide, mientras el sistema está funcionando.

- **Funcionalidad 1**: Analizar juego.
- **Actores**: Sistema.
- **Pre-condiciones**: Existe un fichero de log para registrar la información.
- **Datos de entrada**: Fichero de log.
- **Datos de salida**: Informe de mejoras.
- **Efecto**: Realiza un análisis del proceso de juego y genera distintos tipos de recomendaciones para mejorar el mismo. Estas recomendaciones, como se ha indicado anteriormente, pueden suponer cambios generales, procedimentales o de características.

En primer lugar, se recupera la información del fichero de log y el conjunto de reglas de análisis, especificadas tal como se indicó en la sección 5.7. El proceso de adaptación se realizará en tres etapas, coincidiendo con los tres tipos de adaptaciones previamente descritos: en primer lugar, se aplicarán las reglas automáticas, que realizan cambios en el sistema sin autorización previa del profesor; en segundo lugar, se generarán las acciones de adaptación semi-automáticas, que se ejecutarán una vez que el profesor dé su autorización; finalmente, se generarán las acciones de adaptación manuales.

En los tres casos, las acciones de adaptación propuestas formarán parte del informe de mejoras, quedando reflejado el atributo o atributos que han sido modificados y de qué forma. Las adaptaciones automáticas realizadas se anotarán con estado *realizado*, informando así de los cambios realizados para que el profesor tenga constancia de ellos; las adaptaciones semi-automáticas podrán tomar dos estados, dependiendo de que hayan recibido la autorización para realizarlo (*realizado*) o no (*pendiente*); las adaptaciones generales se indicarán en el informe con estado *propuesto*.

- **Tratamiento de errores:** Se producirá una interrupción de este proceso si el sistema va a realizar una modificación en alguno de los elementos y las condiciones de dicho elemento han cambiado desde el momento en que realizó el registro de datos analizados.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha generado un informe de mejoras con las recomendaciones no-automáticas; 2) se han realizado las modificaciones recomendadas que el sistema podía realizar de forma automática.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la Funcionalidad 1 del componente de Actualización de usuarios y con las BD que contienen el DGE, DGV y DGU.

8.7. Arquitectura PLAGER-VG: Sub-sistema de Grupos

El *Sub-sistema de Grupos* (Figura 8.7) define la estructura formal de los grupos que participarán en el proceso de aprendizaje a través de esta plataforma e instancia dichos grupos con los jugadores que van a jugar. En este contexto, definimos como *grupos formales* aquellos creados para que perduren a lo largo de un periodo de tiempo más o menos largo, como por ejemplo, un trimestre. Este tipo de grupos son muy importantes en CSCL debido a las relaciones de dependencia que se establecen dentro del grupo. Por el contrario, serán *grupos temporales* aquellos que se crean para una actividad concreta y pueden crearlos los jugadores libremente. PLAGER-VG no mantiene un modelo de grupo para los grupos temporales, pero permite monitorizar la actuación de los jugadores individuales cuando colaboran en las tareas realizadas en este tipo de grupos.

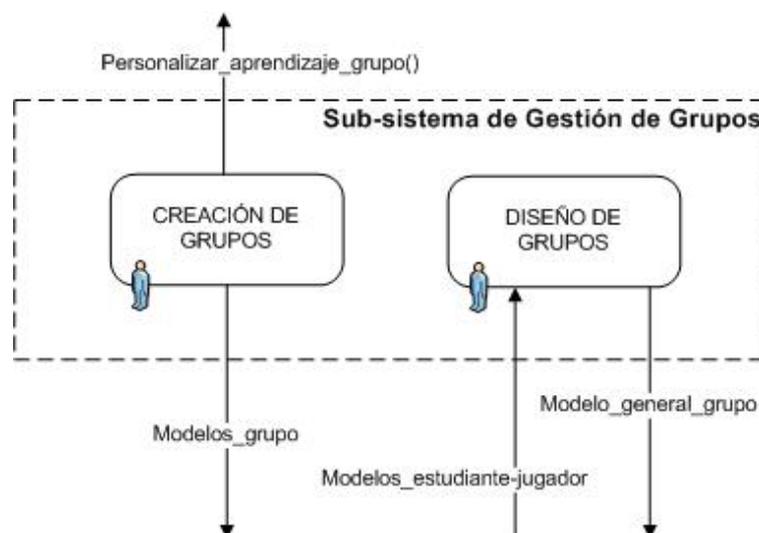


Figura 8.7 Sub-sistema de Grupos

Este sub-sistema está formado por dos componentes: el componente de Diseño de Grupos y el componente de Creación de Grupos. El primero de ellos se encarga de especificar las características que debe tener cada grupo, construyendo un modelo específico para cada uno de los tipos y almacenándolo en el DGU. El componente de Creación de Grupos puede hacer uso de estos *tipos de grupo* especificados para la generación de los grupos que van a participar en el juego. A continuación se explica en detalle cada uno de estos componentes.

8.7.1. Componente de Diseño de Grupos

El componente de *Diseño de Grupos* permite al profesor definir las características de los grupos que se forman para cada uno de los juegos o situaciones de aprendizaje que se abordan. Estos tipos de grupo se definen en función de las diferentes características que se incluyen en el Modelo de Estudiante-Jugador (capítulo 6, sección 6.3.7.1). Los tipos de grupos pueden obedecer a distintas situaciones y el número de tipos de grupo que se pueden definir en el sistema no está limitado. A modo de ejemplo, podemos citar algunas situaciones que necesitan distintos tipos de grupos:

- El número de jugadores que necesitan los distintos juegos dan lugar a distintos tipos de grupos.
- Una sesión normal de juego puede requerir jugadores con distintos niveles de conocimiento, mientras que una sesión de refuerzo se realizará mejor si todos los miembros del grupo tienen el mismo nivel de habilidad en el contenido a reforzar.
- Si hay pocos alumnos que estén habituados al uso de videojuegos, los grupos deben definirse de tal forma que haya al menos un jugador experimentado en cada uno de ellos.

El proceso de Diseño de Grupos genera un *Modelo General de Grupo* por cada tipo de grupo que se defina. Los atributos contenidos en este modelo son:

Tabla 8.1 Atributos del Modelo General de Grupo

Atributo	Descripción	Dominio
Identificador	Identificador interno	$x: x \in [GG0000, GG9999]$
Nombre General	Nombre general para el tipo de grupo que se va a diseñar	$x: x$ es un Nombre General
Número de componentes	Número de jugadores del grupo	$x: x \in [1,99]$
Características	Vector formado por un conjunto de ternas que describen los atributos involucrados, los valores de los mismos y el número de componentes que deben satisfacerlos	$\{(x, y, z)\}: x$ es un atributo del Modelo de Estudiante-Jugador, y es un valor válido de x , $z \in [1,99]$

Los atributos *Identificador* y *Nombre General* tienen el mismo significado que en el resto de los modelos definidos en el capítulo 6. El atributo *Número de componentes* representa el número de jugadores que componen el grupo. Finalmente, el atributo *Características* está formado por un conjunto de ternas, donde la primera posición de cada terna es un rol candidato de los que se incluyen en el Modelo de Estudiante-Jugador; la segunda posición es un valor válido para dicho atributo; y la tercera posición es un el número de componentes del grupo que deben cumplir dicha característica. Es posible que el número de jugadores que se obtiene como resultado de sumar la tercera posición de la terna sea mayor que el número de componentes especificado. En este caso, se entiende que alguno de los jugadores cumple con más de una condición de las especificadas en este atributo. También es posible que la suma sea menor, de tal forma que sólo se limite las características de uno de los jugadores, mientras que para el resto no es necesaria ninguna característica particular.

Por ejemplo, si el juego que vamos a utilizar es de estrategia y requiere grupos de cuatro personas, una buena idea sería asegurar que en cada grupo haya, al menos, un jugador cuyo rol candidato sea el de estratega. De esta forma, reducimos las posibles dificultades que pudieran tener los alumnos derivadas del tipo de juego. Para especificar esta situación, el atributo *características* tendría el siguiente valor: $\{[\text{rol videojuego candidato}, \text{“estratega”}, 1]\}$.

En otros casos, se querrá potenciar alguna característica de interacción, con objeto de promover alguna habilidad poco desarrollada en alguno de los alumnos. Para ello, podríamos

formar grupos de dos jugadores, donde uno de ellos esté generalmente aislado del resto, con objeto de comenzar por grupos pequeños y habituar a este tipo de alumnos a trabajar con otros compañeros. En este caso, tendríamos: {[rol de interacción candidato, “aislado”, 1]}.

También podríamos combinar distintos roles, como por ejemplo: {[rol educativo candidato, “ordenado”, 1], [rol de interacción candidato, “colaborador”, 3]}.

- **Funcionalidad 1:** Diseño de grupos.
- **Actores:** Educador.
- **Pre-condiciones:** El sistema está inicializado.
- **Datos de entrada:** Modelos de Estudiante-Jugador.
- **Datos de salida:** Modelos Generales de Grupo.
- **Efecto:** Se genera un Modelo General de Grupo por cada tipo de grupo que se crea. Asumimos que el educador trabaja con una herramienta interactiva diseñada a tal efecto y este componente se ejecuta, una vez que el educador finaliza el diseño, a partir de los datos introducidos por medio de dicha herramienta.

```
//Recogemos los datos de la interfaz
datos=recoge_datos()

//Recorremos la matriz de datos
foreach grupo in datos
{
    id=genera_id_tipo_grupo()
    nombre=grupo[0]
    componentes=grupo[1]
    caract=grupo[2]
    nuevo_Tipo_Grupo([id, nombre, componentes, caract])
}
```

- **Tratamiento de errores:** No se contempla ningún mecanismo de error.
- **Post-condiciones:** 1) Se ha generado un Modelo General de Grupo para cada tipo de grupo especificado en la interfaz.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la BD que contiene el DGU.

8.7.2. Componente de Creación de Grupos

Cada tipo de grupo definido, es decir, cada Modelo General de Grupo, determina un conjunto de grupos para la muestra de alumnos que van a jugar y que, normalmente, se mantendrán a lo largo del tiempo. Esta instanciación del Modelo General de Grupo se realiza por medio del proceso de *Creación de Grupos*, que permite materializar las características del grupo con jugadores concretos. Este proceso sólo se ejecutará al inicio de cada juego o cuando la situación que se vaya a desarrollar sea diferente de la situación habitual para dicho juego. Esta instanciación de los grupos puede realizarse también de forma manual, a criterio del profesor, e incluso se puede refinar manualmente a partir de la asignación inicial del proceso automático. Para cada grupo generado por el proceso de Creación de Grupos, se crea un *Modelo de Grupo* (sección 6.3.7.2).

- **Funcionalidad 1:** Creación manual de grupos.

- **Actores:** Educador.
- **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador para cada uno de los alumnos que participan en el juego.
- **Datos de entrada:** Ninguno.
- **Datos de salida:** Un Modelo de Grupo para cada uno de los grupos formados.
- **Efecto:** Se genera o actualiza un Modelo de Grupo para cada grupo que se defina por medio de la herramienta con la que trabaja el educador.

Para ello, se recuperan los datos de la herramienta y se instancia un modelo para cada grupo. Puesto que esta información se almacena en el DGU, cada uno de los modelos generados se introduce en la clave *grupos* del DGU.

```
//Recuperamos de la interfaz la informacion de los alumnos
grupos=recupera_datos()
foreach grupo in grupos
{
    id=grupo[0]
    modelo=recupera_Modelo_Usuario(id)
    if modelo== -1
        modelo=nuevo_Modelo_Grupo()

    atributos=grupo[1:]
    i=1
    foreach atributo in atributos
    {
        valido=comprueba_diccionarios(i, atributo)
        if valido== -1           //El valor introducido no es valido
            continue
        modelo[i]=atributo
    }
    DGU{grupos}.insert(modelo)
}
```

- **Tratamiento de errores:** Se produce un error si los grupos creados no tienen el mismo número de componentes.
 - **Post-condiciones:** 1) Se ha generado un Modelo de Grupo para cada grupo; y 2) se ha introducido cada Modelo de Grupo en el DGU.
 - **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad interactúa con la BD.
-
- **Funcionalidad 2:** Creación automática de grupos.
 - **Actores:** Sistema.
 - **Pre-condiciones:** Existe un Modelo de Estudiante-Jugador para cada uno de los alumnos que participan en el juego.
 - **Datos de entrada:** Modelo General de Grupo (opcional), número de componentes del grupo (si no se indica el anterior), Modelos de Estudiante-Jugador de los alumnos involucrados.
 - **Datos de salida:** Un Modelo de Grupo para cada uno de los grupos formados.

- **Efecto:** Se genera un Modelo de Grupo para cada grupo que se defina. Si se indica un Modelo General de Grupo y los alumnos no cumplen las condiciones, se generarán los grupos sin tener en cuenta estas condiciones, aunque se enviará un mensaje al educador informando de esta situación.

Inicialmente, comprobamos si se ha indicado un tipo de grupo sobre el que realizar la asignación de alumnos. En función de este valor, tenemos dos formas de actuación:

1. Si no se especifica un Modelo General de Grupo, la asignación de estudiantes se puede realizar de forma aleatoria. Para ello *desordenamos* los estudiantes que se pasan como argumento y los agrupamos en función del número de componentes que se indiquen. Lo único que tenemos que hacer es recorrer la lista de estudiantes y crear un nuevo grupo cuando el anterior ya tenga el número de componentes adecuado.
2. Si se ha pasado como argumento un Modelo General de Grupo, las características de los componentes de cada grupo está condicionada por el atributo *características* de dicho modelo. En este caso (parte *if* en el pseudo-código), recuperamos este atributo del modelo y, para cada una de las características indicadas, se seleccionan los estudiantes que la cumplen. Los estudiantes seleccionados se almacenan en una matriz (*matriz_grupos*) donde la fila *i* hace referencia a la característica *i*. Cada fila contiene los estudiantes que cumplen esta característica.

A continuación, calculamos el número de grupos que se van a crear, dividiendo el número de estudiantes entre el número de componentes. Para cada grupo a crear, recorreremos cada una de las características y seleccionamos tantos componentes de la fila adecuada de la matriz como se indique en el Modelo General de Grupo. Como un alumno puede cumplir varias características, lo eliminamos de todas las filas de la matriz de alumnos para que no vuelva a ser considerado para la asignación.

Al finalizar esta operación puede haber grupos que aún no tengan el número adecuado de estudiantes, bien porque no haya alumnos que cumplan las características indicadas o bien porque haya más de los indicados en el modelo. En este caso, recopilamos en una sola lista todos los alumnos sin asignar, los *desordenamos* y completamos los grupos con los estudiantes de esta lista.

Los grupos generados se almacenan en la clave *grupos* del DGU.

```
//Comprobamos si se envia un Modelo General de Grupo
modelo_general=argumentos[0]

if modelo_general==[]
    componentes=argumentos[1]
else
    componentes=modelo_general[2]

estudiantes=argumentos[3]
estudiantes=random(estudiantes)
if modelo_general==[] //No se indican características para el
grupo
{
    i=0
    modelo=NULL
    foreach estudiante in estudiantes
    {
        if i%componentes==0
```

```
        {
            if modelo<>Null
                DGU{grupos}.insert(modelo)
            modelo=nuevo_Modelo_Grupo()
            modelo[1]=fecha()
            modelo[2]=[]
        }
        modelo[2].insert(estudiante)
    }
}
else//Se indica un modelo general de grupo
{
    matriz_grupos=[]

    características=modelo_general[3]
    estudiantes_caract=[]
    foreach caract in características
    { //Buscamos los estudiantes con cada característica
        atributo, valor=caract[:2]
        aux=selecciona_estudiantes(estudiantes, atributo, valor)
        estudiantes_caract.insert(aux)
    }

    //Agrupamos los estudiantes según las características
    num_grupos=longitud(estudiantes)/componentes
    foreach i in {0-num_grupos}
    { //Para cada grupo, creamos un modelo
        modelo=nuevo_Modelo_Grupo()
        modelo[1]=fecha()
        modelo[2]=[]

        num_caract=longitud(características)
        foreach j in {0-num_caract}
        { //Para cada características indicada en el modelo
            // introducimos el número indicado de estudiantes
            // que la cumplan
            comp=características[j][2]
            foreach k in comp
            {
                modelo[2].add(estudiantes_caract[j][k])
                borra_elemento(estudiantes_caract, est)
            }
            matriz_grupos.insert(modelo)
        }
    }

    //Recopilamos los estudiantes sin asignar
    estudiantes=[]
    foreach fila in estudiantes_caract
        foreach est in fila
            if busca_elemento(estudiantes, est)==-1
                estudiantes.add(est)

    estudiantes=random(estudiantes)
    foreach grupo in matriz_grupos
        { //Comprobamos que tengan el número de componentes
```

```

    // y si faltan, incluimos los estudiantes sin asignar
    num=longitud(grupo)
    while num<componentes
    {
        grupo[2].add(estudiantes[0])
        estudiantes.delete(0)
        num++
    }
}

//Guardamos los grupos generados en el DGU
foreach grupo in matiz_grupos
    DGU{grupos}.insert(grupo)
}

```

- **Tratamiento de errores:** Se envía un mensaje de error si el número de estudiantes indicados no es congruente con el número de componentes de cada grupo.
- **Post-condiciones:** 1) Se han generado los Modelos de Grupo; y 2) se han almacenado en el DGU.
- **Interacción con otros componentes:** Esta funcionalidad puede interactuar con la Funcionalidad 1 de este componente si el educador desea modificar la asignación automática realizada. También interactúa con la BD que contiene el DGU.

8.8. Conclusiones

En este capítulo se ha presentado la arquitectura PLAGER-VG, que da soporte al proceso de diseño de sistemas VGSCS y permite gestionar, de forma integral, procesos de aprendizaje mediados por videojuegos educativos.

Tal como se ha expuesto a lo largo del capítulo, esta arquitectura tiene cinco funciones principales que se materializan en los cinco sub-sistemas de los que está compuesta. El *Sub-sistema de Diseño* da soporte al proceso de diseño descrito en el capítulo anterior. El *Sub-sistema de Personalización* permite al profesor definir un proceso de aprendizaje específico para cada uno de los alumnos en función de sus necesidades, además de mantener actualizada la información de todos los usuarios para permitir la creación de informes y el funcionamiento automático de la plataforma en relación a la gestión del proceso de aprendizaje. De esta forma, el profesor se descarga de trabajo y puede concentrarse en la atención de alumnos con dificultades. Por su parte, el *Sub-sistema de Juego* gestiona el juego propiamente dicho y asegura que cada uno de los usuarios accede a la parte del juego correspondiente a su estrategia de aprendizaje, así como que afronta las fases según los requisitos establecidos. El *Sub-sistema de Monitorización* se encarga de registrar la actividad significativa del sistema, procesarla y enviarla a los componentes de la arquitectura adecuados. Además, genera un informe en el que se recogen algunas propuestas que, a la vista de la actuación de los jugadores, el sistema considera que podrían mejorar el proceso de aprendizaje. Finalmente, el *Sub-sistema de Gestión de Grupos* se encarga de modelar los grupos e instanciar dichos modelos en función de los jugadores.

Cada uno de estos sub-sistemas está formado, a su vez, por un conjunto de componentes que se encargan de realizar las distintas tareas que cada uno de estos sub-sistemas tiene

asignadas. Desde un punto de vista práctico, estos componentes se han dividido en funcionalidades, de tal forma que permiten especificar una función general en partes más sencillas, lo cual redundará en una mejor comprensión de las mismas y en la facilitación de la subsiguiente implementación.

Finalmente, vemos cómo el proceso de diseño está completamente soportado por el Sub-sistema de Diseño y las BD del sistema, de tal forma que cada una de las etapas en que se divide el proceso de diseño la realiza uno de los componentes del sub-sistema. El resto de los sub-sistemas, por su parte, añaden la funcionalidad de control, monitorización, evaluación y adaptación del proceso de aprendizaje, dando lugar así a un sistema integral que soporta procesos de aprendizaje mediados por videojuegos con actividades colaborativas, esto es, procesos de aprendizaje VGSCL.

MÓDULO III: APLICACIÓN DE LA PROPUESTA Y EVALUACIÓN

En este módulo se muestra un ejemplo de la aplicación de la propuesta presentada en el módulo anterior. Para hacerlo, se ha diseñado un videojuego educativo con actividades colaborativas que se ha llamado Nutri-Galaxy. Como puede verse a lo largo del módulo, se ha diseñado siguiendo el proceso de diseño presentado en el capítulo 7. El objetivo educativo del juego se encuadra en la asignatura de Conocimiento del Medio de sexto de primaria, según el sistema educativo español. En particular, trata de enseñar y reforzar los conocimientos de los alumnos referentes a la función de nutrición. Para ello, Nutri-Galaxy convierte a los jugadores en estudiantes reputados de medicina de un planeta imaginario. El cometido de estos médicos será atender a distintos pacientes, cada vez más importantes, para conseguir erradicar la mala nutrición en la galaxia y convertirse en profesionales de prestigio.

Este juego se ha probado un colegio en Popayán (Colombia). Si bien este experimento se ha realizado a pequeña escala y se necesita un estudio más exhaustivo para obtener conclusiones relevantes, sí es cierto que se observa una tendencia satisfactoria como resultado del mismo.

Además del juego, se ha evaluado el proceso de diseño que se ha seguido para realizar dicho juego, tomando en consideración la opinión de los que son los usuarios finales del mismo, es decir, los profesores. En este caso se han observado también resultados satisfactorios, que se desglosan a lo largo del módulo.

CAPITULO 9

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO

No ser útil a nadie equivale a no valer nada.

(René Descartes)

9. Evaluación del Proceso de Diseño

A partir del proceso de diseño propuesto, tal como se explicó en el capítulo 7, se ha diseñado una herramienta interactiva que permita a los profesores aplicar dicho proceso de diseño en los juegos educativos que usarían en sus aulas. En este capítulo, se muestran los resultados de la evaluación de dicho proceso de diseño y del prototipo que le daría soporte. El objetivo principal de esta evaluación es conseguir una herramienta que sea realmente efectiva, de tal forma que los profesores se sientan cómodos con su uso y esto se traduzca en una aplicación real en sus procesos de enseñanza.

Como veremos en este capítulo, la evaluación es satisfactoria, pudiendo destacar que, en opinión de los profesores encuestados, la herramienta podría incorporarse en sus centros y estarían dispuestos a utilizarla.

INDICE DEL CAPITULO

9.1. INTRODUCCIÓN	269
9.2. EVALUACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO	269
9.2.1. <i>Resultados cuestionario (Parte II): Juegos educativos y aprendizaje colaborativo</i>	270
9.2.2. <i>Resultados cuestionario (Parte III): Diseño de videojuegos educativos.....</i>	271
9.2.3. <i>Resultados cuestionario (Parte IV): Gestión de alumnos y resultados</i>	273
9.2.4. <i>Resultados cuestionario (Parte V): Usabilidad.....</i>	274
9.3. CONCLUSIONES	275

9.1. Introducción

Como resultado de la revisión bibliográfica realizada en el módulo I, se concluyó que los juegos educativos que se estaban utilizando en las aulas actualmente no producían resultados tan satisfactorios como cabía esperar. Además, se observó que parte del problema residía en que los juegos que se utilizaban eran demasiado educativos o demasiado lúdicos, por lo que no se llegaba a obtener un equilibrio adecuado entre ambos.

Entre las propuestas realizadas en esta tesis, cuyos objetivos incluyen el diseño de videojuegos educativos equilibrados en cuanto educación y diversión, se encuentra un proceso de diseño incremental basado en los principios de la Ingeniería del Software, presentado en el capítulo 7 de este documento.

En este capítulo, se muestran los resultados de la evaluación realizada sobre dicho proceso de diseño, que se realizó en base a la herramienta interactiva diseñada para uso de los profesores.

9.2. Evaluación del proceso de diseño

El prototipo descrito en el capítulo 7 ha sido diseñado para dar soporte al proceso de diseño propuesto y como herramienta para evaluar dicho proceso. Esta evaluación se ha realizado en cuatro colegios de la zona centro y metropolitana de Granada (España), cubriendo un rango que abarca desde Educación Infantil hasta Secundaria. Concretamente, la propuesta se ha examinado, a través de una encuesta de opinión, por 30 profesores de dichos colegios, de los cuales 20 eran mujeres y 10 hombres, con una media de edad de 48 años. El test realizado por los profesores (Anexo III) constaba de 82 preguntas acerca del aprendizaje colaborativo en general, los videojuegos educativos y el proceso de diseño propuesto.

El test estaba dividido en cinco partes: 1) datos generales del profesor que rellena el cuestionario: rango de edad, sexo, tipo de colegio y curso en el que imparte clase; 2) consideraciones generales respecto a los videojuegos educativos y el aprendizaje colaborativo; 3) evaluación del prototipo presentado para diseño de juegos educativos; 4) evaluación del proceso de diseño por medio del prototipo con respecto a la gestión de usuarios; y 5) usabilidad del prototipo. Las respuestas del test se graduaron de acuerdo a la escala de Likert (Likert, 1932), donde el usuario tiene cinco posibles respuestas para graduar su opinión respecto a la afirmación realizada en cada pregunta. En esta escala, el usuario tiene que graduar las respuestas entre 1 y 5, donde: 1 significa *completamente en desacuerdo*, 2 significa *en desacuerdo*, 3 significa *ni de acuerdo ni en desacuerdo*, 4 significa *de acuerdo*, y 5 significa *completamente de acuerdo*.

Finalmente, la evaluación se realizó en tres etapas: En la primera etapa se presentó el prototipo a un conjunto de profesores (entre 6 y 8 cada vez) en su centro escolar. A continuación, se inició una ronda de preguntas para resolver las dudas que pudieran tener respecto al proceso de diseño o al prototipo. Y por último, se repartió el test y se dió a los profesores un tiempo de 45 minutos para contestar el cuestionario.

9.2.1. Resultados del cuestionario (Parte II): Juegos educativos y aprendizaje colaborativo

Como ya se ha comentado anteriormente, la primera parte del cuestionario hace referencia a los datos generales de los profesores, por lo que la evaluación comienza en la parte número dos. En esta segunda parte del cuestionario se pide a los profesores su opinión acerca de los juegos educativos que conocen y el aprendizaje colaborativo. En particular, se plantean 12 preguntas para conocer si el profesor considera que el aprendizaje colaborativo aporta ventajas al proceso de aprendizaje de los alumnos (pregunta q1), si lo utiliza en sus clases (pregunta q2), en caso de usarlo, si sus alumnos se muestran más satisfechos (pregunta q3) o los resultados de aprendizaje que obtienen son mejores (pregunta q4). También se les pregunta si consideran positivo el uso de las TIC en educación (pregunta q5), si fomentan el uso de las mismas entre sus alumnos por medio de tareas o trabajos que requieran utilizar algún recurso multimedia (pregunta q6) y en caso de hacerlo, si los estudiantes obtienen mejores resultados (pregunta q7). Finalmente, se les pregunta acerca de las bondades del uso de videojuegos para el desarrollo de los alumnos (pregunta q8), si consideran que pueden mejorar sus conocimientos utilizando videojuegos educativos (pregunta q9), si conocen algunos videojuegos educativos existentes (pregunta q10), si los utilizan en sus clases (pregunta q11) y si les gustaría que existiesen juegos educativos específicos para utilizar en sus asignaturas (pregunta q12). Los resultados obtenidos en esta parte del cuestionario se muestran en la Tabla 9.1.

Tabla 9.1 Parte II: Juegos educativos y aprendizaje colaborativo

Pregunta	Media	Desviación Típica
q1	4,30	0,53
q2	3,83	0,75
q3	4,10	0,76
q4	3,87	0,86
q5	4,37	0,56
q6	3,33	1,12
q7	3,43	0,77
q8	3,37	0,85
q9	3,83	0,65
q10	3,90	0,92
q11	3,40	1,04
q12	4,40	0,72

Como podemos ver en la tabla, el valor más alto de este bloque corresponde a la pregunta q12, donde se preguntaba a los profesores si les gustaría que existiesen videojuegos específicos para su asignatura. Es bastante significativo encontrar este valor, sobre todo si miramos los resultados obtenidos en las preguntas q8-q11, relacionadas con la opinión de los profesores respecto a los videojuegos. Aunque sus respuestas están por encima del valor intermedio (3 - ni acuerdo ni en desacuerdo) este bloque de preguntas son las que están valoradas con menor puntuación.

Por otra parte, respecto a las preguntas relacionadas con el aprendizaje colaborativo, de nuevo observamos valores reveladores: aunque los profesores opinan que el aprendizaje colaborativo aporta ventajas al proceso de aprendizaje de sus alumnos (q1) y los estudiantes se sienten más satisfechos (q3), la valoración de la pregunta acerca de si usan este tipo de técnicas, de nuevo no alcanza el valor 4 (de acuerdo). Podríamos fijarnos en el valor de la pregunta acerca de los resultados obtenidos por medio de este tipo de aprendizaje (q4, valor 3.87), pero no parece justificar la falta de aplicación del aprendizaje colaborativo, ya que si bien no se manifiestan claramente a favor de la afirmación, tampoco lo hacen en contra. Si

asumimos que esto implica que los alumnos obtienen resultados similares y sabemos que se sienten más satisfechos, resulta difícil explicar porqué no se usan este tipo de actividades de forma más asidua.

Con el caso de los recursos multimedia nos encontramos con una situación similar, donde los profesores manifiestan que consideran positivo el uso de las TIC en educación pero, de nuevo, no suelen utilizarlas en sus clases, aunque indican que el resultado del aprendizaje obtenido por los alumnos no es peor que el obtenido con el método tradicional.

9.2.2. Resultados del cuestionario (Parte III): Diseño de videojuegos educativos

Esta parte del cuestionario, acerca de cómo el prototipo puede ayudar en el diseño de videojuegos educativos, está compuesta de 28 preguntas divididas en tres bloques con 2, 13 y 13 preguntas respectivamente. Así, el primer bloque sólo tiene preguntas acerca de la utilidad de una herramienta general para diseñar videojuegos específicos para cada asignatura (q13) y cómo nuestro prototipo, en particular, puede ayudar a hacer más fácil la tarea de enseñar (q14). Los resultados se muestran en la Tabla 9.2.

Tabla 9.2 Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque I

Pregunta	Media	Desviación Típica
q13	4.30	0.65
q14	4.43	0.50

Como podemos ver en la Tabla 9.2, los usuarios consideran que una herramienta general que les permita diseñar videojuegos específicos para cada asignatura podría ser útil para mejorar el proceso de aprendizaje en sus aulas (4.30 puntos en media, con un máximo de 5). Además, estos profesores están de acuerdo en que nuestro prototipo podría ser una buena opción para hacerlo, obteniendo una valoración incluso más alta que la pregunta anterior (4.43).

En el segundo bloque, preguntamos a los profesores cómo de útiles pensaban que eran los elementos que habíamos definido en el sistema. En particular, se preguntó acerca de los diccionarios generales (q15), los objetivos en las Áreas de Conocimiento (q17), las relaciones entre objetivos (q18), las relaciones entre objetivos y tareas (q19), la construcción conjunta de los diccionarios (q20), la posibilidad de crear Modelos Educativos a partir de las Áreas de Conocimiento (q21), la personalización del Modelo Educativo (q22), la posibilidad de crear un nuevo Modelo Educativo a partir de uno previo (q23), la posibilidad de diseñar itinerarios en las tareas para alcanzar objetivos (q24), la posibilidad de ordenar las tareas (q25), la correspondencia entre los Retos del Videojuego y las Tareas Educativas (q26) y la posibilidad de configurar qué Fases y Niveles del Videojuego contribuyen a cada Tarea Educativa.

Tabla 9.3 Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque II

Pregunta	Media	Desviación Típica
q15	4,03	0,76
q16	3,93	0,78
q17	4,03	0,67
q18	4,10	0,61
q19	4,00	0,64
q20	4,13	0,73
q21	4,03	0,72
q22	4,20	0,66
q23	4,13	0,63
q24	4,20	0,55

q25	4,10	0,66
q26	4,17	0,70
q27	4,23	0,57

De los resultados obtenidos, presentados en la Tabla 9.3, podemos deducir que los profesores están de acuerdo con los elementos que hemos definido para diseñar el juego, ya que la puntuación para todos los elementos está ente 3.93 y 4.23. Durante la elaboración de nuestra metodología, hemos estado en contacto con varios psicólogos, pedagogos y profesores que nos han ayudado a especificar los principales elementos que debíamos incluir para obtener una estrategia realmente útil para mejorar el proceso de aprendizaje por medio de videojuegos con actividades colaborativas. Así, con esta evaluación pretendemos saber si la forma en la que estos elementos se han introducido en el prototipo es también útil, ya que esta herramienta será utilizada por los profesores para construir las estrategias educativas de sus videojuegos. Por tanto, la tercera parte de la evaluación está diseñada para confirmar que nuestro prototipo permite el diseño de todos estos elementos desde la perspectiva de los profesores entrevistados.

