

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN**



**TESIS DOCTORAL**

**Una visión empresarial del desarrollo de serious games:  
propuesta de un marco de trabajo**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR**

**PRESENTADA POR**

**Irene Camps Ortueta**

**Directores**

**Luis Deltell Escolar  
María Francisca Blasco López**

**Madrid**

**© Irene Camps Ortueta, 2023**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN



**TESIS DOCTORAL**

**Una visión empresarial del desarrollo de *serious games*.  
Propuesta de un marco de trabajo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Irene Camps Ortueta**

Directores

**Luis Deltell Escolar**

**María Francisca Blasco López**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INFORMACIÓN  
Comunicación Audiovisual, Publicidad y Relaciones Públicas



**TESIS DOCTORAL**

**Una visión empresarial del desarrollo de *serious games*.  
Propuesta de un marco de trabajo**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR

**Irene Camps Ortuela**

Directores

**Luis Deltell Escolar**

**María Francisca Blasco López**





## **Agradecimientos**

Para entender las especiales circunstancias que han posibilitado este doctorado es importante comprender que, sin la implicación de PadaOne Games, la empresa que lo acoge habría sido imposible. En esta compañía no solo he podido desarrollar dos de mis pasiones profesionales (el desarrollo de videojuegos y la investigación), sino que también he encontrado una familia de amigos y colegas con los que trabajar. La estrecha relación que PadaOne Games mantiene con la Universidad Complutense de Madrid (UCM) —nace como empresa emergente de esta universidad— ha facilitado la interacción entre la compañía y el doctorado, lo que ha favorecido que apoyara al máximo los requerimientos de tiempo y compromiso que un trabajo de este calibre supone para una estudiante a jornada completa.

Desde que empecé la educación superior, mi carrera ha estado ligada a la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid. En el último año de la licenciatura en Comunicación Audiovisual pude disfrutar de una beca de colaboración a la investigación que desarrollé en el departamento de Ciencias de la Comunicación Aplicada, antiguo departamento de Comunicación Audiovisual y Publicidad 1 (CAP1). El avance de esta primera investigación temprana, centrada ya en los videojuegos, despertó el deseo de profundizar en los entresijos de la investigación. Por ello cursé el máster oficial de la UCM en Metodología Aplicada para las Ciencias Sociales y de la Salud de la facultad de Psicología, que me preparó para desarrollar una investigación de carácter social.

El siguiente paso en mi desarrollo profesional me llevó a profundizar en los conocimientos sobre los videojuegos, esta vez con un máster de título propio de la UCM, el máster en Diseño y Desarrollo de Videojuegos de la Facultad de Informática. En este momento la posibilidad de realizar un doctorado se vio acompañada por la obtención de una beca de doctorado industrial.

Esta beca contempla una situación excepcional por la cual una empresa privada puede verse beneficiada del desempeño de una investigación académica. La sinergia entre la compañía y la universidad no siempre es fácil de alcanzar, ya que los objetivos de ambas no siempre se alinean. Gracias a la gran implicación académica de PadaOne Games, ha podido apoyar siempre los objetivos académicos que acompañaban a la beca, pero no por

ello se han dejado de lado las labores que tenían que realizarse a nivel empresarial. Por tanto, desde el puesto que he desempeñado, he realizado para PadaOne Games un amplio abanico de actividades profesionales que van desde labores de diseño de videojuegos hasta una colaboración en la selección de personal.

Pese a tratarse de una actividad puramente empresarial, la participación en la planificación y el desarrollo del Guerrilla Game Festival (GGF) ocupa un lugar notorio en este doctorado industrial. En los dos años que lleva en activo, este evento ha logrado situarse como uno de los acontecimientos para desarrolladores de videojuegos en Madrid. Además, con este festival pretendemos acercar el mundo empresarial al de la investigación académica. Para ello, este segundo año le hemos añadido la conferencia académica COSECIVI organizada por el SECIVI, la Sociedad Española para la Ciencia del Videojuego.

Para acabar el proemio con la parte más personal de esta tesis, debo agradecer a mi familia, mi marido, mis tutores y a todos los que me rodean la paciencia y el esfuerzo que han hecho para apoyarme en la elaboración de este proyecto que marca un antes y un después en mi vida. Este, que podría entenderse como el alumbramiento de mi primer trabajo científico de gran peso, viene acompañado por otro nacimiento, el de mi primer hijo. Por lo tanto, al igual que muchas otras cosas en la vida, estos dos grandes proyectos se han visto solapados durante un tiempo, y serán siempre percibidos como un doble alumbramiento.



# Índice

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>PALABRAS CLAVE.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>KEYWORDS.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
1.1. EL JUEGO COMO PARTE DEL APRENDIZAJE .....	19
1.2. SURGIMIENTO DE LOS VIDEOJUEGOS.....	23
1.3. EL NACIMIENTO DE LOS <i>SERIOUS GAMES</i> : VIDEOJUEGOS AL SERVICIO DE LA INVESTIGACIÓN .....	28
1.4. JUEGOS Y <i>SERIOUS GAMES</i> EN MUSEOS.....	41
1.4.1. <i>Contextualización de los juegos en museos: casos de estudio</i> .....	43
1.5. VIDEOJUEGOS EN ESPAÑA.....	51
1.6. DISEÑO DE VIDEOJUEGOS.....	53
1.6.1. <i>Metodologías de diseño</i> .....	53
1.6.2. <i>Metodologías de diseño de serious games</i> .....	61
1.7. PADAONE GAMES: EMPRESA RECEPTORA DE LA MENCIÓN INDUSTRIAL .....	63
<b>2. DISEÑO DE VIDEOJUEGOS .....</b>	<b>67</b>
2.1. MARCOS DE TRABAJO PARA EL DISEÑO.....	68
2.1.1. <i>El MDA</i> .....	71
2.1.2. <i>La taxonomía de Bartle</i> .....	73
2.1.3. <i>4Keys2Fun</i> .....	80
2.1.4. <i>Los motores del juego (The Engines of Play)</i> .....	87
2.1.5. <i>El modelo de participación del jugador (The Player Involvement Model)</i> .....	90
2.1.6. <i>La tétrada en capas (The Layered Tetrad)</i> .....	97
2.2. MARCOS DE TRABAJO PARA EL DISEÑO DE <i>SERIOUS GAMES</i> .....	107
2.2.1. <i>Barbosa, Pereira, Dias y Silva (2004)</i> .....	108
2.2.2. <i>Diseño basado en anotaciones gráficas</i> .....	110
2.2.3. <i>EMERGO</i> .....	114
2.2.4. <i>Marco de trabajo basado en RETAIN</i> .....	117
2.2.5. <i>ATMS</i> .....	122
2.2.6. <i>Czauderna y Guardiola (2019)</i> .....	127
2.2.7. <i>Aparicio y Silva (2019)</i> .....	128
<b>3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....</b>	<b>135</b>
3.1. OBJETIVOS DE DESARROLLO DE JUEGOS PARA PADAONE GAMES .....	137

3.1.1. Evaluación de <i>Enigma Galdiano</i> .....	137
3.1.2. Diseño y evaluación de <i>Enigma MNCN Paleo 1</i> .....	138
3.1.3. Diseño y evaluación de <i>Enigma MNCN Paleo 2</i> .....	139
3.1.4. Diseño y evaluación de <i>Enigma BIO</i> .....	140
3.2. HIPÓTESIS (DE CREACIÓN E INDUSTRIALES) DENTRO DEL MARCO DE TESIS DE DOCTORADO INDUSTRIAL EN CADA VIDEOJUEGO.....	141
3.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN DE LA TESIS DE DOCTORADO INDUSTRIAL .....	143
3.4. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN DE LA TESIS DE DOCTORADO INDUSTRIAL .....	144
<b>4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>147</b>
4.1. OBJETO FORMAL, MARCO INDUSTRIAL.....	148
4.1.1. Marco industrial: <i>PadaOne Games</i> .....	148
4.1.2. Juegos previos en <i>PadaOne Games</i> .....	148
4.1.3. <i>Serious games</i> en <i>PadaOne Games</i> .....	157
4.2. METODOLOGÍA .....	158
4.3. TAREAS Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	161
4.4. CONSECUCIÓN DE LOS OBJETIVOS. METODOLOGÍAS UTILIZADAS SEGÚN LOS CASOS.....	163
<b>5. DISEÑO Y DESARROLLO DE LOS <i>SERIOUS GAMES</i> PARA <i>PADAONE GAMES</i>.....</b>	<b>167</b>
5.1. MUSEO LÁZARO GALDIANO. <i>ENIGMA GALDIANO</i> .....	168
5.1.1. El diseño .....	168
5.1.2. El juego: <i>Enigma Galdiano</i> .....	169
5.1.3. La evaluación .....	181
5.2. MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES. EXPOSICIÓN DE PALEONTOLOGÍA <i>ENIGMA MNCN PALEO</i> .....	188
5.2.1. El diseño .....	188
5.2.2. El juego.....	190
5.2.3. La evaluación .....	205
5.2.4. Decisiones comerciales .....	214
5.2.5. “Capítulo 2”. El diseño.....	220
5.2.6. “Capítulo 2”. El juego .....	220
5.2.7 “Capítulo 2”. La evaluación.....	230
5.3. MUSEO NACIONAL DE CIENCIAS NATURALES. EXPOSICIÓN DE BIODIVERSIDAD <i>ENIGMA BIO</i> .....	238
5.3.1. El juego.....	238
5.3.2. Evaluación truncada: <i>COVID-19</i> .....	250
<b>6. DISCUSIÓN: FORMULACIÓN DE UN NUEVO MARCO DE TRABAJO PARA DISEÑO DE <i>SERIOUS GAMES</i> PARA MUSEOS .....</b>	<b>256</b>
6.1. “EL BRÓCOLI CON COBERTURA DE CHOCOLATE” Y OTRAS METODOLOGÍAS EN LAS QUE SE BASA NUESTRO MARCO DE TRABAJO .....	257
6.2. MARCO DE TRABAJO PROPIO: “CHOCOLATE CON PEPITAS DE BRÓCOLI” .....	263

6.3. ESPECIFICIDADES DEL ESTE MARCO DE TRABAJO.....	266
6.4. OBTENCIÓN DEL MARCO DE TRABAJO.....	267
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>272</b>
7.1. CONCLUSIONES A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS EN LOS JUEGOS.....	273
7.1.1. <i>Enigma Galdiano</i> .....	273
7.1.2. <i>Enigma Paleo 1</i> .....	274
7.1.3. <i>Enigma Paleo 2</i> .....	274
7.1.4. <i>Enigma BIO</i> .....	275
7.2. CONCLUSIONES A LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS PARA LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO DE UN MARCO TEÓRICO DE TRABAJO .....	277
7.3. LIMITACIONES Y FUTUROS DESARROLLOS .....	278
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>280</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>294</b>
9.1. DOCUMENTOS DE DISEÑO .....	294
9.2. DOCUMENTO TÉCNICO DE DESARROLLO .....	316
9.3. CONGRESOS .....	330
9.4. ARTÍCULOS PUBLICADOS .....	351