Tabla 9.4 Parte III: Diseño de videojuegos educativos. Bloque III

Pregunta	Media	Desviación Típica
q28	4,03	0,61
q29	4,03	0,61
q30	4,03	0,49
q31	4,10	0,55
q32	4,20	0,48
q33	4,13	0,78
q34	4,23	0,68
q35	4,27	0,69
q36	4,27	0,58
q37	4,23	0,68
q38	4,33	0,71
q39	4,23	0,68
q40	4,33	0,55

Como podemos ver en la Tabla 9.4, este tercer bloque está compuesto de 13 preguntask acerca de cómo nuestro prototipo permite gestionar cada uno de los elementos principales del sistema: los diccionarios generales (q28), los Objetivos Educativos en las Áreas de Conocimiento (q30), la representación de relaciones entre objetivos del Área de Conocimiento (q31), la representación de objetivos entre Objetivos y Tareas Educativos (q32), la compartición de la creación del Área de Conocimiento (q33), la oportunidad de crear un nuevo Modelo Educativo partiendo de un Área de Conocimiento previamente incluida en el sistema (q34), la creación de un Modelo Educativo con Objetivos Educativos y Tareas Educativas organizadas de acuerdo al plan educativo del profesor (q35), la posibilidad de crear un nuevo Modelo Educativo a partir de uno previamente creado (q36), la definición de diferentes itinerarios para cada Objetivo Educativo (q37), la posibilidad de indicar pre-requisitos de orden entre las Tareas Educativas (q38), el tener Fases y Niveles en el videojuego para enseñar cada Tarea Educativa (q39) y la selección de Fases y Niveles del videojuego para contribuir a cada Tarea Educativa (q40).

Como se muestra en la Tabla 9.4, todos los resultados con mayores que 4, lo que significa que nuestro prototipo es capaz de ayudar a los profesores a diseñar estrategias de aprendizaje de acuerdo a nuestra propuesta basada en modelos para la construcción de videojuegos educativos con actividades colaborativas.

9.2.3. Resultados del cuestionario (Parte IV): Gestión de alumnos y resultados

Una parte importante del proceso educativo es gestionar la información asociada a los alumnos y los resultados que éstos obtienen a lo largo de las distintas actividades de que consta el proceso de aprendizaje. En nuestro prototipo, se incluye también una utilidad para gestionar este proceso de aprendizaje, de tal forma que el profesor puede asignar un conjunto de objetivos o tareas a cada alumno particular, a cada grupo, o a un conjunto ellos. Esta utilidad es importante para controlar que las actividades que los alumnos van a realizar en el juego corresponden con la parte del currículum que necesitan trabajar. De nuevo, esta cuarta parte del cuestionario está dividida en tres bloques: la primera parte incluye dos preguntas, la primera respecto a la utilidad general de una herramienta que permita crear grupos y asignar objetivos tanto a los alumnos como a los grupos (q43) y la segunda acerca de la información general que se proporciona en el prototipo sobre el juego (q44). A continuación se presentan los resultados.

Tabla 9.5 Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque I

Pregunta	Media	Desviación Típica
q43	4,20	0,71
q44	4,10	0,88

Como vemos en la Tabla 9.5, ambas puntuaciones están por encima de 4, lo cual indica que los profesores piensan que una herramienta que permita crear grupos de alumnos y asignarles objetivos concretos que trabajen por medio de los retos del videojuego permitirá que estos alumnos alcancen los objetivos educativos implícitos en dichos retos y que la información suministrada respecto al juego es adecuada.

En el siguiente bloque se pregunta a los profesores sobre la utilidad de las distintas posibilidades de gestión de alumnos y resultados que se ofrecen en el prototipo, incluyendo: registrar estudiantes en la herramienta (q45), almacenar información educativa, del juego y de interacción en el perfil del estudiante (q46), crear grupos de estudiantes (q47), poder modificar los grupos existentes (q48), asignar objetivos individuales a alumnos concretos (q49), asignar objetivos grupales a un grupo concreto (q50), asignar tareas concretas a alumnos (q51) o grupos (q52), poder visualizar el porcentaje de superación de los objetivos por cada estudiante o grupo (q53), poder visualizar el porcentaje de superación de las tareas por cada estudiante o grupo (q54), tener la posibilidad de visualizar la puntuación parcial conseguida en el objetivo hasta el momento (q55), poder visualizar la calificación parcial de las tareas realizadas por un estudiante o grupo (q56), analizar las relaciones de comunicación creadas dentro del grupo durante una tarea colaborativa (q57), analizar los mensajes de coordinación intercambiados en el grupo durante una tarea colaborativa (q58) y analizar los mensajes de colaboración que se han producido en el grupo durante una tarea colaborativa (q59).

Tabla 9.6 Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque II

Pregunta	Media	Desviación Típica
q45	4,17	0,65
q46	4,30	0,70
q47	4,23	0,73
q48	4,23	0,73
q49	4,40	0,56
q50	4,27	0,69
q51	4,53	0,63
q52	4,37	0,67
q53	4,47	0,68

q54	4,17	0,83
q55	4,10	0,76
q56	4,07	0,78
q57	4,00	0,87
q58	4,00	0,91
q59	4,03	0,93

Como se observa en los resultados de la Tabla 9.6, los profesores encuentran que todos los elementos que se han introducido en el prototipo para la gestión de alumnos y resultados son útiles, obteniendo todos los ítems una valoración igual o superior a 4, lo cual indica que están de acuerdo o muy de acuerdo con todos los elementos incluidos. Una vez que conocemos que consideran necesarios todos los elementos, lo siguiente que se pregunta es si consideran que están presentes correctamente en la herramienta. Los resultados de las respuestas dadas a estas preguntas se encuentran en la Tabla 9.7.

Tabla 9.7 Parte IV: Gestión de alumnos y resultados. Bloque III

Pregunta	Media	Desviación Típica
q60	4,17	0,65
q61	4,30	0,70
q62	4,23	0,73
q63	4,23	0,73
q64	4,40	0,56
q65	4,27	0,69
q66	4,53	0,63
q67	4,37	0,67
q68	4,47	0,68
q69	4,17	0,83
q70	4,10	0,76
q71	4,07	0,78
q72	4,00	0,87
q73	4,00	0,91
q74	4,03	0,93

De igual forma que ocurría en el bloque anterior, los profesores opinan que la manera en que todos los elementos anteriormente citados se han introducido en el prototipo es adecuada, ya que todas las puntuaciones son iguales o superiores a 4.

9.2.4. Resultados del cuestionario (Parte V): Usabilidad

La quinta parte del cuestionario de evaluación hace referencia a la usabilidad del prototipo. Esta parte está compuesta de 7 preguntas, donde el profesor debía contestar si pensaba que la interfaz era fácil de usar (q76), si era cómoda de usar (q77), consistente, es decir, si cosas similares se hacían de forma similar (q78) o si la interfaz era atractiva (q79). Además, les preguntamos si pensaban que podrían usar la herramienta sin ayuda (q80), si podrían diseñar sus propios juegos usando esta herramienta (q81) y si usarían este prototipo si lo tuvieran disponible en su centro educativo (q82).

Tabla 9.8 Parte V: Usabilidad

Pregunta	Media	Desviación Típica
q76	3,60	0,89
q77	3,80	0,71

q78	3,83	0,79
q79	3,80	1,00
q80	3,63	0,85
q81	3,30	1,02
q82	4,10	0,71

Como vemos en la Tabla 9.8, las puntuaciones del prototipo en este apartado son más bajas que las obtenidas en las partes anteriores. Por ello, la primera conclusión que obtenemos es que tenemos que mejorar la interfaz del prototipo, la interacción y el diseño funcional para mejorar su usabilidad. Sin embargo, se han obtenido puntuaciones cercanas a 4 en todas las preguntas (*de acuerdo*), lo cual podría considerarse como una buena evaluación. Además, pensamos que estos resultados puede deberse también al hecho de que la mayoría de los profesores no suele utilizar dispositivos TIC en sus clases, tal como vimos en la parte II del cuestionario, de lo que se puede deducir que no están muy familiarizados con el uso de tecnologías en general y en el aula en particular. En cualquier caso, hay una buena puntuación que nos gustaría destacar: la puntuación para la pregunta q82, relacionada con el uso de la herramienta si la tuvieran disponible, que es mayor que 4, lo cual significa que sí la usarían. Por esta razón, actualmente estamos en contacto con estos profesores con objeto de recopilar las propuestas al respecto e introducir los cambios necesarios para que el prototipo sea más usable y de esta manera puedan utilizarlo como herramienta adicional durante sus clases.

9.3. Conclusiones

Aunque en cada uno de los bloques se han comentado las conclusiones que se pueden obtener de los datos, nos parece de interés reunir todas ellas en un único apartado. Por ello, a continuación se resumen las conclusiones extraídas de la evaluación del proceso de diseño.

En el bloque de juegos educativos y videojuegos educativos, los profesores manifiestan que, aunque no tienen una opinión claramente favorable sobre los videojuegos en educación, sí les gustaría que hubiese más juegos relacionados con sus asignaturas. De forma similar, resulta curioso observar cómo son conscientes de las bondades del aprendizaje colaborativo y del aumento de la satisfacción de los alumnos cuando se usan este tipo de técnicas, aunque llegado el momento, los profesores se decantan por actividades individuales convencionales. Este comportamiento se observa también en cuanto al uso de Nuevas Tecnologías en las aulas: los profesores admiten sus bondades pero no las utilizan habitualmente.

En la parte del cuestionario relacionada con el diseño de juegos educativos, los profesores manifiestan que el uso de una herramienta para diseñar juegos específicos para su asignatura podría resultar de utilidad y que la herramienta que nosotros proponemos podría ser una buena opción. El hecho de contar con el asesoramiento de psicólogos, pedagogos y profesores durante el diseño del proceso y el prototipo ha permitido que las cuestiones relacionadas con la idoneidad de los elementos diseñados hayan sido valoradas positivamente. Es de especial interés para nosotros la valoración obtenida para el prototipo, ya que revela que la herramienta es capaz de ayudar a los profesores a diseñar estrategias de aprendizaje basadas en juegos educativos, tal como proponemos en este trabajo.

En los apartados relacionados con la gestión de alumnos de la herramienta, vemos que los profesores opinan que la inclusión de utilidades para la creación de grupos y la asignación de actividades concretas tanto a alumnos como a grupos es útil, y que la forma en que se gestiona por medio de nuestro prototipo también es adecuada.

Finalmente, en lo referente a la usabilidad, encontramos que es necesario introducir mejoras en el prototipo, tanto en la interfaz como en los mecanismos de interacción. En este sentido, es necesario tener en cuenta que gran parte del profesorado actual no está acostumbrado a utilizar la tecnología, por lo que la incorporación de elementos de ayuda cobra más importancia, si cabe, en esta herramienta.

CAPITULO 10

APLICACIÓN DE LA PROPUESTA Y EVALUACIÓN DEL VIDEOJUEGO

Hay que aprender cosas útiles más bien que cosas admirables.

(San Agustín)

10. Aplicación de la Propuesta y Evaluación del Videojuego

Una vez realizada la propuesta de esta tesis y evaluado el proceso de diseño presentado para el desarrollo de juegos educativos con actividades colaborativas, en este capítulo se aborda el diseño y la evaluación de un juego educativo para grupos de cuatro alumnos. Este juego, diseñado bajo el paradigma VGSCCL, tiene como principal objetivo educativo el aprendizaje de la función de nutrición para el curso de sexto de primaria. Como objetivo lúdico, los jugadores deben erradicar las enfermedades nutricionales de su galaxia, lo cual repercutirá en un aumento de su prestigio.

En este capítulo, se muestra cómo este juego ha sido diseñado siguiendo el proceso de diseño propuesto, así como mediante la utilización de los modelos que organizan la información en el sistema.

La parte final del capítulo se ocupa de la evaluación del juego tanto desde el punto de vista de resultados educativos como del proceso colaborativo seguido por los alumnos. Esta evaluación del aprendizaje colaborativo se ha realizado aplicando el método de índices de colaboración propuesto en (Collazos, 2002).

INDICE DEL CAPITULO

10.1. INTRODUCCIÓN	279
10.2. EL JUEGO: NUTRI-GALAXY. HISTORIA Y DEFINICIÓN DE PERSONAJES.	279
10.2.1. <i>Storytelling</i>	280
10.3. APLICACIÓN DEL PROCESO DE DISEÑO A NUTRI-GALAXY	283
10.3.1. <i>Etapa 1: Diseño de contenidos educativos</i>	283
10.3.2. <i>Etapa 2: Diseño del contenido lúdico</i>	291
10.3.3. <i>Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos</i>	300
10.4. USO DEL JUEGO NUTRI-GALAXY	302
10.5. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL JUEGO NUTRI-GALAXY.....	307
10.5.1. <i>Método de evaluación de la colaboración</i>	307
10.5.2. <i>Diseño del experimento</i>	309
10.5.3. <i>Prueba de conocimientos</i>	309
10.5.4. <i>Experimentación y análisis de resultados</i>	311

10.1. Introducción

Para ilustrar la metodología de diseño presentada en esta tesis doctoral, se ha diseñado un videojuego educativo con actividades colaborativas denominado Nutri-Galaxy. El principal objetivo educativo de este juego consiste en el aprendizaje de la unidad didáctica “Función de nutrición” del curso sexto de primaria. La implementación de este videojuego se ha realizado en la Universidad del Cauca (Colombia), como parte de un proyecto de fin de carrera (Castillo, 2010) de dos estudiantes de grado y codirigido por la autora de esta tesis doctoral.

En el juego Nutri-Galaxy, los estudiantes trabajan en grupos de cuatro jugadores. Estos personajes son estudiantes de la escuela de medicina de la ciudad Asgarum, del planeta Terra Media. Debido al excelente nivel que estos estudiantes tienen en sus estudios, el consejo de salud planetaria los requiere para formar parte de un grupo cuya misión es erradicar la mala nutrición en el sistema solar. Este grupo se llama *Nutri-Galaxy*. Puesto que es un grupo de reciente aparición, los estudiantes deberán demostrar sus conocimientos para poder ser reconocidos en el sistema solar y en el resto de la galaxia. Para conseguir este reconocimiento, los jugadores crean un consultorio en la ciudad Asgarum del planeta Terra Media.

A lo largo de este capítulo se puede observar también el proceso de diseño realizado para este juego (capítulo 7).

10.2. El juego: Nutri-Galaxy. Historia y definición de personajes.

El videojuego educativo con actividades colaborativas denominado Nutri-Galaxy se ha desarrollado siguiendo el proceso de diseño presentado en esta tesis doctoral. Este juego, cuyos objetivos educativos están relacionados con el aprendizaje de la función de nutrición, se ha desarrollado para ser ejecutado en PC. Está destinado a niños de 11 a 12 años, que jugarán en un entorno 2D. Los jugadores se agruparán de cuatro en cuatro y en cada nivel deberán superar dos mini-juegos (retos), uno individual y otro en grupo, para poder avanzar a la siguiente fase o nivel. En cada nivel se presentan pacientes con problemas nutricionales más complejos y difíciles de superar.

El primer paciente al que trata el grupo es Odín, un humano granjero que acostumbra a comer los alimentos fritos, le gusta la comida basura y los alimentos con alto contenido en grasa y glucosa. Es perezoso, no hace ejercicio y pasa el día sentado en su asiento antigravitacional dándole órdenes a los demás.

Inanna es dueña de la tienda de accesorios. Ella será el segundo paciente que atiendan en el consultorio. Como pago por los servicios prestados, Inanna les ofrece descuentos en su tienda para que puedan comprar elementos de decoración o cualquier otra cosa que pueda ayudarles en el consultorio.

Pronto, la reputación del equipo aumenta y empieza a conocerse en los demás planetas. Mianash P-13 es uno de estos planetas. El Gran Jefe de Mianash P-13 recurre a *Nutri-Galaxy* para que le ayuden a resolver algunos problemas de salud que se están dando en el planeta. En particular, el Gran Jefe ha recibido una llamada del alcalde de Carborum indicándole que su hijo, Sutoku, está enfermo. Ninguno de los doctores que lo ha visitado ha conseguido

determinar la causa de su enfermedad. En agradecimiento, Carborum envía un arquitecto al planeta Terra Media para realizar mejoras en la consulta del equipo.

Cerberos es el mejor jugador de fútbol espacial profesional y pertenece al equipo de los Galactics. Cerberos va a Terra Media, desde el planeta Trops PR-43, para jugar un partido de fútbol. Antes del partido comienza a sentirse mal, así que decide ir al consultorio de Nutri-Galaxy para ser tratado a tiempo para el partido. Como recompensa por curarle, Cerberos les da entradas VIP para ver el partido.

Al poco tiempo, la famosa bailarina de ballet Izanami llega a la ciudad para realizar un espectáculo de danza. En medio de la función, Izanami se desmaya y la llevan a la clínica para que el equipo pueda curarla. Una vez recuperada, paga los servicios con una cantidad generosa de dinero.

Finalmente, el grupo Baspiskopos se presenta en el festival de rock en la ciudad Imanzalupre. De repente, Niflheim, la cantante del grupo, siente un intenso dolor que le impide seguir cantando. Inmediatamente, el equipo Nutri-Galaxy atiende a la cantante, consiguiendo curarla rápidamente. En agradecimiento, ella los lleva al sistema prime-L1, un sistema que queda a 20 años luz del sistema solar-KG1, en donde el equipo podrá continuar trabajando.

Los personajes que aparecen en el juego se clasifican de acuerdo a cinco razas:

- Elfianos: Esta raza es originaria de la constelación Elfamus-KG4, son de estatura mediana (no más de 1.60 m), orejas puntiagudas, cabello blanco, largo y lacio con una o dos trenzas, ojos un poco alargados y de colores claros, piel color dorado metálico.
- Dwarfitianos: Esta raza es originaria de la constelación Enamus-KG2, son de estatura pequeña (no más de 1 m), corpulentos, con barbas largas, pelo color rojizo, largo y enredado, piel color morado.
- Sportianos: Esta raza es originaria de la constelación Spormus-KG3, son de estatura alta (entre los 2 m y 3 m), corpulentos, piel color plateado metálico, pelo corto de color negro o calvos.
- Praitetiano: Esta raza es originaria de la constelación Praime-KG0, son de estatura pequeña (no más de 1 m), se asemejan a los primates, cubiertos de pelo.
- Humanos: Esta raza es originaria de la constelación solar – KG1 y son de estatura mediana (no más de 1.80 m).

Los enemigos a los que se enfrentan los jugadores serán las 6 enfermedades nutricionales: sobrepeso, raquitismo, anorexia, escorbuto, anemia y beriberi.

Además, existe un personaje no jugador que se encarga de guiar a los jugadores a lo largo del proceso de juego. Este personaje es el Profesor Thot, que se encargará de presentar a los jugadores la información básica de nutrición y de los sistemas involucrados (circulatorio, respiratorio, digestivo y excretor), según corresponda a cada jugador.

10.2.1. Storytelling

El juego está inspirado en un universo futurista y fantástico. En este apartado, se explican las escenas correspondientes al reto VC0003 por considerarse representativo del juego y del proceso de diseño que lo soporta.

- Escena 0: Introducción. Aquí se presentan varias animaciones:
 - Uno de los jugadores entra en la facultad de medicina y sale como médico.

- Se muestran cuatro jugadores de diferentes razas que utilizan jeringas como armas y les disparan a unos globos.
- Se muestra una pistola de rayos X para el sistema circulatorio.
- Se presentan las seis enfermedades nutricionales que se tratan en el juego: sobrepeso, anorexia, raquitismo, escorbuto, anemia y beriberi.
- Escena 1: Se presenta al usuario las opciones para *Crear perfil* (escena 1.1), *Acceder al perfil* (escena 1.2) y *Salir* del juego.
 - Escena 1.1: Se le presenta al usuario un formulario en el que debe indicar: nombre, apellidos, edad, género, nacionalidad y experiencia con videojuegos. Aparecen dos botones: *Cancelar* (vuelve a la escena 1) y *Siguiente* (escena 1.1.1).
 - Escena 1.1.1: Se presentan 5 avatares al usuario según su género (masculino o femenino) y las 5 razas de los personajes del juego (humano, elftiano, drwaftiano, praimetiano y sportiano). También hay un espacio para darle nombre al avatar y dos botones: *Cancelar* (escena 1) y *Siguiente* (escena 2).
 - Escena 1.2: Se le presentan al usuario los espacios para introducir el login y el password. Y dos botones: *Aceptar* (escena 2) y *Cancelar* (escena 1).
- Escena 2: Se le presenta al usuario un menú con las opciones *Jugar* (escena 3), *Configuración* (escena 2.1), *Rankings* (escena 2.2) y *Salir* del juego.
 - Escena 2.1: El usuario puede aumentar o disminuir el volumen del sonido por medio de un control en forma de barra. También tiene dos botones: *Aceptar* (para ir a la escena 2, guardando los cambios) y *Cancelar* (para volver a la escena 2, sin guardar los cambios).
 - Escena 2.2: Se muestra un ranking de los equipos que participan en el juego, junto con las puntuaciones ordenadas de mayor a menor. Hay un botón para volver a la escena 2.
- Escena 3: Se muestran los jugadores que están en la partida junto con dos botones: *Abandonar* (escena 2) y *Unirse* (escena 4).
- Escena 4: En esta escena se presenta al jugador entrando a la facultad.
- Escena 5: El profesor Thot se presenta al jugador utilizando un globo de diálogo: “¡HOLA! Mi nombre es profesor Thot y estas son tus áreas a estudiar”. Se presenta un cuadro (el tablero) con los temas en forma de menú: *Nutrición* (escena 5.1), *Sistema digestivo* (escena 5.2), *circulatorio* (escena 5.3), *respiratorio* (escena 5.4) o *excretor* (escena 5.5) y *Salir del salón* (escena 6). El profesor está sentado en un escritorio al lado del tablero. Las escenas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 y 5.5 son idénticas a ésta pero se le cambian las opciones y los mensajes del globo.
 - Escena 5.1: Habla el profesor Thot (globo): “Esta es la clase de nutrición y los temas a ver son éstos:”. Las opciones en el tablero son: *Bioelementos* (escena 5.1.1), *Alimentos* (escena 5.1.2), *Enfermedades nutricionales* (escena 5.1.3) y *Regresar* (escena 5).
 - Escena 5.2: Habla el profesor Thot (globo): “Esta es la clase del sistema digestivo y los temas a ver son éstos:”. Las opciones en el tablero son: *Descripción y función* (escena 5.2.1), *Estructura* (escena 5.2.2) y *Regresar* (escena 5).
 - Escena 5.3: Habla el profesor Thot (globo): “Esta es la clase del sistema circulatorio y los temas a ver son éstos:”. Las opciones en el tablero son: *Descripción y función* (escena 5.3.1), *Estructura* (escena 5.3.2) y *Regresar* (escena 5).
 - Escena 5.4: Habla el profesor Thot (globo): “Esta es la clase del sistema respiratorio y los temas a ver son éstos:”. Las opciones en el tablero son: *Descripción y función* (escena 5.4.1), *Estructura* (escena 5.4.2) y *Regresar* (escena 5).

- Escena 5.5: Habla el profesor Thot (globo): “Esta es la clase del sistema excretor y los temas a ver son éstos:”. Las opciones en el tablero son: *Descripción y función* (escena 5.5.1), *Estructura* (escena 5.5.2) y *Regresar* (escena 5).
- Escena 6: La escena está situada fuera de la facultad de medicina, donde se presenta al jugador graduándose. Todos los alumnos tiran los gorros de graduación y enseguida se le acerca un humano y un praimetiano. El humano dice: “Por favor, acompáñenos, el Gran Jefe lo necesita” y el jugador se sube a una limusina. En la siguiente escena, se muestra a los cuatro jugadores bajándose de las limusinas frente al palacio de salud planetaria. En la puerta hay un drwaftiano mayordomo que les dice: “Los estaba esperando. Por favor, síganme”. A continuación, los cuatro jugadores están en un cuarto totalmente oscuro. Aparecen cuatro luces debajo de cada jugador y en frente de ellos aparecen 3 grandes luces en las cuales se muestran las cabezas del Gran Jefe y de los 2 representantes del consejo (el gran jefe en medio y los representantes a los lados). Para los diálogos, en la parte inferior de la pantalla se muestra un cuadro con la imagen del personaje que está hablando y el texto del diálogo. El representante 1 dice: “Ustedes cuatro fueron escogidos de entre todos sus compañeros por ser los mejores de sus clases”. El representante 2 dice: “Para formar parte de un equipo con el objetivo de erradicar la mala nutrición en el universo”. Y el Gran Jefe dice: “Para lograr esto, les daremos un pequeño consultorio en el centro de la ciudad con algunas herramientas para empezar. El éxito o fracaso dependerá de ustedes”. Uno de los jugadores dice: “Tendremos que ponerle nombre al equipo”. Otro propone: “¿qué les parece Los Galácticos Nutritivos?”. Y otro: “Los Nutricionales”. Finalmente, otro jugador propone: “Nutri-Galaxy”. El Gran Jefe dice: “Entonces, Nutri-Galaxy será el nombre con el que se darán a conocer”. En la siguiente escena aparece un letrero que dice: “UNOS DIAS DESPUES”. Se muestra el exterior de la clínica, donde se puede observar un letrero grande con el nombre del equipo y el primer paciente, Odín, entrando.
- Escena 7: En esta escena la cámara es en primera persona. Se presenta el interior del consultorio. En la parte inferior izquierda de la pantalla se encuentra el chat, en la barra lateral derecha se encuentran las opciones (sólo estarán disponibles rayos exploradores menores, diagnosticar, tratar, mapa y escuela): *Rayo explorador menor* (circulatorio, digestivo, respiratorio, excretor) (escena 8), *Diagnosticar* (escena 10), *Tratar* (escena 13), *Mapa, Escuela* (escena 5), etc. Se presenta la mesa con Odín sentado al final y dice: “Me siento mal doctores... ¡¡¡aaaaaaaay!!!”.
- Escena 8: Aparece el primer enemigo oculto (sobrepeso), que dice: “Esta es mi víctima y no podrán hacer nada para detenerme, jajajajaja”.
- Escena 9: En esta escena se presenta el primer mini juego. Lo primero que se le presenta al usuario es un cuadro con las instrucciones del juego: “los globos son las partes del sistema (circulatorio, digestivo, respiratorio o excretor según corresponda). La enfermedad oculta intentará arrojar a las “algo” al vacío. Estas estarán en una canasta y además tendrán un letrero con una corta descripción. Para salvarlas tendrás que arrastrar con el ratón el globo y unirlo con la canasta correspondiente antes de que llegue al vacío”. También se dispone de un botón *Jugar* que, una vez leído el texto, se activa. Cuando se presiona este botón, se presentan los globos con los nombres de las partes del sistema en cuestión. En la parte superior izquierda de la pantalla se muestra la puntuación. El juego comienza después de una cuenta atrás de 5 a 0 que se presenta en grande en el centro de la pantalla. Si se gana la partida, se mostrará a la enfermedad sentada y enfadada; de lo contrario, estará burlándose. Al jugador que gane el mini juego se le dará una parte de los síntomas del paciente. Si algún jugador no gana el mini juego, vuelve a la facultad de medicina para que repase el tema sobre la descripción de las partes del sistema que le

corresponde. Cuando lo haga, volverá a repetir el mini juego. Después, se vuelve a la escena 7, pero con la opción de diagnosticar desbloqueada.

- Escena 10: En esta escena se muestran en pantalla los síntomas desbloqueados y se les mostrará a los jugadores una lista de posibles enfermedades. Si se diagnostica correctamente al paciente, se presenta la escena 11 y luego se regresa a la escena 7 con la opción de *Tratar* desbloqueada. Si no, se presenta la escena 12 y se regresa a la escena 7 con la opción de *Tratar* bloqueada.
- Escena 11: El enemigo oculto, Sobrepeso, sale a la luz (pasa la imagen de enemigo oculto a la imagen de la enfermedad sobrepeso).
- Escena 12: El enemigo dice “¡Fallaste!”, haciendo un gesto de negación con el dedo.
- Escena 13: En esta escena se muestra en pantalla una lista de posibles tratamientos. Si se trata adecuadamente, se presenta la escena 14; si no, se presenta la escena 15 y se regresa a esta misma escena.
- Escena 14: Se muestra a Sobrepeso asustado. Continúa en la escena 16.
- Escena 15: Se muestra a Sobrepeso burlándose y diciendo “¡Fallaste!”.
- Escena 16: Se muestra a los cuatro jugadores, que han sido miniaturizados por un rayo.
- Escena 17: Se muestra el mini juego final. En el fondo se muestra a Sobrepeso y, debajo de éste, los cuatro avatares de los jugadores con un lanzador de comida. Habrá una lluvia de alimentos que los jugadores deberán coger para lanzar contra Sobrepeso. Si el alimento es adecuado para el tratamiento, la enfermedad irá disminuyendo de tamaño; de lo contrario, crecerá más. Además, el enemigo lanzará bolas de grasa que inmovilizan al jugador que lo reciba. Continúa en la escena 18.
- Escena 18: Sobrepeso, derritiéndose, grita “¡¡Nooooooooooooo!!”.
- Escena 19: Se muestra a Odín con un peso normal y agradece al equipo la ayuda prestada.

10.3. Aplicación del proceso de diseño a Nutri-Galaxy

Como ya se explicó en el capítulo 7, el proceso de diseño está formado por cuatro etapas, cada una de las cuales se fija en un aspecto: diseño del contenido educativo, diseño del contenido lúdico, relación de contenidos lúdicos y de juego y modelado de usuario. En este apartado, se describen las tres primeras etapas, haciendo referencia a diferentes aspectos de la cuarta etapa que se ven involucrados en las anteriores.

En este capítulo, nos centramos en los retos VC0002 y VC0003. El resto de los retos y el desarrollo de los mismos se pueden consultar en el Anexo I.

10.3.1. Etapa 1: Diseño de contenidos educativos

Como se explicó en el capítulo 7, en esta etapa se definen los contenidos educativos que se van a practicar por medio del juego. Está compuesta por dos actividades: en la primera actividad se realiza el DGE y, en la segunda, se define el modelo educativo. Para facilitar la comprensión de los modelos presentados en los epígrafes siguientes, en la Figura 10.1 se muestra la representación gráfica del contenido educativo a enseñar por medio del juego. Esta representación se corresponde con la información que se introduce en el DGE.

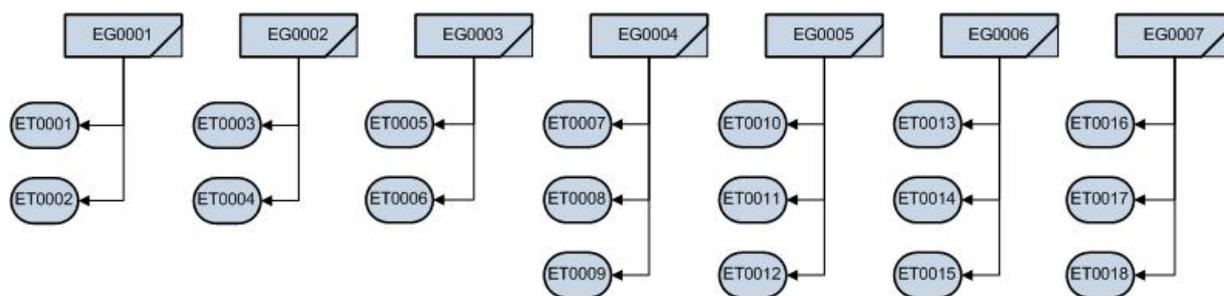


Figura 10.1 Representación gráfica del contenido educativo

Tal como se indicó en el capítulo 7, los ítems cuya denominación comienza con *EG* se refieren a Objetivos Educativos definidos en el sistema, mientras que los ítems cuya denominación comienza con *ET* hacen referencia a las Tareas Educativas definidas en el sistema, que permitirán superar los Objetivos Educativos a los que están asociadas.

Actividad 1: Diseño del DGE

Para diseñar el DGE es necesario definir las áreas de conocimiento, los objetivos educativos y las tareas educativas. En la Tabla 10.1 se muestra la definición del área de conocimiento en la que se encuadra el conocimiento que se practica por medio del juego Nutri-Galaxy.

Tabla 10.1 Definición del Área de Conocimiento

Atributo	Valor
Identificador	EA0001
Nombre General	Conocimiento del medio
Edad Educativa	11, 12
Descripción	El área de Conocimiento del medio comprende los conocimientos relacionados con las Ciencias naturales y las Ciencias sociales.

A continuación, es necesario especificar los objetivos educativos, encuadrados en el área de conocimiento previamente descrita, que van a formar parte del juego. Posteriormente, es posible agregar otros objetivos del área, aunque éstos no vayan a practicarse por medio de este videojuego, ya que pueden practicarse utilizando otros juegos que se incluyan más tarde.

Los objetivos educativos planteados en el juego Nutri-Galaxy se especifican a continuación, según el formato del Modelo de Objetivo Educativo presentado en el capítulo 6. En el nivel educativo, Nutri-Galaxy plantea siete objetivos educativos relacionados con la función de nutrición, que se han numerado desde el objetivo EG0001 hasta el EG0007. A continuación se detallan dichos objetivos.

Tabla 10.2 Objetivo educativo EG0001

Atributo	Valor
Identificador	EG0001
Nombre General	Bioelementos y alimentos
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Reconocer los bioelementos y alimentos esenciales (Carbohidratos, lípidos y proteínas, minerales, vitaminas y agua) en los seres vivos y analizar las funciones e importancia de éstos.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0001 → ET0002

Tabla 10.3 Objetivo educativo EG0002

Atributo	Valor
Identificador	EG0002
Nombre General	Alimentos de una dieta balanceada
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Definir qué tipo de alimentos se deben consumir para llevar una dieta balanceada según la tabla nutricional.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0003 → ET0004

Tabla 10.4 Objetivo educativo EG0003

Atributo	Valor
Identificador	EG0003
Nombre General	Detectar enfermedades alimentarias
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar los factores nutricionales que conlleven signos de alarma para desarrollar una enfermedad.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0005 → ET0006

Tabla 10.5 Objetivo educativo EG0004

Atributo	Valor
Identificador	EG0004
Nombre General	Sistema circulatorio
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema circulatorio, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0007 → ET0008 → ET0009

Tabla 10.6 Objetivo educativo EG0005

Atributo	Valor
Identificador	EG0005
Nombre General	Sistema digestivo
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema digestivo, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.

Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0010 → ET0011 → ET0012

Tabla 10.7 Objetivo educativo EG0006

Atributo	Valor
Identificador	EG0006
Nombre General	Sistema excretor
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema excretor, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0013 → ET0014 → ET0015

Tabla 10.8 Objetivo educativo EG0007

Atributo	Valor
Identificador	EG0007
Nombre General	Sistema respiratorio
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema respiratorio, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0016 → ET0017 → ET0018

Tal como se ha definido a lo largo de esta tesis, los objetivos educativos en nuestro sistema se van a superar por medio de la consecución de un conjunto de tareas educativas, que estarán relacionadas con los objetivos correspondientes.

Como se puede observar en las tablas 10.2 a 10.8, cada uno de los objetivos está relacionado con un conjunto de actividades. La especificación de dichas tareas se encuentra a continuación.

Tabla 10.9 Tarea educativa ET0001

Atributo	Valor
Identificador	ET0001
Nombre General	Descripción bioelementos y alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir los bioelementos y alimentos esenciales
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.10 Tarea educativa ET0002

Atributo	Valor
Identificador	ET0002
Nombre General	Asociación bioelementos y alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los bioelementos y alimentos esenciales con sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.11 Tarea educativa ET0003

Atributo	Valor
Identificador	ET0003
Nombre General	Asociación de alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los alimentos con su composición nutricional
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.12 Tarea educativa ET0004

Atributo	Valor
Identificador	ET0004
Nombre General	Escoger alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Escoger qué alimentos se deben consumir según su composición nutricional
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.13 Tarea educativa ET0005

Atributo	Valor
Identificador	ET0005
Nombre General	Relacionar enfermedades
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Relacionar los factores nutricionales con síntomas de las enfermedades nutricionales más comunes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.14 Tarea educativa ET0006

Atributo	Valor
Identificador	ET0006
Nombre General	Enfermedades nutricionales
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las enfermedades nutricionales más comunes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.15 Tarea educativa ET0007

Atributo	Valor
Identificador	ET0007
Nombre General	Describir circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema circulatorio e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.16 Tarea educativa ET0008

Atributo	Valor
Identificador	ET0008
Nombre General	Dibujar circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema circulatorio con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.17 Tarea educativa ET0009

Atributo	Valor
Identificador	ET0009
Nombre General	Parejas circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema circulatorio o una función de una de sus partes, asociarla con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.18 Tarea educativa ET0010

Atributo	Valor
Identificador	ET0010
Nombre General	Describir digestivo
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema digestivo e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.19 Tarea educativa ET0011

Atributo	Valor
Identificador	ET0011
Nombre General	Dibujar digestivo
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema digestivo con las partes más importantes

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla 10.20 Tarea educativa ET0012

Atributo	Valor
Identificador	ET0012
Nombre General	Parejas digestivo
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema digestivo o una función de una de sus partes, asociarla con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla 10.21 Tarea educativa ET0013

Atributo	Valor
Identificador	ET0013
Nombre General	Describir excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema excretor e identificar sus funciones

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla 10.22 Tarea educativa ET0014

Atributo	Valor
Identificador	ET0014
Nombre General	Dibujar excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema excretor con las partes más importantes

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla 10.23 Tarea educativa ET0015

Atributo	Valor
Identificador	ET0015
Nombre General	Parejas excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema excretor o una función de una de sus partes, asociarla con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla 10.24 Tarea educativa ET00016

Atributo	Valor
Identificador	ET0016
Nombre General	Describir respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio

Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema respiratorio e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.25 Tarea educativa ET0017

Atributo	Valor
Identificador	ET0017
Nombre General	Dibujar respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema respiratorio con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla 10.26 Tarea educativa ET0018

Atributo	Valor
Identificador	ET0018
Nombre General	Parejas respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los bioelementos y alimentos esenciales con sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	Dada una parte del sistema respiratorio o una función de una de sus partes, asociarla con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función

Actividad 2: Diseño del Modelo Educativo

La segunda actividad encuadrada en el diseño del contenido educativo consiste en la realización del Modelo Educativo. Como ya se explicó en los capítulos anteriores, el Modelo Educativo permite al profesor organizar los contenidos educativos de acuerdo a diferentes criterios, que pueden estar relacionados con su estrategia de enseñanza, el nivel educativo de los alumnos o cualquier otra circunstancia. Gracias al Modelo Educativo, un profesor podría definir distintas estrategias de aprendizaje asociadas a los mismos contenidos y utilizar una u otra en función de las necesidades. A continuación, se especifica el Modelo Educativo (Tabla 10.27) definido para el contenido educativo a enseñar por medio del juego Nutri-Galaxy.

Tabla 10.27 Modelo Educativo

Atributo	Valor
Identificador	EM0001
Nombre General	Itinerario estándar
Áreas de Conocimiento	Conocimiento del medio
Edad Educativa	11, 12
Conocimientos Previos	
Modelo de Objetivos y Tareas Educativas	(EG0001, [ET0001, ET0002], [0.5*ET0001+0.5*ET0002]), (EG0002, [ET0003, ET0004], [0.5*ET0003+0.5*ET0004]), (EG0003, [ET0005, ET0006], [0.5*ET0005+0.5*ET0006]), (EG0004, [ET0007, ET0008, ET0009], [0.33*ET0007+0.33*ET0008+0.34*ET0009]), (EG0005,

[ET0010, ET0011, ET0012],
 [0.33*ET0010+0.33*ET0011+0.34*ET0012]), (EG0006, [ET0013,
 ET0014, ET0015], [0.33*ET0013+0.33*ET0014+0.34*ET0015]),
 (EG0007, [ET0016, ET0017, ET0018],
 [0.33*ET0016+0.33*ET0017+0.34*ET0018])

El Modelo Educativo descrito por medio del modelo plasmado en la Tabla 10.27 tiene asignado el identificador interno *EM0001*, coincidiendo con la nomenclatura especificada en el capítulo 6. Este Modelo Educativo se ha denominado *Itinerario estándar*, reflejando que éste será el modelo general para todos los alumnos. Como podemos ver, la Edad Educativa para la que está indicado es *entre 11 y 12 años* y no requiere conocimientos previos. En el atributo de Modelo de Objetivos y Tareas Educativas, se indican los objetivos incluidos en el Modelo Educativo, así como las Tareas Educativas relacionadas con cada uno de ellos. Como podemos observar, para realizar el cálculo de la calificación por objetivos a partir de las tareas superadas, se incluye un factor de corrección sobre la calificación de cada tarea, de tal forma que podemos realizar una media ponderada en función de la relevancia de cada tarea respecto al objetivo al que está asociada.

10.3.2. Etapa 2: Diseño del contenido lúdico

Una vez definido el conjunto de objetivos y tareas educativas que se va a incluir en el videojuego, es necesario definir el videojuego que se va a utilizar para practicar ese contenido educativo. Esta labor se realiza en la segunda etapa del proceso de diseño.

Actividad 1: Diseño del Modelo de Juego

En esta actividad, primero definimos el Modelo de Juego y, en segundo lugar, el contenido específico del juego. En realidad, para la realización de un videojuego, primero se diseña la historia sobre la que dicho juego se desarrolla para, posteriormente, definir cada uno de los retos y fases concretas que formarán parte del mismo. Por esta razón, primero definimos el Modelo de Juego de Nutri-Galaxy (Tabla 10.28).

Tabla 10.28 Modelo de juego Nutri-Galaxy

Atributo	Valor
Identificador	GM0001
Nombre	Nutri-Galaxy
Áreas de Conocimiento	Conocimiento del medio
Edad	11, 12
Dificultad	Normal
Interacción	Los jugadores trabajan en grupos de cuatro personas a lo largo de todo el juego, persiguiendo un objetivo común. Por tanto, es un juego con actividades colaborativas.
Modo	Por objetivos uno a uno
Tipo	Puzzle
Dispositivo	PC
Historia	PJ1, PJ2, PJ3 y PJ4 son estudiantes de la escuela de medicina de la ciudad Asgarum, en el planeta Terra Media. Como son los mejores alumnos de sus clases, son reclamados por el concejo de salud planetaria para formar parte de un grupo llamado Nutri-Galaxy, el cual tiene como misión erradicar la mala nutrición en el sistema solar. Debido a su inexperiencia, los jugadores deberán ganar cierto prestigio, con objeto de ser reconocidos, no sólo en el sistema solar, sino en toda la galaxia.

	En este proceso de experimentación, el grupo de jugadores va ganando en experiencia y reconocimiento, lo que hace que sus pacientes sean cada vez personas más reconocidas.
Multimedia	Se incluyen gráficos y sonidos básicos
Dimensión cultural	Indiferente

Actividad 2: Diseño del DGV

Una vez definidas las líneas generales del juego, se procede al diseño de los retos y fases específicas que formarán parte del desarrollo del juego. Como se explicó en el capítulo 6, los retos del juego se corresponden con objetivos educativos, mientras que las fases y niveles del juego se corresponden con las tareas y actividades educativas.

De igual forma que se hizo en la Etapa 1, se muestra una representación gráfica (Figura 10.2) de los elementos aquí descritos que, tal como se explicó al inicio del capítulo, se corresponde con la parte del juego que estamos detallando en este capítulo.

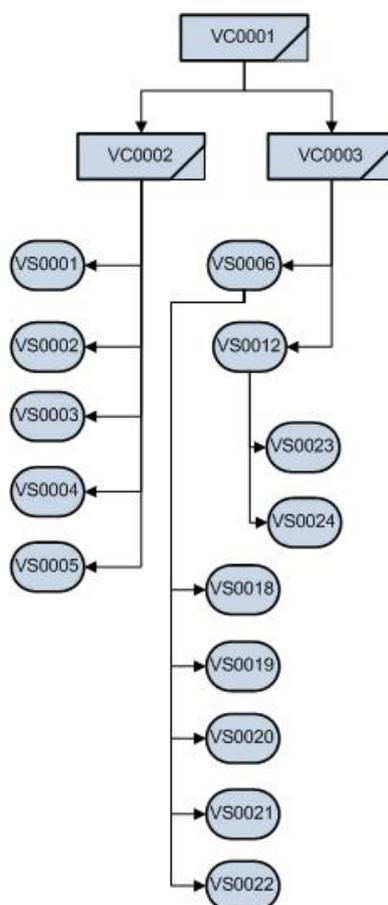


Figura 10.2 Representación gráfica del fragmento de contenido lúdico implementado

Tal como se indicó en el capítulo 6, los ítems cuya denominación comienza con las letras VC se refieren a retos del juego, mientras que los ítems cuya denominación empieza con VS determinan las fases y niveles del juego.

A continuación se detallan los retos del juego Nutri-Galaxy:

Tabla 10.29 Reto del juego VC0001

Atributo	Valor
Identificador	VC0001
Nombre General	Ganar prestigio
Descripción	Obtener el mayor grado de prestigio (reputación) posible para lograr ser reconocido en toda la galaxia
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	(VC0002 → VC0003 → VC0004 → VC0005 → VC0006 → VC0007 → VC0008, 0.125*VC0002+0.125*VC0003+0.125*VC0004+0.125*VC0005+0.125*VC0006 +0.125*VC0007+0.125*VC0008)
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	

Como vemos en la Tabla 10.29, para especificar los retos del juego basta con rellenar el Modelo de Reto del Juego (capítulo 6). Así, este reto tiene el identificador interno VC0001, su denominación es *Ganar prestigio* y su cometido se explica en lenguaje natural en el atributo *Descripción*. Tal como se indica en el atributo *Videojuegos*, este reto pertenece solamente al juego GM0001 y está diseñado para todas las dimensiones culturales. El atributo *Modelo de Retos del Videojuego* determina qué sub-retos están asociados a este reto, en este caso, del VC0002 al VC0008 que, además, deben realizarse consecutivamente (indicado por las flechas entre ellos). La siguiente componente de este atributo, tal como ocurría en el Modelo Educativo, especifica una fórmula que permite calcular la puntuación conseguida en función de las puntuaciones obtenidas en los sub-retos.

Tabla 10.30 Reto del juego VC0002

Atributo	Valor
Identificador	VC0002
Nombre General	Conocimiento general
Descripción	Se ofrece información acerca de los diagnósticos que se van a realizar a lo largo del juego
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	(VS0001 → VS0002 → VS0003 → VS0004 → VS0005, 0)

Tabla 10.31 Reto del juego VC0003

Atributo	Valor
Identificador	VC0003
Nombre General	Diagnosticar a Odín
Descripción	Odín es el primer paciente que atiende el equipo. Es un granjero cuya alimentación está basada, fundamentalmente, en productos precocinados, fritos, hamburguesas y pizzas de las grandes cadenas comerciales y bollería. Además, Odín es muy perezoso, no le gusta hacer ejercicio y pasa la mayor parte del día sentado en su cómodo asiento antigravitacional dándole órdenes a sus empleados de la granja
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente

**Modelo de Retos
del Videojuego**
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego (VS0006 → VS0012, $0.5 \cdot VS0006 + 0.5 \cdot VS0012$)

**Niveles del
Videojuego**

Una vez definidos los retos del juego, el siguiente paso a realizar es la definición de las fases que van a permitir superar estos retos. A continuación se especifican estas fases para el juego Nutri-Galaxy.

Tabla 10.32 Fase del juego VS0001

Atributo	Valor
Identificador	VS0001
Nombre General	Conocimientos nutrición
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre nutrición que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.33 Fase del juego VS0002

Atributo	Valor
Identificador	VS0002
Nombre General	Conocimientos circulatorio
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema circulatorio que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.34 Fase del juego VS0003

Atributo	Valor
Identificador	VS0003
Nombre General	Conocimientos respiratorio
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema respiratorio que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.35 Fase del juego VS0004

Atributo	Valor
Identificador	VS0004
Nombre General	Conocimientos digestivo
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema digestivo que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.36 Fase del juego VS0005

Atributo	Valor
Identificador	VS0005
Nombre General	Conocimientos excretor
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema excretor que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego

Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.37 Fase del juego VS0006

Atributo	Valor
Identificador	VS0006
Nombre General	Diagnosticar Odín
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	(VS0018 → VS0019 → VS0020 → VS0021 → VS0022, 0.2*VS0018+0.2*VS0019+0.2*VS0020+0.2*VS0021+0.2*VS0022)

Tabla 10.38 Fase del juego VS0012

Atributo	Valor
Identificador	VS0012
Nombre General	Tratar Odín
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]

Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	(VS0023 → VS0024, 0.5*VS0023+0.5*VS0024)

Algunas de las fases descritas en los modelos anteriores son aún demasiado complejas como para ser abordadas en el juego como una única tarea. Por este motivo, se definen también niveles para Nutri-Galaxy, que actúan como sub-tareas dentro de una tarea mayor, que es la fase. A continuación se especifican estos niveles.

Tabla 10.39 Nivel del juego VS0018

Atributo	Valor
Identificador	VS0018
Nombre General	Juego circulatorio
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema circulatorio
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración circulatoria menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.40 Nivel del juego VS0019

Atributo	Valor
Identificador	VS0019
Nombre General	Juego excretor
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema excretor
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración excretora menor

Modelo de Fases y Niveles

Tabla 10.41 Nivel del juego VS0020

Atributo	Valor
Identificador	VS0020
Nombre General	Juego digestivo
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema digestivo
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración digestiva menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.42 Nivel del juego VS0021

Atributo	Valor
Identificador	VS0021
Nombre General	Juego respiratorio
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema respiratorio
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración respiratoria menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.43 Nivel del juego VS0022

Atributo	Valor
Identificador	VS0022
Nombre General	Diagnosticar Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la

	enfermedad (sobrepeso). Si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico, se considera error. Si el grupo diagnostica correctamente el sobrepeso, se muestra al personaje Sobrepeso; si no, la enfermedad continúa escondida y les recuerda a los jugadores que han fallado
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.44 Nivel del juego VS0023

Atributo	Valor
Identificador	VS0023
Nombre General	Tratar Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado a Odín. Si los jugadores aciertan con el tratamiento, la enfermedad comenzará a asustarse y debilitarse hasta desaparecer; si no, la enfermedad continuará recordando a los jugadores que han fallado
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla 10.45 Nivel del juego VS0024

Atributo	Valor
Identificador	VS0024
Nombre General	Juego tratamiento Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán derrotar a Sobrepeso, lanzándole comida saludable. Si le lanzan grasas y comidas perjudiciales para la salud serán penalizados. Cuando le lanzan comida saludable, el personaje del sobrepeso se hace

	más débil; si le lanzan otra comida, se hará cada vez más fuerte
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Pistola lanzadora de comida y rayo miniaturizador
Modelo de Fases y Niveles	

10.3.3. Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos

Como se ha venido explicando en los capítulos anteriores, este modelo constituye la pieza clave del sistema propuesto, ya que permite relacionar la actuación de los jugadores durante el juego con los contenidos educativos adquiridos. En el caso del videojuego Nutri-Galaxy, esta relación se especifica a continuación, por medio del Modelo General de Objetivos y Tareas correspondiente.

Tabla 10.46 Modelo General de Objetivos y Tareas para el videojuego Nutri-Galaxy

Atributo	Descripción
Identificador	TG00001
Modelo Educativo	EM0001
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	
Modelo de Videojuego	GM0001
Implementa	(VS0001, [ET0001, ET0002, ET0003, ET0004, ET0005, ET0006]), (VS0002, [ET0007, ET0008, ET0009], VS0003, [ET0010, ET0011, ET0012]), (VS0004, [ET0013, ET0014, ET0015]), (VS0005, [ET0016, ET0017, ET0018]), (VS0018, [ET0007]), (VS0019, [ET0013]), (VS0020, [ET0010]), (VS0021, [ET0016]), (VS0022, [ET0005, ET0006]), (VS0023, [ET0003, ET0004]), (VS0024, [ET0003, ET0004])

Esta relación de implementación, que aparece descrita en el último campo del modelo especificado en la Tabla 10.46, podemos representarla de forma gráfica como sigue (Figura 10.3).

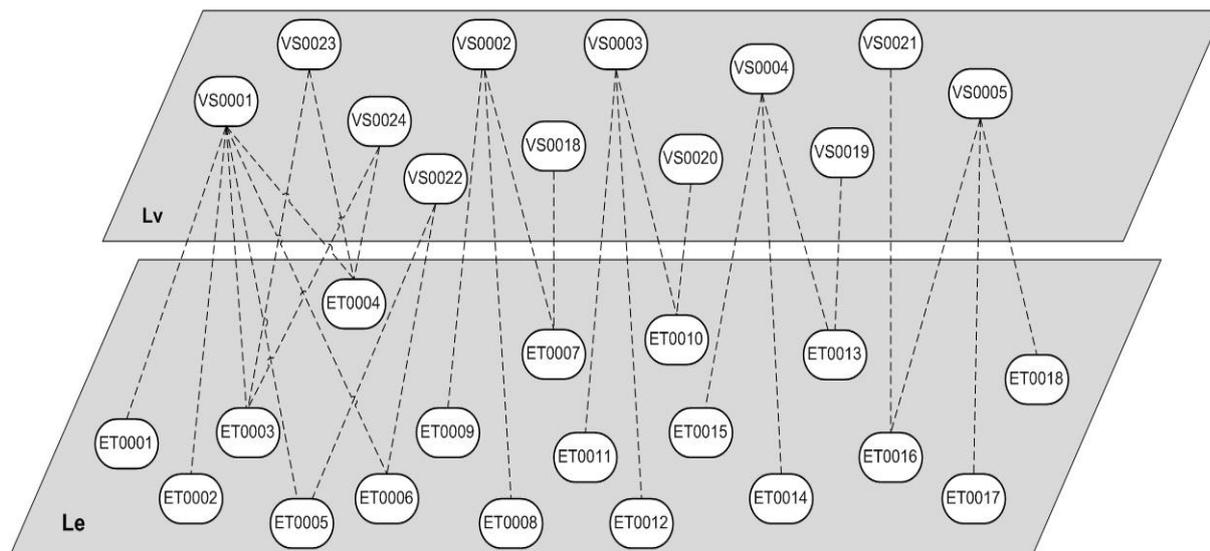


Figura 10.3 Representación gráfica del Modelo de General de Objetivos y Tareas para la parte implementada del juego Nutri-Galaxy

Como ejemplo concreto, podemos fijarnos en el nivel del juego VS0022, denominado *Diagnosticar Odín*. Como vemos en la Figura 10.3, este nivel implementa dos tareas educativas, la ET0005 y la ET0006, cuyas denominaciones son, respectivamente, *Relacionar enfermedades* y *Enfermedades nutricionales*. A continuación del nivel en el que deben diagnosticar a Odín, los jugadores tienen que *Tratar a Odín* (nivel del juego VS0023). Este nivel del juego implementa las tareas educativas ET0003 y ET0004, las cuales se encargan de *Asociar alimentos* y *Escoger alimentos*. En la Figura 10.4 podemos ver estas relaciones gráficamente.

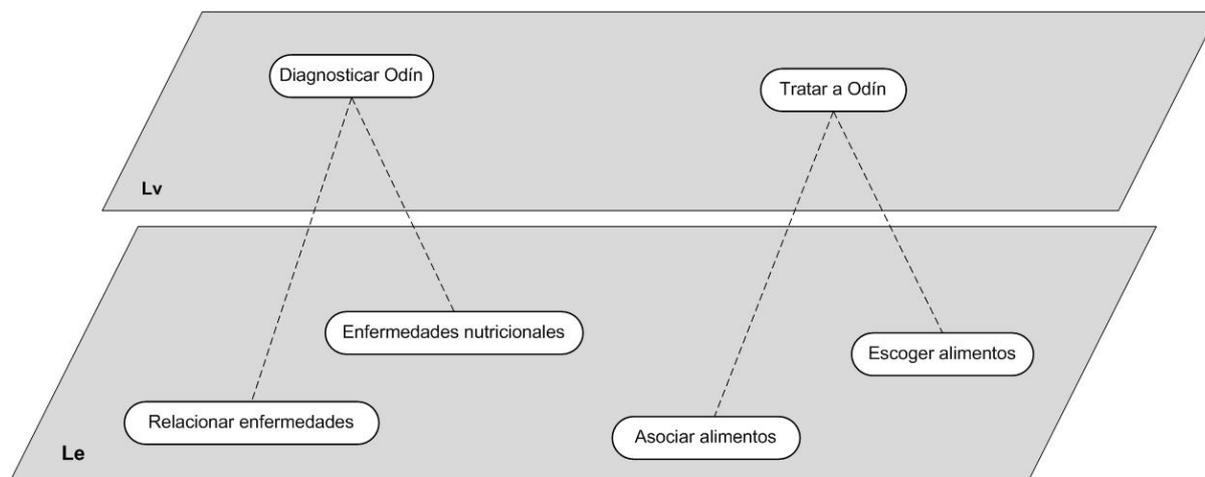


Figura 10.4 Detalle del Modelo General de Objetivos y Tareas Educativas del juego Nutri-Galaxy

Como vemos, este juego se ha diseñado siguiendo el proceso de diseño propuesto, por lo que cumple los requisitos especificados para ser incorporado en la arquitectura PLAGER-VG, es decir, gestiona las fases y niveles del juego en función del contenido educativo asociado y genera información del proceso de juego para analizar y adaptar el proceso de aprendizaje seguido por los jugadores.

10.4. Uso del juego Nutri-Galaxy

El juego obtenido como resultado de este proceso de diseño, tal como se ha especificado en el Modelo de Juego, se ha llamado Nutri-Galaxy. Aunque el diseño e implementación del mismo se ha completado únicamente para una parte representativa del mismo, pensamos que la especificación presentada es una muestra suficiente de cómo se ha aplicado el proceso de diseño propuesto y cómo podrían ser los juegos diseñados como resultado del mismo.

La implementación realizada de Nutri-Galaxy puede encontrarse en el CD anexo, pero aquí se muestran algunas imágenes del mismo, así como algunas explicaciones de las escenas que se van sucediendo.



Figura 10.5 Pantalla inicial de Nutri-Galaxy

La primera opción del menú, “Loguearse” (Figura 10.5), permite al jugador iniciar el juego, para lo que se le solicita su dirección de correo electrónico y su contraseña, tal como vemos en la Figura 10.6.

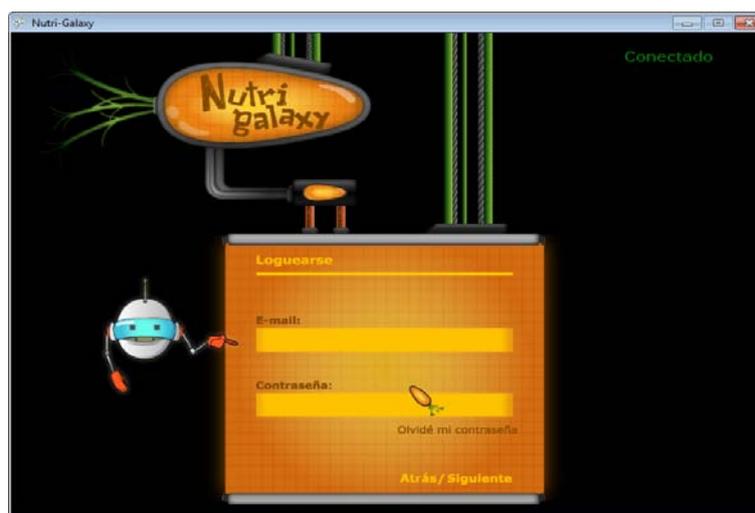


Figura 10.6 Pantalla para iniciar sesión en el juego Nutri-Galaxy

La opción para “Crear perfil” (Figuras 10.7 a 10.9) permite al jugador introducir sus datos en el sistema, para que éste pueda identificarlo durante una sesión de juego. A nivel del sistema VGSCL, lo que hace el juego es introducir esta información en la perspectiva personal del Modelo de Estudiante-Jugador.

En la figura 10.7 se solicita al jugador que introduzca su edad y su sexo por medio de dos menús desplegables. También se le solicita el nombre y los apellidos.



Figura 10.7 Petición de edad, sexo, nombre y apellidos

En la Figura 10.8 el jugador debe introducir su dirección de correo electrónico y una contraseña para identificarse en el juego. Como es habitual, la contraseña se solicita dos veces para impedir errores de tipografía que dificulten la posterior identificación del usuario.

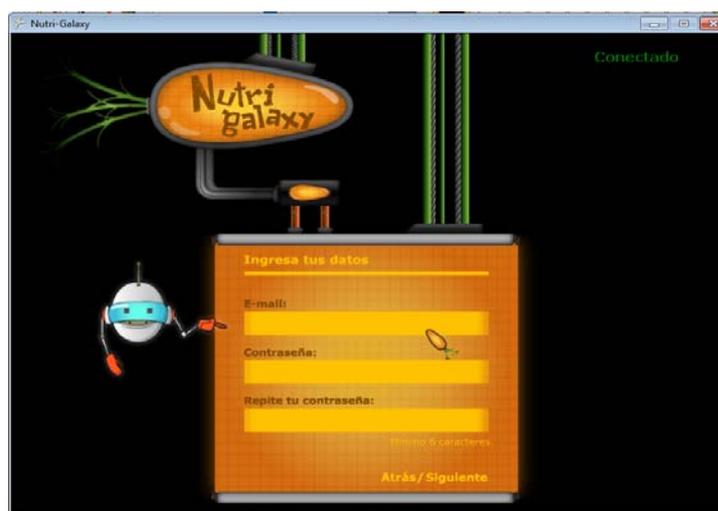


Figura 10.8 Solicitud de correo y contraseña que se utilizarán para identificar al jugador en el juego

Para terminar con la creación del perfil, en la Figura 10.9 se pide información acerca de la experiencia con videojuegos. Aunque es sólo una aproximación, la estimación de esta medida se realiza consultando al jugador cuánto tiempo, en años, lleva jugando con videojuegos.

Además, el jugador debe elegir un personaje, que será su avatar durante el juego (Figura 10.10). Para hacer esta selección, se muestran cinco personajes femeninos y cinco personajes masculinos, entre los que el jugador debe escoger uno y darle un nombre.

Una vez que el jugador se ha autenticado en el sistema, se le muestra un menú con dos opciones (Figura 10.11). La opción “Nutrición” aparece para todos los jugadores, mientras que la opción “Sistema circulatorio” aparecerá únicamente al miembro del equipo que se encarga de este sistema. Mediante estas opciones del menú, el jugador podrá acceder a las guías didácticas con la información necesaria para superar los retos del juego.

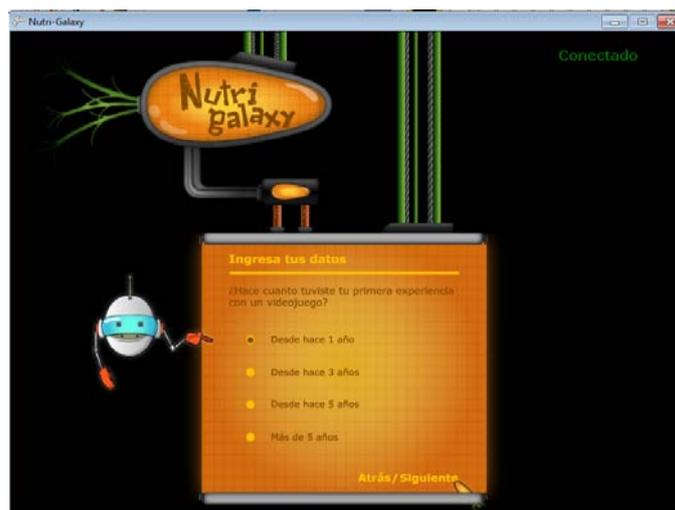


Figura 10.9 Solicitud de la experiencia en juegos del usuario

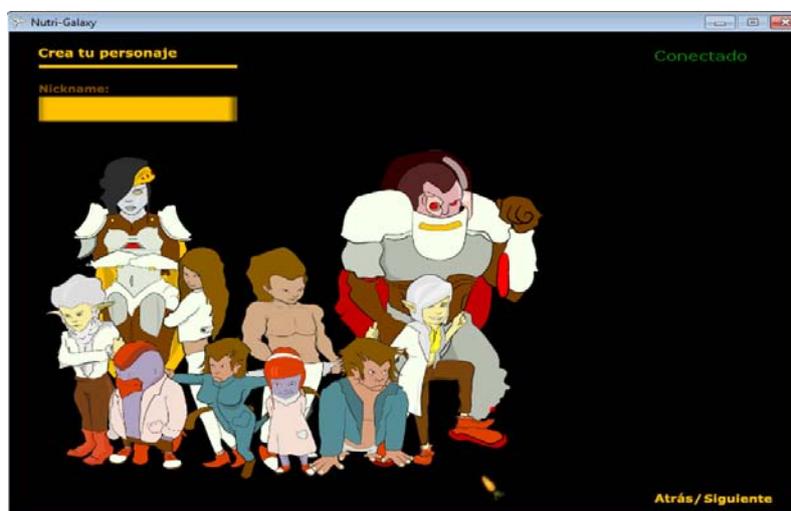


Figura 10.10 Pantalla de selección de avatares en Nutri-Galaxy



Figura 10.11 Pantalla inicial del jugador que va a estudiar el Sistema Circulatorio

Una vez revisada la documentación necesaria, los jugadores pueden afrontar los retos del juego con cierta garantía de éxito. Para hacerlo, accederán a la opción “Jugar”, que se presenta en la Figura 10.12. Como se explicó anteriormente, los jugadores se agrupan de

cuatro en cuatro para formar equipos y comenzar a jugar. Una vez formados los grupos, se incluye una pantalla donde los miembros del grupo aparecen representados. De esta forma, los distintos jugadores conocen los avatares de sus compañeros (Figura 10.13). En esta pantalla, además, se permite dar un nombre al grupo para identificarse como equipo y se dispone de un chat donde los jugadores pueden intercambiar mensajes.



Figura 10.12 Pantalla con opciones para Jugar, consultar el Ranking de grupos y Configurar algunas opciones del juego



Figura 10.13 Pantalla a la que se accede por medio de la opción Jugar

A modo de ejemplo y, para ilustrar alguno de los retos descritos en las secciones anteriores, se muestran algunas imágenes correspondientes al Reto del Juego VC0003 (Diagnosticar Odín).

En la Figura 10.14 se ve al paciente, Odín, en el consultorio médico de nuestro equipo de jugadores. En la parte derecha de la imagen podemos ver el *rayo explorador*, la opción de *diagnosticar* y la opción de *tratar al paciente*, representadas como círculos naranjas. Además, los jugadores pueden consultar el *Mapa del juego* y volver a la *Escuela* a repasar algún concepto que no ha quedado suficientemente claro. En la zona superior izquierda de la pantalla vemos una barra horizontal que representa el prestigio que el equipo va ganando gracias a los resultados que obtienen en su consultorio médico. Cuanto mejor diagnostiquen y traten a sus pacientes, mayor reputación ganarán. Como vemos, ésta es la recompensa (refuerzo positivo) a sus aciertos durante el juego. Finalmente, en la parte inferior izquierda

está disponible el chat para que los jugadores intercambien sus opiniones antes de emitir un juicio sobre el paciente.