## Índice de figuras

Figura 01. Taxonomía de Bartle.....	58
Figura 02. La secuencia principal.....	75
Figura 03. Taxonomía de Bartle (ampliación) .....	76
Figura 04. Camino de desarrollo de los jugadores. ....	79
Figura 05. Las cuatro claves de la diversión .....	81
Figura 06. Los cuatro criterios entrelazados de las cuatro claves de la diversión.....	83
Figura 07. Ejemplo de las regiones en un mapa de gustos.....	88
Figura 08. Modelo de inmersión del jugador .....	96
Figura 09. La capa inscrita .....	99
Figura 10. La capa dinámica .....	100
Figura 11. La tétrada en capas.....	103
Figura 12. Diagrama de trabajo de Barbosa <i>et al.</i> (2014) .....	109
Figura 13. Ejemplo de la implementación de la metodología con el videojuego <i>Clean World</i> .110	
Figura 14. Metodología de diseño basada en anotaciones .....	111
Figura 15. Marco de trabajo EMERGO .....	114
Figura 16. Marco de trabajo basado en RETAIN.....	117
Figura 17. Descomposición las competencias de un grado escolar .....	121
Figura 18. Ejemplo de descomposición de las competencias de matemáticas de sexto de Primaria.....	122
Figura 19. Metodología ATMSG .....	123
Figura 20. Desglose de herramientas del ATMSG.....	125
Figura 21. Línea temporal de PadaOne Games.....	149
Figura 22. <i>Zombeer</i> .....	150
Figura 23. <i>90Blox</i> .....	152
Figura 24. <i>Germbusters</i> .....	153
Figura 25. <i>Roving Rogue</i> .....	155
Figura 26. <i>Shiny</i> .....	156
Figura 27. <i>Carlos, Rey Emperador</i> .....	156
Figura 28. Modelo de Investigación-Acción de Lewin.....	159
Figura 29. Mapa del tesoro de <i>Enigma Ciencia</i> .....	169
Figura 30. Personajes de <i>Enigma Galdiano</i> . ....	171
Figura 31. Las dos primeras pantallas del juego .....	172
Figura 32. Pantalla de búsqueda.....	173

Figura 33. Habitación 360° de Enigma Galdiano .....	174
Figura 34. Pantalla de encuentra las 5 diferencias .....	175
Figura 35. Imagen combinada del minijuego .....	176
Figura 36. Cuadro modificado con RA .....	177
Figura 37. Captura de pantalla de una fase tipo <i>quiz</i> .....	178
Figura 38. Minijuego .....	179
Figura 39. Obras seleccionadas como contenido extra .....	179
Figura 40. Píldora de anécdotas .....	180
Figura 41. Tiempos empleados en cada fase según los datos recogidos por Google Analytics durante el tiempo de juego .....	184
Figura 42. Personajes del juego.....	190
Figura 43. Manual para la Paleolupa.....	192
Figura 44. Página del <i>Diario de campo</i> .....	193
Figura 45. Pantalla del <i>quiz</i> .....	194
Figura 46. Panel del fondo marino del Paleozoico.....	196
Figura 47. Recreación del fondo marino del Paleozoico.....	196
Figura 48. Página del <i>Diario de campo</i> de los trilobites .....	197
Figura 49. Panel de la .....	198
Figura 50. Empaquetado de <i>Pteridospermales</i> .....	199
Figura 51. Hoja del <i>Diario de campo</i> de los <i>Pteridospermales</i> .....	200
Figura 52. Empaquetado de <i>Sparnodus elongatus</i> .....	200
Figura 53. Página del diario de campo del <i>Sparnodus elongatus</i> .....	201
Figura 54. Reconstrucción del ictiosaurio .....	202
Figura 55. Página del <i>Diario de campo</i> del ictiosaurio .....	203
Figura 56. Mural del ictiosaurio .....	204
Figura 57. Cuestionario de satisfacción posjuego .....	206
Figura 58. Porcentaje de satisfacción en cada prueba .....	208
Figura 59. Porcentaje de satisfacción de cada tipo de prueba por sexo .....	209
Figura 60. Porcentaje de satisfacción según las mecánicas de juego .....	212
Figura 61. Diferencias porcentuales en mecánica por género .....	213
Figura 62. Gráfico de flujo del juego comercial <i>Enigma Paleo</i> .....	215
Figura 63. Página del diario del <i>Rhamphorhynchus muensteri</i> .....	217
Figura 64. Página del diario del <i>Carnotauro</i> .....	218
Figura 65. Juego de empaquetado de piezas del tiranosaurio .....	223
Figura 66. Página del diario del tiranosaurio .....	223
Figura 67. Búsqueda de las tres diferencias .....	225
Figura 68. Reconstrucción del <i>Deinotherium</i> .....	226

Figura 69. Página del diario que corresponde al <i>Deinotherium</i> .....	227
Figura 70. Página del diario para el megaterio.....	228
Figura 71. Reconstrucción 360° del .....	229
Figura 72. Una de las pantallas del cuestionario de satisfacción .....	233
Figura 73. Satisfacción por la mecánica de juego del primer experimento .....	233
Figura 74. Satisfacción por la mecánica de juego en el segundo experimento .....	234
Figura 75. Reconstrucción 360° de los abejarucos.....	240
Figura 76. Página del <i>Cuaderno de campo</i> de los abejarucos.....	241
Figura 77. Minijuego del pelícano .....	242
Figura 78. Página del cuaderno del pelícano.....	243
Figura 79. Minijuego de empaquetado de bichos y mariposas .....	244
Figura 80. Mural de las plumas y pantalla con sus diferencias.....	245
Figura 81. Página del <i>Cuaderno de campo</i> del panda.....	246
Figura 82. Minijuego de empaquetado de mariposas.....	247
Figura 83. Reconstrucción del fondo marino donde habita el calamar gigante .....	248
Figura 84. Página del <i>Cuaderno de campo</i> del calamar gigante .....	249
Figura 85. Fase 1 del marco de trabajo “Chocolate con chips de brócoli” .....	264
Figura 86. Fase 2 del marco de trabajo “Chocolate con chips de brócoli” .....	264

## Índice de tablas

Tabla 1. Número de publicaciones al año que incluyen las palabras <i>video games</i> en ACDML.....	28
Tabla 2. Número de publicaciones al año que incluyen las palabras <i>serious games</i> en ACDML.....	29
Tabla 3. Las cuatro clases de RA. ....	43
Tabla 4. Cronograma de desarrollo de los primeros 21 meses.....	162
Tabla 5. Cronograma de desarrollo de los últimos 18 meses.....	162
Tabla 6. Objetivos y metodología que hay que seguir. ....	163
Tabla 7. Observaciones en el museo. ....	183
Tabla 8. Respuestas al cuestionario 1 por parte de los padres.....	184
Tabla 9. Respuestas al cuestionario 2 por parte de los niños. ....	185
Tabla 10. Test de Chi cuadrado de Pearson sobre las preferencias por edades.....	213
Tabla 11. Frecuencias y Chi cuadrado para cada mecánica en los experimentos 1 y 2. .....	235
Tabla 12. Asociación entre la lectura del diario y las respuestas correctas e incorrectas de los <i>quiz</i> del juego. ....	236



## Resumen

El carácter multidisciplinar establece el desarrollo de la investigación que a continuación presentamos y que está enmarcada en una beca de doctorado industrial desarrollada en la empresa de base tecnológica PadaOne Games. Esta investigación pretende definir un marco de trabajo para el diseño de *serious games* en museos que incluya la evaluación de la diversión y el aprendizaje como variables separadas pero (inter)relacionables.

Fruto del objetivo expuesto, surge la **hipótesis principal** de la investigación: la evaluación mixta, cuantitativa y cualitativa por separado, de la diversión y el aprendizaje en el diseño de los juegos para museos permite crear juegos más efectivos, es decir, más divertidos y útiles al mismo tiempo para los fines pedagógicos de estas instituciones.

A través de varios experimentos realizados sobre juegos concretos, se han evaluado una serie de hipótesis específicas que nos han ayudado a determinar la validez de la principal.

Para la consecución de este objetivo seguiremos la **metodología** conocida como Investigación-Acción participativa. Se aplica en el desarrollo del marco de trabajo para el diseño de *serious games*, y se complementa con las evaluaciones intermedias sobre aspectos concretos de los juegos. En ellos utilizaremos técnicas cuantitativas que permitan juzgar la diversión y el aprendizaje en los videojuegos que se desarrollarán como parte de la investigación.

El marco de trabajo ha ido madurando y evolucionando al aplicarse esta metodología. A través de los experimentos realizados, hemos podido validar la hipótesis principal en tres de los cuatro juegos evaluados. Por desgracia, con la COVID-19 ha quedado pendiente la validación final del marco de trabajo sobre el último juego.

**Palabras clave:** marco de trabajo, *serious games*, videojuegos en museos, videojuegos, museos, *learning games*.

## **Abstract**

The multidisciplinary character marks the development of the research presented below, which is framed in an Industrial Doctorate grant developed in the technology-based company PadaOne Games. This research pursues the definition of a framework for the design of Serious Games in museums that includes the evaluation of fun and learning, as separate but (inter)relatable variables.

As a result of the above objective, the main hypothesis of the research arises: Separate quantitative/qualitative evaluation of fun and learning in the design of games for museums allows designing more effective games, i.e., that are both more fun and useful for the pedagogical purposes of these institutions.

Through several experiments conducted on specific games, a series of more specific hypotheses have been evaluated that have helped us to determine the validity of the main hypothesis.

In order to achieve this objective, we will follow a methodology known as Participatory Action Research. This methodology is applied in the development of the framework for the design of Serious Games and is complemented by intermediate evaluations on specific aspects of the games, where we will use quantitative techniques that allow us to evaluate the fun and learning in the video games that will be developed as part of the research.

The framework has been maturing and evolving in application of the Participatory Action Research methodology. Through the experiments carried out, we have been able to validate the main hypothesis in three of the four games evaluated; unfortunately, with COVID-19 the final validation of the framework on the last game developed is still pending.

**Keywords:** Framework, Serious Games, Videogames in Museums, Video Games, Museums, Games for Learning.





## **1. Introducción y marco teórico**



# 1. Introducción y marco teórico

## *Presentación*

En la presente investigación se profundiza en tres temas de estudio que, *a priori*, pueden parecer alejados y no relacionados: el juego como método de aprendizaje, los videojuegos y los museos.

Al tratarse de campos aparentemente distanciados y dispares, es sorprendente ver que la evolución en cada uno de ellos ha conducido a una sinergia fruto del cambio de paradigma en la mayoría de estas áreas. Esta transformación ha favorecido que estos tres grandes temas —aprendizaje lúdico, videojuegos y museos— se encuentren en un punto común y complejo, reflejo de la realidad actual.