Figura 10.14 El paciente, Odín, está en el consultorio médico de Nutri-Galaxy



Figura 10.15 Mini-juego individual



Figura 10.16 Pantalla para diagnosticar al paciente. Los jugadores tienen que escoger una enfermedad de la lista que se facilita

Cuando los jugadores seleccionan el *rayo explorador* acceden a un mini-juego individual, por medio del cual deben unir la descripción mostrada con el órgano correspondiente, tal como se muestra en la Figura 10.15. Superado dicho juego individual, el jugador recibe una parte de los síntomas del paciente. Hasta que todos los miembros del grupo no superen sus juegos individuales, el grupo no dispondrá del conjunto completo de síntomas. Una vez que se tienen todos los síntomas, un miembro del grupo selecciona la enfermedad diagnosticada entre las que se ofrecen como opción (Figura 10.16).



Figura 10.17 Mini-juego grupal para vencer a la enfermedad que padece Odín

Cuando el equipo elige la enfermedad adecuada (*Sobrepeso*), se pasa a un reto en grupo, mediante el cual los jugadores deben vencer a la enfermedad. Para hacerlo, de los diferentes alimentos que se van presentando, deben elegir aquellos que sirven para tratar el sobrepeso: Si eligen alimentos correctos, al lanzárselos al avatar que representa a la enfermedad, éste irá disminuyendo de tamaño; si no, continuará creciendo hasta que la enfermedad venza al equipo.

10.5. Evaluación de los resultados obtenidos con el juego Nutri-Galaxy

Para evaluar las bondades del uso de este tipo de videojuegos, se ha realizado un estudio que comprende dos aspectos: aprendizaje obtenido y desarrollo de habilidades colaborativas. Este estudio experimental se ha realizado en un centro educativo en Popayán (Colombia).

10.5.1. Método de evaluación de la colaboración

Aunque el marco de diseño propuesto incorpora un conjunto de parámetros de evaluación, es posible utilizar otros. En este caso, los indicadores utilizados analizan el proceso colaborativo seguido durante el aprendizaje. Para ello, se utiliza un mecanismo de bitácora que permite registrar los mensajes intercambiados en los grupos durante el juego para hacer un análisis de esta interacción. Estos indicadores no son iguales que los definidos en los modelos de nuestra propuesta, cuya intención es realizar adaptaciones en base a las medidas obtenidas. En cualquier caso, la inclusión de este tipo de análisis muestra cómo la arquitectura PLAGER-VG es flexible y da soporte a otros tipos de medidas.

El conjunto de indicadores utilizado para el análisis del proceso colaborativo, que se ha definido en (Collazos, 2002), se explica brevemente a continuación.

Indicador 1: Aplicación de estrategia

Intenta medir la habilidad de los miembros del grupo para generar, comunicar y aplicar consistentemente una estrategia compartida para obtener la solución del problema. Este indicador (I1) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I1 = 20\% \text{ Factor de éxito} + 80\% \text{ Aplicación de la estrategia,}$$

donde el *factor de éxito* tomará valor 1 si el grupo alcanzó el objetivo final y 0 en otro caso; y *aplicación de la estrategia* se calcula de la siguiente forma: 20% si el equipo mantuvo la estrategia escogida, 30% para la calidad de la comunicación de la estrategia, 25% es la habilidad para mantener la estrategia, 5% para otras medidas de calidad.

Indicador 2: Cooperación intra-grupal

Corresponde a la aplicación de la estrategia definida. Si cada miembro del equipo pudo entender cómo se relaciona cada tarea con la consecución del objetivo general, entonces cada uno de ellos puede anticipar sus acciones, necesitando menos esfuerzo de coordinación. Este segundo indicador (I2) se calcula de la siguiente manera:

$$I2 = 20\% \text{ Ofrecimiento de Ayuda} + 80\% \text{ Aplicación de estrategias de Colaboración,}$$

donde *ofrecimiento de ayuda* es el número de mensajes de apoyo cuando alguien pide ayuda; y *aplicación de estrategias de colaboración* se calcula como $1 - (\text{número de mensajes de trabajo que no son para definir la estrategia} / \text{número total de mensajes de trabajo})$.

Indicador 3: Revisión de criterios de éxito

Mide el grado de compromiso de los miembros del grupo en la revisión de resultados, asignación de ítems, completitud de tareas, etc. Permite analizar el grado de interés hacia la actividad de cada actor. Este tercer indicador (I3) se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I3 = \text{Mensajes de revisión de criterios de éxito} / \text{Total de mensajes de la actividad}$$

Indicador 4: Monitoreo

El objetivo de este indicador es verificar que el grupo se mantiene concentrado en la resolución del problema, los objetivos y los criterios de éxito. Este indicador (I4) se calcula de la siguiente manera:

$$I4 = \text{Numero de mensajes de coordinación de la estrategia} / \text{Número de mensajes de coordinación}$$

Indicador 5: Desempeño

Se basa en la evaluación formal del trabajo colaborativo que tiene en cuenta los siguientes aspectos: calidad, tiempo y trabajo. La calidad se refiere a cómo de bueno fue el trabajo colaborativo tanto en la cantidad de errores como en el alcance del objetivo y la cantidad de acciones realizadas; el tiempo hace referencia al tiempo transcurrido en la actividad; el trabajo hace referencia a la cantidad de trabajo realizado, que puede medirse en cantidad de mensajes o acciones realizadas. Este quinto indicador (I5) se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$I5 = (\text{Calidad} + \text{Tiempo} + \text{Trabajo}) / 3$$

10.5.2. Diseño del experimento

Para realizar la evaluación se ha utilizado una muestra de 16 estudiantes, divididos en dos grupos: un grupo experimental (E) de 8 alumnos y otro de control (C) de 8 alumnos. Los alumnos del grupo experimental participaron en un proceso de enseñanza-aprendizaje soportado por el juego Nutri-Galaxy, mientras que el grupo de control realizó este proceso por el método tradicional, basado en clases magistrales y actividades relacionadas.

Para evaluar el conocimiento adquirido, el profesor realizó una prueba de conocimientos respecto a la función de nutrición, que constituye el tema de estudio por medio del juego Nutri-Galaxy. Esta prueba la realizaron los componentes de los grupos E y C.

Por otra parte, para evaluar la adquisición de habilidades de colaborativas, se utilizó la bitácora de juego, que recoge automáticamente los mensajes intercambiados dentro del grupo. Para determinar si las habilidades de comunicación, colaboración y trabajo en equipo estuvieron presentes durante la actividad, se utilizó, como ya se ha comentado en el apartado anterior, el conjunto de indicadores propuesto en (Collazos, 2002).

Prueba del grupo experimental (E)

Para realizar la prueba al grupo experimental, es decir, los alumnos que usaron el juego Nutri-Galaxy como herramienta de aprendizaje, se procedió de la siguiente manera:

- Se formaron grupos de cuatro estudiantes y nos trasladamos al aula de ordenadores, donde cada alumno ocupó un ordenador.
- Se hizo una breve explicación del funcionamiento del juego y se inició la partida.
- Finalizada la partida, los estudiantes completaron una prueba de conocimientos, que tuvo una duración de 20 minutos.

Prueba del grupo de control (C)

Para realizar la prueba a los estudiantes del grupo de control se llevó a cabo una clase tradicional, donde el tiempo se distribuyó de la siguiente forma:

- 10 minutos para presentación del tema y de objetivos a conseguir
- 35 minutos para exponer el contenido del tema
- 15 minutos de debate y aclaraciones sobre el tema
- 20 minutos para la realización de la prueba de contenidos

10.5.3. Prueba de conocimientos

La prueba de conocimientos que se realizó a los alumnos consistió en un test de 10 preguntas, donde las 6 primeras tenían una única respuesta válida y las 4 siguientes eran de respuesta múltiple. La puntuación variaba de 0.0 a 5.0 puntos, considerando 3.0 como la calificación mínima para superar el test. A continuación se muestra esta prueba de contenido:

1. Función del Sistema Circulatorio
 - a. Oxigenar la sangre y eliminar el CO₂
 - b. Distribuir la sangre por todo el cuerpo
 - c. Procesar los alimentos que tomamos
 - d. Eliminar las sustancias innecesarias para el organismo
2. El Beri-beri se produce por la carencia de:
 - a. Vitamina C

- b. Vitamina A
 - c. Vitamina B1
 - d. Proteínas
3. La Falta de vitamina D produce:
- a. Escorbuto
 - b. Sobrepeso
 - c. Beri-beri
 - d. Raquitismo
4. Función principal de las venas:
- a. Ayudar a controlar la temperatura corporal
 - b. Recoger la sangre desde el organismo y devolverla al corazón
 - c. Llevar la sangre oxigenada, responsable de nutrir y mantener en buenas condiciones el organismo
 - d. Llevar la sangre desde el corazón hasta el resto del cuerpo
5. La Falta de vitamina C produce:
- a. Escorbuto
 - b. Sobrepeso
 - c. Beri-beri
 - d. Raquitismo
6. Es la principal arteria del cuerpo:
- a. Cava
 - b. Coronaria
 - c. Carótida
 - d. Aorta
 - e. Hepática
 - f. Renal
 - g. Branquial
7. De acuerdo a la función que cumplen los alimentos en el organismo se clasifican en:
- a. Constructores
 - b. Legumbres
 - c. Panes y cereales
 - d. Reguladores
 - e. Frutas y verduras
 - f. Leche y sus derivados
 - g. Energéticos
8. Los sistemas que actúan en función de la nutrición son:
- a. El sistema digestivo
 - b. El sistema óseo
 - c. El sistema excretor
 - d. El sistema nervioso
 - e. El sistema respiratorio
 - f. El sistema circulatorio
 - g. El sistema reproductor
9. Son órganos del sistema respiratorio:
- a. Estómago
 - b. Bronquios
 - c. Intestino delgado

- d. Páncreas
- e. Pulmones
- f. Riñones

10. Riñón:

- a. Cavidad o ensanchamiento del tubo digestivo, que tiene forma parecida a una J
- b. Estructura de forma parecida a los frijoles y de color rojo oscuro, situada en la región lumbar
- c. Órgano hueco de paredes musculares, que se contrae y se dilata para bombear la sangre
- d. Órgano ligero, elástico y blando situado en la cavidad torácica por encima del músculo diafragma. Tiene forma de semicono
- e. Órgano encargado de la secreción de la orina

10.5.4. Experimentación y análisis de resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos por los grupos de control y experimental.

Tabla 10.47 Resultados del grupo experimental

Estudiantes	Calificación
E1	2,5
E2	3,0
E3	3,5
E4	2,5
E5	3,0
E6	2,0
E7	4,0
E8	1,5
Media	2,75

Tabla 10.48 Resultados obtenidos por el grupo de control

Estudiantes	Calificación
E1	2,5
E2	1,5
E3	3,0
E4	2,0
E5	3,0
E6	3,5
E7	1,5
E8	2,0
Media	2,37

Como podemos observar en la nota media obtenida por uno y otro grupo, vemos que la tendencia es que el uso del juego Nutri-Galaxy proporciona mejores resultados que el proceso de aprendizaje por medio de un método tradicional. Además, como podemos ver en la Figura 10.8, el porcentaje de aprobados utilizando el juego es superior que en el método tradicional.

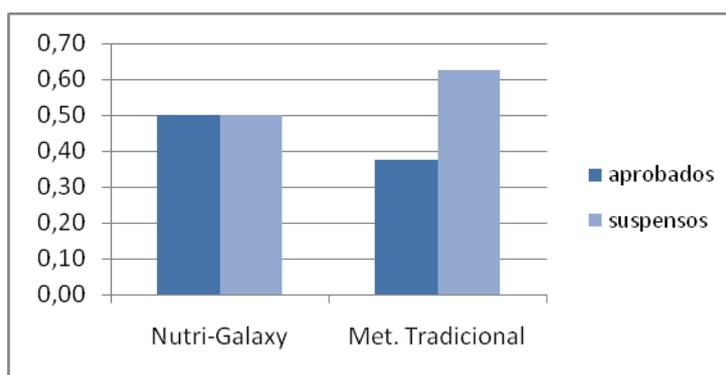


Figura 10.18 Resultados de aprendizaje obtenidos

Si bien es necesaria una experimentación más profunda, vemos que la tendencia que marcan los resultados apunta a que el uso de este juego mejora los resultados obtenidos por los estudiantes.

En cuanto al análisis de la interacción, a continuación se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los indicadores (Tabla 10.49).

Tabla 10.49 Resultado del análisis de la colaboración

GRUPO	I1	I2	I3	I4	I5
Grupo 1	0.66	0.68	0.1	0.2	0.74
Grupo 2	0.63	0.32	0.33	0.75	0.72

El indicador I1, relativo a la aplicación de una estrategia a lo largo del proceso de juego, vemos que es similar en ambos grupos, aunque el valor obtenido no es demasiado elevado. Puesto que en este indicador la importancia relativa de la aplicación de estrategia es superior al criterio de éxito, podemos decir que ambos grupos adolecen de habilidades suficientes para gestionar estrategias en grupo. Como consecuencia, sería aconsejable aplicar acciones que permitan favorecer esta habilidad en los componentes de los grupos, ya sea utilizando el propio juego o utilizando otro tipo de actividades durante las clases tradicionales.

Respecto al indicador I2, vemos que existe una gran diferencia entre los dos grupos estudiados, lo cual indica, claramente, que el Grupo 1 tiene más habilidades cooperativas que el Grupo 2. Este indicador está también muy relacionado con la aplicación de estrategias, incluyendo además un componente de ayuda entre los miembros del grupo. Sin embargo, podremos obtener más conclusiones analizando los resultados de los otros indicadores.

En indicador I3 está relacionado con la comprobación de la marcha del grupo durante el juego. A la vista de los resultados obtenidos, se observa que ninguno de los grupos evaluados ha reparado en este aspecto, por lo que la probabilidad de fracaso del trabajo en grupo aumenta considerablemente, ya que el grupo no tiene en cuenta las metas comunes y disminuye, por tanto, la conciencia de grupo.

Puesto que el método de evaluación utilizado da mucha importancia a la aplicación de estrategias, en el indicador I4 vemos de nuevo la influencia de este factor en los resultados obtenidos. Así, observamos una gran diferencia entre los resultados de ambos grupos, que revelan al Grupo 2 como más coordinado que el primero. Esto contrasta con el resultado obtenido en el indicador I2, que mostraba a este grupo como poco coordinado. Esta diferencia se explica debido a que, si bien el grupo no intercambia una gran cantidad de mensajes de coordinación, la mayor parte de ellos están encaminados a sostener la estrategia prevista. Esto no tiene que ser negativo necesariamente, ya que un número limitado de mensajes de coordinación puede revelar una gran coordinación y entendimiento entre los miembros del

grupo. Sería necesario un estudio más detallado del grupo para obtener conclusiones y tomar medidas al respecto.

Finalmente, el indicador I5 está relacionado directamente con el resultado obtenido por el grupo. A la vista de los resultados y del análisis del aprendizaje conseguido por los grupos, vemos que los grupos han trabajado moderadamente bien a lo largo del juego colaborativo. En cualquier caso, es necesario promover las habilidades de colaboración para continuar mejorando los procesos de aprendizaje y los resultados del mismo.

CAPITULO 11

CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Ninguna cuestión queda concluida hasta que se concluye bien.

(Ella Wilcox)

11. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este capítulo se presentan las conclusiones derivadas del trabajo realizado. A partir de las propuestas realizadas y de la evaluación de las mismas, se ha extraído un conjunto de resultados, que se detallan a continuación.

INDICE DEL CAPITULO

11.1. CONCLUSIONES	317
11.2. TRABAJO FUTURO.....	319
11.3. PUBLICACIONES REPRESENTATIVAS	320

11.1. Conclusiones

En los capítulos anteriores hemos presentado los puntos de partida de este trabajo (videojuegos educativos, aprendizaje colaborativo y procesos de diseño y arquitecturas de soporte), hemos plasmado la idea general (nuevo paradigma para videojuegos educativos con actividades colaborativas: VGSCl), hemos desarrollado los elementos que componen la propuesta (Modelado del sistema, proceso de diseño y arquitectura PLAGER-VG) y hemos realizado una evaluación de la misma (Nutri-Galaxy). Este proceso podemos representarlo, gráficamente, como se muestra en la Figura 11.1.

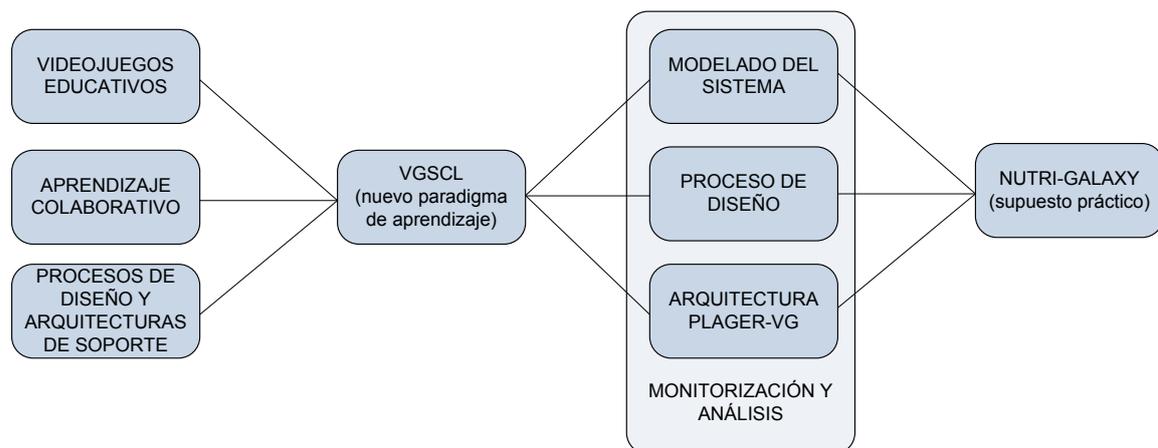


Figura 11.1 Evolución del trabajo realizado en la tesis

Este último capítulo de la tesis tiene como objetivo presentar, a modo de conclusiones, las principales aportaciones conseguidas a lo largo del trabajo realizado. Consideramos que el aprendizaje basado en videojuegos es una de las propuestas más interesantes para complementar los procesos tradicionales de enseñanza, ya que aportan diversas ventajas relacionadas con el desarrollo de actividades y el aumento de la motivación de los alumnos. Si bien, tal como hemos visto, este tipo de actividad no está aún completamente implantada en nuestros centros, pensamos que nuestra propuesta puede ayudar a la generalización de esta práctica: La facilidad de uso y las utilidades para la gestión y el control del aprendizaje pueden facilitar la implantación de este paradigma de aprendizaje. En concreto, podemos destacar que con la realización de esta tesis doctoral:

- Se han revisado las principales características de los videojuegos que, actualmente, se utilizan como herramienta educativa. Dentro de estos videojuegos, se han considerado tanto los que se han diseñado específicamente como educativos como otros videojuegos comerciales que los profesores están utilizando para destacar o entrenar distintas actitudes y habilidades de los estudiantes. Como resultado de este análisis, se observa que estos videojuegos no dejan satisfechos ni a padres ni a profesores ni a alumnos, ya que no son tan educativos como esperan los primeros ni tan divertidos como esperan los últimos. Por tanto, **se concluye que** es necesario desarrollar videojuegos que sean eficientes desde el punto de vista educativo pero que, a la vez, mantengan las principales componentes de motivación y diversión de los videojuegos comerciales.
- Se han estudiado las principales aportaciones en cuanto al análisis del aprendizaje colaborativo, clasificando las distintas experiencias analizadas en tres grandes grupos: metodologías cuantitativas, metodologías cualitativas y metodologías mixtas,

considerando en este último grupo aquellas que combinan las dos anteriores y las que utilizan mecanismos de Inteligencia Artificial. A partir de este análisis y considerando los objetivos de esta tesis, **se concluye que** el uso de la teoría matemática denominada Análisis de Redes Sociales (del inglés, Social Network Analysis) es la más adecuada para incorporarla en nuestro sistema, ya que toma en consideración al grupo en su conjunto y distingue también elementos destacados dentro del mismo.

- Aunque no existen muchas propuestas relacionadas con el proceso de diseño de videojuegos educativos y arquitecturas que den soporte a este tipo de aplicaciones, se han revisado las más destacadas que existen actualmente. Como resultado de este estudio, se observa que es necesario trabajar más en este sentido y **se concluye que** existe un conjunto de requisitos que deben ser incorporados a los procesos de desarrollo de este tipo de videojuegos, así como para la arquitectura que les dé soporte.
- A la vista de los resultados de aprendizaje y satisfacción derivados de las experiencias analizadas en los tres campos anteriormente citados, se propone un nuevo paradigma de aprendizaje, denominado **VGSCCL** (Video Game - Supported Collaborative Learning), que designa al Aprendizaje Colaborativo Soportado por Videojuegos. Este nuevo paradigma de aprendizaje contempla el uso de juegos y videojuegos que sean realmente satisfactorios para los jugadores, es decir, que sean juegos; y cuya eficacia educativa satisfaga tanto a padres como a educadores, de tal forma que el grado de aprendizaje obtenido mejore respecto a las metodologías tradicionales. Como elemento complementario al proceso y debido a los muchos beneficios ampliamente probados que el aprendizaje colaborativo aporta al desarrollo de los escolares, los videojuegos encuadrados en este paradigma incluyen actividades de carácter social desarrolladas en grupo. La inclusión de estas actividades colaborativas aporta un beneficio adicional al proceso de aprendizaje de los jugadores.
- Uno de los principales objetivos de esta tesis pasaba por diseñar un sistema que permitiera estudiar y adaptar los procesos de aprendizaje colaborativo. Tal como se ha comentado en los párrafos anteriores, se ha escogido SNA como mecanismo de análisis. Además, se ha realizado una **clasificación de los eventos** a estudiar por medio de esta técnica basada en el modelo de las 3 C's de Ellis (1991) y se ha planteado un sistema para analizar estos mensajes, procesar la información, almacenarla en el sistema y realizar actuaciones a la vista de los resultados obtenidos del análisis.
- A la vista de las necesidades derivadas del trabajo realizado hasta este momento, **se concluye que** es necesario definir un marco de diseño para videojuegos que integren el paradigma VGSCCL. Este marco de diseño está compuesto por tres elementos principales: un conjunto de modelos que permiten representar los elementos que participan en las aplicaciones VGSCCL, un proceso de diseño de los mismos y una arquitectura que dé soporte a dichos juegos y que permita, además, analizar tanto el aprendizaje como el proceso de colaboración que tiene lugar durante el uso de estos juegos.
- Para modelar el sistema, se han identificado los elementos que forman parte del mismo, **concluyendo que** es necesario especificar convenientemente los objetivos y las tareas educativas, las fases y los retos del juego, la relación que existe entre ambos conceptos y a los usuarios del sistema. Para hacerlo, **un elemento clave** de nuestro diseño es el Modelo General de Objetivos y Tareas, que permite relacionar los elementos educativos y de juego, así como las distintas posibilidades que el sistema proporciona para superar los contenidos educativos por medio del juego.
- A la vista de los usuarios finales de este marco de diseño, donde los profesores tienen un gran protagonismo, se hace necesario facilitar el proceso para presentar el sistema como un entorno amigable. Por ello, se ha definido un **proceso de diseño** integral y sistemático para la especificación del contenido de los modelos sobre los que se sustenta la

información del sistema. Este proceso de diseño se ha evaluado en diferentes colegios de Granada (España) y **se ha concluido que** la mayoría de los profesores a los que se les ha realizado la encuesta utilizaría este proceso de diseño, siempre que estuviera soportado por la herramienta interactiva diseñada al efecto y que acompañó al proceso de evaluación.

- Para dar soporte a los mecanismos educativos y de colaboración explicados anteriormente, se ha propuesto la **arquitectura PLAGER-VG**, cuyas principales ventajas se basan en su modularidad y en la separación de aspectos, que permite a cada uno de los usuarios implicados en el proceso operar con la misma fácilmente. Así, PLAGER-VG incorpora un Sub-sistema de Diseño para que profesores y diseñadores de juegos definan los juegos a utilizar. De uso específico para los profesores, se incorpora un Sub-sistema de Personalización, que permite adaptar, para cada usuario, el proceso de aprendizaje y, por tanto, de juego. Considerando el componente colaborativo del sistema, se incluye un Sub-sistema de Grupos que permite especificar las características de los grupos y la creación de los mismos, ya sea de forma manual o automática. El juego propiamente dicho se coordina desde el Sub-sistema de Juego, que lleva a cabo este proceso a partir de las especificaciones que realizan los profesores a nivel educativo. Finalmente, la ejecución del juego se analiza desde el Sub-sistema de Monitorización, que permite analizar el proceso de juego y los resultados obtenidos para emitir un informe con recomendaciones para el profesor, enfocadas a la mejora de los procesos educativos y colaborativos. Este informe de mejoras se basa en las reglas de adaptación incluidas en el Sub-sistema de Monitorización, las cuales permiten adaptaciones *automáticas*, *semi-automáticas* (que requieren confirmación del profesor) y *dirigidas* (que deben realizarse manualmente, bien por parte del profesor o por parte del equipo de desarrollo).
- Como resultado de la aplicación de nuestra propuesta, en el marco de un trabajo de fin de grado codirigido por la autora de esta tesis, se ha realizado el juego **Nutri-Galaxy**, cuyo objetivo educativo es la enseñanza de la función de nutrición a niños de sexto de primaria.
- El juego Nutri-Galaxy se ha probado en un colegio colombiano, en un curso de sexto de primaria. Los resultados obtenidos revelan **una tendencia positiva** desde el punto de vista educativo, ya que los alumnos que utilizaron el juego Nutri-Galaxy obtuvieron mejores resultados que los que aprendieron el mismo contenido educativo mediante un procedimiento tradicional.

A la vista de estos resultados, creemos que nuestra propuesta resuelve parte de los problemas detectados en el uso de juegos educativos en la enseñanza, por lo que esperamos que su aplicación en los centros escolares sea una realidad.

11.2. Trabajo futuro

Durante la realización de esta tesis se han abordado numerosos retos que han sido superados con éxito. Sin embargo, en cada uno de estos retos han ido surgiendo otros nuevos: algunos de ellos podrían dar lugar a trabajos futuros interesantes y otros pueden complementar distintos aspectos de esta tesis. Los más importantes y que, por tanto, se prevén afrontar a corto plazo, se comentan a continuación.

La mayor parte de estos retos se ubican, principalmente, en el paso del nivel de diseño al nivel de implementación en la arquitectura PLAGER-VG. En primer lugar, queda abierto el mecanismo de definición de los modelos de tareas. Inicialmente, tal como hemos manifestado en distintas publicaciones, se optó por la utilización de árboles CTT (Patternò, 1997), aunque

aún es necesario explorar otras posibilidades y elegir la más adecuada, no sólo desde el punto de vista formal, sino considerando que la especificación vendrá dada por el equipo educativo, lo cual puede introducir (o no) un componente a tener en cuenta respecto a los elementos necesarios para la especificación del mismo, que debe quedar al alcance de estos usuarios.

Relacionado con este hito, tenemos la especificación de reglas de orden, o cómo especificar los pre-requisitos entre tareas. Además, será necesario estudiar cómo este conjunto de pre-requisitos se incorporan al juego, estableciendo mecanismos de verificación que eviten incoherencias e inconsistencias en el juego. Ya se han realizado algunas investigaciones en este sentido, por lo que pensamos que trabajos previos, como los realizados por la Dra. Nuria Medina en su sistema de hipermedia adaptativa llamado SEM-HP (Medina, 2004), pueden servir de base para este punto.

En este mismo sentido, se nos abre una línea de investigación interesante en relación a la especificación formal de las reglas y las técnicas de adaptación, tanto a nivel de proceso de aprendizaje como de contenidos y gestión de grupos.

Finalmente, para completar el trabajo en esta línea, estamos trabajando en establecer el formalismo dinámico que va a dar soporte a la coordinación del juego y al proceso de diseño especificado por el profesor. Hasta el momento, se han considerado dos opciones: las Redes de Petri y los árboles de alcanzabilidad. Las Redes de Petri permiten representar tareas relacionadas entre sí y especificar pre-requisitos entre ellas, por lo que constituirían una opción válida, a priori, a falta de un estudio más exhaustivo. Por su parte, los árboles de alcanzabilidad los hemos usado en trabajos previos (Medina, 2004), por lo que la elección de este formalismo podría agilizar la obtención de resultados a este respecto.

Otro elemento en el que aún debemos seguir trabajando es el componente de análisis del juego, desde dos puntos de vista: evaluación educativa y análisis de la colaboración. El primer aspecto queda fuera de nuestra área de trabajo, por lo que será necesario realizar colaboraciones con otros investigadores del área educativa. En este sentido, se han comenzado algunos trabajos con el Dr. Félix Zurita, con quien ya hemos participado en la solicitud de varios proyectos que integran el aspecto educativo y el lúdico, tal como se hace en esta tesis. Fruto de esta colaboración, pensamos que se puede llegar a definir un conjunto de especificaciones que permitan hacer adaptaciones a nivel educativo.

El segundo aspecto, relacionado con el análisis de la colaboración, es un reto en el que ya estamos trabajando. Si bien se ha realizado la clasificación de eventos y se han propuesto algunas reglas de uso, es cierto que es necesario avanzar en el proceso de clasificación, ya que no está completamente definido cómo clasificar los mensajes que los usuarios puedan intercambiar entre sí. Hay algunas iniciativas relacionadas con el uso de chats dirigidos, pero algunos investigadores mantienen que este tipo de chats son sólo válidos para el idioma anglosajón, quedando en entredicho su validez para el español. Por este motivo, queremos trabajar en la línea de reconocimiento del lenguaje y análisis de texto, con objeto de conseguir establecer algún mecanismo que nos permita clasificar este tipo de eventos de manera automática con cierta fiabilidad.

11.3. Publicaciones representativas

Durante la realización de esta tesis se han publicado parte de los resultados en distintos foros científicos, intentando incluir tanto los relacionados con la computación como con el aspecto educativo. Además, se han realizado publicaciones en congresos específicamente

relacionados con los juegos educativos y el aprendizaje soportado por computador. A continuación, se presentan las más destacadas, agrupadas según los diferentes aspectos que se tratan en esta tesis.

- Estado del arte:
 - Padilla Zea, N., Collazos, C. A., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: Videojuegos educativos: Teorías y propuestas para el aprendizaje en grupo. En: Félix Zurita Ortega (eds) Reflexiones docentes sobre actividad física en el grado de primaria (pendiente de publicación).
- Colaboración y jugabilidad:
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Cabrera, M., Paderewski, P.: Diseño de Videojuegos Colaborativos y Educativos Centrados en la Jugabilidad. Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE-RITA) 4(3), 191-198 (2009).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L.: Joining playability and CSCL to improve the learning Experience. En: 4th European Conference on Game-Based Learning (ECGBL), pp. 299-305 (2010).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Cabrera, M., Paderewski, P.: Diseño de Videojuegos Colaborativos y Educativos Centrados en la Jugabilidad. En: X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE), pp. 1-6 (2008).
- Paradigma VGSCL:
 - Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez, F. L., Paderewski, P.: Modeling a VGSCL System to Analyze Collaboration. En: Proceedings of the 1st International Workshop on Adaptive Systems for Collaborative Learning (IWASCL) at IEEE International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), pp. 311-316 (2009).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L.: Collaborative learning by means of video games. An entertainment system in the learning processes. En: IX IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pp. 215-217 (2009).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: From CSCL to VGSCL: A new approximation to Collaborative Learning. En: I International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), pp. 329-334 (2009).
- Modelado del sistema VGSCL:
 - Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez Vela, F. L., Paderewski, P.: A Model-Based Approach to Design Educational Multiplayer Video Games. En: Thanasis Daradoumis, Santi Caballé, Angel Juan and Fatos Xhafa (eds.) Technology Enhanced Systems and Adaptation Methods for Collaborative Learning Support., Studies in Computational Intelligence, Vol. 350, pp.167-191 (2011).
 - Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez, F. L., Paderewski, P.: Análisis de la Colaboración en Videojuegos Educativos. Una Propuesta Basada en Modelos. En: XI Simposio Internacional de Informática Educativa (2009).
 - Padilla Zea, N., Gutiérrez, F. L., Medina Medina, N., González Sánchez, J. L.: Adapting Contents and Procedures in Educational Video Games with Collaborative Activities. En: 1st International Open Workshop on Intelligent personalization and Adaptation in Digital Educational Games, pp: 81-96 (2009).
- Proceso de diseño:

- Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: An Incremental Design Method for Educational Video Games with Collaborative Activities. *Computers & education (JCR=2.059)* (en proceso de revisión).
- Arquitecturas educativas y de juegos:
 - Rodríguez Díaz, F. J., Padilla Zea, N., Cabrera, M. J.: Monitoring the learning process by using mobile devices. En: María Manuela Cruz-Cunha y Fernando Moreira (eds.) *Handbook of Research on Mobility and Computing: Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts*, pp. 368-380 (2011).
 - Padilla Zea, N., Rodríguez-Díaz, F. J., Cabrera, M., Morales, J.: Using the ACOLEP-MD architecture: Application to Edutainment. *Procedia Social and Behavioural Sciences Journal (ISSN: 1877-0428) Vol. 2 (2)*, pp. 2197-2201 (2010).
 - Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: An architecture to Design Educational Video Games with Collaborative Activities. *IEEE Learning Technology Newsletter*, Vol. 12 (1), pp. 6-8 (2010).
- Guía de estilo:
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: Design of Educational Multiplayer Videogames. A Vision from Collaborative Learning. *Special Issue of Advances in Engineering Software 40*, 1251-1260 (JCR=1.188) (2009).
- Análisis de la colaboración:
 - Padilla Zea, N., Collazos, C. A., Ortiz, J. E., Vallejo, F. A.: Evaluating collaboration processes in CSCL scenarios by using SNA indicators. *Journal of Universal Computer Sciences (JCR=0.488)* (en proceso de revisión).
 - Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Ochoa, S. F., Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L.: Monitoring the three-pillar structural model for CSCL processes. *Journal of Computer Assisted Learning (JCR=1.313)* (en proceso de revisión).
 - Vallejo, F. A., Collazos, C. A., Padilla Zea, N., Ortiz Romo, J. Análisis y monitorización de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, Vol. 10, 37-43 (2009).
 - Collazos, C. A., Vallejo Cuero, F. A., Ortiz, J. E., Padilla Zea, N.: Indicadores del proceso de colaboración en entornos CSCL. En: *V Congreso Colombiano de Computación* (2010).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Collazos, C. A.: Un método de Evaluación de la Colaboración para Procesos de Aprendizaje Soportado por Videojuegos. En: *X Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador (INTERACCION)*, pp. 199-208 (2009).
 - Ortiz Romo, J., Collazos, C. A., Vallejo, F., Padilla Zea, N.: Análisis y monitoreo de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA. En: *X Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador (INTERACCION)*, pp. 173-179 (2009).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L.: A method to assess collaboration during the learning by means of videogames. En: *V International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education (m-ICTE)*, pp. 629-634 (2009).