Esta complejidad es una parte importante de la realidad a la que se enfrenta el desarrollador de videojuegos que pretende crear uno para un museo, problema enmarcado en esta investigación como parte del programa de doctorado industrial desarrollado en PadaOne Games, S. A.

Esta empresa ha desarrollado juegos para dispositivos móviles diseñados para ser usados en museos y centros culturales como una forma lúdica de acercarse a la cultura y al conocimiento. Como consecuencia de esta realidad, pretende aunar bajo el amparo de la tecnología no solo los objetivos de difusión y ampliación del conocimiento propios de los museos, sino también la narrativa y el ejercicio lúdico de los videojuegos.

Esta investigación pretende arrojar algo de luz ante el fascinante y plural contexto al que se enfrenta la cultura digital a través de la evaluación y el análisis de los juegos desarrollados por PadaOne Games. De este modo, se establecerá un procedimiento de diseño que ayudará a la empresa de estudio en su desarrollo comercial y mejorará el producto final.

Para contextualizar esta investigación, presentaremos una visión general de la situación de los juegos como herramienta de aprendizaje, una breve historia de los videojuegos, e indicaremos cuándo empezaron a considerarse una herramienta para la enseñanza, como lo fueron todos los juegos en un comienzo.

Para ello, se relacionarán los juegos y videojuegos con los museos, las galerías de arte y otros espacios de exposición, y veremos cómo estos dispositivos digitales pueden ayudar a los centros museísticos en la consecución de algunos de sus objetivos, como la disseminación del conocimiento y el acercamiento de la cultura a los jóvenes y a la infancia.

Por último, será necesario comprender cuáles son las herramientas utilizadas en el diseño y la elaboración de videojuegos en el entorno empresarial y en el ámbito de investigación tanto en juegos comerciales como en *serious games*. De este modo, obtendremos una visión general de la situación actual de los videojuegos desarrollados para finalidades educativas y de cómo estos se están implantando con rapidez en los museos.

## 1.1. El juego como parte del aprendizaje

En su libro *Homo Ludens*, Huizinga (1938) 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”<sup>1</sup> (Huizinga, 1938: 7).

Si entendemos el aprendizaje como la transformación de las experiencias en conocimiento, también aceptaremos las demás premisas que acompañan al aprendizaje experiencial que este autor propone como “el énfasis en el proceso de aprendizaje y no en el resultado; el entendimiento del aprendizaje como un proceso en continuo cambio en lugar de una habilidad que se adquiere o no se adquiere y como el aprendizaje realiza una modificación del conocimiento en todas sus formas (subjetivas y objetivas)”<sup>2</sup> (Kolb, 2015: 44).

El juego se presenta en la infancia como un mecanismo natural. Los niños dedican mucho tiempo a teorizar (y a problematizar) sobre situaciones inventadas e intentan solventar problemáticas ficticias según sus habilidades. De este modo, generan relaciones sociales con sus iguales (otros infantes), se enfrentan a situaciones novedosas (desde la imaginación) y superan retos (Rieber, 1996).

Como sostienen Zorrilla y Vargas C (2008), “Jugar es parte fundamental del desarrollo humano, la alegría de vivir y el aprendizaje continuo. Jugar —así como crear y usar

---

<sup>1</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *a voluntary activity or occupation, exercised within certain limits of time and space, which follows freely accepted but absolutely obligatory rules, which has an end and which is accompanied by a feeling of tension and joy, as well as by an awareness of the difference with everyday life.* (Huizinga, 1938: 7).

<sup>2</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *This definition emphasizes several critical aspects of the learning process as viewed from the experiential perspective. First is the emphasis on the process of adaptation and learning as opposed to content or outcomes. Second is that knowledge is a transformation process, being continuously created and recreated, not an independent entity to be acquired or transmitted. Third, learning transforms experience in both its objective and subjective forms. Finally, to understand learning, we must understand the nature of knowledge, and vice versa* (Kolb, 2015: 44).

juguetes— requiere imaginación, conocimientos, habilidades y muchas otras capacidades” (Zorrilla y Vargas, 2008: 548).

No fue hasta 1996 cuando Rieber definió que el juego podía entenderse como un ensayo de la vida, un marco de aprendizaje vital para los niños. Casi de forma inmediata, el ámbito de la educación trató de incorporar el juego como herramienta pedagógica, pues se percibía la oportunidad de acercar el conocimiento a los más jóvenes a través de un mecanismo, el juego, que les resultaba más cercano y comprensible.

Pero utilizarlo como herramienta de aprendizaje no tiene porqué asociarse solo a la infancia. Las personas adultas también pueden beneficiarse de esa técnica y, por supuesto, su práctica mantiene activa su capacidad de conocer y descubrir. No obstante, en la edad infantil dicho mecanismo toma especial relevancia, porque el juego se da de manera natural (Rieber, 1996).

Valiño (2002) afirma que el juego se puede trasladar a la escuela bajo tres perspectivas diferentes<sup>3</sup>:

1. Como instrumento didáctico.
2. Como actividad espontánea.
3. Como técnica grupal.

Cada una de ellas determina un tiempo y un espacio para el juego, tiene sus características y establece sus sistemas. En el caso del juego como instrumento didáctico, los aprendizajes pretenden encontrarse en el mismo, sin necesidad de añadirle herramientas didácticas. Esto limita los aprendizajes que pueden tener lugar, puesto que solo se darán los que estén implícitos en él. En cada juego y en cada momento se podrán extraer diferentes reflexiones de los mismos, por tanto, diversos tipos y modelos de aprendizaje. En caso de trasladar este tipo de instrumento didáctico al aula, será trabajo del docente o del monitor guiar y promover la discusión posterior al momento lúdico en la que se analicen las diversas situaciones que se han dado, qué las ha motivado, cómo se han resuelto, cómo se podrían haber concluido de otro modo. Para que sea completamente

---

<sup>3</sup> Valiño (2002) no hace referencia a *serious games* sino a aprendizaje en el juego, lo que resulta relevante para la investigación.

efectiva, hay que detectar el trabajo intelectual implícito en las conductas de los alumnos, así como incorporar la actividad a los contenidos curriculares (Valiño, 2002).

Totalmente distinto es el juego como actividad espontánea, el que se produce cuando los alumnos salen de clase y se dirigen al recreo. Allí surge de manera natural y ayuda a los estudiantes a descansar, liberar la mente y reponer energías. Durante este período los niños muestran algunas de sus actitudes y capacidades que pueden no estar desarrolladas en materias y competencias regladas. Si el docente es buen observador, podrá hacer uso de estos descansos para detectar algunas de estas características en ellos. Por tanto, en la planificación anual del centro, se podrían plantear sesiones de observación del juego como actividad espontánea para encontrar en los estudiantes no solo actitudes, sino también carencias de tipo social, familiar o escolar (Valiño, 2002).

Finalmente, existe una tercera modalidad de juego en la que este se utiliza como técnica grupal. Su objetivo es estudiar el comportamiento social de un grupo escolar concreto. Así se pueden detectar posibles dificultades que el grupo esté atravesando, observar cómo se enfrenta a ellas y estipular si es necesario tomar medidas para ayudarles a superarlas o si, por el contrario, será el propio grupo el que se ocupe de ellas. Esta modalidad de juego como método de aprendizaje reviste una gran complejidad, y suele tener que diseñarse de manera específica para el grupo de niños con el que se va a llevar a cabo, no siendo válidos como generalidades o universales los resultados que de él se puedan obtener (Valiño, 2002).

En esta investigación es fundamental no confundir ninguno de estos tres modelos con los juegos didácticos (todos ellos sinónimos del mismo tipo de juego). Los juegos didácticos presentan un marcado componente divulgativo y, a veces, académico; pretenden enseñar a sus jugadores contenidos curriculares o extracurriculares, y desde el principio dejan claro en su propuesta que su objetivo es educativo.

No es conveniente asociar el aprendizaje a través del juego solo con la edad temprana o infantil. Los adultos también podrán utilizar el juego para adquirir conocimientos y transformarlos en aprendizaje (Rieber, 1996).

Los juegos didácticos serán una base importante de la investigación. Como antecesores de los *serious games*, marcarán la pauta de aprendizaje que, después, seguirán los videojuegos. En 2013, el grupo de Steeward planteó una tipología basada en los

resultados de aprendizaje proyectados. Conforme a esta clasificación, se distinguen tres tipos de juegos con tres propósitos diferentes:

1. Para lograr la transferencia de conocimiento, que pretende obtener resultados de aprendizaje cognitivo.
2. Para la adquisición de competencias para la vida.
3. Para modificar los hábitos o conductas que apoyan el aprendizaje afectivo (Steward *et al.*, 2013).

Es importante considerar que el hecho de que el juego esté diseñado para desarrollar uno de esos aprendizajes proyectados y que ese sea el objetivo principal no lo invalida para que, a su vez, se produzcan alguno de los aprendizajes secundarios aquí mencionados (Steward *et al.* 2013). Por tanto, si un juego tiene como objetivo primario que sus jugadores aprendan inglés, diremos que su finalidad es la obtención de ciertas competencias en dicha lengua. Pero quizás el juego también logre algún objetivo secundario, como puede ser que el jugador tenga una actitud positiva frente al aprendizaje de la lengua inglesa o que tenga ganas de estudiar algún curso sobre historia de los países anglosajones, más afecto por la cultura inglesa en general o, incluso, que mejore sus habilidades sociales y comunicativas.

## 1.2. Surgimiento de los videojuegos

Aunque este no es el lugar para realizar una historia del videojuego, sí parece oportuno dedicar unas páginas a los antecedentes que enmarcaron la llegada de los videojuegos a los espacios museísticos<sup>4</sup>. Tradicionalmente, se afirma que el primer videojuego fue creado con un osciloscopio. Es el conocido *Tenis for Two*, juego en el que dos barritas de luz que se pasan una bola entre ellas. Pretendía simular una partida de tenis entre dos contrincantes y permitía que dos personas se enfrentasen en un duelo de habilidad virtual. En 1958 se presentó en el Brookhaven National Laboratory, una exposición anual abierta al público y generó gran expectación entre los visitantes (Ervin, 2017).

Dicho juego distaba mucho de parecerse a lo que, en la actualidad, conocemos como videojuegos, ya que requería la presencia de los jugadores en la sala en la que se practicaba, y tanto la gráfica como el esquema eran muy básicos. *Tenis for Two* no disponía de grandes gráficos ni, por supuesto, hilo argumental complejo, pero mantiene la función primaria de los juegos: entretener a sus participantes (Bonfiglioli, 2018).

En 1961 surgió el que se considera el primer juego de PC de la historia: *Spacewar!* Se desarrolló en un entorno académico, en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), y sus creadores en ningún momento se plantearon cobrar derechos de autor o inscribir patentes por él. Diseñado como un entretenimiento entre departamentos, todo el que lo utilizaba podía añadir las funcionalidades que le parecían más interesantes o divertidas modificando el código del juego, que estaba en abierto. Inicialmente, proponía la lucha de dos naves espaciales: la aguja y la cuña. Cada una manejada por un jugador, maniobran en el pozo de gravedad de una estrella. Las naves están sujetas a las leyes de la física newtoniana y se mantienen en movimiento aunque el jugador no esté acelerando. Ambas disponen de armamento y combustible limitados para maniobrar. Se destruyen cuando chocan con uno de los misiles lanzados por el otro jugador, cuando se acercan demasiado a la estrella o si chocan entre sí. En algunas versiones del *Spacewar!* se podía utilizar la

---

<sup>4</sup> Tanto en este capítulo como en el titulado “1.3. El nacimiento de los *serious games*: videojuegos al servicio de la investigación” se hará una breve presentación de los precedentes históricos más relevantes para el surgimiento de los *serious games* y de su uso en los museos. En ningún caso pretende ser una historiografía completa del fenómeno y sólo se abordan los hitos más relevantes hasta el momento de eclosión donde el número de videojuegos y *serious games* se multiplica exponencialmente, que será en torno a 2014.

función hiperespacial para moverse a un lugar diferente y aleatorio de la pantalla (Ervin, 2017).

Este juego se desarrolló para el supercomputador Programmed Data Processor-1 (PDP-1) y se controlaba con interruptores. Este sistema era un tanto incómodo, así que uno de sus creadores, Saunders, desarrolló el primer *joystick*, un sistema de control más intuitivo para el usuario que incluía un interruptor que permitía girar a la derecha o a la izquierda, otro que controlaba el avance y el salto al hiperespacio (el botón del pánico, que llevaba a otra posición aleatoria dentro de la pantalla) y un botón para el lanzamiento de torpedos (Kent, 2001).

De nuevo, hay que tener en cuenta que, para participar los dos jugadores, debían estar en la misma habitación, controlando las dos naves desde el mismo monitor. Por eso era importante que el botón de lanzamiento de torpedos estuviese silenciado, para que los contrincantes no se dieran pistas entre ellos sobre cuándo lanzaban los misiles que les harían ganar.

Este juego se hizo muy popular entre la pequeña comunidad de programadores de la década de los años sesenta. Sin embargo, en aquel tiempo tener acceso a un ordenador estaba solo al alcance de unas pocas instituciones y organizaciones. Por tanto, este primer *Spacewar!* no trascendió del ámbito académico y de la investigación.

Sí lo hizo su segunda versión. En 1967, los teclados y las pantallas de los ordenadores empezaron a abarataarse, aunque no llegaron a ser objetos de consumo masivo y mantuvieron un precio inalcanzable para el público general. *Spacewar!* pudo jugarse de una manera más cómoda cuando los desarrolladores empezaron a utilizarlo. Se calcula que hacia 1971 *Spacewar!* estaba en más de mil ordenadores (Brand, 1972).

La fama del juego fue tan grande que la revista *Rolling Stone* decidió patrocinar un torneo que llamó *Intergalactic Spacewar! Olympics*. Se celebró en Palo Alto, en el Stanford Artificial Intelligence Laboratory. En esta competición se estableció como oficial una versión del *Spacewar!* que utilizaba una combinación de dos ordenadores: PDP-6 y PDP-10. Esta edición del juego permitía que hubiese hasta cinco jugadores en el mismo pozo de gravedad y que compitiesen entre ellos. La *Intergalactic Spacewar! Olympics* fue la primera competición oficial de videojuegos de la historia, y estuvo acompañada de la

publicación de los resultados oficiales en la revista *Rolling Stone* del 7 de diciembre de 1972 (Brand, 1972).

Como dijimos, y pese a su gran éxito, los desarrolladores que la inventaron no se plantearon la posibilidad de patentar la idea o el producto. Parecía que no tenía sentido, puesto que para jugar se precisaba un equipo que costaba 120.000 dólares. El hecho de que la idea no estuviera registrada ha convertido *Spacewar!* en uno de los juegos que más veces se han plagiado de la historia (Brand, 1972).

La década de los años setenta fue el gran despertar de los videojuegos. Varios usuarios que habían utilizado el *Spacewar!* vieron en los videojuegos la oportunidad de hacer negocio, o por lo menos, encontraron la motivación para desarrollar algunos de los que fueron las primeras máquinas recreativas no mecánicas.

En 1966, Ralph Baer era diseñador jefe de Sanders Associates. Allí inventó un aparato que, vinculado a un televisor, permitía jugar al tenis de mesa y a otros juegos básicos. Lo llamó Brown Box. También desarrolló un dispositivo que permitía utilizar una escopeta para disparar a objetivos dentro del televisor. En 1967, los presentó a sus superiores y consiguió una pequeña financiación para diseñar un prototipo más desarrollado. Sin embargo, este dispositivo nunca llegó a comercializarse (Kent, 2001).

Más adelante, entre 1971 y 1972, Sanders Associates firmó un contrato con Magnavox para diseñar y crear una máquina similar. Ralph Baer estuvo al mando del proyecto. Así surgió la Magnavox Odyssey, de la que se vendieron más de 130.000 unidades en la campaña de Navidad que la lanzó al mercado. Se considera la primera consola de videojuegos la historia con éxito comercial (DeMaria y Wilson, 2002).

También en 1971 un grupo de informáticos y creativos montó Computer Corporations para tratar de incorporar al mercado una versión de *SpaceWar!* que funcionara con monedas, a modo de recreativa. El problema fue que el coste del PDP que las controlaba era tan alto que no generaba beneficio, por lo que el negocio no resultó viable. En 1972, con la llegada del PDP-11, desarrollaron el *Galaxy Game*, cinco máquinas recreativas controladas por un mismo PDP-11 que consiguieron que el dispositivo fuera rentable (DeMaria y Wilson, 2002).

Con esa misma idea e inspirados en *SpaceWar!*, Nolan Bushnell y Ted Dabney se lanzaron al desarrollo de una máquina con un único juego. La llamaron *Computer Space* y la instalaron en el bar de la Universidad de Utah. El éxito que obtuvo allí, les impulsó a implantarla en otros bares, pero el juego resultó demasiado complejo fuera de ese ambiente universitario y no consiguió recaudar suficiente dinero para subsistir. No obstante, la evolución de la *Computer Space* de Bushnell y Dabney dio paso a una de las empresas más importantes de la industria del videojuego: Atari (DeMaria y Wilson, 2002).

Al fijarse en el éxito de la *Magnavox Odyssey*, los dueños de Atari sacaron al mercado un producto que revolucionó la industria y puso a Atari al frente en la carrera del desarrollo del videojuego: la máquina recreativa del *Pong*, un juego en dos dimensiones que simula el tenis de mesa. Se implantó en bares y zonas de ocio para que los jugadores la utilizaran. En 1974 había cerca de cien mil máquinas con el *Pong* en los EE. UU. (DeMaria y Wilson, 2002).

La llegada de los ordenadores personales marcó el inicio de otra era para los videojuegos. Esto produjo un cambio significativo: del espacio público/social pasó al privado/personal. Hasta ese momento el desarrollo de programas pasaba por tener las costosas máquinas que los permitían, pero a partir de entonces ya fue posible utilizar los ordenadores personales para desarrollarlos. Además, la industria del videojuego evolucionó y dejó de ser una actividad social de los conocidos centros recreativos o salas de máquinas para desarrollarse en la intimidad del hogar. También empezaron a proliferar las consolas, y todas las empresas del entretenimiento quisieron formar parte de la industria del videojuego (Ervin, 2017).

El siguiente salto en esta industria llegó de la mano del acceso popular a internet. En ese momento, los jugadores ya podían realizar la actividad de manera social, pero sin necesidad de ir al mismo lugar donde estaba el dispositivo. Mediante la conexión de diversos jugadores a un servidor común y el desarrollo de la actividad *online*, podía lograrse la sensación de socialización en un entorno digital.

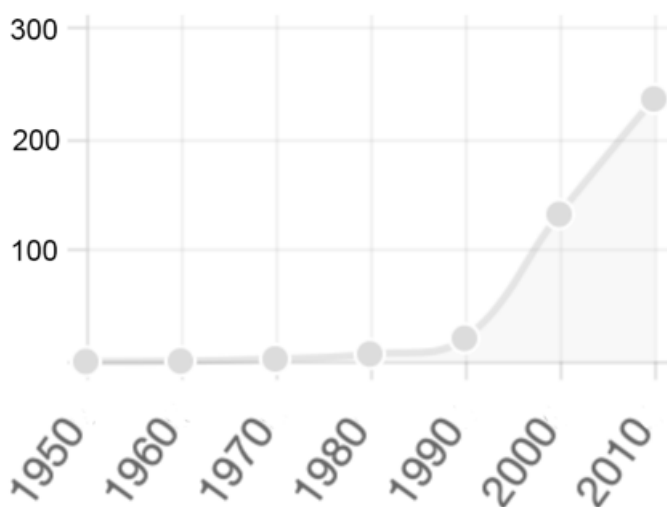
Este último salto también se vio reforzado por la llegada de nuevos dispositivos que no eran de uso único. Los teléfonos móviles comenzaron a ofrecer una plataforma de desarrollo, puesto que no son de dedicación exclusiva para los juegos, pero los soportan.

De esta manera comenzó a generarse un nuevo movimiento de jugadores y juegos (DeMaria y Wilson, 2002).

### 1.3. El nacimiento de los *serious games*: videojuegos al servicio de la investigación

En los últimos veinte años se ha producido un creciente interés por el mundo del videojuego, no solo desde el punto de vista empresarial o del consumidor, sino también en el ámbito científico. Una búsqueda rápida en la base de datos de la biblioteca digital de la Association for Computing Machinery (ACMDL, por sus siglas en inglés, ACM Digital Library) muestra la gran cantidad de publicaciones científicas que, desde la década de los noventa, han aparecido en relación con los videojuegos en las más importantes revistas académicas. Como se observa en la Tabla 1, desde 1990 el crecimiento ha sido exponencial.<sup>5</sup>

Tabla 1. Número de publicaciones al año que incluyen las palabras *video games* en ACDML.



Fuente: <https://dl.acm.org> (Fecha de acceso: 1/03/ 2020).