CHAPTER 12

CONCLUSIONS AND FURTHER WORKS

12. Conclusions and Further Works

In this chapter we present some of the conclusions obtained from research we have undertaken. Based on the proposals made and their evaluation, we have selected a set of results which are explained below.

CONTENTS OF THIS CHAPTER

12.1. CONCLUSIONS	325
12.2. FURTHER WORKS	327
12.3. RELEVANT PUBLICATIONS.....	328

12.1. Conclusions

In previous chapters we presented the basis for this work (educational video games, collaborative learning and design methods and architectures for educational video games). We also presented the general idea (a new paradigm for educational video games with collaborative activities: VGSCS). We have developed the several elements taking part in the proposal (system modelling, design process and PLAGER-VG architecture) and we have assessed the proposal (Nutri-Galaxy). This progress of work is graphically represented in the Figure 12.1.

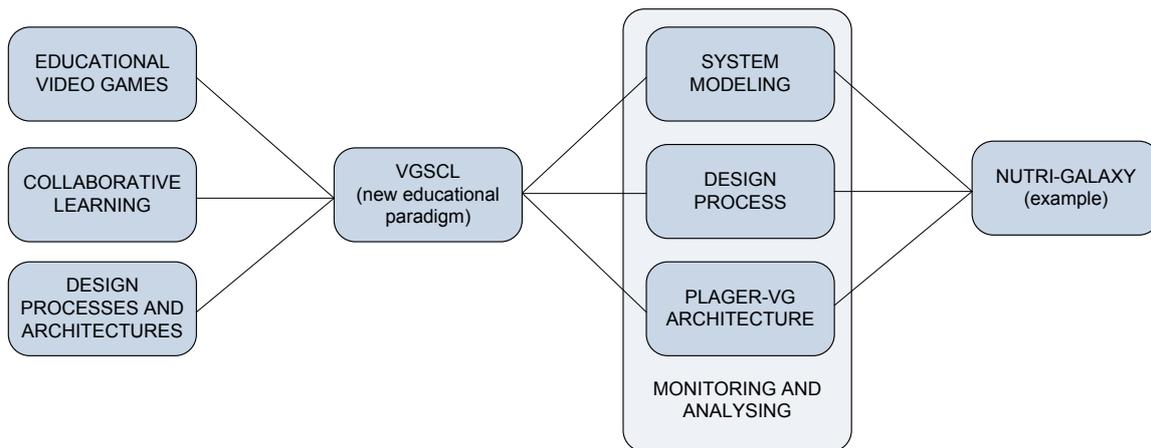


Figure 12.1 Work progress for this PhD thesis

The main goal of this last chapter is to present, by way of conclusions, the main contributions achieved from this work. We believe that video game based learning is currently one of the most interesting proposals for complementing traditional educational methods due to the fact that it offers a number of advantages related to the development of activities and increased motivation of students. In reality this kind of methodology is hardly ever used in schools, but we believe that our proposal may help its application become more widespread, due to the ease of use of our system and the utilities it includes to manage and control learning. These features can make the implementation of the VGSCS learning paradigm easier. In particular, we emphasize that through this research:

- We have reviewed the main features of video games which are currently being used as educational tools. From among these videogames, we have considered those which have been specifically designed as educational tools, as well as other commercial videogames that teachers are using to highlight or teach different attitudes and skills to students. From this analysis we have found that these games do not satisfy either parents, teachers or students, since they are not as educational as teachers and parents expect and not as enjoyable as students want them to be. We therefore **conclude that** it is necessary to develop video games which are effective from an educational point of view, but at the same time maintain the motivation and fun of commercial video games.
- We have studied the main contributions regarding the analysis of collaborative learning, classifying the different experiences into three main groups: quantitative methods, qualitative methods and mixed methods. This last group includes works which combine the two first methods and those which use Artificial Intelligence mechanisms. From this analysis, and given the objectives of this thesis, **we conclude that** the mathematical theory known as Social Network Analysis (SNA) is the most suitable for incorporation into our

system, since it takes into consideration the group as a whole and distinguishes the important elements in it.

- Although there are few proposals related to the educational video game design process and architectures to support these applications, we have reviewed the most relevant. As a result of this study, we observe that more work is needed in this area and **conclude that** a set of requirements must be incorporated into the development process of educational video games, as well as the architecture that gives them support.
- In light of the results for learning and satisfaction obtained from the experiences we analysed in the three previously mentioned fields, we propose a new learning paradigm, called **VGSL** (Video Game - Supported Collaborative Learning), which designates Collaborative Supported Learning by means of video games. This new paradigm involves the use of games and video games that are genuinely satisfactory for players, i.e. they are games; but games with an educational effectiveness that satisfies both parents and educators. In this way, the learning process can be improved compared to traditional methodologies. As a complement to this, and because of the many proven benefits that collaborative learning contributes to the development of students, video games framed in this paradigm include activities carried out in group. The inclusion of collaborative activities provides an additional benefit to a player's learning process.
- One of the main objectives of this thesis is to design a system to study and adapt collaborative learning processes. As previously mentioned, we have chosen SNA as the analysis mechanism and created an **events classification** to study the relevant events, based on the 3 C's model by Ellis (1991). We have also proposed a system to analyze these messages by processing the information stored in the system and performing actions according to the results of the analysis.
- In light of the needs identified from work carried out so far, **we conclude that** it is necessary to define a video game design framework to integrate the VGSL paradigm. This design framework consists of three main elements: a set of models to represent the elements involved in VGSL applications, a design process, and an architecture to support video games created in the VGSL paradigm and to allow further analysis both from a learning and a collaborative point of view.
- In order to model the system we have identified its constituent elements, **concluding that** it is necessary to clearly specify educational objectives and tasks, phases and challenges of the game, the relationship between these concepts as well as the system users. To do this, **a key element** of our design is the General Objectives and Tasks Model, which allows the linking of educational and recreational items and the various possibilities that the system provides to achieve the educational content in the game.
- As teachers play an important role in this design framework, it is necessary to facilitate the process in order to make the system as friendly as possible. We have therefore defined a comprehensive and systematic **design process** to specify the content of the models which underpin the system. The design process was evaluated in various schools in Granada (Spain) and **we can conclude that** most teachers who conducted the survey would use it, if it was supported by the interactive tool designed for that purpose and which accompanied the evaluation process.
- To support the educational and collaborative mechanisms outlined above, we have proposed the **PLAGER-VG architecture**, the main advantages of which are based on the modularity and separation of aspects, allowing users to easily operate it. PLAGER-VG incorporates a Design Sub-system to allow teachers and game designers to define the games to be used. The Personalization Sub-system is used only by teachers, allowing them to adapt the learning process, and thus the game, to each of the users. Considering the collaborative component of the system, PLAGER-VG includes a Groups Sub-system

which allows teachers to specify the characteristics of groups and provide mechanisms to create them, either manually or automatically. The game itself is coordinated by the Game Sub-system, which performs this process using the educational contents specified by teachers. Finally, the execution of the game is analyzed by the Monitoring Sub-system, which examines the game process and the results obtained in order to create a report including recommendations for teachers, aimed at improving both the educational and collaborative processes. The report is based on the adaptation rules included in the Monitoring Sub-system, which allows *automatic*, *semi-automatic* (requiring confirmation of teacher) and *addressed* adjustments (to be performed manually, by the teacher or by the design team).

- To apply this proposal, the game Nutri-Galaxy has been designed and implemented as part of a final year project co-directed by the author of this thesis. The educational objective of the game is to teach the principles of nutrition to sixth grade school children. The results obtained are positive from an educational standpoint, since students who learnt using only the Nutri-Galaxy game achieved better results than students who learnt with only a traditional process.

In view of these results, we believe our proposal solves some of the problems found in the use of educational games in the education system, and we hope that their implementation in schools can become a reality.

12.2. Further works

During this study, several challenges have been successfully overcome. However, from each of these challenges, new ones have emerged, some of which could lead to interesting future work and others which could complement different aspects of this thesis. The most important ones and those which we therefore predict will be studied in the near future are discussed below.

Most of the challenges lie mainly in the transition from the level of design to the level of implementation in the PLAGER-VG architecture. First, it is necessary to concretely define the tasks model to be used. As we have stated in various publications (e.g. Padilla, 2009b), we have initially chosen to use CTT trees (Pattèrno, 1997). However, other possibilities should still be explored so that the most suitable is chosen, not only from the formal point of view, but also considering final users. Due to the fact that the educational team provides the specification, it is important to take into account any possible limitations and specific needs.

With this aim in mind, the specification of order rules, or how to specify pre-conditions between tasks, must be defined. It is also necessary to consider how this set of pre-requisites is incorporated into the game, and establish monitoring mechanisms to avoid inconsistencies and incoherencies in the game. We have already undertaken some research in this area and believe that previous works, such as those conducted by Dr. Nuria Medina in the adaptive hypermedia system SEM-HP (Medina, 2004), may provide the basis for decisions on these requirements.

We will thus be starting work on an interesting line of research concerning the formal specification of the rules and techniques of adaptation both to the learning process and to group management.

Finally, to complete the abovementioned research, we will work to establish the dynamic formalism which will support the coordination of the game and the design process specified

by the teacher. So far we have considered two options: Petri Nets and Reachability Trees. Petri Nets are able to represent interrelated tasks and specify pre-conditions between them, and thus constitute a valid option, a priori, in the absence of further study. We have used Reachability Trees in previous studies (Medina, 2004), so the choice of this formalism could achieve faster results in this regard.

We are also continuing work on the Analysis Component, focusing on two perspectives: educational evaluation and analysis of collaboration. The first perspective is outside our area of specialization and will require collaborations with other researchers in the field of education. To this end, we have begun work with Dr. Felix Zurita, who has participated in the application of several projects that integrate education and fun, as we have done in this thesis. As result of this collaboration, we believe that it is possible to define a set of specifications to allow adaptations at the educational level.

The second perspective, which relates to the analysis of collaboration, is a challenge that we are already working on. However, while we have created the events classification and proposed some rules to use it, it is still necessary to make progress in the classification process: how to classify messages that users send each other has not been completely defined. While some initiatives promote the use of directed chats, arguments have been raised that these kinds of chats are only valid for English, making their implementation in Spanish questionable. For this reason, we would like to focus on speech recognition and text analysis in order to obtain a mechanism that allows these events to be classified automatically and accurately.

12.3. Relevant publications

In the course of this research, we have published the partially obtained results in several computing and educational scientific forums. We have also published a number of articles in conferences specifically related to educational games and computer - supported learning. We subsequently present those that are most relevant, grouped according to the different aspects discussed in this thesis.

- State of the art:
 - Padilla Zea, N., Collazos, C. A., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: Videojuegos educativos: Teorías y propuestas para el aprendizaje en grupo. In: Félix Zurita Ortega (eds) Reflexiones docentes sobre actividad física en el grado de primaria (in press).
- Colaboration and playability:
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Cabrera, M., Paderewski, P.: Diseño de Videojuegos Colaborativos y Educativos Centrados en la Jugabilidad. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE-RITA)* 4(3), 191-198 (2009).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L.: Joining playability and CSCL to improve the learning Experience. In: 4th European Conference on Game-Based Learning (ECGBL), pp. 299-305 (2010).
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Cabrera, M., Paderewski, P.: Diseño de Videojuegos Colaborativos y Educativos Centrados en la Jugabilidad. In: X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE), pp. 1-6 (2008).
- VGSCL Paradigm:

- Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez, F. L., Paderewski, P.: Modeling a VGSCS System to Analyze Collaboration. In: Proceedings of the 1st International Workshop on Adaptive Systems for Collaborative Learning (IWASCL) at IEEE International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS), pp. 311-316 (2009).
- Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L.: Collaborative learning by means of video games. An entertainment system in the learning processes. In: IX IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pp. 215-217 (2009).
- Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: From CSCL to VGSCS: A new approximation to Collaborative Learning. In: I International Conference on Computer Supported Education (CSEDU), pp. 329-334 (2009).
- Modeling VGSCS:
 - Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez Vela, F. L., Paderewski, P.: A Model-Based Approach to Design Educational Multiplayer Video Games. In: Thanasis Daradoumis, Santi Caballé, Angel Juan and Fatos Xhafa (eds.) Technology Enhanced Systems and Adaptation Methods for Collaborative Learning Support., Studies in Computational Intelligence, Vol. 350, pp.167-191 (2011).
 - Padilla Zea, N., Medina Medina, N., Gutiérrez, F. L., Paderewski, P.: Análisis de la Colaboración en Videojuegos Educativos. Una Propuesta Basada en Modelos. In: XI Simposio Internacional de Informática Educativa (2009).
 - Padilla Zea, N., Gutiérrez, F. L., Medina Medina, N., González Sánchez, J. L.: Adapting Contents and Procedures in Educational Video Games with Collaborative Activities. In: 1st International Open Workshop on Intelligent personalization and Adaptation in Digital Educational Games, pp: 81-96 (2009).
- Design process:
 - Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: An Incremental Design Method for Educational Video Games with Collaborative Activities. Computers & education (JCR=2.059) (under review).
- Educational architectures and architectures for games:
 - Rodríguez Díaz, F. J., Padilla Zea, N., Cabrera, M. J.: Monitoring the learning process by using mobile devices. In: María Manuela Cruz-Cunha y Fernando Moreira (eds.) Handbook of Research on Mobility and Computing: Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts, pp. 368-380 (2011).
 - Padilla Zea, N., Rodríguez-Díaz, F. J., Cabrera, M., Morales, J.: Using the ACOLEP-MD architecture: Application to Edutainment. Procedia Social and Behavioural Sciences Journal (ISSN: 1877-0428) Vol. 2 (2), pp. 2197-2201 (2010).
 - Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L., Medina Medina, N.: An architecture to Design Educational Video Games with Collaborative Activities. IEEE Learning Technology Newsletter, Vol. 12 (1), pp. 6-8 (2010).
- Design guidelines:
 - Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L., Cabrera, M. J., Paderewski, P.: Design of Educational Multiplayer Videogames. A Vision from Collaborative Learning. Special Issue of Advances in Engineering Software 40, 1251-1260 (JCR=1.188) (2009).
- Collaboration assessment:
 - Padilla Zea, N., Collazos, C. A., Ortiz, J. E., Vallejo, F. A.: Evaluating collaboration processes in CSCL scenarios by using SNA indicators. Journal of Universal Computer Sciences (JCR=0.488) (under review).

- Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Ochoa, S. F., Padilla Zea, N., Gutiérrez Vela, F. L.: Monitoring the three-pillar structural model for CSCL processes. *Journal of Computer Assisted Learning* (JCR=1.313) (under review).
- Vallejo, F. A., Collazos, C. A., Padilla Zea, N., Ortiz Romo, J. Análisis y monitorización de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, Vol. 10, 37-43 (2009).
- Collazos, C. A., Vallejo Cuero, F. A., Ortiz, J. E., Padilla Zea, N.: Indicadores del proceso de colaboración en entornos CSCL. In: *V Congreso Colombiano de Computación* (2010).
- Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Collazos, C. A.: Un método de Evaluación de la Colaboración para Procesos de Aprendizaje Soportado por Videojuegos. In: *X Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador (INTERACCION)*, pp. 199-208 (2009).
- Ortiz Romo, J., Collazos, C. A., Vallejo, F., Padilla Zea, N.: Análisis y monitoreo de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA. In: *X Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador (INTERACCION)*, pp. 173-179 (2009).
- Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez, F. L.: A method to assess collaboration during the learning by means of videogames. In: *V International Conference on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education (m-ICTE)*, pp. 629-634 (2009).

REFERENCIAS

- (Abt, 1987) Abt, C. C.: *Serious games*. The Viking Press, New York (1987).
- (Aguayos, 2000) Aguayos Rausa, J., Almazán, L., Bernat, A., Campos, F., Cárdenas, J. J., Vilella, X., Gros Salvat, B.: Un espacio para la simbiosis. *Cuadernos de Pedagogía* 291, 66-69 (2000).
- (Alarcón, 2004) Alarcón, R., Collazos, C. A., Guerrero, L. A.: Distributed Shared Contexts. En: Springer Berlin Heidelberg (eds.) *Mobility Aware Technologies and Applications Workshop (MATA)*, LNCS, vol. 3284, pp. 27-36, Springer Verlag, Florianopolis (2004).
- (Almonte, 2010) Almonte, J. B., Ramírez, C. G. R., Tugade, R. R., Atienza, R. O.: Implementation of a digital game-based learning environment for elementary education. En: 2th International Conference on Education Technology and Computer (ICETC), pp. 208-212 (2010).
- (Anacleto, 2010) Anacleto, J. C., Villena, J. M. R., Silva, M. A. R. Fels, S.: Culturally sensitive computer support for creative co-authorship of a sex education game. En: Yang, H. S., Malaka, R., Hoshino, J., Han, J. H. (eds.) *Entertainment Computing – ICEC 2010*. LNCS, vol. 6243, pp. 302-307, Springer, Heidelberg (2010).
- (Anderson, 2005) Anderson, J.: *Tennis for Two: The story of an early computer*, <http://www.pong-story.com/1958.htm> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Aviv, 2003) Aviv, R., Erlich, Z., Ravid, G.: Network analysis of cooperative learning. En: 4th International Conference on Communication Technologies in Education (ICICTE) (2003).
- (Barros, 1999) Barros, B.: *Aprendizaje colaborativo en enseñanza a distancia. Entorno genérico para configurar, realizar y analizar actividades en grupo*. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid (1999).
- (Bereit, 1996) Bereiter, C., Scardamalia, M.: Rethinking learning. En: Olson, D. R. and Torrance, N. (eds.) *The handbook of education and human development: New models of learning, teaching and schooling*, pp. 485-513, Cambridge, MA: Basil Blackwell (1996).
- (Blanco, 2009) Blanco, A., Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B.: A general architecture for the integration of educational video games in standards-compliant virtual learning environments. En: 9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pp. 53-55. IEEE Computer Society, California (2009).
- (BOE, 2007) BOE N° 20. Centros TIC, <http://www.boe.es/boe/dias/2008/01/23/pdfs/A04467-04501.pdf> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (BOE, 2009) BOE N°188. Escuela 2.0. <http://www.boe.es/boe/dias/2009/08/05/pdfs/BOE-A-2009-13026.pdf> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Borgatti, 1996) Borgatti, S., Everett, M., Freeman, L.: *UCINET IV Version 1.64 Reference Manual*. Analytic Technologies, Natick, MA (1996).
- (Bravo, 2004) Bravo, C., Redondo, M. A., Mendes, A. J., Ortega, M.: Group learning of programming by means of Real-Time distributed collaboration techniques. In: Navarro Prieto, R., Lorés Vidal, J. (eds.), *Invited and reviewed papers from Interacción'2004*, pp. 289-302. Springer-Verlag (2004).

- (Bravo, 2006) Bravo, C., Redondo, M. A., Ortega, M., Verdejo, F.: Collaborative environments for the learning of design: A model and a case study in domotics. *Computers & Education* 46(2), 152-173 (2006).
- (Burtis, 1998) Burtis, J.: The analytic Toolkit. The Ontario Institute for Studies in Education, the University of Toronto: Knowledge Building Research Team (1998).
- (Card, 1985) Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A.: *The Psychology of Human-Computer Interaction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale NJ (1985).
- (Carro, 2002) Carro, R., Breda, A. M., Castillo, G., Bajuelos, A. L.: Generación de juegos educativos adaptativos. En: III Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, pp. 1664-171 (2002).
- (Castillo, 2010) Castillo Sánchez, F. A., Ordoñez Chacón, Y. L.: Entorno computacional basado en juegos colaborativos para apoyar procesos de enseñanza-aprendizaje. Proyecto para optar al título de Ingeniero de Sistemas, dirigido por César A. Collazos Ordóñez y codirigido por Natalia Padilla Zea. Universidad del Cauca, Colombia (2010).
- (Ceranoglu, 2010) Ceranoglu, T. A.: Video games in psychotherapy. *Review of General Psychology* 14(2), 141-146 (2010).
- (Chaffin, 2010) Chaffin, A., Barnes, T.: Lessons from a course on serious games research and prototyping. En: 5th International Conference on Foundations of Digital Games, pp. 32-39 (2010).
- (Clark, 1994) Clark, H.: Managing problems in speaking. *Speech Communication* 15(3-4), 243-250 (1994).
- (Collazos, 2000) Collazos, C. A.: Indicadores de cooperación en el trabajo grupal. *Memorias del Centro Latinoamericano de Estudios en Informática, México* (2000).
- (Collazos, 2001) Collazos, C. A., Guerrero, L., Vergara, A.: Aprendizaje colaborativo: Un cambio en el rol del profesor. En: 3rd Workshop on Education and Computing (2001).
- (Collazos, 2002) Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., Ochoa, S. F.: Evaluating collaborative learning processes. En: J. M. Haake, J. A. Pino (eds.) *CRIWG 2002, LNCS*, vol. 2440, pp. 203-221. Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2002).
- (Collazos, 2004) Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., Ochoa, S. F.: A method for evaluating computer - supported collaborative learning processes. *International Journal of Computer Applications in Technology* 19(3/4), 151-161 (2004).
- (Collazos, 2007) Collazos, C. A., Guerrero L. A., Pino, J. A., Renzi, S., Klobas, J., Ortega, M., Redondo, M. A., Bravo, C.: Evaluating collaborative learning processes using system-based measurement. *Educational Technology & Society* 10(3), 257-274 (2007).
- (Collazos, 2007b) Collazos, C. A., Ochoa, S. F., Mendoza, J.: La evaluación colaborativa como mecanismo de mejora en los procesos de evaluación del aprendizaje en un aula de clase. *Revista ingeniería e investigación* 27(2), 72-76 (2007).
- (Daradoumis, 2006) Daradoumis, T., Martínez-Monés, A., Khafa, F.: A layered framework for evaluating on-line collaborative learning interactions. *International Journal of Human-Computer Studies* 64(7), 622-635 (2006).
- (Dávila, 2007) Dávila Balcarce, G., Velásquez Contreras, A.: Evaluación de la aplicación de juegos colaborativos: "Devorón" y "Temporal". *Revista electrónica de Investigación Educativa* 9(2) (2007).

- (Dawson, 2008) Dawson, S.: A study of the relationship between student social networks and sense of community. *Educational Technology & Society* 11(3), 224-238 (2008).
- (De Laat, 2007) De Laat, M., Lally, V., Lipponen, L., Simous, R. J.: Investigating patterns of interaction in networked learning and computer - supported collaborative learning: A role for Social Network Analysis. En: *Computer - Supported collaborative Learning*, pp. 87-103 (2007).
- (Del Blanco, 2009) Del Blanco, A., Torrente, J., Moreno-Ger, P., Fernández-Manjón, B.: A General Architecture for the Integration of Educational Videogames in Standards-compliant Virtual Learning Environments. En: *9th International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 53-55 (2009).
- (Dey, 2001) Dey, A., Abowd, G., Salber, D.: A conceptual framework and a toolkit for supporting the rapid prototyping of context-aware applications. *Human Computer Interaction* 16, 97-166 (2001).
- (Dillenbourg, 1995) Dillenbourg, P., Self, J.: Designing human-computer collaborative learning. En: *Computer Supported Collaborative Learning (CSCL)*. Springer-Verlag, Hamburg (1995).
- (Dillenbourg, 1996) Dillenbourg, P., Baker, M.: Negotiation spaces in human-computer collaboration learning. En: *Second International Conference on Design of Cooperative Systems*, pp. 187-206 (1996).
- (Doucet, 2010) Doucet, L., Srinivasan, V.: Designing entertaining educational games using procedural rhetoric: A case study. En: *5th ACM SIGGRAPH Symposium on Video Games*, pp. 5-10 (2010).
- (Duque, 2007) Duque, R., Bravo, C.: A method to classify collaboration in CSCL systems. En: Beliczynski, B., Zielinski, A., Iwanowski, M., Ribeiro, B. (eds.) *ICANNGA 2007*. LNCS, vol. 4431, pp. 649-656. Springer-Verlag, Heidelberg (2007).
- (Dzemydiene, 2009) Dzemydiene, D., Tankeleviciene, L.: Multi-Layered Knowledge-Based Architecture of the Adaptable distance Learning System. *Technological and Economic Development of Economy* 15(2), 229-244 (2009).
- (Egenfeldt-Nielsen, 2009) Egenfeldt-Nielsen, S.: Making Sweet Music: The Educational Use of Computer Games. Paper escrito para la IT University of Copenhagen, Center for Computer Games Research (2009).
- (Ellis, 1991) Ellis, C. A., Gibbs, S. J., Rein, G. L.: Groupware: Some issues and experiences. *Communications of the ACM* 34(1), 39-58 (1991).
- (Escalero, 2009) Escalero, F., Fernández, E., Cocón, F.: Conjunto de buenas prácticas para la formación e-learning en el ámbito universitario. En: *XI Simposio Internacional de Informática Educativa* (2009).
- (Estallo, 1995) Estallo, J. A.: *Los videojuegos. Juicios y prejuicios*. Planeta, Barcelona (1995).
- (Etxeberría, 2002) Etxeberría Balerdi, F.: *Videojuegos y educación. Teoría de la Educación* 2 (2001).
- (Felicja, 2009) Felicia, P.: *Videojuegos en el aula. Manual para docentes*. European schoolnet (2009).
- (Ferguson, 2010) Ferguson, C. J.: Blazing angels or resident evil? Can violent video games be a force for good? *Review of General Psychology* 14(2), pp. 68-81 (2010).

- (Fernández, 2008) Fernández Antelo, I., Cuadrado Gordillo, I.: Aplicación de los principios constructivistas de la enseñanza y aprendizaje al diseño de software educativo. En: X Simposio Internacional de Informática Educativa, pp. 106-165 (2008).
- (Flecha, 2005) Flecha, A., Labate, F., Russo, A.: Cuando el aprender se encuentra jugando. Cátedra procesamiento de Datos (2005), <http://www.ilhn.com/datos/practicos/datospat/archives/003594.php> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Gallardo, 2002) Gallardo, T., Rojas, R., Guerrero, L. A., Pino, J.: TEAMQUEST: un juego educativo para la enseñanza y evaluación del proceso de colaboración. En: X Encuentro Chileno de Computación (2002).
- (García Fernández, 2005) García Fernández, F.: Videojuegos: Un análisis desde el punto de vista educativo. Civertice.Com (2005), http://www.irabia.org/departamentos/nntt/proyectos/futura/futura06/Analisis_educativo.pdf (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (García, 2007) García, F., Portillo, J., Romo, J., Benito, M.: Nativos digitales y modelos de aprendizaje. En: IV Congreso pluridisciplinar sobre diseño, evaluación y desarrollo de contenidos educativos reutilizables (2007).
- (García, 2008) García B., Márquez, L., Bustos, A., Miranda, G. A., Espínola, S.: Análisis de los patrones de interacción y construcción del conocimiento en ambientes de aprendizaje en línea: una estrategia metodológica. Revista electrónica de Investigación Educativa 10(1) (2008).
- (Gendron, 2008) Gendron, E., Carron, T., Marty, J. C.: Collaborative indicators in learning games: An immersive factor. En: 2nd European Conference on Game-Based Learning (ECGBL), pp. 135-145 (2008).
- (Gómez, 2002) Gómez, E., Dimitriadis, Y., Rubia, B., Martínez, A.: Quest, a telematic tool for automatic management of student questionnaires in educational research. En: 2º Congreso Europeo de Tecnologías de la Información en la Educación y la Ciudadanía: Una visión crítica (TIEC), pp. 482-489 (2002).
- (González, 2007) González Sánchez, J.L.: Diseño de Videojuegos Adaptados a las Educación Especial. Memoria de Master, Universidad de Granada (2007).
- (González, 2010) González Sánchez, J. L.: Jugabilidad: Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos. Tesis doctoral, Universidad de Granada (2010).
- (Gros, 1998) Gros, B. (coord.): Jugando con videojuegos: Educación y entretenimiento. Desclée de Brouwer, Bilbao (1998).
- (Gros, 2000) Gros, B.: La dimensión socioeducativa de los videojuegos. Edutec-e: Revista Electrónica De Tecnología Educativa 12 (2000).
- (Gros, 2008) Gros, B.: Videojuegos y aprendizaje. Editorial Graó, Barcelona (2008).
- (Gros, 2009) Gros, B.: Certezas e interrogantes acerca del uso de los videojuegos para el aprendizaje. Comunicación 7(1), pp. 251-264 (2009).
- (Guerrero, 1999) Guerrero, L. A., Alarcón, R., Franco, F., Ibérico, V., Collazos, C.: Una Propuesta para la Evaluación de Procesos de Colaboración en Ambientes de Aprendizaje Colaborativo. En: International Workshop of Educative Software (TISE) (1999).

- (Gutwing, 2002) Gutwing, C., Greenberg, S.: A descriptive framework of workspace awareness for Real-Time Groupware. En: Computer Supported Cooperative Work 11, 411-446 (2002).
- (Hanneman, 2005) Hanneman, R. A., Riddle, M.: Introduction to social network methods. University of California, Riverside (2005).
- (Harrer, 2009) Harrer, A., Martínez, A., Dimitracopoulou, A.: Users' data: Collaborative and social analysis. En: Balacheff, N., Ludvigsen, S., Jong, T. de, Lazonder, A., Barnes, S. (eds.) Technology-Enhanced Learning. Principles and Products, pp. 175-193. Springer, Netherlands (2009).
- (Hu, 2007) Hu, M. M., Chang, B.: Massive Multiplayer Online Supported Foreign Language Listening Ability Training. En: IEEE 1st International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL), pp.176-178 (2007).
- (Hu, 2010) Hu, W.: A common architecture for educational games. En: Zhang, X., Zhing, S., Pan, Z., Wong, K., Yun, R. (eds.) Edutainment 2010. LNCS, vol. 6249, pp. 405-416. Springer Verlag Berlín, Heidelberg (2010).
- (Huizinga, 2000) Huizinga, J.: Homo Ludens. Ed. Alianza, Madrid (2000).
- (IMS, 2003) IMS Learning Design Best Practice and Implementation Guide - Version 1.0 Final Specification (2003), http://www.imsglobal.org/learningdesign/ldv1p0/imslld_bestv1p0.html, (ultimo acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Johnson, 1994) Johnson DW, Johnson RT.: Learning together. En: Sharan S. (eds.) Handbook of cooperative learning methods, Greenwood Press, Connecticut (1994).
- (Johnson, 1998) Johnson, D. W., Johnson, R. T.: Cooperative learning and social interdependence theory. En: Tindale, R., Heath, L., Edwards, J., Posavac, E., Bryant, F., Suarez-Balcazar, Y., Henderson-King, E., Myers, J. (eds.) Theory and research on small groups, pp. 9-36. Plenum Press, New York (1998).
- (Juil, 2003) Juil, J.: The Game, The Player, The World: Looking for a Heart of Gameness. En: Level Up Digital Games Research Conference, pp. 30- 45 (2003).
- (Karihmanis, 2009) Karihmanis, G., Meier, A., Chounta, I. A., Voyiatzaki, E. Spada, H., Rummel, N., Avouris, N.: Assessing collaboration quality in synchronous CSCL problem solving activities: Adaptation and empirical evaluation of a rating scheme. En: 4th European Conference on Technology Enhanced Learning, (EC-TEL), LNCS, vol. 5794, pp. 267-272. Springer Berlin, Heidelberg (2009).
- (Kaye, 1992) Kaye, A. (Ed.). Collaborative learning through computer conferencing: The Najaden papers, vol. 90, Springer-Verlag, New York (1992).
- (Kickmeier-Rust, 2008) Kickmeier-Rust, M. D., Marte, B., Linek, S. B., Lalonde, T., Albert, D.: The effects of individualized feedback in digital educational games. En: 2nd European Conference on Games Based Learning, pp. 227-236 (2008).
- (Kickmeier-Rust, 2009) Kickmeier-Rust, M. D., Albert, D., Mattheiss, E.: An educational guide to planet earth: Adaptation and personalization in immersive educational games. En: 2nd International Workshop on Story-Telling and Educational Games (STEG'09) (2009).