A pesar de que los videojuegos habían tenido un importante crecimiento durante los últimos años del siglo XX y principios del actual, hasta la llegada del *smartphone* y los

---

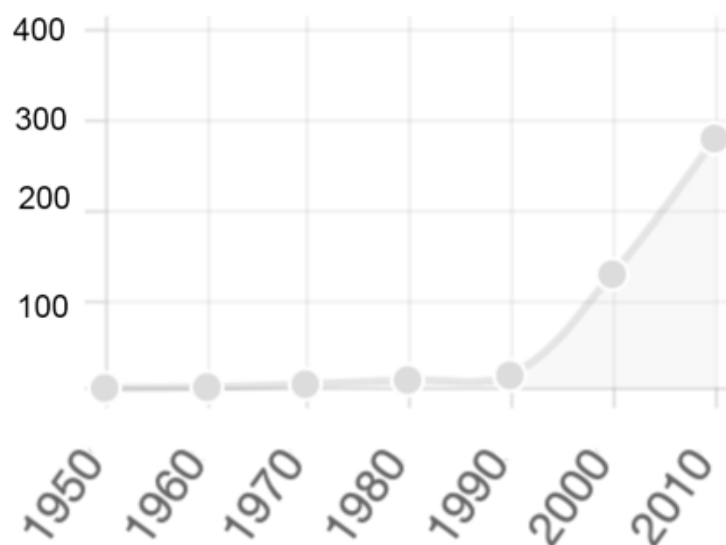
<sup>5</sup> Como se indicó en el capítulo anterior se estudia sólo hasta el momento de eclosión del fenómeno, en este caso 2010.

nuevos dispositivos móviles (que permiten al usuario jugar en cualquier lugar) no se impulsó a la industria a cotas de crecimiento exponenciales. En 2016, 144 millones de usuarios utilizaban sus teléfonos para jugar, lo que suponía ocho de cada diez personas con móvil (Styhre, Szczepanska y Remneland Wikhamn, 2018).

El juego se considera parte del aprendizaje vital, y toma mayor importancia especialmente en edades tempranas (Rieber, 1996). Por ello, el ámbito de la educación se ha mostrado interesado por integrarlo en el proceso de aprendizaje. Esta actitud se ha acrecentado con la llegada de las nuevas tecnologías, los ordenadores personales, los teléfonos móviles e internet. El acceso a estos avances ha dado lugar a nuevos modelos de aplicación del juego para el aprendizaje (Amory, Naicker, Vincent y Adams, 1999).

De este interés por integrar el juego en el aprendizaje surge la idea de los *serious games*. El concepto pretende aunar el mundo de los videojuegos y la educación, y atrae tanto a educadores como a instituciones e investigadores (Djaouti, Alvarez, Jessel y Rampnoux, 2011). En la Tabla 2 podemos ver, de nuevo, el incremento de publicaciones en *serious games* a partir de 1990.

Tabla 2. Número de publicaciones al año que incluyen las palabras *serious games* en ACDML.



Fuente: <https://dl.acm.org> (Fecha de acceso: 1/03/2020).

Existen diversas clasificaciones para los videojuegos basadas en sus aprendizajes: basados en la intención del desarrollador, basados en el público objetivo al que se dirigen, etc. (Connolly, Boyle, MacArthur, Hainey y Boyle, 2012). Los juegos que son el eje de nuestro trabajo poseen una finalidad educativa, así que los que no la tienen (videojuegos comerciales) solo se contemplarán en esta investigación si en sus objetivos se ha indicado que tienen una finalidad académica.

A la hora de evaluar un juego, sobre todo si se pretende analizar en términos de adquisición de conocimiento, mejora de habilidades o cambios de conducta, es importante entrar en el término de clasificación. Dependiendo de cuál sea la intencionalidad de los desarrolladores del juego, tendrá más o menos sentido evaluar su efectividad (Connolly *et al.*, 2012).

Los que se conocen como *serious games* o, también, *Games For Learning* (GFL) serán los que ocupen nuestra investigación. Cabe mostrar especial interés por la nomenclatura que se utiliza, ya que muchas veces se tratan como sinónimos. Los *serious games* van más allá de los GFL, puesto que pretenden cambiar el comportamiento de los jugadores a través del entrenamiento, y se expanden a otras disciplinas, como los negocios, la industria, el marketing, la medicina y la política (Sawyer y Smith, 2008). Por su parte, los GFL se centran en la obtención de conocimientos factuales o académicos (Connolly *et al.*, 2012).

Por tanto, no sería del todo correcto afirmar que el primer *serious game* de la historia fue: *Where is Carmen Sandiego?* (*¿Dónde está Carmen Sandiego?* en España), lanzado al mercado en 1983 por los hermanos Carlston, pues se trataba de un videojuego comercial cuyo principal objetivo era obtener beneficio. No obstante, se considera el pistoletazo de salida de los *serious games* porque sus creadores, desde un primer momento, manifestaron su intención de transmitir conocimiento cartográfico y geográfico a los futuros y posibles jugadores (Shepherdson, 1993).

Cabe recalcar que la función educativa de *¿Dónde está Carmen Sandiego?* pasaba casi desapercibida. La idea central de los hermanos Carlston era que los usuarios aprendieran geografía sin esfuerzo mientras seguían las aventuras de su heroína. Para ello, sus creadores se inspiraron un juego infantil que inventaron de pequeños para aprender

geografía a partir de unos mapas cartográficos. Por tanto, pese a que no se pueda considerar un *serious game* marcó el arranque de una serie de juegos comerciales —y no comerciales— para transmitir conocimientos (Shepherdson, 1993).

La mecánica de *¿Dónde está Carmen Sandiego?* era sencilla: la protagonista se encontraba en algún lugar del mundo persiguiendo a un malhechor, que podía ser un asesino, un ladrón de arte o un magnate de la droga. Entonces mandaba un mensaje a sus ayudantes —que en este caso eran los jugadores— y a través de las pistas que les ofrecía (hasta treinta preguntas de tipo *quiz* que debían responder correctamente) estos debían descubrir en qué lugar del mundo se encontraba.

En el fondo era, como decimos, un videojuego comercial y, como tal, conseguía mantener el interés y la motivación de sus jugadores. No quita que fuese una excepcional propuesta y que lograra un gran éxito para su época, pues marcó una nueva senda para otro tipo de videojuegos en los que la parte educativa y cultural fue más relevante, aunque en los ambientes académicos y educativos hasta mucho más adelante no se implementaron juegos con esta finalidad.

En 2004, los *serious games* tomaron fuerza en el ámbito de la investigación aplicada. Motivados por la mala fama que habían desarrollado los videojuegos en general —específicamente en ámbitos como el control de la conducta violenta (Anderson, 2004; Anderson y Bushman, 2001) o de la adicción (Griffiths y Davies, 2002)—, un grupo de científicos pretendió demostrar que se podían utilizar con diversas finalidades culturales. Siguiendo la tendencia marcada por Subrahmanyam y Greenfield, que en 1994 ya apuntaban que los videojuegos podían ayudar a los jóvenes a desarrollar algunas habilidades, surgieron nuevas vías que se centraron en los beneficios que pueden surgir del uso de los videojuegos, especialmente en su conversión en herramientas para la enseñanza y el aprendizaje (Kirriemuir y McFarlane, 2004).

Para exponer la evolución de la investigación en este período, se propone un repaso de los trabajos más relevantes y de sus temáticas, lo que mostrará cómo se crean y evolucionan las distintas líneas de investigación relacionadas con los *serious games*.

Hasta 2005 se desarrolló la idea de que los juegos comerciales influían en los jugadores tanto de manera positiva como negativa. A partir de este momento, la investigación no solo utilizó juegos que ya existían, sino que también se dedicó a generarlos *ad hoc*. Así

surgirán de esta línea dos de las vías de trabajo académicas más relevantes: los simuladores y los juegos que pretenden enseñar conocimiento o *serious games*.

Algunos investigadores consideraron que los simuladores —como los que encontramos en los artículos de Stefanidis *et al.* (2005) o Glaser, Hall, Uribe y Fried (2005)— eran juegos, y otros los vieron como herramientas didácticas. En realidad, planteaban la simulación de un escenario real que no estaba aconteciendo. Con ellos se pretendía entrenar a los profesionales (aunque también podían utilizarlo los aficionados) para que sepan proceder en una situación real. Por tanto, se simula una situación y el usuario debe aplicar el protocolo correspondiente, se familiariza con él y lo automatiza, lo que le dará una ventaja clara en caso de tener que enfrentarse al mismo. También se puede usar en ambientes educativos para facilitar la obtención de conocimientos, como podemos observar en el trabajo de Blasco y Tercero (2008).

El motivo por el cual algunos analistas e investigadores no consideraron que los simuladores fueran juegos era la falta de alguno de los requisitos básicos que debe tener un juego, pero otros los incluían todos, como los conocidos *business games*. No obstante, los circunscribiremos en dicha categoría siguiendo la clasificación de Connolly, Stansfield y Hainey (2011).

En el ámbito de los *serious games*, en este período empezaron a desarrollarse los juegos para obtener conocimientos factuales. Es el caso del videojuego presentado en el artículo de Cameron y Dwyer (2005), basado en los apuntes que este último utilizaba en 1972 para explicar la fisiología y las funciones del corazón humano durante las fases sistólica y diastólica. Desarrolló unas presentaciones digitales en formato web con imágenes en blanco y negro. También se creó un pequeño videojuego, similar al Trivial, con 46 preguntas y respuestas seleccionadas previamente entre las materias más difíciles para los alumnos.

La investigación de Cameron y Dwyer (2005) contaba con tres objetivos definidos:

1. Comprobar los efectos educativos de jugar.
2. Ver si mejoraban los efectos educativos al jugar y responder a ciertas preguntas.
3. Lo mismo que en el punto anterior, pero dando las respuestas correctas a las preguntas y retroalimentando a los jugadores sobre sus respuestas.

Los resultados de la investigación mostraban que jugar mejoraba los resultados en los cuestionarios a los que eran sometidos los estudiantes tras participar en el videojuego. Los cuestionarios abarcaban cinco categorías: dibujo, identificación, terminología, comprensión y un test variado que valoraba diversas competencias culturales.

En el mismo ámbito, desarrollado en 2005 y de gran interés, surgió *The Mobile Game*. Este juego pretendía apoyar la jornada de orientación que las universidades anglosajonas ofrecen a los alumnos nuevos. Para ello, mostraba la geolocalización de los participantes en mapas (del exterior y el interior del campus) y ellos buscaban lugares significativos o a personas importantes de esa institución académica; o bien desarrollaban tareas propias del ámbito universitario. El objetivo del experimento era comprobar si los equipos de dos miembros superaban los resultados de los de tres y cuatro alumnos. También se quería medir si era mejor trabajar en grupo que realizar la actividad de forma individual (Schwabe, Goth y Frohberg, 2005). Los resultados obtenidos, pese a ser no concluyentes, apuntaban a que era mejor realizar la actividad en equipos.

En 2006 surgieron otras líneas de investigación que merece la pena mencionar porque ofrecen una visión bastante precisa de cómo se desarrolla la investigación en *serious games*. Pese a que ese año no salió a la luz ningún videojuego desarrollado para la investigación, se utilizaron los existentes para demostrar algo que interesaba a la comunidad: es posible la obtención de conocimiento memorístico a través de los videojuegos y, en muchos casos, más placentero que con el método tradicional (Yip y Kwan, 2006).

Una de las principales aplicaciones de este descubrimiento fue el uso de juegos *online* para aprender idiomas. Los resultados fueron bastante alentadores. Parecía que los alumnos aprendían el vocabulario deseado y que, además, disfrutaban más de los juegos en línea que de las clases físicas (pese a que los juegos también los desarrollaban en el aula, delante de sus profesores). Por tanto, los investigadores de la Universidad de Hong Kong se animaron a hacer el diseño de un posible juego que sirviera para enseñar vocabulario como herramienta de clase.

Centrada en el aprendizaje de idiomas también está la adaptación que hicieron Miller y Hegelheimer (2006) en EE. UU. Utilizaron un juego comercial de fácil acceso, *Los Sims*, para que los estudiantes realizaran tareas extraordinarias relacionadas con el vocabulario

que estaban aprendiendo. Los resultados significativos de mayor aprendizaje solo se dieron cuando se forzaba a los alumnos a resolver los ejercicios.

También siguieron publicándose artículos relacionados con la violencia y los videojuegos, sobre todo centrados en temas de autorrepresentación y género (Eastin, 2006) y se abrieron nuevas vías de investigación relacionadas con el emplazamiento y la percepción de marcas en los juegos (Nelson, Yaros y Keum, 2006; Riegelsberger, Counts, Farnham y Philips, 2007).

En 2007, el número de artículos relacionados con los *serious games* había aumentado exponencialmente (Tabla 2), las líneas abiertas hasta el momento se mantuvieron y se plantearon nuevos estudios. Repasaremos algunos de los más significativos, centrándonos sobre todo en las investigaciones que desarrollaron juegos. Como el de Felicia y Pitt (2007), que desarrollaron un juego para enseñar matemáticas a los estudiantes, un laberinto con puertas que se abrían cuando resolvían ecuaciones de segundo grado. Además, el juego contaba con un sistema de tutorización que sometía al alumno a un análisis, determinaba su estilo de aprendizaje y se adaptaba a este.

También en 2007, Huizenga *et al.* presentaron el juego *Frequency 1550*. Esta colaboración entre la Universidad de Utrech y la de Ámsterdam creó un juego con geolocalización para alumnos de primaria que ofrecía un viaje al pasado medieval de Ámsterdam y pretendía acercar a los estudiantes al conocimiento de la historia de esta ciudad. Los resultados, aunque preliminares, mostraban que el juego despertó la motivación entre el alumnado. El aprendizaje y la usabilidad también fueron significativamente mejores entre los alumnos al hacer uno del mismo (Huizenga *et al.*, 2007).

Otra de las líneas de investigación que comenzaron a tomar forma en 2007 son los juegos que ayudan a monitorizar y a aprender sobre tratamientos médicos, como *Re-mission*, que debe ser jugado por los pacientes enfermos de cáncer durante tres meses. Estas iniciativas mostraron que los pacientes no solo conocían mejor su enfermedad, sino que también aceptaban mejor el tratamiento y tenían un mayor control sobre su sintomatología (Feng, Spence y Pratt, 2007).

Además de los juegos desarrollados para la investigación, se siguió con las temáticas expuestas antes. Aunque parecieron frenar un poco los estudios sobre violencia y juegos

violentos (Ivory y Kalyanaraman, 2007), siguieron adelante los que buscaban diferencias entre los jugadores, bien por sexo (Chou y Tsai, 2007), bien por perfil de jugador o motivación de este (Hainey, Connolly y Boyle, 2009; Wan y Chiou, 2007). También los centrados en el aprendizaje de lenguas a través de los juegos (Halpern y Wai, 2007), los relacionados con el mundo de los negocios y el marketing (Lee y Faber) e incluso algunos generalistas, que compararon jugar a videojuegos con otras actividades extracurriculares (Anand, 2007). Se abrieron algunas líneas de investigación novedosas, como la influencia de los juegos en la percepción visoespacial de niños y niñas.

En 2008, el campo de los *serious games* se podría considerar maduro. Hubo grupos de investigación que fueron siguiendo las líneas que se habían marcado en los años anteriores, como Huizenga, Admiraal, Akkerman y Dam (2008), que continuaron mejorando y aplicando *Frecuency 1550* para el aprendizaje de la historia medieval de Ámsterdam y la usaron en los colegios. Prosiguieron las investigaciones sobre violencia y respuestas agresivas relacionadas con los videojuegos violentos (Chiang, Cheng y Lin, 2008; Gentile y Gentile, 2008; Ravaja, Turpeinen, Saari, Puttonen y Keltikangas-Järvinen, 2008), al igual que el interés por los hábitos de los jugadores en edades escolares (Karakus, Inal y Cagiltay, 2008).

Los videojuegos para aprender conocimientos específicos también tomaron fuerza, en especial para enseñar matemáticas. Incluyendo a los profesores y acotando las edades a las que iban dirigidos, es decir, aúnando el uso del videojuego con el plan de estudios que siguiera el colegio. Uno de estos juegos se había desarrollado para teléfono móvil y trataba de transmitir conocimientos de matemáticas generales. Se trata de *MobileMath* (Wijers, Jonker y Kerstens, 2008). Otros son más específicos, como el que pretendía enseñar a los alumnos a resolver algoritmos de manera recursiva (Rossiou y Papadakis, 2008), cuyo objetivo era explicarles cómo funciona el concepto estadístico de la distribución normal (Nte y Stephens, 2008) o el que intentaba explicar el movimiento oscilatorio que se produce tras la colisión de dos cuerpos (Salminen y Ravaja, 2008). Aparte de los conocimientos matemáticos, podemos destacar un videojuego para aprender a desarrollar historias (Akkerman, Admiraal y Huizenga, 2009).

Fue en esta etapa cuando los simuladores despuntaron en varias áreas: ganando popularidad aquellos relacionados con procedimientos médicos (Carvalho, Allison, Irving y Herriot, 2008; Hogle, Widmann, Ude, Hardy y Fowler, 2008; Nomura *et al.*,

2008; Stefanidis, Scerbo, Sechrist, Mostafavi y Heniford, 2008; Sward, Richardson, Kendrick y Maloney, 2008; Vahed, 2008), pero también otros con finalidades más cotidianas o sociales, como conocer las diferencias entre hombres y mujeres en situaciones de supervivencia, orientación y procesamiento visoespacial (Castelli, Corazzini y Geminiani, 2008), dar a conocer conflictos armados (Harr, Buch y Hanghøj, 2008) y sociales (Lavender, 2008), cómo funcionan los negocios (Lindh, Hrastinski, Bruhn y Mozgira, 2008) o cómo escapar de un depredador sexual (Jouriles *et al.*, 2009).

También destacaron algunos estudios relacionados con los jugadores como sujetos de interés. En particular aquellos en los que las personas reflejaban sus experiencias, sus estilos de juego, su personalidad. (Orvis, Horn y Belanich, 2008; Yaman, Nerdel y Bayrhuber, 2008), así como el disfrute de los juegos (Weibel, Wissmath, Habegger, Steiner y Groner, 2008).

Algunos de los enfoques más novedosos de ese año relacionaron los videojuegos con el deporte (Russell y Newton, 2008) y otros pretendieron ayudar a la inclusión social de personas con discapacidad, otorgándoles una nueva área de entretenimiento (Yalon-Chamovitz y Weiss, 2008).

El hecho de que se desarrollaran tantos *serious games* en este período —sobre todo por parte de equipos de investigación— estuvo relacionado con la mayor sofisticación de las herramientas que permitieron y permiten en la actualidad la creación de videojuegos (Unity 3D y Unreal Engine), cada vez más accesibles a personas sin conocimientos de programación.

Evaluar la efectividad de los *serious games* existentes marcó la diferencia en 2009, es decir, saber si los videojuegos existentes captaban la atención y el deseo de los jugadores. En este punto, la investigación se centró en los *serious games*, en si su contenido era más o menos apetecible para los estudiantes, y para ello se desarrolló una escala de eGameFlow (Fu, Su y Yu, 2009).

Ese año se mantuvieron muchas de las líneas experimentales establecidas hasta ese momento, como la que investigaba la rudeza asociada a los juegos violentos (Barlett, Vowels, Shanteau, Crow y Miller, 2009) o los centrados en enseñar conocimiento factual (Papastergiou, 2009). Pasaron a tener mayor relevancia los que miraban el deseo de los usuarios por utilizarlas y empezaron a surgir lo que hoy se conoce como redes sociales y

sus equivalentes en juegos, como fue el caso de *Second Life*, un simulador de vida en el que se podía jugar “a la vida real”. Así, se pudo percibir el entusiasmo de algunos estudiantes por utilizar el simulador y conocer a otra gente a través de él (Lucia, Francese, Passero y Tortora, 2009).

También aparecieron líneas de investigación que, a través del juego, buscaban características de la personalidad y el liderazgo, como la de Assmann y Gallenkamp (2009) que utilizaban un juego multijugador *online* para comprender cómo se creaban redes de confianza y liderazgo entre los jugadores.

En 2010, una de las temáticas que más se desarrolló fue la percepción que tenían los alumnos del uso de los videojuegos, no solo como herramienta de aprendizaje en clase (Bourgonjon, Valcke, Soetaert y Schellens, 2010), sino que se centraron en otros aspectos relevantes, como cuánto influye el lugar en el que se juega (Takatalo, Häkkinen, Kaistinen y Nyman, 2011) o qué es mejor, si un videojuego tradicional o uno con tecnología de Realidad Virtual (RV), que permite mezclar la realidad con el mundo digital. De estas investigaciones se extrajo la idea de que la producción de videojuegos es cada vez más sencilla y, pese a que la calidad de los juegos desarrollados para la investigación no siempre es comparable a la de los comerciales, el hecho de que se empiece a utilizar RV mostró una evolución.

En 2010 siguieron desarrollándose líneas de investigación. Los juegos centrados en el aprendizaje de conocimientos factuales y curriculares cada vez eran más específicos, y los que se desarrollaban empezaban a explorar la posibilidad de hacerlo a edades más tempranas. Además, apuntaban a habilidades más precisas, como en el caso de la atención. Por ejemplo, la investigación de Dye y Bavelier (2010) se centró en la edad escolar temprana y pareció determinar que los usuarios que consumían más videojuegos eran más propensos a desarrollar buenas aptitudes de atención. Karle, Watter y Shedden (2010) intentaron demostrar que jugar favorece la multitarea.

La violencia que puede desarrollarse al jugar a videojuegos sigue siendo un tema candente para la investigación (Greitemeyer, Agthe, Turner y Gschwendtner, 2012), así como el aprendizaje de conocimientos curriculares: idiomas (deHaan, Reed y Kuwada, 2010; Suh, Kim y Kim, 2010), matemáticas (Kebritchi, Hirumi y Bai, 2010), conocimientos técnicos (Coller y Scott, 2009) y conocimientos relacionados con la informática (Carbonaro,

Szafron, Cutumisu y Schaeffer, 2010; DeLeeuw y Mayer, 2011; Kebritchi *et al.*, 2010). Para casi todos los estudios de aprendizaje de conocimientos curriculares se precisa el desarrollo de juegos, ya que no existen otros comerciales que se puedan utilizar para esta finalidad.