- (Koschmann, 1996) Koschmann, T.: Paradigms shift and instructional technology. En: Koschmann, T. (eds.), CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm, pp. 1-23. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ (1996).
- (Lacasa, 2007) Lacasa, P., Martínez-Borda, R., Méndez, L., Cortés, S., Checa, M.: Aprendiendo con los videojuegos comerciales. Un puente entre ocio y educación. EA España y Universidad de Alcalá de Henares (2007).
- (Lepper, 1987) Lepper, M. R., Malone, T. W.: Intrinsic motivation and instructional effectiveness in computer-based education. En: Snow, R. E., Farr, M. J. (eds.) Aptitude, learning, and instruction, vol. III. Cognitive and affective process analysis, pp. 255-286. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey London (1987).
- (Likert, 1932) Likert, R.: A Technique for the Measurement of Attitudes. Archives of Psychology 140, 1-55 (1932).
- (LOM, 2002) Standard for Learning Object Metadata, IEEE 1484.12.1, 2002.
- (López-Morteo, 2007) López-Morteo, G., López, G.: Computer support for learning mathematics: A learning environment based on recreational learning objects. Computers & Education 48, 618-641 (2007).
- (Manzano, 2005) Manzano Lagunas, J., Ramallo Ruíz, C. B.: El juego como medio de desarrollo integral en el ámbito educativo. Isla de Arriarán: revista cultural y científica 26, 287-302 (2005).
- (Marcos, 2008) Marcos, J. A., Martínez, A., Dimitriadis, Y., Rodríguez, M. J.: Role-AdaptIa: A role based adaptive tool for interaction analysis. En: Workshop Real-Time methods at International Conference of the Learning Sciences (ICLS) (2008).
- (Marfisi-Schottman, 2010) Marfisi-Schottman, I., George, S., Tarpin-Bernard, F.: Tools and methods for efficiently designing serious games. En: 4th European Conference on Game-Based Learning, pp. 226-234, (2010).
- (Martínez, 2003) Martínez, A.: Método y modelo para el apoyo computacional a la evaluación en CSCL. Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid (2003).
- (Martínez, 2003b) Martínez, A., de la Fuente, P., Dimitriadis, Y.: An XML-Based representation of collaborative interaction. En: Computer-Supported Collaborative Learning, pp. 379-383 (2003).
- (Martínez, 2004) Martínez, A., Dimitriadis, Y., Rubia, B., Gómez, E., Jorrín, I.: Studying social aspects of collaboration by means of a mixed evaluation method through three case studies. En: Lausanne Symposium, CSCL Special Interest Group (2004).
- (Martínez, 2006) Martínez, A., Dimitriadis, E., Gómez, E., Jorrín, B., Rubia, J., Marcos, J. A.: Studying participation networks in collaboration using mixed methods. International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning 1(3), 383-408. Springer, New York (2006).
- (Martínez, 2008) Martínez, A., Villagrà, S., Santos, R., Anguita, R., Jorrín, I.: Social network analysis support for an IBL wiki-based course. En: Workshop of Real-Time methods at International Conference of the Learning Sciences (ICLS) (2008).
- (Martínez, 2010) Martínez-Monés, A., Harrer, A., Dimitriadis, Y.: An interaction-Aware design process for the integration of interaction analysis into mainstream CSCL practices. En: Puntambekar, S., Hmelo-Silver, C., Erkens, G. (eds.) Analyzing

- Interactions in CSCL: Methods, Approaches and Issues, pp. 269-292. Springer, New York (2010).
- (McFarlane, 2002) McFarlane, A., Sparrowhawk, A., Heald, Y.: Report on the educational use of games: An exploration by TEEM of the contribution which games can make to the education process. Informe (2002).
- (Medina, 2004) Medina, N.: Un modelo de adaptación integral y evolutivo para sistemas hipermedia. El sistema SEM-HP. Tesis doctoral, Universidad de Granada (2004).
- (Meier, 2007) Meier, A., Spada, H., Rummel, N.: A rating scheme for assessing the quality of computer-supported collaboration processes. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning* 2, 63-86. Springer, New York (2007).
- (Méndiz, 2002) Méndiz, A., Pindado, J., Ruíz, J., Pulido, J. M.: Videojuegos y educación: Una revisión crítica de la investigación y la reflexión sobre la materia. Informe, Ministerio de Educación y Ciencia de España (2002).
- (Mendoza, 1998) Mendoza Barros, P., Galvis Panqueva, A.: Juegos Multiplayer: Juegos colaborativos para la educación. *Informática Educativa* 11(2), 223-239 (1998).
- (Michael, 2006) Michael, D., Chen, S.: *Serious games: games that educate, train and inform*. Thomson Course Technology, Boston, MA (2006).
- (Miller, 2007) Miller, L. D., Eck, A., Soh, L., Jiang, H.: Statistics and analysis tools for a computer-supported collaborative learning system. En: 37th ASEE/IEEE Frontiers in education Conference (2007).
- (Miyazaki, 2006) Miyazaki, K., Yurika, N., Nakatsu, R.: Architecture of an Authoring System to Support Interactive Contents Creation for Games/E-learning. En: Pan, Z., Aylett, R., Diener, H., Jin, X., Göber, S., Li, L. (eds.) *First International Conference Edutainmentnet 2006*. LNCS, vol. 3942, pp. 70-79. Springer Berlín, Heidelberg (2006).
- (Molina, 2001) Molina, M.: Modeling commercial knowledge to develop advanced agent-based marketplaces for e-commerce. En: Klusch, M., Zambonelli, F. (eds.) *5th International Workshop on Cooperative Information Agents*. LNAI, vol. 2182, pp. 196-201. Springer-Verlag, London (2001).
- (Molina, 2003) Molina, A. I., Redondo, M. A., Ortega, M.: Un método semiautomático basado en algoritmos genéticos para el análisis de experiencias de aprendizaje colaborativo. En: *II Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos, VIII Jornadas de Ingeniería del Software y Bases de Datos* (2003).
- (Mooney, 2000) Mooney, C.: *Theories of Childhood: An Introduction to Dewey, Montessori, Erikson, Piaget & Vygotsky*. Redleaf Press (2000).
- (Morales, 2009) Morales, E.: El uso de videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación. *Diálogos de la Comunicación* 78 (2009).
- (Moreno-Ger, 2007) Moreno-Ger, P., Sancho Thomas, P., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., Fernández-Manjón, B.: Adaptive Units of Learning and Educational Videogames. *Journal of Interactive Media in Education* 2007/5 (2007).
- (Moreno-Ger, 2007b) Moreno-Ger, P., Sierra, J. L., Martínez-Ortíz, I., Fernández-Manjón, B.: A documental approach to adventure game development. *Science of computer programming* 67(1), 3-31 (2007).

- (Moreno-Ger, 2008) Moreno-Ger, P., Burgos, D., Martínez-Ortiz, I., Sierra, J. L., Fernández-Manjón, B.: Educational Game design for online education. *Computers in Human Behavior* 24(6), 2530–2540 (2008).
- (Moreno-Ger, 2009) Moreno-Ger, P., Fuentes Fernández, R., Sierra, J. L., Fernández-Manjón, B.: Model-checking for Adventure Videogames. *Information and Software Technology* 51(3), 564-580 (2009).
- (Nadolski, 2008) Nadoslki, R. J., Hummel, H. G. J., van der Brink, H. J., Hoefakker, R. E., Sloomaker, A., Kurvers, H. J., Storm, J.: EMERGO: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education. *Simulation & Gaming* 39(3), 338-352 (2008).
- (Nurmela, 1999) Nurmela, K., Lehtinen, E., Palonen, T.: Evaluating CSCL Log Files by social Network Analysis. En: 1999 Conference on Computer Support for Collaborative Learning (1999).
- (Nussbaum, 1999) Nussbaum, M., Rosas, R., Rodríguez, P., Sun, Y., Valdivia, V.: Diseño, desarrollo y evaluación de video juegos portátiles educativos y autorregulados. *Ciencia al Día* 2(3), 1-20 (1999).
- (Ortiz, 2010) Ortiz, J., Collazos, C. A., Vallejo, F. A., Padilla Zea, N.: Indicadores del proceso de colaboración en entornos CSCL. En: 5th Congreso Colombiano de Computación (2009).
- (Osuna, 2001) Osuna, C., Dimitriadis, Y., Martínez, A.: Using a theoretical framework for the evaluation of sequentiability, reusability and complexity of development in CSCL applications. En: European Computer-Supported Collaborative Learning, pp. 486–493 (2001).
- (Padilla, 2009) Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L.: Collaborative learning by means of video games. An entertainment system in the learning processes. En: IX IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), pp. 215-217 (2009).
- (Padilla, 2009b) Padilla Zea, N., González Sánchez, J. L., Gutiérrez Vela, F. L., Collazos, C. A.: Un método de Evaluación de la Colaboración para Procesos de Aprendizaje Soportado por Videojuegos. En: X Congreso Internacional de Interacción Persona – Ordenador (INTERACCION), pp: 199-208 (2009).
- (Padilla, 2010) Padilla Zea, N., Rodríguez-Díaz, F. J., Cabrera, M., Morales, J.: Using the ACOLEP-MD architecture: Application to Edutainment. *Procedia Social and Behavioural Sciences Journal* 2(2), 2197-2201 (2010).
- (Paiva, 1997) Paiva, A.: Learner modelling for collaborative learning environments. En: Eighth World Conference on Artificial Intelligence in Education, pp. 215-222 (1997).
- (Palonen, 2000) Palonen, T., Hakkarainen, K.: Patterns of interaction in computer-supported learning: A social network analysis. En: Fourth International Conference of the Learning Sciences, pp. 334-339. Erlbaum, Mahwah, NJ (2000).
- (Patternò, 1997) Patternò, F.: Formal reasoning about dialogue properties with automatic support. *Interacting with Computers* 9, 173-196 (1997).
- (Plomp, 1992) Plomp, T., Feteris, A., Pieters, J. M., Tomic, W. (Eds.). "Ontwerpen van onderwijs en trainingen [Designing education and training]". Lemma, Utrecht, The Netherlands (1992).

- (Prensky, 2001) Prensky, M.: Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon* 9(5), 1-6 (2001).
- (Reber, 1989) Reber, A. S.: Implicit Learning and Tacit Knowledge. *Journal of Experiment in Psychology* 118(3), 219-235 (1989).
- (Reenskaug, 1996) Reenskaug, T., Wolde, P., Lehne, O. A.: Working with objects: The Ooaram software engineering method manning. Prentice Hall, Pricenton USA (1996).
- (Romero, 2008) Romero Moreno, L. M., Troyano, J. A.: Metodología de análisis para evaluar la colaboración en los sistemas virtuales de formación. En: X Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE), pp. 255-259 (2008).
- (Rosas, 2000) Rosas, R., Nussbaum, M., López, X., Flores, P., Correa, M.: Más allá del Mortal Kombat: diseño de videojuegos educativos. En: V Congreso Iberoamericano de Informática educativa (2000).
- (Rosas, 2003) Tosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., Grau, V., Lagos, F., López, X., López, V., Rodríguez, P., Salinas, M.: Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and secon grade students. *Computers & Education* 40, 71-94 (2003).
- (Sancho, 2008) Sancho, P., Fuentes-Fernández, R., Fernández-Manjón, B.: NUCLEO: Adaptive computer supported collaborative learning in a role game based scenario. En: 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 671-675 (2008).
- (Sancho, 2010) Sancho, P.: NUCLEO: Un sistema para el aprendizaje virtual colaborativo escenificado a través del rol multi-juego. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid (2010).
- (Sancho, 2010) Sancho, P., Fernández-Manjón, B.: Iexperiencesin using a MUVE for enhancing motivation in engineering education. En: IEEE International Conference EDUCON Conference, pp. 775-781 (2010).
- (Sauvé, 2009) Sauvé, L.: Design tools for online educational games: Concepts and application. En: Pan, Z., Cheok, D. A., Müller, W., El Rhalibi, A. (eds.) *Transactions on Edutainment II. LNCS*, vol. 5660, pp. 187-202. Springer Berlín, Heidelberg (2009).
- (Sawyer, 2008) Sawyer, B., Smith, P: Serious games taxonomy. *Serious Games* (2008), <http://www.seriousgames.org> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Scardamalia, 1993) Scardamalia, M., Bereiter, C.: Technologies for knowledge-building discourse. *Communications of the ACM* 36, 37-41 (1993).
- (Sha, 2003) Sha, L., van Aalst, J.: An application of social network analysis to knowledge building. En: Symposium Probing individual, social and cultural aspects of knowledge building at the annual meeting of the American Educational Research Association, pp. 21-25 (2003).
- (Shabanah, 2010) Shabanah, S. S., Chen, J. X., Wechsler, H., Carr, D., Wegman, E.: Designing computer games to teach algorithms. En: 7th International Conference on Information Technology, pp. 1119-1126 (2010).
- (Shulman, 1966) Shulman, L., Leisler, E.: Learning by discovery: a critical appraisal. Rand McNally, Chicago (1966).
- (Soller, 2001) Soller, A.: Supporting Social Interaction in an intelligent collaborative learning system. *International Journal of Artificial Intelligence in Education* 12, 40-62 (2001).

- (Soller, 2004) Soller, A.: Computational modeling and analysis of knowledge sharing in collaborative distance learning. *User Modeling and User-Adapted Interaction* 14(4), 351-381 (2004).
- (Stolovitch, 1980) Stolovitch, H.D., Thiagarajan, S.: *Frame Games*. Educational Technology Publications, Englewood Cliffs (1980).
- (Torrente, 2009) Torrente, J., Moreno-Ger, P., Martínez-Ortiz, I., Fernández-Manjón, B.: Integration and deployment of educational games in e-learning environments: The learning object model meets educational gaming. *Educational Technology & Society* 12(4), 359-371 (2009).
- (Tran, 2010) Tran, C. D., George, S., Marfisi-Schottman, I.: EDoS: An authoring environment for serious games. Design based on three models. En: 4th European Conference on Game-Based Learning, pp. 393-402 (2010).
- (Valiño, 2002) Valiño, G.: La relación juego y escuela: Aportes teóricos para su comprensión y promoción. *Revista Conceptos* 77(2) (2002).
- (Vallejo, 2010) Vallejo Cuero, F. A., Ortiz Romo, J. E.: Análisis y monitoreo de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de análisis de redes sociales. Tesis de grado, Universidad del Cauca (2010).
- (Vichido, 2003) Vichido, C., Estrada, M., Sánchez, A.: A constructivist educational tool: Software architecture for web-based video games. En: 4th Mexican International Conference on Computer Science (ENC), pp. 144-150 (2003).
- (Virvou, 2005) Virvou, M., Katsionis, G., Manos, K.: Combining software games with education: Evaluation of its educational effectiveness. *Educational Technology & Society* 8(2), 54-65 (2005).
- (Voyiatzaki, 2008) Voyiatzaki, E., Meier, A., Kahrimanis, G., Rummel, N. Spada, H., Avouris, N.: Rating the quality of collaboration during networked problem solving activities. En: 6th International Conference on Networked Learning, pp. 409-416 (2008).
- (Webb, 1996) Webb, N.M., Palincsar, A. S.: Group processes in the classroom. En: Berliner, D. C., Calfee, R. C. (eds.) *Handbook of educational psychology*, pp. 841-873. MacMillan, New York (1996).
- (Welser, 2007) Welser, H., Gleave, E., Ficher, D., Smith, M.: Visualizing the signatures of social roles in online discussion groups. *Journal of Social Structure* 8 (2007).
- (Westera, 2008) Westera, W., Nadolski, R., Hummel, H., Wopereis, I.: Serious games for higher education: a framework for reducing design complexity. *Journal of Computer Assisted Learning* 24, 420-432 (2008).
- (Winskel, 1993) Winskel, G.: *The formal semantics of programming languages: An introduction*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts (1993).
- (Winter, 1996) Winter, D.: Pong-Story (1996), <http://www.pong-story.com/intro.htm> (último acceso: 25 de mayo de 2011).
- (Zurita, 2004) Zurita, G., Nussbaum, M.: A constructivist mobile learning environment supported by a wireless handheld network. *Journal of Assisted Learning* 20, 235-243 (2004).

ANEXO I

PROCESO DE DISEÑO DEL JUEGO
NUTRI-GALAXY

Los pensamientos no son más que sueños, en tanto que no se ponen a prueba.

(William Shakespeare)

I. Proceso de Diseño del Juego Nutri-Galaxy

En este anexo se incluye el proceso completo de diseño del juego Nutri-Galaxy. Si bien en el capítulo 10 se ha presentado el diseño de la parte más representativa del juego, nos parecía de interés mostrar cómo se aplica esta metodología al juego completo, con el fin de mostrar, además, que ésta puede dar soporte al mismo.

INDICE DEL CAPITULO

I.1. INTRODUCCIÓN	345
I.2. ETAPA 1: DISEÑO DE CONTENIDOS EDUCATIVOS.....	345
<i>I.2.1. Actividad 1: Diseño del DGE.....</i>	<i>345</i>
<i>I.2.2. Actividad 2: Diseño del Modelo Educativo.....</i>	<i>352</i>
I.3. ETAPA 2: DISEÑO DEL CONTENIDO LÚDICO.....	353
<i>I.3.1. Etapa 1: Diseño del Modelo de Juego.....</i>	<i>353</i>
<i>I.3.2. Actividad 2: Diseño del DGV.....</i>	<i>354</i>
I.4. ETAPA 3: RELACIONAR LOS CONTENIDOS EDUCATIVOS Y LOS LÚDICOS.....	377

I.1. Introducción

Para ilustrar la metodología de diseño presentada en esta tesis doctoral, se ha diseñado un videojuego educativo con actividades colaborativas denominado Nutri-Galaxy. El objetivo educativo de este juego consiste en el aprendizaje de la unidad didáctica “Función de nutrición” del curso sexto de primaria. La implementación de este videojuego se ha realizado en la Universidad del Cauca (Colombia), como parte de un proyecto de fin de carrera (Castillo, 2010) de dos estudiantes de grado, de la que la autora de esta tesis es codirectora.

En el juego Nutri-Galaxy, los estudiantes trabajan en grupos de cuatro jugadores. Estos personajes son estudiantes de la escuela de medicina de la ciudad Asgarum, del planeta Terra Media. Debido al excelente nivel que estos estudiantes tienen en sus estudios, el consejo de salud planetaria los requiere para formar parte de un grupo cuya misión es erradicar la mala nutrición en el sistema solar. Este grupo se llama *Nutri-Galaxy*. Puesto que es un grupo de reciente aparición, los estudiantes deberán demostrar sus conocimientos para poder ser reconocidos en el sistema solar y en el resto de la galaxia. Para conseguir este reconocimiento, los jugadores crean un consultorio en la ciudad Asgarum del planeta Terra Media.

A lo largo de este anexo se muestra el proceso de diseño realizado para este juego (capítulo 7).

I.2. Etapa 1: Diseño de contenidos educativos

Como se explicó en el capítulo 7, en esta etapa se definen los contenidos educativos que se van a practicar por medio del juego. Está compuesta por dos actividades: en la primera actividad se realiza el DGE y, en la segunda, se define el modelo educativo.

I.2.1. Actividad 1: Diseño del DGE

Para diseñar el DGE es necesario definir las áreas de conocimiento, los objetivos educativos y las tareas educativas. En la Tabla I.1 se muestra la definición del área de conocimiento en la que se encuadra el conocimiento que se practica por medio del juego Nutri-Galaxy.

Tabla I.1 Definición del Área de conocimiento

Atributo	Valor
Identificador	EA0001
Nombre General	Conocimiento del medio
Edad Educativa	11, 12
Descripción	El área de Conocimiento del medio comprende los conocimientos relacionados con las Ciencias naturales y las Ciencias sociales.

A continuación, es necesario especificar los objetivos educativos, encuadrados en el área de conocimiento previamente descrita, que van a formar parte del juego. Posteriormente, es posible agregar otros objetivos del área, aunque estos no vayan a practicarse por medio de este videojuego, ya que pueden practicarse utilizando otros juegos que se incluyan más tarde.

En el juego Nutri-Galaxy, los objetivos educativos planteados se especifican a continuación, según el formato del Modelo de Objetivo Educativo presentado en el capítulo 7. En el nivel educativo, Nutri-Galaxy plantea siete objetivos educativos relacionados con la función de nutrición, que se han numerado desde el objetivo EG0001 hasta el EG0007. A continuación se detallan dichos objetivos.

Tabla I.2 Objetivo educativo EG0001

Atributo	Valor
Identificador	EG0001
Nombre General	Bioelementos y alimentos
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Reconocer los bioelementos y alimentos esenciales (Carbohidratos, lípidos y proteínas, minerales, vitaminas y agua) en los seres vivos y analizar las funciones e importancia de éstos.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0001 → ET0002

Tabla I.3 Objetivo educativo EG0002

Atributo	Valor
Identificador	EG0002
Nombre General	Alimentos de una dieta balanceada
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Definir qué tipo de alimentos se deben consumir para una llevar dieta balanceada según la tabla nutricional.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0003 → ET0004

Tabla I.4 Objetivo educativo EG0003

Atributo	Valor
Identificador	EG0003
Nombre General	Detectar enfermedades alimentarias
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar los factores nutricionales que conlleven a signos de alarma para desarrollar una enfermedad.

Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0005 → ET0006

Tabla I.5 Objetivo educativo EG0004

Atributo	Valor
Identificador	EG0004
Nombre General	Sistema circulatorio
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema circulatorio, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0007 → ET0008 → ET0009

Tabla I.6 Objetivo educativo EG0005

Atributo	Valor
Identificador	EG0005
Nombre General	Sistema digestivo
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema digestivo, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0010 → ET0011 → ET0012

Tabla I.7 Objetivo educativo EG0006

Atributo	Valor
Identificador	EG0006
Nombre General	Sistema excretor
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12

Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema excretor, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0013 → ET0014 → ET0015

Tabla I.8 Objetivo educativo EG0007

Atributo	Valor
Identificador	EG0007
Nombre General	Sistema respiratorio
Área de Conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Edad Educativa	11, 12
Contenido Educativo	Identificar las partes principales que conforman el sistema respiratorio, sus funciones y la importancia de cada una de ellas en el buen funcionamiento del organismo, en particular, con la función de nutrición.
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	ET0016 → ET0017 → ET0018

Tal como se ha definido a lo largo de esta tesis, los objetivos educativos en nuestro sistema se van a superar por medio de la consecución de un conjunto de tareas educativas, que estarán relacionadas con los objetivos correspondientes.

Como se puede observar en las Tablas I.2 a I.8, cada uno de los objetivos está relacionado con un conjunto de tareas y actividades. La especificación de las mismas se encuentra a continuación.

Tabla I.9 Tarea educativa ET0001

Atributo	Valor
Identificador	ET0001
Nombre General	Descripción bioelementos y alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir los bioelementos y alimentos esenciales
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.10 Tarea educativa ET0002

Atributo	Valor
Identificador	ET0002
Nombre General	Asociación bioelementos y alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los bioelementos y alimentos esenciales con sus funciones

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla I.11 Tarea educativa ET0003

Atributo	Valor
Identificador	ET0003
Nombre General	Asociación de alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los alimentos con su composición nutricional

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla I.12 Tarea educativa ET0004

Atributo	Valor
Identificador	ET0004
Nombre General	Escoger alimentos
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Escoger qué alimentos se deben consumir según su composición nutricional

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla I.13 Tarea educativa ET0005

Atributo	Valor
Identificador	ET0005
Nombre General	Relacionar enfermedades
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Relacionar los factores nutricionales con síntomas de las enfermedades nutricionales más comunes

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla I.14 Tarea educativa ET0006

Atributo	Valor
Identificador	ET0006
Nombre General	Enfermedades nutricionales
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las enfermedades nutricionales más comunes

Modelo de Tareas y
Actividades Educativas

Tabla I.15 Tarea educativa ET0007

Atributo	Valor
Identificador	ET0007
Nombre General	Describir circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	

Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema circulatorio e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.16 Tarea educativa ET0008

Atributo	Valor
Identificador	ET0008
Nombre General	Dibujar circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema circulatorio con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.17 Tarea educativa ET0009

Atributo	Valor
Identificador	ET0009
Nombre General	Parejas circulatorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema circulatorio o una función de una de sus partes, asociarlo con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función.
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.18 Tarea educativa ET0010

Atributo	Valor
Identificador	ET0010
Nombre General	Describir digestivo
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema digestivo e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.19 Tarea educativa ET0011

Atributo	Valor
Identificador	ET0011
Nombre General	Dibujar digestivo
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema digestivo con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.20 Tarea educativa ET0012

Atributo	Valor
Identificador	ET0012
Nombre General	Parejas digestivo

Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema digestivo o una función de una de sus partes, asociarlo con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función.
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.21 Tarea educativa ET0013

Atributo	Valor
Identificador	ET0013
Nombre General	Describir excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema excretor e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.22 Tarea educativa ET0014

Atributo	Valor
Identificador	ET0014
Nombre General	Dibujar excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema excretor con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.23 Tarea educativa ET0015

Atributo	Valor
Identificador	ET0015
Nombre General	Parejas excretor
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dada una parte del sistema excretor o una función de una de sus partes, asociarlo con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función.
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.24 Tarea educativa ET0016

Atributo	Valor
Identificador	ET0016
Nombre General	Describir respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Describir las partes fundamentales del sistema respiratorio e identificar sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.25 Tarea educativa ET0017

Atributo	Valor
Identificador	ET0017
Nombre General	Dibujar respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Dibujar el sistema respiratorio con las partes más importantes
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	

Tabla I.26 Tarea educativa ET0018

Atributo	Valor
Identificador	ET0018
Nombre General	Parejas respiratorio
Área de conocimiento	Conocimiento del medio
Áreas Transversales	
Contenido educativo	Asociar los bioelementos y alimentos esenciales con sus funciones
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	Dada una parte del sistema respiratorio o una función de una de sus partes, asociarlo con el elemento complementario. Es decir, dada una función, asociarla con la parte o dada una parte, asociarla con una función.

I.2.2. Actividad 2: Diseño del Modelo Educativo

La segunda actividad encuadrada en el diseño del contenido educativo consiste en la realización del Modelo Educativo. Como ya se explicó en los capítulos anteriores, el Modelo Educativo permite al profesor organizar los contenidos educativos de acuerdo a diferentes criterios, que pueden estar relacionados con su estrategia de enseñanza, el nivel educativo de los alumnos o cualquier otra circunstancia. Gracias al Modelo Educativo, un profesor podría definir distintos Modelos Educativos asociados a los mismos contenidos y utilizar uno y otro en función de las necesidades.

Tabla I.27 Modelo Educativo

Atributo	Valor
Identificador	EM0001
Nombre General	Itinerario estándar
Áreas de Conocimiento	Conocimiento del medio
Edad Educativa	11, 12
Conocimientos Previos	
Modelo de Objetivos y Tareas Educativas	(EG0001, [ET0001, ET0002], [0.5*ET0001+0.5*ET0002]), (EG0002, [ET0003, ET0004], [0.5*ET0003+0.5*ET0004]), (EG0003, [ET0005, ET0006], [0.5*ET0005+0.5*ET0006]), (EG0004, [ET0007, ET0008, ET0009], [0.33*ET0007+0.33*ET0008+0.34*ET0009]), (EG0005, [ET0010, ET0011, ET0012], [0.33*ET0010+0.33*ET0011+0.34*ET0012]), (EG0006, [ET0013, ET0014, ET0015], [0.33*ET0013+0.33*ET0014+0.34*ET0015]), (EG0007, [ET0016, ET0017, ET0018], [0.33*ET0016+0.33*ET0017+0.34*ET0018])

I.3. Etapa 2: Diseño del contenido lúdico

Una vez definido el conjunto de objetivos y tareas educativas que se van a incluir en el videojuego, es necesario definir el videojuego que se va a utilizar para practicar ese contenido educativo. Esta labor se realiza en la segunda etapa del proceso de diseño.

I.3.1. Etapa 1: Diseño del Modelo de Juego

En esta fase, primero definimos el Modelo de Juego y, en segundo lugar, el contenido específico del juego. En realidad, para la realización de un videojuego, primero se diseña la historia sobre la que dicho juego se desarrolla, para posteriormente, definir cada uno de los retos y fases concretas que formarán parte del mismo. Por esta razón, primero definimos el Modelo de Juego de Nutri-Galaxy.

Tabla I.28 Modelo del juego Nutri-Galaxy

Atributo	Valor
Identificador	GM0001
Nombre	Nutri-Galaxy
Áreas de Conocimiento	Conocimiento del medio
Edad	11, 12
Dificultad	Normal
Interacción	Los jugadores trabajan en grupos de cuatro personas a lo largo de todo el juego, persiguiendo un objetivo común. Por tanto, es un juego con actividades colaborativas.
Modo	Por objetivos uno a uno
Tipo	Puzzle
Dispositivo	PC
Historia	<p>PJ1, PJ2, PJ3 y PJ4 son estudiantes de la escuela de medicina de la ciudad Asgarum, en el planeta Terra Media. Como son los mejores alumnos de sus clases, son reclamados por el concejo de salud planetaria para formar parte de un grupo llamado Nutri-Galaxy, el cual tiene como misión erradicar la mala nutrición en el sistema solar. Debido a su inexperiencia, los jugadores deberán ganar cierto prestigio, con objeto de ser reconocidos, no sólo en el sistema solar, sino en toda la galaxia.</p> <p>En este proceso de experimentación, el grupo de jugadores va ganando en experiencia y reconocimiento, lo que hace que sus pacientes sean cada vez personas más reconocidas.</p> <p>En la galaxia hay cinco razas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elfianos: Originaria de la constelación Elfamus-KG4, son de estatura mediana (no más de 1.60 m), orejas puntiagudas, cabello blanco, largo y lacio con una o dos trenzas, ojos un poco alargados y de colores claros, piel color dorado metálico, extremadamente hermosos. - Dwarfitianos: Esta raza es originaria de la constelación Enamus-KG2, son de estatura pequeña (no más de 1 m), corpulentos, barbas largas, pelo color rojizo largo y enredado, piel color morado. - Sportianos: Esta raza es originaria de la constelación Spormus-KG3, son de estatura alta (entre los 2 m y 3 m), corpulentos, piel color plateado metálico, pelo corto de color negro o calvos. - Praimetiano: Originaria de la constelación Praime-KG0, son de estatura pequeña (no más de 1 m), se asemejan a los primates, cubiertos de pelo. - Humanos: Esta raza es originaria de la constelación solar – KG1, son de estatura mediana (no más de los 1.80 m), son tal cual los humanos común. <p>Los enemigos serán 5 de las enfermedades nutricionales: sobrepeso, raquitismo,</p>

	anorexia, escorbuto, anemia y beriberi.
Multimedia	Se incluyen gráficos y sonidos básicos.
Dimensión cultural	Indiferente

I.3.2. Actividad 2: Diseño del DGV

Una vez definidas las líneas generales del juego, se procede al diseño de los retos y fases específicas que formarán parte del desarrollo del juego. Como se explicó en el capítulo 6, los retos del juego se corresponden con objetivos educativos, mientras que las fases y niveles del juego se corresponden con las tareas y actividades educativas.

A continuación se detallan los retos del juego Nutri-Galaxy:

Tabla I.29 Reto del juego VC0001

Atributo	Valor
Identificador	VC0001
Nombre General	Ganar prestigio
Descripción	Obtener el mayor grado de prestigio (reputación) posible para lograr ser reconocido en toda la galaxia
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	(VC0002 → VC0003 → VC0004 → VC0005 → VC0006 → VC0007 → VC0008, 0.125*VC0002+0.125*VC0003+0.125*VC0004+0.125*VC0005+0.125*VC0006+0.125*VC0007+0.125*VC0008)
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	

Tabla I.30 Reto del juego VC0002

Atributo	Valor
Identificador	VC0002
Nombre General	Conocimiento general
Descripción	Se ofrece información acerca de los diagnósticos que se van a realizar a lo largo del juego.
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	(VS0001 → VS0002 → VS0003 → VS0004 → VS0005, 0)

Tabla I.31 Reto del juego VC0003

Atributo	Valor
Identificador	VC0003
Nombre General	Diagnosticar a Odín
Descripción	Odín es el primer paciente que atiende el equipo. Es un granjero cuya alimentación está basada, fundamentalmente, en productos precocinados, fritos, hamburguesas y pizzas de las grandes cadenas comerciales y bollería. Además, Odín es muy perezoso, no le gusta hacer ejercicio y pasa la mayor parte del día sentado en su cómodo asiento antigrahitacional dándole órdenes

	a sus empleados de la granja.
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	(VS0006 → VS0012, $0.5*VS0006+0.5*VS0012$)

Tabla I.32 Reto del juego VC0004

Atributo	Valor
Identificador	VC0004
Nombre General	Diagnosticar a Inanna
Descripción	Inanna es dueña de la tienda de accesorios. Ella tiene problemas de salud y va al consultorio para que la curen. Como recompensa, los jugadores obtienen descuentos en su tienda. (Sin implementar)
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	(VS0007 → VS0013, $0.5*VS0007+0.5*VS0013$)

Tabla I.33 Reto del juego VC0005

Atributo	Valor
Identificador	VC0005
Nombre General	Diagnosticar a Sutoku
Descripción	En el tiempo que lleva el equipo trabajando, su reputación ha crecido considerablemente, tanto que ya es conocido en los demás planetas del sistema. Mianash P-13 es uno de estos planetas. El gran jefe de Mianash P-13 les encomienda la misión de ir a este planeta para atender al hijo del alcalde de la ciudad llamada Carborum. Ya han ido varios médicos a tratar a Sutoku, pero ninguno ha podido determinar cuál es la causa. El equipo va a este planeta, e inmediatamente diagnostican y curan a Sutoku, por lo que reciben una cantidad de dinero y un arquitecto para realizar una ampliación en su consultorio de Terra Media. (Sin implementar)
Videojuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videojuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videojuego	(VS0008 → VS0014, $0.5*VS0008+0.5*VS0014$)

Tabla I.34 Reto del juego VC0006

Atributo	Valor
Identificador	VC0006
Nombre General	Diagnosticar a Cerberos
Descripción	Cerberos es el mejor jugador de fútbol espacial profesional. Pertenece al equipo de los Galactics y viene del planeta Trops PR-43 a jugar un partido. Antes del partido empieza a sentirse mal y decide ir al consultorio, donde es diagnosticado y tratado a tiempo para el partido. En recompensa Cerberos les da # de dinero y boletos VIP para ver el partido. (Sin implementar)

Videjuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videjuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videjuego	(VS0009 → VS0015, $0.5*VS0009+0.5*VS0015$)

Tabla I.35 Reto del juego VC0007

Atributo	Valor
Identificador	VC0007
Nombre General	Diagnosticar a Izanami
Descripción	La famosa bailarina de ballet Izanami se encuentra en la ciudad. Durante su espectáculo se desmaya y los asistentes al mismo la llevan rápidamente al consultorio del equipo. Después de un largo proceso, el equipo consigue finalmente curar a Izanami, por lo que el equipo recibe una gran recompensa. (Sin implementar)
Videjuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videjuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videjuego	(VS0010 → VS0016, $0.5*VS0010+0.5*VS0016$)

Tabla I.36 Reto del juego VC0008

Atributo	Valor
Identificador	VC0008
Nombre General	Diagnosticar a Niflheim
Descripción	El grupo Baspiskopos se está presentando en el festival de rock en la ciudad Imanzalupre. Su cantante, Niflheim, siente un intenso dolor que le impide seguir cantando. Los miembros de su grupo lo llevan al consultorio para que lo trate el equipo, que finalmente consigue curarlo. En agradecimiento, ella los lleva al sistema prime-L1, a 20 años luz del sistema solar-KG1, en donde el equipo continuará trabajando y ganando más reputación. (Sin implementar)
Videjuegos	GM0001
Dimensión cultural	Indiferente
Modelo de Retos del Videjuego	
Modelo de Fases y Niveles del Videjuego	(VS0011 → VS0017, $0.5*VS0011+0.5*VS0017$)

Una vez definidos los retos del juego, el siguiente paso a realizar es la definición de las fases que van a permitir superar estos retos. A continuación se especifican para el juego Nutri-Galaxy.