También avanzaron los estudios relacionados con los simuladores. El problema de este área es que cada vez se aleja más de lo que se conoce como juegos. Su interés por hacer que se parezca más una situación real aleja la experiencia de algo divertido y entretenido, y lo transforma en una escena de entrenamiento. Es el caso de la simulación presentada por Knight *et al.* (2010), que planteaba la simulación de triaje y clasificación de incidentes, así como los de otros investigadores, que también utilizaban simuladores.

Los juegos que relacionan el deporte con los videojuegos adquirieron una nueva dimensión. Bajo el nombre de *exergames*, empezaron a ser valorados no solo como juegos que invitaban al ejercicio físico, sino que también explicaban cómo utilizarlos a algunos sectores de la población, como los mayores. Vemos este planteamiento en el artículo de Rosenberg *et al.* (2010), donde no solo querían animar a los mayores a hacer ejercicio, sino que creían que así podrías tratar algunos de los estados posdepresivos en ancianos, como la depresión subsindrómica.

Las líneas de investigación en 2010 también se ampliaron en el ámbito de la evaluación de los videojuegos. Una de las líneas que obtendría un gran interés por parte del público más adelante fue la de las medidas neurológicas de los jugadores. Estos estudios comenzaron haciendo medias mientras juegan. Aunque no desarrollaran juegos para ello, es interesante mencionarlo, pues se convirtió en una línea de interés (Granek, Gorbet y Sergio, 2010).

En 2011, la investigación en *serious games* disparó el número de artículos publicados. No obstante, los juegos desarrollados para la investigación parecieron estabilizarse, y las líneas que ya existían se mantuvieron y fueron evolucionando: la violencia en los juegos (Maass, Kollhörster, Riediger, MacDonald y Lohaus, 2011; Mathiak *et al.*, 2011), los *exergames* (Hurkmans, Ribbers, Streur-Kranenburg, Stam y van den Berg-Emons, 2011), los simuladores para procedimientos médicos (Hannig, Kuth, Özman, Jonas y Spreckelsen, 2012), técnicos (Liu, Cheng y Huang, 2011) y de otras índoles (Pasin y

Giroux, 2011), para el estudio de lenguas (Connolly, Stansfield y Hainey, 2011) y de las ciencias de la computación (Hainey, Connolly, Stansfield y Boyle, 2011).

Evaluar la calidad de los *serious games* fue la parte más novedosa de la investigación en 2011. No solo se contemplaba la motivación de los jugadores y su nivel de aprendizaje factual, sino que el interés se centraba en el impacto real de utilizarlos en las clases ordinarias (DeLeeuw y Mayer, 2011) y ver si los juegos comerciales pueden, de alguna manera, apoyar los conocimientos que los alumnos deben aprender en sus clases (Charsky y Ressler, 2011).

Además, se empezó a considerar la posibilidad de utilizar los juegos como parte de las terapias psicológicas (Gitter, Ewell, Guadagno, Stillman y Baumeister, 2013; Schönbrodt y Asendorpf, 2011) y se investigó la posibilidad de que hubiera diferencias en resultados según el género de los jugadores (Joiner *et al.*, 2011).

El crecimiento en número de videojuegos desarrollados para la investigación en 2012, 2013, 2014 y en adelante (hasta la actualidad 2022) ha sido exponencial y muy extenso. Consideramos pues consolidado el campo en el ámbito de la investigación tras más de diez años de crecimiento exponencial. Seguir enumerando las líneas de investigación que fueron surgiendo en los principales ámbitos de los *serious games* carece de sentido. Los que deseen profundizar más el desarrollo de los *serious games* encontrarán varios artículos de gran relevancia: Boyle *et al.* (2015), Hainey, Connolly, Boyle, Wilson y Razak (2016) y Connolly *et al.* (2012).

La naturaleza mixta de los *serious games* puede explicar su difícil realización y comercialización. Como indica Padilla Zea (2011), todavía hoy, al colocar la palabra *educativo* junto al término *videojuego*, en nuestro subconsciente algo nos dice que no será divertido y 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<sup>6</sup> (González Sánchez, 2010), lo cual provoca una pérdida de interés por el juego.

---

<sup>6</sup> Aunque el término *jugabilidad* no está reconocido por la Real Academia de la Lengua Española, se opta por escribirlo en redonda o normal, frente a la cursiva, por el gran número de veces que aparece en el presente trabajo.

Los *serious games* deben ser *software* de entretenimiento con contenido educativo implícito lo suficientemente satisfactorio con ambos objetivos: entretener y enseñar (Padilla Zea, 2011). Es relevante para los juegos educativos que la parte educativa esté lo bastante especificada para ser capaces de determinar el contenido curricular que se está cubriendo con él y discernir si el jugador lo ha completado o no, en caso de que su objetivo sea transmitir conocimiento factual. Si se quiere transmitir cualquier otro tipo de conocimiento, es importante saber cuál y cómo evaluarlo.

## 1.4. Juegos y *serious games* en museos

Aunque ya se sepa, es pertinente recordar que, desde los años cincuenta del siglo pasado, la museología ha experimentado continuos cambios y la modificación de la idea y del concepto del museo ha sido enorme. Los viejos centros museísticos —llamados de forma peyorativa “museo-mausoleo” por Theodor Adorno (Adorno, 1967)— se han mudado a espacios más abiertos y plurales de intercambio y conocimiento compartido. En la nueva museología crítica, estas organizaciones se transforman en lugares de encuentro e intercambio de vivencias y experiencias. Nina Simon plantea que “el museo debe construirse y gestionarse para favorecer un encuentro social —ya sea presencial, en la sede, o virtual, en sus espacios y entornos digitales—, donde el relato se construye con un diálogo entre organización y espectadores, es decir, de manera plural”<sup>7</sup> (Simon, 2006: s/n).

En este proceso de cambio, la virtualización, la sociabilización y el juego han sido herramientas clave. La ludificación y la gamificación ya forman parte de las colecciones en las que se invita a los visitantes a compartir nuevas experiencias sobre los museos. Algunos artistas, como Carsten Höller, construyen sus esculturas, enormes toboganes, para que los espectadores las recorran jugando, a veces, deslizándose como niños por los centros. Lo lúdico se presenta, por tanto, como una invitación de entrada al museo o a los espacios de creación (Borja-Villel y Otros, 2014).

Además, los responsables de estas organizaciones han observado la enorme importancia del uso de lo virtual (redes sociales, páginas web, etc.) para permitir la construcción más libre del relato de la colección (Capriotti y Losada-Díaz, 2018; Losada-Díaz y Capriotti, 2015); (Claes y Deltell, 2014). Así, se construye no solo con la exposición o el catálogo oficial impreso, sino también con un catálogo virtual y libre que va desde la estrategia en Wikipedia (Deltell y Claes, 2020) a la estrategia comunicativa en Twitter u otras redes sociales (Hernández Toribio y Deltell Escolar, 2021). Por tanto, el objetivo de los museos ya no es solo construir una gran colección, sino, sobre todo, formular un relato con los

---

<sup>7</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *the museum must be built and managed to favor a social encounter -whether in person, at the museum's headquarters, or virtually, in its spaces and digital environments-, where the story is built with a dialogue between the organization and the spectators, that is, in a pluralistic manner* (Simon, 2006: s/n).

visitantes y las comunidades (Kotler, Kotler y Kotler, 2008) y superar los límites tradicionales que estas instituciones solían mantener con quienes los visitaban (Sookhanaphibarn y Chatuporn, 2013), creando un entorno de museo social pleno (Claes y Deltell, 2019) o *participatory museum* (Simon, 2010).

Centrémonos en lo que consideramos un enlace de los tres aspectos principales de este cambio: sociabilidad, ludificación y virtualización. Esto se materializa en el uso de los videojuegos en los museos.

Desde 1970, la museología crítica ha provocado una revolución en los centros y las colecciones. La naturaleza y el papel de los museos ha cambiado de forma esencial. Como indica Ross (2004), lo que antes eran unas instituciones exclusivas que marcaban la diferencia de clase social, sufrieron una revolución y comenzaron a abrirse al público general.

La visión del museólogo crítico centra la exhibición en el discurso que construye el público al visitar el espacio, y se aleja de aquella que la percibe como una colección de objetos. Estas instituciones perdían su carácter elitista para transformarse en centros de arte y creación. Comenzaba así un proceso de modernización que incluía no solo mejorar las colecciones, sino también la exhibición de las mismas y, sobre todo, el intercambio con los visitantes (Ross, 2004), e implicaba una nueva relación con la tecnología y lo virtual (Witcomb, 2003).

A finales de la década de los noventa se experimentaron dos cambios sociales importantes: la aparición de los dispositivos móviles de uso personal para el ocio (Amory *et al.*, 1999) y el interés de las familias por llevar a sus hijos a los museos (Hooper-Greenhill, 1994). Estos acontecimientos empujaron a los museos a incorporar en sus dinámicas el uso de los videojuegos, la RV o la Realidad Aumentada (RA). Estos términos, que aparecen juntos demasiado a menudo, reflejan dos tipos de avances tecnológicos. Mientras que la RV trata de reproducir el mundo tangible en un modelo virtual y situar al usuario en este entorno digital (Dubois y Nigay, 2000), la RA, como su nombre indica, intenta expandir la realidad con artefactos digitales. A través de un dispositivo, la RA añade información visual, textual o sonora al mundo físico (Dubois y Nigay, 2000).

Dubois y Nigay (2000) especifican que existen cuatro clases de RA. Postulan que consta de dos características principales: el foco de la tarea que se realiza (que puede ser un objeto real o un objeto virtual) y el aumento o bloque virtual añadido (que hace referencia al uso que se da al aumento y que puede ser de ejecución, si se interactúa con él, o de evaluación, si sirve para añadir información sobre la realidad. Combinando estas características, se generan las cuatro clases:

1. **Bloques de medios:** realidades aumentadas cuyo foco de la tarea es un objeto real, y la naturaleza del aumento implica interacción con este desde el aumento.
2. **Escritorio digital:** el foco de la tarea es un objeto virtual. Si la naturaleza del aumento se basa en una interacción con este foco, hablamos de escritorios digitales.
3. **Gráficos realistas:** focaliza la tarea en un objeto real al que se le añade un aumento de evaluación con el que no se interactúa.
4. **Museo aumentado:** implica una tarea con foco en objetos virtuales con un aumento de naturaleza de evaluación (Tabla 3).

Tabla 3. Las cuatro clases de RA.

<b>Foco de la tarea</b>	<b>Naturaleza del aumento</b>	
	<i>Ejecución</i>	<i>Evaluación</i>
<i>Objetos reales</i>	Bloques de medios	Gráficos realistas
<i>Objetos virtuales</i>	Escritorio digital	Museo aumentado

Fuente: Dubois y Nigay (2000).

#### 1.4.1. Contextualización de los juegos en museos: casos de estudio

El cambio de paradigma y el creciente interés de la población por los museos ha llevado, de manera natural y como hemos explicado antes, a una ludificación de sus contenidos y actividades. Los museos fueron, durante mucho tiempo, centros que albergaban

conocimiento. No existía el interés por la divulgación desde las instituciones, puesto se entendía que era el visitante el que debía esforzarse por extraerlo. En la actualidad, los museos han tratado de modernizarse y atraer al visitante, facilitando la comprensión de las colecciones de las que disponen (Beale, 2011).