Tabla I.37 Fase del juego VS0001

Atributo	Valor
Identificador	VS0001
Nombre General	Conocimientos nutrición
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre nutrición que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle

Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.38 Fase del juego VS0002

Atributo	Valor
Identificador	VS0002
Nombre General	Conocimientos circulatorio
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema circulatorio que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.39 Fase del juego VS0003

Atributo	Valor
Identificador	VS0003
Nombre General	Conocimientos respiratorio
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema respiratorio que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.40 Fase del juego VS0004

Atributo	Valor
Identificador	VS0004
Nombre General	Conocimientos digestivo

Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema digestivo que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.41 Fase del juego VS0005

Atributo	Valor
Identificador	VS0005
Nombre General	Conocimientos excretor
Descripción	Se presentan los conocimientos educativos sobre el sistema excretor que los jugadores necesitan conocer para superar los retos del juego.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.42 Fase del juego VS0006

Atributo	Valor
Identificador	VS0006
Nombre General	Diagnosticar Odín
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.

Modelo de Fases y Niveles	(VS0018 → VS0019 → VS0020 → VS0021 → VS0022, 0.2*VS0018+0.2*VS0019+0.2*VS0020+0.2*VS0021+0.2*VS0022)
---------------------------	--

Tabla I.43 Fase del juego VS0007

Atributo	Valor
Identificador	VS0007
Nombre General	Diagnosticar Inanna
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre. (Sin implementar)
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0025 → VS0026 → VS0027 → VS0028 → VS0029, 0.2*VS0025+0.2*VS0026+0.2*VS0027+0.2*VS0028+0.2*VS0029)

Tabla I.44 Fase del juego VS0008

Atributo	Valor
Identificador	VS0008
Nombre General	Diagnosticar Sutoku
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0032 → VS0033 → VS0034 → VS0035 → VS0036, 0.2*VS0032+0.2*VS0033+0.2*VS0034+0.2*VS0035+0.2*VS0036)

Tabla I.45 Fase del juego VS0009

Atributo	Valor
Identificador	VS0009
Nombre General	Diagnosticar Cerberos

Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0039 → VS0040 → VS0041 → VS0042 → VS0043, 0.2*VS0039+0.2*VS0040+0.2*VS0041+0.2*VS0042+0.2*VS0043)

Tabla I.46 Fase del juego VS0010

Atributo	Valor
Identificador	VS0010
Nombre General	Diagnosticar Izanami
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0046 → VS0047 → VS0048 → VS0049 → VS0050, 0.2*VS0046+0.2*VS0047+0.2*VS0048+0.2*VS0049+0.2*VS0050)

Tabla I.47 Fase del juego VS0011

Atributo	Valor
Identificador	VS0011
Nombre General	Diagnosticar Niflheim
Descripción	Cada miembro del grupo revisa uno de los sistemas que intervienen en la nutrición, en particular, se resalta la parte que va a ser necesaria en la tarea que deben resolver. Una vez que los miembros del grupo han revisado esta información, debaten acerca del problema que presenta el personaje y deciden qué enfermedad es la que sufre.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]

deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0053 → VS0054 → VS0055 → VS0056 → VS0057, 0.2*VS0053+0.2*VS0054+0.2*VS0055+0.2*VS0056+0.2*VS0057)

Tabla I.48 Fase del juego VS0012

Atributo	Valor
Identificador	VS0012
Nombre General	Tratar Odín
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características	[Colaborador, 4]
deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0023 → VS0024, 0.5*VS0023+0.5*VS0024)

Tabla I.49 Fase del juego VS0013

Atributo	Valor
Identificador	VS0013
Nombre General	Tratar Inanna
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características	[Colaborador, 4]
deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0030 → VS0031, 0.5*VS0030+0.5*VS0031)

Tabla I.50 Fase del juego VS0014

Atributo	Valor
Identificador	VS0014
Nombre General	Tratar Sudoku
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características	[Colaborador, 4]

deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0037 → VS0038, 0.5*VS0037+0.5*VS0038)

Tabla I.51 Fase del juego VS0015

Atributo	Valor
Identificador	VS0015
Nombre General	Tratar Cerberos
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0044 → VS0045, 0.5*VS0044+0.5*VS0045)

Tabla I.52 Fase del juego VS0016

Atributo	Valor
Identificador	VS0016
Nombre General	Tratar Izanami
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características deseables	[Colaborador, 4]
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0051 → VS0052, 0.5*VS0051+0.5*VS0052)

Tabla I.53 Fase del juego VS0017

Atributo	Valor
Identificador	VS0017
Nombre General	Tratar Niflheim
Descripción	Los jugadores deciden qué tratamiento realizar y lo llevan a cabo
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Ordenada
Longitud	Media
Características	[Colaborador, 4]

deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	(VS0058 → VS0059, $0.5*VS0058+0.5*VS0059$)

Algunas de las fases descritas en los modelos anteriores son aún demasiado complejas como para ser abordadas en el juego como una única tarea. Por este motivo, se definen también niveles para Nutri-Galaxy, que actúan como sub-tareas dentro de una tarea mayor, que es la fase. A continuación se especifican estos niveles.

Tabla I.54 Nivel del juego VS0018

Atributo	Valor
Identificador	VS0018
Nombre General	Juego circulatorio
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración circulatoria menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.55 Nivel del juego VS0019

Atributo	Valor
Identificador	VS0019
Nombre General	Juego excretor
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema excretor.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración excretora menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.56 Nivel del juego VS0020

Atributo	Valor
Identificador	VS0020
Nombre General	Juego digestivo

Descripción	Los jugadores leen una guía sobre el sistema digestivo.
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración digestiva menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.57 Nivel del juego VS0021

Atributo	Valor
Identificador	VS0021
Nombre General	Juego respiratorio
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema respiratorio
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Rayo de exploración respiratoria menor
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.58 Nivel del juego VS0022

Atributo	Valor
Identificador	VS0022
Nombre General	Diagnosticar Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la enfermedad (sobrepeso). Si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnostico, se considera error. Si el grupo diagnostica correctamente el sobrepeso, se muestra al personaje Sobrepeso; si no, la enfermedad continúa escondida y les recuerda a los jugadores que han fallado.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.59 Nivel del juego VS0023

Atributo	Valor
Identificador	VS0023
Nombre General	Tratar Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado a Odín. Si los jugadores aciertan con el tratamiento, la enfermedad comenzará a asustarse y debilitarse, hasta desaparecer; si no, la enfermedad continuará recordando a los jugadores que han fallado.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.60 Nivel del juego VS0024

Atributo	Valor
Identificador	VS0024
Nombre General	Juego tratamiento Odín
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán derrotar a Sobrepeso, lanzándole comida saludable. Si le lanzan grasas y comidas perjudiciales para la salud serán penalizados. Cuando le lanzan comida saludable, el personaje del sobrepeso se hace más débil; si le lanzan otra comida, se hará cada vez más fuerte.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Pistola lanzadora de comida y rayo miniaturizador
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.61 Nivel del juego VS0025

Atributo	Valor
Identificador	VS0025
Nombre General	Juego circulatorio II
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema circulatorio
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal

Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.62 Nivel del juego VS0026

Atributo	Valor
Identificador	VS0026
Nombre General	Juego excretor II
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema excretor
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.63 Nivel del juego VS0027

Atributo	Valor
Identificador	VS007
Nombre General	Juego digestivo II
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema digestivo
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.64 Nivel del juego VS0028

Atributo	Valor
Identificador	VS0028
Nombre General	Juego respiratorio
Descripción	Mini juego en el que se describen algunas partes del sistema respiratorio
Categoría	Puzle
Jugadores	1
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal

Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.65 Nivel del juego VS0029

Atributo	Valor
Identificador	VS0029
Nombre General	Diagnosticar Inanna
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la enfermedad. Se considera fallo si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.66 Nivel del juego VS0030

Atributo	Valor
Identificador	VS0030
Nombre General	Tratar Inanna
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado a Inanna.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.67 Nivel del juego VS0031

Atributo	Valor
Identificador	VS0031
Nombre General	Juego tratamiento Inanna
Descripción	--
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características	

deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.68 Nivel del juego VS0032

Atributo	Valor
Identificador	VS0032
Nombre General	Asociación circulatorio
Descripción	Mini juego en el que se asocian las funciones y partes del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.69 Nivel del juego VS0033

Atributo	Valor
Identificador	VS0033
Nombre General	Asociación excretor
Descripción	Mini juego en el que se asocian las funciones y partes del sistema excretor.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.70 Nivel del juego VS0034

Atributo	Valor
Identificador	VS0034
Nombre General	Asociación digestivo
Descripción	Mini juego en el que se asocian las funciones y partes del sistema digestivo.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características	

deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.71 Nivel del juego VS0035

Atributo	Valor
Identificador	VS0035
Nombre General	Asociación respiratorio
Descripción	Mini juego en el que se asocian las funciones y partes del sistema respiratorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.72 Nivel del juego VS0036

Atributo	Valor
Identificador	VS0036
Nombre General	Diagnosticar Sutoku
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la enfermedad. Se considera fallo si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.73 Nivel del juego VS0037

Atributo	Valor
Identificador	VS0037
Nombre General	Tratar Sutoku
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado al paciente.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null

Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.74 Nivel del juego VS0038

Atributo	Valor
Identificador	VS0038
Nombre General	Juego tratamiento Sutoku
Descripción	--
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.75 Nivel del juego VS0039

Atributo	Valor
Identificador	VS0039
Nombre General	Estructura circulatorio
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.76 Nivel del juego VS0040

Atributo	Valor
Identificador	VS0040
Nombre General	Estructura excretor
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema excretor.
Categoría	Puzle
Jugadores	4

Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.77 Nivel del juego VS0041

Atributo	Valor
Identificador	VS0041
Nombre General	Estructura digestivo
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema digestivo.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.78 Nivel del juego VS0042

Atributo	Valor
Identificador	VS0042
Nombre General	Estructura respiratorio
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema respiratorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Baja
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.79 Nivel del juego VS0043

Atributo	Valor
Identificador	VS0043
Nombre General	Diagnosticar Cerberos
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la

	enfermedad. Se considera fallo si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.80 Nivel del juego VS0044

Atributo	Valor
Identificador	VS0044
Nombre General	Tratar Cerberos
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado al paciente.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.81 Nivel del juego VS0045

Atributo	Valor
Identificador	VS0045
Nombre General	Juego tratamiento Cerberos
Descripción	--
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.82 Nivel del juego VS0046

Atributo	Valor
Identificador	VS0046

Nombre General	Estructura respiratorio II
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.83 Nivel del juego VS0047

Atributo	Valor
Identificador	VS0047
Nombre General	Estructura excretor II
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema excretor.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.84 Nivel del juego VS0048

Atributo	Valor
Identificador	VS0048
Nombre General	Estructura digestivo II
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema digestivo.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.85 Nivel del juego VS0049

Atributo	Valor
Identificador	VS0049
Nombre General	Estructura circulatorio II
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.86 Nivel del juego VS0050

Atributo	Valor
Identificador	VS0050
Nombre General	Diagnosticar Izanami
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la enfermedad. Se considera fallo si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.87 Nivel del juego VS0051

Atributo	Valor
Identificador	VS0051
Nombre General	Tratar Izanami
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado al paciente.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente

Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.88 Nivel del juego VS0052

Atributo	Valor
Identificador	VS0052
Nombre General	Juego tratamiento Izanami
Descripción	--
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.89 Nivel del juego VS0053

Atributo	Valor
Identificador	VS0053
Nombre General	Estructura circulatorio III
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema circulatorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Alta
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.90 Nivel del juego VS0054

Atributo	Valor
Identificador	VS0054
Nombre General	Estructura excretor III
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema excretor.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Alta

Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.91 Nivel del juego VS0055

Atributo	Valor
Identificador	VS0055
Nombre General	Estructura digestivo III
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema digestivo.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Alta
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.92 Nivel del juego VS0056

Atributo	Valor
Identificador	VS0056
Nombre General	Estructura respiratorio III
Descripción	Mini juego en el que se identifican errores en la estructura del sistema respiratorio.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Alta
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.93 Nivel del juego VS0057

Atributo	Valor
Identificador	VS0057
Nombre General	Diagnosticar Niflheim
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán diagnosticar unánime y correctamente la enfermedad. Se considera fallo si no se diagnostica correctamente la enfermedad y/o no hay unanimidad en el diagnóstico.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null

Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.94 Nivel del juego VS0058

Atributo	Valor
Identificador	VS0058
Nombre General	Tratar Niflheim
Descripción	Los 4 integrantes del grupo deberán dar el tratamiento adecuado al paciente.
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Ninguno.
Modelo de Fases y Niveles	

Tabla I.95 Nivel del juego VS0059

Atributo	Valor
Identificador	VS0059
Nombre General	Juego tratamiento Niflheim
Descripción	--
Categoría	Puzle
Jugadores	4
Tipo	Null
Longitud	Media
Características deseables	
Dificultad	Normal
Control de usuario	Si
Dimensión cultural	Indiferente
Recursos	Sin definir
Modelo de Fases y Niveles	

I.4. Etapa 3: Relacionar los contenidos educativos y los lúdicos

Como se ha venido explicando en los capítulos anteriores, este modelo constituye la pieza clave del sistema propuesto, ya que permite relacionar la actuación de los jugadores durante el juego con los contenidos educativos adquiridos. En el caso del videojuego Nutri-Galaxy, esta

relación se especifica a continuación, por medio del Modelo General de Objetivos y Tareas correspondiente.

Tabla I.96 Modelo General de Objetivos y Tareas para el videojuego Nutri-Galaxy

Atributo	Descripción
Identificador	TG00001
Modelo Educativo	EM0001
Modelo de Objetivos Educativos	
Modelo de Tareas y Actividades Educativas	
Modelo de Videojuego	GM0001
Implementa	(VS0001, [ET0001, ET0002, ET0003, ET0004, ET0005, ET0006]), (VS0002, [ET0007, ET0008, ET0009], VS0003, [ET0010, ET0011, ET0012]), (VS0004, [ET0013, ET0014, ET0015]), (VS0005, [ET0016, ET0017, ET0018]), (VS0018, [ET0007]), (VS0019, [ET0013]), (VS0020, [ET0010]), (VS0021, [ET0016]), (VS0022, [ET0005, ET0006]), (VS0023, [ET0003, ET0004]), (VS0024, [ET0003, ET0004]), (VS0025, [ET0007]), (VS0026, [ET0013]), (VS0027, [ET0010]), (VS0028, [TE0016]), (VS0029, [ET0005, ET0006]), (VS0030, [ET0003, ET0004]), (VS0031, [ET0003, ET0004]), (VS0032, [ET0009]), (VS0033, [ET0015]), (VS0034, [ET0012]), (VS0035, [TE0018]), (VS0036, [ET0005, ET0006]), (VS0037, [ET0003, ET0004]), (VS0038, [ET0003, ET0004]), (VS0039, [ET0008]), (VS0040, [ET0014]), (VS0041, [ET0011]), (VS0042, [TE0017]), (VS0043, [ET0005, ET0006]), (VS0044, [ET0003, ET0004]), (45 [ET0003, ET0004]), (VS0046, [ET0017]), (VS0047, [ET0014]), (VS0048, [ET0013]), (VS0049, [TE0008]), (VS0050, [ET0005, ET0006]), (VS0051, [ET0003, ET0004]), (VS0052, [ET0003, ET0004]), (VS0053, [ET0007, ET0008]), (VS0054, [ET0013, ET0014]), (VS0055, [ET0011, ET0012]), (VS0056, [TE0016, ET0017]), (VS0057, [ET0005, ET0006]), (VS0058, [ET0003, ET0004]), (VS0059, [ET0003, ET0004])

Aunque en este anexo se han mostrado los elementos de diseño previamente definidos en los capítulos anteriores, no se han mostrado otros documentos de diseño adicionales relacionados con el videojuego propiamente dicho. La especificación de estos documentos y la metodología utilizada queda fuera del ámbito de este trabajo, pero sí es necesario resaltar la necesidad de este trabajo adicional, que no se contempla en la especificación de la metodología propuesta.

ANEXO II

APLICACIÓN DE LA GUÍA DE ESTILO AL JUEGO LEONCIO Y SUS AMIGOS

De ustedes depende. O aprendemos a pelear como equipo o perderemos como individuos.

(Al Pacino)

II. Aplicación de la Guía de Estilo al Juego Leoncio y sus Amigos

En este anexo se muestra cómo, a partir de un juego educativo de carácter individual, podemos incluir un conjunto de actividades en grupo que permita a los jugadores entrenar, también, sus habilidades colaborativas. El juego de partida, *Leoncio en busca de las vocales perdidas*, tiene como objetivo educativo enseñar las vocales, por lo que los jugadores a los que está dirigido están en una etapa temprana del aprendizaje. Este hecho limita en gran medida las habilidades de colaboración que tienen dichos jugadores, lo cual, si bien podría considerarse un inconveniente, podemos asumirlo como un reto. Así, las actividades en grupo introducidas tienen como objetivo fomentar el trabajo con otros compañeros a la vez que revisan los conocimientos adquiridos de forma individual.

INDICE DEL CAPITULO

II.1. INTRODUCCIÓN	381
II.2. DISEÑO DEL JUEGO COLABORATIVO: LEONCIO Y SUS AMIGOS	381
II.2.1. Segmentación del juego.....	382
II.2.2. Puntuación y vida.....	382
II.2.3. Jugadores y conciencia de grupo	383
II.2.4. Retos a superar	384
II.2.5. Ayuda y refuerzos.....	386
II.2.6. Más sobre la supervisión del profesor	386
II.2.7. Consideraciones finales.....	388
II.3. CONCLUSIONES	389

II.1. Introducción

En el apartado 7.3 de esta tesis se presentaron un conjunto de recomendaciones para el diseño de actividades colaborativas en videojuegos educativos. Esta guía de estilo, que está basada en las propuestas de Johnson & Johnson (1994), reúne un conjunto de recomendaciones para la inclusión de actividades en grupo de forma divertida y eficaz, tanto desde el punto de vista del juego como educativo.

En este anexo se muestra cómo se ha aplicado esta guía de estilo al juego *Leoncio en busca de las vocales perdidas* (González, 2007). El objetivo principal de este juego es que el niño aprenda las vocales por medio del procedimiento de igualación a la muestra, enfatizando el paralelismo existente entre vocalización, texto y grafía. El desarrollo del aprendizaje de las vocales se realiza de manera incremental, utilizando para ello un sistema de niveles que se agrupan en fases. Estas distintas fases se ven reflejadas en un mapa donde el niño puede consultar y ver sus avances a lo largo del juego. El niño avanzará de fase cuando sea capaz de superar una serie de niveles que así lo prueben, o sea, el jugador será capaz de discriminar entre las distintas vocales y seleccionar la correcta en cada nivel. Siempre que el alumno responda correctamente, se mostrará una realimentación positiva para que el niño sepa que la acción realizada ha sido correcta, remarcando el pictograma y el audio. Cuando exista un error, sólo se resaltarán las respuestas que son correctas, y se animará a que vuelva a intentarlo.

Pero no debemos olvidar que todo esto es un juego, por lo que el niño debe verse inmerso en él. Por este motivo, es importante dotar al juego de un guión de aventuras y puzzles, donde nuestro protagonista, Leoncio, viaja a la isla de las vocales y comprueba que sus amigos (los pictogramas) han sido secuestrados por los antagonistas (ayudan a motivar al niño). Para salvarlos, deberá viajar por la isla liberándolos. Leoncio vencerá a los malvados si supera las pruebas y no fracasa en el intento. Cada vez que lo consiga, como premio verá una animación con el pictograma y la letra asociada, así como el fonema pertinente. Para evitar que el niño esté ciclando en un mismo nivel debido a su falta de acierto, se ha propuesto un sistema de estrellas. Por cada acierto, Leoncio gana estrellas que le dan vitalidad; si se queda sin estrellas, el juego termina. El juego se puede reanudar en la fase que ha provocado la pérdida total de las estrellas, gracias al mapa que muestra sus avances dentro del juego. De esta manera, el mapa actúa como elemento motivador para el niño y de elemento controlador de su proceso de aprendizaje.

A partir del juego *Leoncio en busca de las vocales perdidas*, y aplicando la guía de estilo propuesta, nuestra intención es rediseñar este juego individual para obtener un juego educativo con actividades colaborativas que permita a los alumnos aprender las vocales.

II.2. Diseño del juego colaborativo: Leoncio y sus amigos

El juego *Leoncio y sus amigos* está diseñado para niños entre 3 y 4 años. Si bien es cierto que en estas edades las habilidades colaborativas de los niños no están completamente desarrolladas, hemos escogido este juego para comprobar que la guía de estilo propuesta es suficientemente flexible para poder utilizarse en distintas situaciones.

En este juego, Leoncio es, de nuevo, el personaje principal. Por tanto, los alumnos se identificarán con él durante el proceso de juego/aprendizaje. En este juego, los amigos de Leoncio han sido secuestrados por el malvado *Perfekte* y Leoncio tiene que viajar por las islas del reino de este malvado personaje para poder rescatarlos. El nombre de cada uno de los amigos de Leoncio comienza por una de las vocales, de tal forma que la vocal que aprenden en cada caso será la vocal por la que comienza el nombre del amigo al que van a rescatar. El equipo de Leoncio está formado por 5 jugadores, uno por cada una de las vocales, que se distinguen entre sí por el color de sus camisetas. Así, el objetivo del juego consiste en rescatar a los amigos de Leoncio y conseguir la poción que unirá a los 5 jugadores en un solo Leoncio.

II.2.1. Segmentación del juego

La organización del juego comienza con el concepto de *mundo*, donde se desarrollan todos los retos. En el mundo del juego *Leoncio y sus amigos* se practica una unidad didáctica y cada fase del juego se corresponde con un contenido general, el cual está compuesto por una serie de niveles o contenidos específicos. En cada nivel se propone un conjunto de actividades, que corresponden con las actividades que se realizarían en un método de enseñanza tradicional. Por ejemplo, si la unidad didáctica a enseñar fuera *Aprender las vocales*, los conceptos generales o fases serían las vocales, los contenidos específicos o niveles serían la grafía, sonido... de cada vocal y para cada uno de estos aspectos se incluirían actividades concretas que permitieran su práctica (Tabla II.1).

Tabla II.1 Correspondencia entre aspectos educativos y de juego

Aspecto del juego	Aspecto educativo	Ejemplo
Mundo	Enseñar unidad didáctica	Las vocales
Fase	Contenido general	A, a
Nivel	Contenido específico	Grafía
Actividad	Actividad	Reconocer A, a

Por otra parte, el mundo del juego está compuesto por 5 islas, que corresponden con las etapas, es decir, cada una de las vocales. Al principio del juego, a cada uno de los 5 jugadores se le asigna una vocal, que será la que aprenda en esa partida. En cada una de las islas, los jugadores practicarán un aspecto diferente de las vocales, por lo que será necesario jugar cinco veces para que los jugadores del grupo completen el aprendizaje de las vocales. La dificultad de las actividades de cada fase se controla con los niveles.

II.2.2. Puntuación y vida

Durante el juego, cada jugador tiene una vida y puntuación individuales, pero también una vida y puntuación para todos los miembros del grupo, que serán la vida y puntuación de grupo. Debido a la edad de los jugadores a los que va destinado el juego, hemos considerado apropiado incluir la vida y puntuación individual de forma visible por las siguientes razones:

- Puesto que los jugadores tienen 3-4 años, pensamos que puede resultarles difícil comprender que la vida en el juego disminuya si ellos están realizando las actividades correctamente.
- De la misma forma, los jugadores podrían confundirse si pueden ver la puntuación común de los jugadores. Si un jugador ve, por ejemplo, que la puntuación aumenta incluso aunque él no esté haciendo nada, o esté resolviendo la actividad erróneamente, esto podría causar una pérdida de exigibilidad personal, ya que el alumno creería que no es necesario

que juegue para que su puntuación crezca. Para evitar esta situación, cada alumno ve sólo su propia puntuación, pero existe una puntuación interna del grupo que aumenta con las actividades que los jugadores realizan conjuntamente. De esta manera, podemos animar a los jugadores a que realicen las actividades en grupo lo mejor posible. Esta puntuación de grupo podrán usarla posteriormente para comprar vidas para un compañero que tiene dificultades o para conseguir herramientas que necesiten en las actividades propuestas.

Por tanto, la puntuación individual se modificará con la actuación de los jugadores (exigibilidad personal) y la puntuación de grupo se modificará con las actividades conjuntas (interdependencia positiva). Si un jugador pierde todas sus vidas, su grupo puede decidir *comprar* vida para ese compañero. Otra posibilidad es que alguno de los compañeros preste o regale parte de su vida a este compañero. El juego finaliza cuando la vida del grupo se ha agotado.

II.2.3. Jugadores y conciencia de grupo

Cada jugador del grupo tiene su propio dispositivo de juego y durante la partida tiene que superar distintos retos, tanto individuales como de grupo.

Cada jugador necesita saber qué puntuación y vida tiene y qué camino le queda por recorrer. Para permitir al jugador conocer esta información, el juego muestra en pantalla la siguiente información (Figura II.1):

- Arriba a la izquierda, representado con corazones, la vida que le queda al jugador.
- Arriba a la derecha, la puntuación.
- En el centro, se muestra la herramienta que el jugador conseguirá cuando finalice el nivel y en qué punto del nivel se encuentra.

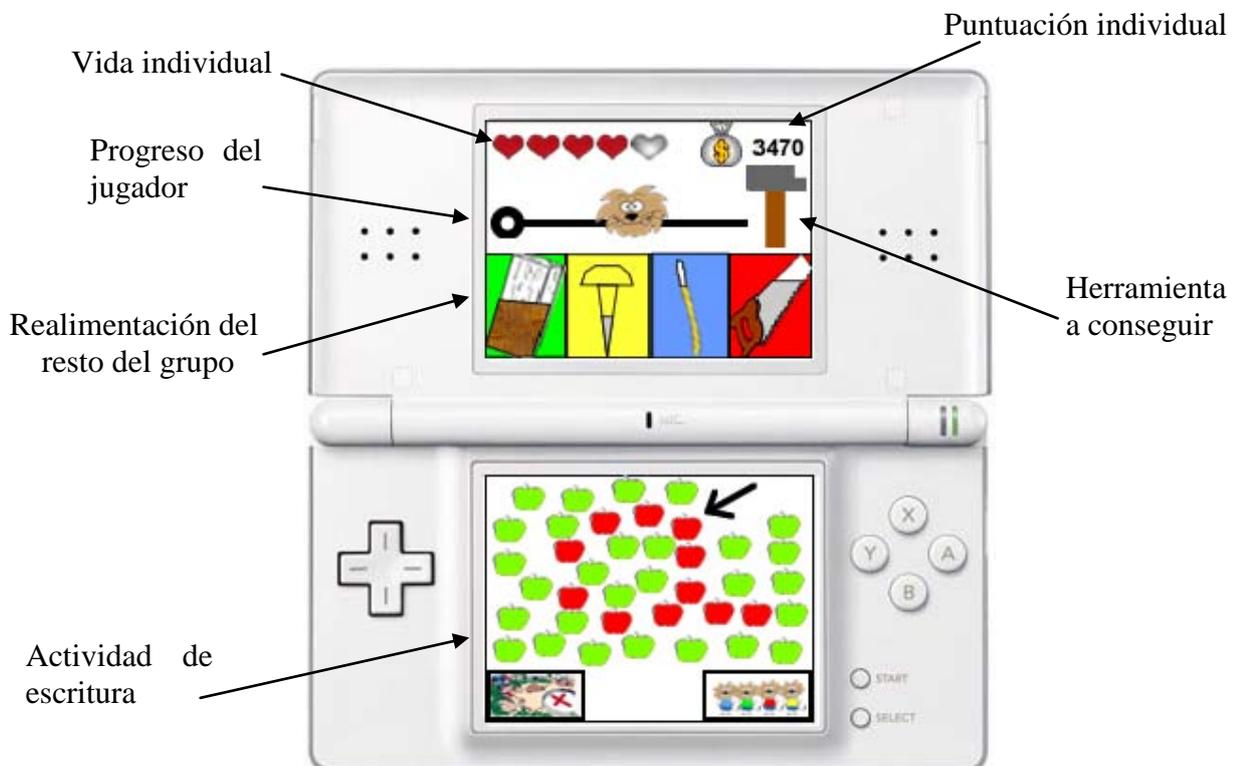


Figura II.1 Actividad *Escribir vocal A*. Pantalla inferior de realimentación

Cada miembro del grupo aporta una herramienta individual, pero todas las herramientas de los jugadores son necesarias para conseguir los retos comunes, por lo que los jugadores deberán compartirlas con el resto de los compañeros en los retos grupales.

Para mantener la conciencia de grupo, el juego muestra la situación y avance de todos los miembros del grupo. Para hacerlo, la herramienta que cada uno de los jugadores está consiguiendo se colorea gradualmente de acuerdo al avance del jugador en el nivel. El fondo de la herramienta hace referencia al color de la camiseta que viste el personaje asociado al compañero.

II.2.4. Retos a superar

No debemos olvidar que superar retos en el juego supone aprender objetivos educativos. De acuerdo con esto, al final de cada fase del juego, el grupo debe enfrentarse de forma conjunta a uno de los amigos de Perfecte y, para conseguir vencerlo, tienen que demostrar lo que han aprendido a lo largo de la fase: cada jugador deberá escribir la vocal asignada en la posición correcta, de acuerdo a un orden aleatorio que se les muestra en pantalla (Figura II.2).

Desde el punto de vista de juego, lo que los jugadores deben hacer es utilizar la herramienta que han ganado para construir algo para el grupo. Considerando esta actividad desde el punto de vista colaborativo, vemos que estamos ante una actividad donde cada miembro del grupo construye o resuelve una parte de la prueba presentada a nivel de grupo.

El objetivo del reto común es introducir a los estudiantes en el desarrollo de interacciones dentro del grupo para fomentar el consenso acerca de cómo superar un reto común. Para alcanzar este consenso, los jugadores interactúan cara a cara, consiguiendo además que se desarrollen las habilidades interpersonales.

En nuestro juego, los miembros del grupo deben construir conjuntamente un medio de transporte para viajar a la siguiente isla. Para hacerlo, deben decidir el orden en el que deben utilizar las herramientas y utilizar cada uno la herramienta conseguida en el momento oportuno. Cuando se completa esta actividad, la fase ha concluido y los jugadores pueden viajar a la siguiente isla (Figura II.3).

Cuando un grupo de jugadores completa un reto final de fase, los jugadores también han alcanzado los objetivos educativos, ya que éstos están ocultos en los retos del juego. Debido al contenido educativo de este juego, es necesaria una evaluación individual para comprobar que cada miembro del grupo ha alcanzado los objetivos educativos esperados. La filosofía colaborativa, sin embargo, toma protagonismo en el reto grupal de fin de fase, donde todos los miembros del grupo deben escribir su vocal correctamente. De esta forma, el grupo avanza a la siguiente fase: trabajan colaborativamente con un objetivo común y con dependencias entre ellos.

Si un jugador no ha estado suficientemente involucrado, el grupo no podrá superar la fase. En esta situación, podemos añadir dificultades adicionales al reto final de fase. Por ejemplo, si se está usando el martillo y el jugador que lo está usando no ha alcanzado el nivel educativo adecuado en esta fase, el martillo puede romperse. En ese caso, los jugadores deberán conseguir un nuevo martillo para superar este reto y poder avanzar a la siguiente fase. Si es necesario, se pueden añadir distintas dificultades de este tipo para asegurar que todo el grupo ha alcanzado los objetivos satisfactoriamente y que las reglas grupales de avance de fase se han cumplido. Como se indica en la guía de estilo, si alguno de los miembros del grupo no alcanza el nivel educativo mínimo, no se puede construir el medio de transporte y, por tanto, no pueden continuar el juego.

El juego termina cuando el grupo completa la fase final y vence a Perfecte. En ese momento, los jugadores obtienen la poción que reúne los cinco Leonicos en uno sólo.

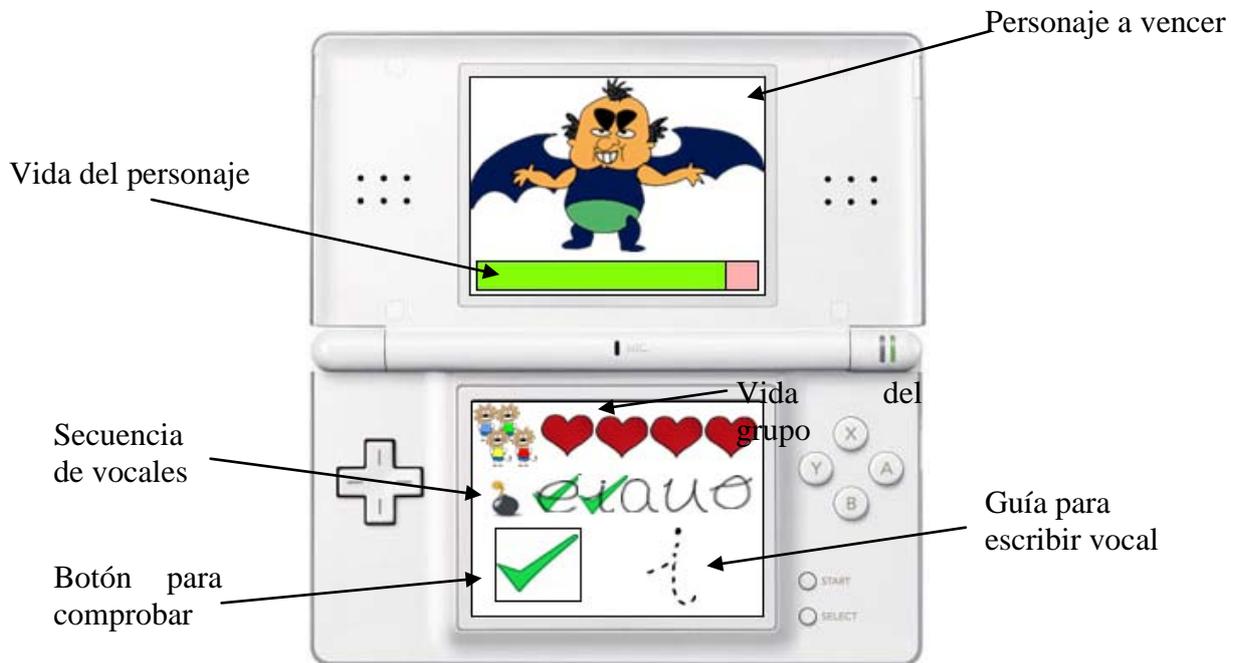


Figura II.2 Reto individual final de fase. Secuencia de vocales aleatoria

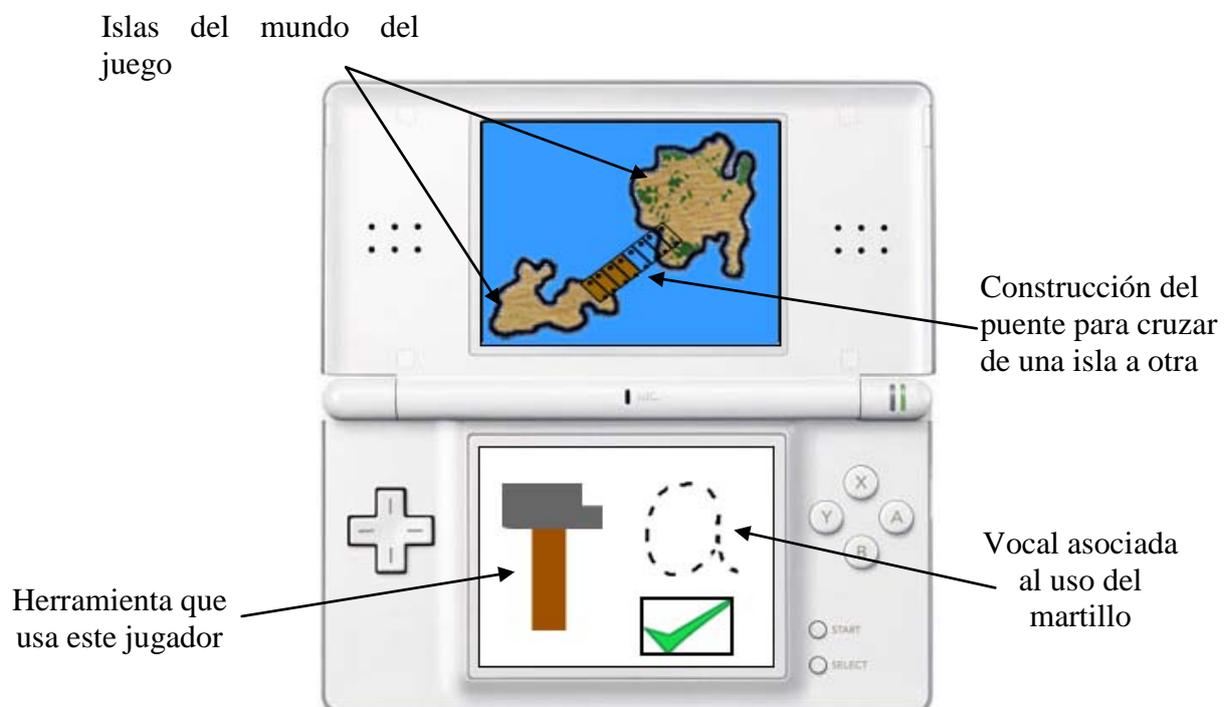


Figura II.3 Reto grupal final de fase: construir un puente

II.2.5. Ayuda y refuerzos

Se puede definir el rol de líder dentro del grupo, haciendo responsable, al jugador que lo desempeñe, de elegir quién debe resolver un reto. De esta forma, se fomentan las habilidades relacionadas con la planificación y la toma de decisiones. Sin embargo, debido a la corta edad de los jugadores, estas habilidades no están aún suficientemente desarrolladas, por lo que no aportaría ningún beneficio al proceso de aprendizaje, pudiendo llegar a confundir a los jugadores.

Sí podemos comenzar a introducir los conceptos de trabajo en grupo y mostrar a los compañeros como aliados. Para ello, proponemos que los profesores ayuden a los jugadores indirectamente, ya que ellos son los responsables de coordinar el juego y el proceso de aprendizaje. De esta manera, se establecen nuevas relaciones de colaboración entre el grupo y el profesor, que pueden ser más agradables para los alumnos que las relaciones que se establecen en entornos tradicionales de enseñanza: Durante este proceso, los alumnos son más receptivos a los consejos del adulto, ya que tienen un alto interés en ganar el juego.

II.2.6. Más sobre la supervisión del profesor

Como dijimos anteriormente, es necesario que el profesor realice una labor importante de supervisión debido a la corta edad de los jugadores. Esta supervisión debe verse en diferentes aspectos del juego, ya que, tal como exponemos a lo largo de este trabajo, nosotros pensamos que supervisar el proceso de juego es equivalente a supervisar el proceso de aprendizaje. Podemos ver cómo el profesor está ligado a los alumnos en la Figura II.4. Esta conexión entre profesor y alumnos está centrada en los grupos, ya que el aprendizaje se está realizando, al menos en parte, de forma colaborativa y uno de nuestros objetivos es familiarizar a los alumnos con estos conceptos y formas de trabajo. Por ello, el profesor puede seleccionar un grupo y acceder a su información (Figura II.5).



Figura II.4 Conexión entre el dispositivo del profesor y de los alumnos



Figura II.5 Asignación de tareas en el dispositivo del profesor

El profesor accederá a los juegos que se están jugando en cada momento, de tal forma que puede acceder a la información de cada uno de los grupos y comprobar su evolución: fase, nivel, puntuación y vida de cada grupo, así como de cada uno de los miembros del grupo. De esta forma, el profesor comprueba si un alumno tiene dificultades, si algún miembro del grupo necesita vidas extra...

El profesor tiene otra pantalla donde puede gestionar aspectos relacionados con el grupo, tales como la asignación de tareas o la compartición de vidas. Podemos ver cómo funciona en la Figura II.6. En este caso, el profesor, teniendo en cuenta la información recuperada, asigna la tarea a uno de los jugadores. Así, cada jugador realizará las tareas más adecuadas a su situación de aprendizaje, consiguiendo el mayor beneficio posible.



Figura II.6 Asignación de tareas en el dispositivo del profesor

El profesor puede realizar estas tareas de forma sencilla gracias a la facilidad de la pantalla táctil de la Nintendo DS. En la pantalla superior, el profesor puede ver el color de cada uno de los jugadores, la puntuación y la vida restante. Por tanto, sólo tendrá que arrastrar y soltar una tarea al avatar de Leoncio que represente el alumno adecuado.

También puede gestionar otras cuestiones relacionadas con el grupo, como puede ser el reparto de vidas (Figura II.7). De la misma forma que en el caso anterior, el profesor sólo tiene que arrastrar y soltar los corazones de un Leoncio a otro para realizar la asignación. Con esta acción se consigue que alumnos más aventajados compartan sus vidas con otros compañeros que pueden tener dificultades.

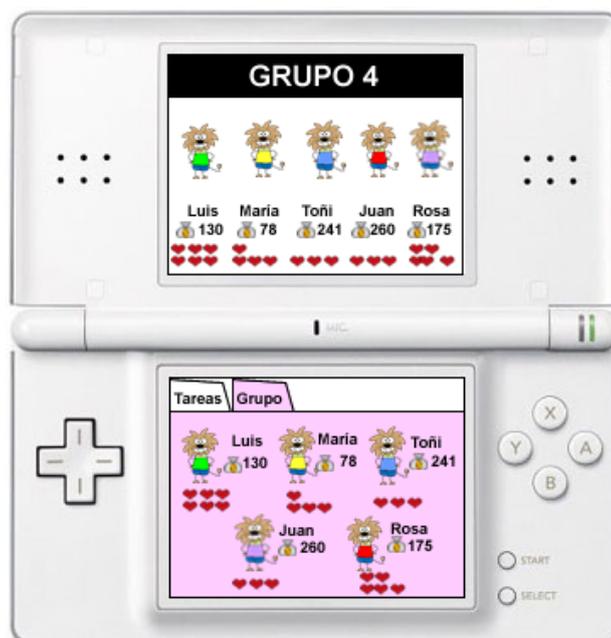


Figura II.7 Gestión del grupo en el dispositivo del profesor

Para concluir esta sección, resaltar que, en este tipo de juegos, en los que los jugadores son muy jóvenes, no debemos olvidar dos cosas importantes:

- La importancia de la supervisión del profesor.
- La importancia de la interacción cara a cara de los jugadores.

En este caso, suponemos que el juego está teniendo lugar en una clase. Por tanto, muchas de las decisiones y las comunicaciones dentro del grupo se realizarán de forma oral.

II.2.7. Consideraciones finales

Para finalizar, nos gustaría resaltar algunos aspectos importantes: 1) Posiblemente, la inclusión de gráficos sobre la aportación de cada miembro al trabajo grupal no resulte aconsejable en este ejemplo particular, ya que los jugadores tan jóvenes pueden ser más individualistas que compañeros, lo cual provocaría un comportamiento competitivo; 2) proporcionar realimentación o mostrar el reto en un dispositivo diferente del jugador que debe resolverlo podría hacer el juego difícil de comprender para estos jugadores, haciéndolo por ello menos atractivo para los niños.

Además, está claro que cada jugador debe completar su proceso de aprendizaje para cada una de las vocales y que los aspectos relacionados con su aprendizaje dejan poco espacio a la discusión. Por tanto, la colaboración tendrá lugar dentro de las actividades propiamente de

juego, animando a los jugadores a la participación, la motivación y la atención en un proceso de aprendizaje más atractivo. Estas actividades también ayudarán a los alumnos a aprender los contenidos educativos de una forma divertida y eficaz.

II.3. Conclusiones

La inclusión de actividades colaborativas en un juego educativo es compleja. Por ello, se ha propuesto una guía de estilo que permita realizar este tipo de diseños de forma más sencilla. Esta guía se puede aplicar en el desarrollo de distintos tipos de juegos, por lo que los diseñadores del juego en cuestión pueden elegir qué recomendaciones son más adecuadas en cada situación.

En este anexo, estas recomendaciones se han aplicado en el diseño del juego *Leoncio y sus amigos*, a partir del juego previamente realizado, denominado *Leoncio en busca de las vocales perdidas*.

ANEXO III

ENCUESTA: PROCESO DE DISEÑO DE APLICACIONES VGSCL. HERRAMIENTA PROTOTIPO

III. Encuesta: Proceso de Diseño de Aplicaciones VGSCL. Herramienta Prototipo

En este anexo se incluye la encuesta realizada al conjunto de profesores citados en el capítulo 9, referente al proceso de diseño de videojuegos educativos propuesto y la herramienta prototipo diseñada para facilitar dicho proceso. Dicha encuesta, tal como se indicó en el capítulo correspondiente, consta de cinco bloques: 1) contextualización y perfil del profesor encuestado; 2) juegos educativos y aprendizaje colaborativo; 3) la herramienta diseñada como apoyo al proceso de diseño; 4) la herramienta diseñada como apoyo a la gestión de alumnos; y 5) usabilidad de la herramienta propuesta.

PRIMERA PARTE: DATOS DEL ENCUESTADO			
Sexo	Hombre / Mujer	Edad	< 30 / 31-40 / 41-50 / 50-60 / >60
Etapa	Infantil / Primaria / Secundaria	Centro	Privado / Concertado / Público

Rellene la encuesta tomando en consideración que:

- 1 significa *Totalmente en desacuerdo*
- 2 significa *En desacuerdo*
- 3 significa *Ni de acuerdo ni en desacuerdo*
- 4 significa *De acuerdo*
- 5 significa *Totalmente de acuerdo*

SEGUNDA PARTE: JUEGOS EDUCATIVOS Y APRENDIZAJE COLABORATIVO					
<i>Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones</i>	1	2	3	4	5
1. Considero que el aprendizaje colaborativo aporta ventajas adicionales al proceso educativo					
2. Utilizo en aprendizaje colaborativo en mis clases					
3. Cuando utilizo técnicas de aprendizaje colaborativo los alumnos se muestran más satisfechos					
4. Cuando utilizo técnicas de aprendizaje colaborativo los resultados de los alumnos son mejores					
5. Pienso que el uso de nuevas tecnologías en la educación es positivo					
6. Mando tareas a mis alumnos en las que tienen que usar algún recurso relacionado con las nuevas tecnologías (internet, procesador de textos...)					
7. Los estudiantes obtienen mejores resultados cuando realizan actividades usando recursos tecnológicos					
8. Considero que el uso de videojuegos es beneficioso para el desarrollo de mis alumnos					
9. Creo que mis alumnos pueden mejorar sus conocimientos por medio de videojuegos educativos					
10. Conozco algunos videojuegos educativos que existen en el mercado					
11. Utilizo en mis clases los videojuegos educativos que existen					
12. Me gustaría que existiesen videojuegos educativos específicos para mi materia					

TERCERA PARTE: LA HERRAMIENTA - DISEÑO DE VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS					
<i>Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones</i>	1	2	3	4	5
13. Pienso que disponer de una herramienta que permita diseñar videojuegos educativos específicos para mi asignatura puede ser útil para mejorar el proceso educativo de mis alumnos					
14. Pienso que la herramienta presentada puede facilitar mi labor					

docente					
<i>Valore de 1 a 5 la utilidad de cada elemento o función de la herramienta</i>					
15. Catálogo educativo (áreas de conocimiento)					
16. Representación de objetivos educativos en el área de conocimiento					
17. Representación de tareas educativas en el área de conocimiento					
18. Representación de la relación entre objetivos del área de conocimiento					
19. Representación de la relación entre objetivos y tareas del área de conocimiento					
20. Creación compartida de cada área de conocimiento entre todos los profesores interesados en la misma					
21. Posibilidad de crear un modelo educativo a partir de un área de conocimiento existente					
22. Creación de un modelo educativo, con objetivos y tareas organizadas de forma concreta según mis estrategias de enseñanza					
23. Posibilidad de crear un modelo educativo a partir de uno ya existente					
24. Posibilidad de establecer distintos conjuntos de tareas para lograr un mismo objetivo					
25. Posibilidad de indicar prerequisites de orden entre las tareas necesarias para realizar un objetivo					
26. Disponer de tareas en el videojuego que enseñen las tareas educativas					
27. Seleccionar las tareas del videojuego que contribuyen a cada tarea educativa					
<i>Valore de 1 a 5 la forma en que la herramienta permite gestionar cada uno de los siguientes elementos o funciones:</i>					
28. Catálogo educativo (áreas de conocimiento)					
29. Representación de objetivos educativos en el área de conocimiento					
30. Representación de tareas educativas en el área de conocimiento					
31. Representación de la relación entre objetivos del área de conocimiento					
32. Representación de la relación entre objetivos y tareas del área de conocimiento					
33. Creación compartida de cada área de conocimiento entre todos los profesores interesados en la misma					
34. Posibilidad de crear un modelo educativo a partir de un área de conocimiento existente					
35. Creación de un modelo educativo, con objetivos y tareas organizadas de forma concreta según mis estrategias de enseñanza					
36. Posibilidad de crear un modelo educativo a partir de uno ya					

existente					
37. Posibilidad de establecer distintos conjuntos de tareas para lograr un mismo objetivo					
38. Posibilidad de indicar prerrequisitos de orden entre las tareas necesarias para realizar un objetivo					
39. Disponer de tareas en el videojuego que enseñen las tareas educativas					
40. Seleccionar las tareas del videojuego que contribuyen a cada tarea educativa					
41. Es necesario incluir otros conceptos educativos que no están recogidos en la parte de diseño de la herramienta					
42. Es necesario incluir otros conceptos del juego que no están recogidos en la parte de diseño de la herramienta					

CUARTA PARTE: LA HERRAMIENTA - GESTIÓN DE ALUMNOS Y RESULTADOS

<i>Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones</i>	1	2	3	4	5
43. Pienso que disponer de una herramienta que permita crear grupos de alumnos y asignarles objetivos concretos que trabajen por medio de los retos del videojuego permitirá que estos alumnos alcancen los objetivos educativos implícitos en dichos retos					
44. La información facilitada sobre el juego me parece útil					
<i>Valores de 1 a 5 la utilidad de cada elemento o función de la herramienta:</i>					
45. Registrar estudiantes en la herramienta					
46. Almacenar información significativa (objetivos y tareas superados, actividad en grupo, etc.) en el perfil de cada estudiante					
47. Crear grupos de estudiantes a partir de los alumnos que están registrados en la herramienta					
48. Posibilidad de modificar los grupos existentes					
49. Asignar objetivos educativos individuales a un estudiante concreto					
50. Asignar objetivos educativos grupales a un grupo concreto					
51. Asignar tareas educativas individuales a un estudiante concreto					
52. Asignar tareas educativas grupales a un grupo concreto					
53. Posibilidad de visualizar el porcentaje de superación de los objetivos realizados por cada estudiante o grupo					
54. Posibilidad de visualizar el porcentaje de superación de las tareas realizadas por cada estudiante o grupo					
55. Posibilidad de visualizar la calificación parcial de los objetivos realizados por cada estudiante o grupo					
56. Posibilidad de visualizar la calificación parcial de las tareas realizadas por cada estudiante o grupo					
57. Analizar las relaciones de comunicación creadas en el grupo durante una tarea colaborativa					
58. Analizar los mensajes de coordinación intercambiados en el grupo durante una tarea colaborativa					

59. Estudiar los mensajes de colaboración que se han producido en el grupo para una tarea colaborativa					
<i>Valore de 1 a 5 el modo en que la herramienta permite gestionar los siguientes elementos o funciones:</i>					
60. Registrar estudiantes en la herramienta					
61. Almacenar información significativa (objetivos y tareas superados, actividad en grupo, etc.) en el perfil de cada estudiante					
62. Crear grupos de estudiantes a partir de los alumnos que están registrados en la herramienta					
63. Posibilidad de modificar los grupos existentes					
64. Asignar objetivos educativos individuales a un estudiante concreto					
65. Asignar objetivos educativos grupales a un grupo concreto					
66. Asignar tareas educativas individuales a un estudiante concreto					
67. Asignar tareas educativas grupales a un grupo concreto					
68. Posibilidad de visualizar el porcentaje de superación de los objetivos realizados por cada estudiante o grupo					
69. Posibilidad de visualizar el porcentaje de superación de las tareas realizadas por cada estudiante o grupo					
70. Posibilidad de visualizar la calificación parcial de los objetivos realizados por cada estudiante o grupo					
71. Posibilidad de visualizar la calificación parcial de las tareas realizadas por cada estudiante o grupo					
72. Analizar las relaciones de comunicación creadas en el grupo durante una tarea colaborativa					
73. Analizar los mensajes de coordinación intercambiados en el grupo durante una tarea colaborativa					
74. Estudiar los mensajes de colaboración que se han producido en el grupo para una tarea colaborativa					
75. Es necesario incluir otros conceptos educativos que no están recogidos en la parte de gestión de alumnos y resultados de la herramienta					

QUINTA PARTE: USABILIDAD DE LA HERRAMIENTA					
<i>Indique su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones</i>	1	2	3	4	5
76. La interfaz me parece sencilla de utilizar					
77. La interfaz me parece cómoda de usar					
78. La interfaz es consistente (cosas similares se hacen de forma similar)					
79. La interfaz me parece atractiva					
80. Creo que podría utilizar la herramienta sin ayuda de mis compañeros, ya que es suficientemente intuitiva					
81. Creo que podría diseñar videojuegos educativos para mi materia utilizando esta herramienta					
82. Si tuviera esta herramienta en mi centro, la utilizaría como un recurso más en mis clases					

Anote a continuación otras consideraciones que no aparezcan en la encuesta y que considere que pueden mejorar la herramienta presentada. (...)

Muchas gracias por su colaboración

Laboratorio de Investigación en Videojuegos y E-learning. Grupo de Investigación
GEDES.

Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación.
Universidad de Granada.

ANEXO IV

DOCUMENTOS ADICIONALES: MENCIÓN DOCTOR EUROPEO

UNIVERSITY OF GRANADA
Software Engineering Department



DOCTORAL PhD

**METHODOLOGY FOR THE DESIGN OF EDUCATIONAL
VIDEO GAMES ON AN ARCHITECTURE FOR ANALYSING
COLLABORATIVE LEARNING**

PhD candidate: Natalia Padilla Zea

Advisors: Francisco L. Gutiérrez Vela and Nuria Medina Medina

2011

OBJECTIVES

The main objective of this work is to develop a framework to integrate effective use of educational video games supported by collaborative learning techniques in classrooms. To do this, we have considered the need to analyse the current problems of applying video games in classrooms and to facilitate their design and use to teachers.

Under these two premises, we consider to be necessary to define a complete and systematic design process that relies on a set of tools to facilitate the video games development and to allow their subsequent use in classrooms. This general objective can be broken down into the following sub-objectives:

- Reviewing the most relevant researches related to the use of video games in classrooms in order to find the main advantages and disadvantages arising from these experiments and to identify areas for potential improvement in both games and their use.
- Identifying the elements involved in the phases of the development process of educational video games and designing a formal representation to facilitate its definition from the semantic and technological viewpoints.
- Defining a comprehensive design process to facilitate the creation of educational video games from educational and technological viewpoint.
- Incorporating collaborative learning mechanisms in the educational process via video games. We believe that this teaching technique will provide many benefits to students and its integration in a video game can increase students' motivation due to they play in groups and some social aspects are included in the game as an additional value.
- Defining a design framework for educational video games that allows the teacher to build learning strategies adapted to different user profiles (individuals and groups) and to obtain reports to redefine these strategies when some problems are automatically detected.
- Validating the proposal in some schools. Although this is not a direct objective, we think that to validate the proposal allows us to improve and to adapt the system to real needs of teachers and students.

SUMMARY

In a society where the use of New Technologies has already reached all areas of life, is not strange that technological devices have entered the educational field, from kindergarten to higher education. However, in both the scientific community and in the educational field, a debate exists over the benefits of including technology in the classroom, especially at elementary levels. In this thesis, we focus on educational video games as a special case of technology in classroom, an issue that creates more debate due to the different problems that have been associated to these devices from different areas.

As we show here, this research has been extensively investigated from different perspectives, leading to some very promising conclusions. Thus, in the scientific literature it is demonstrated how experiences vary in both the study group and the educational level in which they are carried out. Accordingly, we examine several commercial video games used to develop different skills or foster different values via the actions of game characters as well as how specific games have been developed for certain subjects and how, since the development of *serious games*, they have been actively used to enhance the education of values in different schools. Moreover, we will see how these experiences have been carried out from elementary levels in schools through to university education.

However, although such experiments have obtained positive results in most of the opinion surveys carried out by teachers and students, they were not completely satisfied with either the learning results or the gaming experience. After a review of the literature, we conclude that this is because the games used in the experiments do not provide an appropriate balance between “fun”, the function of which is to motivate students and facilitate learning, and the educational aspect, which is responsible for providing the concepts that are being studied by using the game.

In consideration of this problem, we can ask what the specific reasons are as to why this deficiency occurs. This leads us once again to an analysis of the scientific literature in order to determine where the problem in the design process for these kinds of video games may lie. The results of this research have led us to conclude that the problem lies in the absence of a specific method. Existing design methodologies do not offer a systematic design process, but rather a set of general recommendations. Moreover, we consider the definition of a monitoring and analyzing system for the learning process to be an important issue. One of the advantages of technology is a decreased workload, and it would be therefore justifiable for teachers to demand a system which reports the quality of the learning process and the results obtained by students in the game they are using.

The last element that we incorporate into this work also relates to the society in which we live, in particular the style of group work that is being introduced in most companies. When considering the many advantages that collaborative learning contributes to the intellectual and personal development of students, we feel it is necessary to include activities that integrate such mechanisms in order to complement and enhance the educational process of students.

Our thesis is based on research developed in this context, where we have proved the need to develop educational video games that balance fun and learning and include collaborative learning activities. To address this, it is necessary to consider these three

aspects - play, education and collaboration - in an integrated way, develop them sufficiently and combine them effectively in order to solve the problems identified in our analysis of the state of the art. To designate these kind of systems we use the term VGSCL (Video Game - Supported Collaborative Learning).

An important issue lies in the analysis of the learning process, which allows teachers to obtain feedback on the progress of their students and act accordingly. Thus, a teacher can determine, for example, which students need some concepts to be reinforced. Moreover, since group activities are incorporated, and since it is known that this type of learning is positive on an educational level, it is also necessary to study how these activities are developed and how students act within a group. To perform this analysis, we propose a monitoring mechanism based on events that incorporate the context in which these events occur. In order to perform an analysis from the viewpoint of the group, we also propose a classification of events based on the 3 C's model (Ellis, 1991) which allows data to be analysed separately for each of the categories in the classification, or analysed all together, by gathering the information.

The monitoring and analysing process makes it necessary to maintain a large amount of information concerning different aspects, both educational and recreational. We therefore incorporate a mechanism to organize such information.

To this end, we have proposed a set of models which not only define the elements involved in the system and allow the internal representation of these elements to be defined, but also keep the information updated in an easy and efficient way. Moreover, due to the lack of a methodology to develop educational video games, we propose an integrated design approach that facilitates the definition of the different elements of the system and is intended to be used collaboratively by teachers and designers of digital games. In this way, teachers can define the educational content to be integrated into the game and game designers will design the challenges of the game to fulfil these specific educational requirements. This design method also allows game challenges that correspond to each aspect of the educational content to be made and therefore inform the teacher about a student's progress in the game and how particular game activities influence a student's learning process.

The inclusion of group activities significantly complicates game development, due to the different types of dependencies between players and activities. We therefore include a style guide in the design process, which proposes a set of recommendations to make the design of group tasks easier and thus more effective from the point of view of collaborative learning.

Finally, to support these features, we propose a modular architecture that allows all aspects involved in the VGSCL to be managed effectively. Thus, the architecture PLAGER-VG is composed of five sub-systems, each with a specific function. Specific functions of PLAGER-VG are: to manage the design process (Design Sub-system); to adapt the gameplay and therefore the educational process to the needs of students (Personalization Sub-system); to facilitate the creation and management of groups (Groups Sub-system); to manage the game according to the particular constraints of each student or group (Game Sub-system); and to incorporate a mechanism for monitoring and analysing the educational process (Monitoring Sub-system).

We believe that most of the problems identified in educational game design can be solved with this comprehensive proposal, and that the implementation of educational games in schools could therefore become a reality. In order to verify this, we performed some experiments that have yielded positive results.

Thus, as result of the research of this PhD work, we have achieved the following results:

- The main inconveniences that both teachers and students find when using video games in education have been identified. These inconveniences are usually related to the poor playability of educational video games, which highlights the learning process and forget the fantastic story on which video games must rely. In addition, teachers find difficulties to use educational video games because of the poor assistance to choose an adequate game, to configure it and to obtain information about the learning process.
- We have studied different video game educational uses and classified them according the characteristics of the games that teachers have used. As result of this study, we have proposed a set of features that educational video games must have in order to maintain playability and, thus, to maintain motivation of students/players and to facilitate teachers configuration and monitoring the game experiences.
- Collaborative learning is a well known theory with excellent educational results. Because of this, we have included collaborative activities in this proposal. Because of the inclusion of collaborative activities, the assessment of interaction while players are playing are highly important because high quality collaboration improve both individual and group learning achievements and, thus, students are better prepared to learn educational contents included in the game.
- In addition, to study relations arising in groups when students perform group activities, the mathematical theory of Social Network Analysis (SNA) has been applied. SNA has been chosen because it allows us to monitor in real time and automatically, and because it provides global indices to assess the group but allows distinguishing relevant members of the group too.
- Based on the experiences that we have found in the related scientific literature, we have identified some issues to be improved both in the design and use of educational video game. As result of this study, a new educational paradigm has been proposed: VGSCCL (which stands for Video Game – Supported Collaborative Learning). This paradigm incorporates the particular elements which differentiate the video games that we proposed from the traditional educational video games.
- The main elements of educational video games with collaborative activities have been identified and they have been formally defined both from an educational and technological viewpoint. To do it, we have proposed four sets of models which goal is to organise information and to facilitate the design of video games under the VGSCCL paradigm. Thus, we have proposed the following models: the first set of models to represent educational contents; the second one, to describe recreational elements; the third one, to stablish relationships between educational contents and recreational contents; and the last one, to organize information about players, both from the individual and group standpoint.
- A mechanism to relate educational and recreational elements has been defined: the General Goals and Task Model (third model in the previous item), which is the key element to maintain a good balance between gaming and learning. By means of this element, we can approximately calculate the learning achieved by

students by means of the educational video game designed on the base of VGSCCL.

- We have proposed a set of recommendations to facilitate including collaborative activities into the educational video game to game designers. In this way, skills related to collaborative work are included as part of the educational contents.
- We have defined an incremental design process where students and developers are involved. This design process allows teachers and developers to define the educational and recreational elements and to communicate between them while the game is being designed.
- A prototype implementing the design process has been proposed. This prototype has been evaluated in a set of schools by teachers of different grades. Results obtained regarding satisfaction of teachers are really promising and they explained that this prototype would be used if it were available in their schools.
- We have designed an architecture to support the design and execution of educational video games with collaborative activities. This architecture is called PLAGER-VG (PLATform for managinG Educational multiplayer Video Games). PLAGER-VG supports the proposed design process according to the set of models previously mentioned.
- PLAGER-VG also enables learning personalization to individual students and for groups, and allows teachers to obtain reports about this learning process, monitored automatically by the system while students are playing.
- The video game Nutri-Galaxy has been partially implemented. This educational video game is intended to teach the nutrition function to sixth grade students by means of a fantastic story where players become in a set of prestigious doctors who have to eradicate the poor nutrition and eating habits in their galaxy.
- Although more experimentation is needed, good results have been obtained when evaluating educational results in learning nutrition function by using Nutri-Galaxy.

In order to share the advances from this research, several of these results have been disseminated in different national and international conferences and journals. In this sense, it is remarkable the participation in both educational and computer-scientific events. Moreover, a set of conferences focused on educational computer have been selected to publish results. In this last set of events, we can highlight the European Conference on Game-Based Learning (ECGBL), where results of this research have been published from 2008. Similarly, some results have been published in the IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), where researchers from educational and informatics fields share their interesting issues to combine them into new proposals. Finally, the publication of the proposed set of guidelines to design educational video games with collaborative activities is worth mentioning, because of the impact factor (JCR) of the Journal of Advances in software Engineering.