No todos los centros museísticos son iguales ni se encuentran en el mismo punto de apertura y modernización, lo que provoca que se dé una gran pluralidad entre las instituciones museísticas. Algunas han realizado importantes cambios para facilitar sus colecciones, otras se han centrado en estrategias de renovación de colección y solo unas pocas han apostado abiertamente por el uso de los *serious games*. Para acercarnos un poco más a esta pluralidad a la que nos enfrentamos cuando hablamos de juegos y videojuegos en museos vamos a presentar algunos de los casos prácticos más interesantes (Beale, 2011).

En el año 2000, el número de museos y colecciones registrados en España ascendía a 1.192 (Estadística del Ministerio de Cultura y Deporte, 2021)<sup>8</sup>. Para abarcar un análisis de los mismos, se creó una tipología de varias clasificaciones según su contenido, número de visitantes, modernización, etc. También se analizó si existía un creciente interés por los juegos y videojuegos en los museos. En el ámbito internacional, en su libro *Museums at play: games, interaction and learning*, Katy Beale (2011) refleja un despertar del videojuego en el museo y recoge información de más de cincuenta galerías en más de catorce países.

Con la intención de ofrecer una visión de la situación actual de los videojuegos en los museos, proponemos un recorrido a través de algunos de los juegos que se encuentran en activo en diversas instituciones y galerías del mundo y que representan, en cierto modo, las tendencias generales que siguen a la hora de presentar los juegos a sus visitantes.

Centrémonos primero en los juegos y videojuegos comercializados que los museos ofrecen a sus visitantes y analicemos su naturaleza, generalizando desde casos concretos desarrollados por otras empresas y/o investigadores.

---

<sup>8</sup>Las estadísticas se pueden consultar en la siguiente página web: <https://www.culturaydeporte.gob.es/en/dam/jcr:8973abb1-58db-43bb-a14b-5ace0b6479e2/nota-resumen-museos-y-colecciones-museograficas-2021.pdf> (Fecha de acceso: 11/08/2022).

### CASO 1. El panfleto<sup>9</sup>.

Cuando se entra en el Museo Británico (*British Museum*)<sup>10</sup> y se pregunta si tienen juegos durante la visita, lo primero que quieren saber es cuántos años tienen los niños. Por tanto, el museo presupone que solo se optará por la visita con juego si se va con niños. Es muy habitual que los juegos y videojuegos de los museos estén enfocados a un público familiar, niños y adultos, que visitan el museo.

Una vez dicha la edad, indicarán las actividades que podrán realizar en el museo. Los juegos ofertados son diversos, pero todos siguen el mismo patrón adaptado a las distintas obras, dependiendo del itinerario que les interese y la edad de los niños. Este soporte físico ofrece pasatiempos relacionados con las obras, permite buscar obras concretas, encontrar información en las cartelas, resolver sopas de letras o crucigramas.

Estos juegos podrían considerarse “visitas gamificadas”, pues no ofrecen una coherencia entre ellos ni hay una línea argumental que aúne las diversas pruebas y trasladen al niño de un punto del museo a otro.

### CASO 2. Juego con educador<sup>11</sup>.

Es habitual que los museos proporcionen visitas guiadas por personas que trabajan en él. Muchas veces, si están dirigidas a jóvenes o niños pueden presentarse en forma de juego. Un ejemplo de este tipo de visitas son las que ofrece el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN)<sup>12</sup>. En ellas, los niños se disfrazan de dinosaurio y pasean por las salas descubriendo qué comían estos animales a través de comida de plástico. Finalmente, moldean una huella de dinosaurio con arcilla.

---

<sup>9</sup> Experiencia realizada por la investigadora durante su estancia en *University of Bedfordshire, Milton Keynes Campus* en 2019.

<sup>10</sup> Página web oficial: <https://www.britishmuseum.org> (Fecha de acceso: 11/08/2022).

<sup>11</sup> Experiencia realizada por la investigadora en el MNCN cliente de la empresa PadaOne Games durante el transcurso del doctorado industrial.

<sup>12</sup> Página web oficial: <https://www.mncn.csic.es/es> (Fecha de acceso: 11/08/2022).

Otro ejemplo de este tipo de juegos son los que se realizan en CaixaForum<sup>13</sup>, donde los visitantes acompañan a la orientadora y esta les introduce en el mundo del arte abstracto a través de una serie de preguntas y pautas que les ayudan a descifrar las motivaciones del autor para generar una obra como la expuesta.

En estos casos, el juego podría entenderse casi como una experiencia de rol, pues que los visitantes entren en la dinámica propuesta está en manos de la persona que los guía.

### CASO 3. Juego experiencial.

Muchos museos de ciencia se basan en las experiencias para atraer a su público. En mayor o menor medida, la naturaleza de los conocimientos expuestos permite un enfoque basado en la vivencia del visitante.

Por ejemplo, en el Museo Tecnológico y Marítimo de Malmö<sup>14</sup> (*Teknikens och Sjöfartens hus Malmö Museer*), se puede entrar en el interior de un submarino y ver cómo nos sentimos dentro de un espacio muy pequeño. Además, plantea pequeños retos científicos para que los visitantes puedan experimentar con ellos: desde una bola electromagnética hasta un periscopio de varios metros de longitud. Otro ejemplo es el Museo de Ciencias Naturales de Copenhague<sup>15</sup> (*Statens Naturhistoriske Museum*), en el que se pueden dibujar dinosaurios o mariposas al verlos porque la galería facilita mesas, hojas y lápices en diversos lugares de la exposición.<sup>16</sup> El Museo Victoria y Alberto de Londres<sup>17</sup> (*Victoria and Albert Museum*) también ofrece a sus visitantes una propuesta de juego alternativa, unos disfraces que puedes ponerte y disfrutar como si estuvieras en la ópera. Este juego es mucho más libre, ya que el visitante decide si quiere o no entrar en él.<sup>18</sup>

---

<sup>13</sup> Página web oficial: <https://caixaforum.org/es/madrid> (Fecha de acceso: 11/08/2022).

<sup>14</sup> Página web oficial: <https://malmo.se/Uppleva-och-gora/Konst-och-museer/Malmo-Museer/Besok-Malmo-Museer/Vara-byggnader/Teknikens-och-sjofartens-hus.html> (Fecha de acceso: 16/08/2022).

<sup>15</sup> Página web oficial: <https://snm.ku.dk> (Fecha de acceso: 16/08/2022).

<sup>16</sup> Experiencia realizada por la investigadora al acudir al congreso Nordic Game Conference en Malmö durante la primavera de 2019.

<sup>17</sup> Página web oficial: <https://www.vam.ac.uk> (Fecha de acceso: 16/08/2022).

<sup>18</sup> Experiencia realizada por la investigadora durante su estancia en *University of Bedfordshire, Milton Keynes Campus* en 2019.

#### CASO 4. Juego mixto<sup>19</sup>.

En este caso, el juego aúna el soporte físico y el digital. En Madrid encontramos dos ejemplos claros: *Marco Topo* y *Enigma Galdiano*. El primero cuenta con un mapa físico que se puede comprar en distintos lugares o descargarlo en la web, y ofrece visitas en las que el niño debe encontrar varias piezas. Cuando las ha encontrado todas, verá un código junto a ellas, similar a un QR. Al apuntar con el móvil, se activará un reto. En cuanto lo supere, su acompañante podrá darle como premio una de las pegatinas del mapa de *Marco Topo*. Este juego está disponible en varios museos de España<sup>20</sup>.

En el juego *Enigma Galdiano* —que se desarrolla en el Museo Lázaro Galdiano—, podremos completar la aventura en un dispositivo móvil (móvil o tableta), pero será más fácil si compramos el mapa físico de pistas que vende el museo.

Por tanto, los juegos mixtos ofrecen soporte físico, una serie de pistas, pegatinas o mapas y soporte digital. Algunos no tienen sentido sin la parte física, como *Marco Topo*, pero *Enigma Galdiano* ofrece la experiencia digital completa sin que se precise nada más.

#### CASO 5. Juegos digitales en dispositivos del museo.

En algunos museos podemos encontrar dispositivos propios, como tabletas, pantallas interactivas, proyecciones, gafas de realidad virtual... Estos artefactos aportan un componente tecnológico a la visita que, en muchos casos, puede hacerla más atractiva. El uso de la tecnología no gamifica la experiencia de forma automática, como algunas personas pueden pensar. Que el museo proyecte un cortometraje o muestre una reconstrucción digital no genera un juego para el visitante. Por tanto, tampoco lo consiguen las recreaciones digitales de dinosaurios, los vídeos en 3D, las reconstrucciones digitales (ni siquiera las que utilizan gafas de RV para mostrarnos

---

<sup>19</sup> Experiencia realizada por la investigadora en el Museo Lázaro Galdiano cliente de la empresa PadaOne Games durante el transcurso del doctorado industrial.

<sup>20</sup> Existe un enlace para consultar estos juegos y es: <https://marcotopo.com/aventuras/> (Fecha de acceso: 7/7/ 2021).

situaciones pasadas), como la exposición temporal vikinga en el Museo de Ciencias Naturales de Copenhague<sup>21</sup> (*Statens Naturhistoriske Museum*), que tenía una experiencia de inmersión completa en un poblado.

#### CASO 6. Vídeo 3D.

A veces, los museos que muestran épocas pasadas —como es el caso del Museo de las Termópilas en Grecia (*KENTPO ΙΣΤΟΡΙΚΗΣ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΘΕΡΜΟΠΥΛΩΝ*)— ofrecen a sus visitantes reconstrucciones en tres dimensiones en. Forma de maquetas y reconstrucciones digitales. Además, en el caso de este museo, su principal atracción es el pase de un documental sobre la batalla de las Termópilas en tres dimensiones. El problema de estas exhibiciones, como ya hemos mencionado, es que el componente de juego está ligeramente difuso, ya que el visitante no mantiene una gran interacción con los dispositivos. Si el jugador debe responder a preguntas o influir en el desarrollo de los acontecimientos del vídeo, podremos considerarlo un juego. En el caso de este museo, hay ciertas preguntas que el visitante debe resolver antes de avanzar, así que puede considerarse un juego en 3D.

#### CASO 7. ARfract.

Este videojuego fue desarrollado para tratar de explicar la refracción lumínica. Es relevante porque utiliza la RV para explicar un fenómeno físico. Pese a que está integrado dentro de la exposición del museo al que pertenece (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Taiwán - chino : 國立科學工藝博物館; pinyin : *Guólì Kēxué Gōngyì Bówùguǎn*)<sup>22</sup>, no integra el contenido del juego con la exposición. Tanto es así que la visita no influye en el desarrollo del juego, así que sus desarrolladores han creado una experiencia explicativa previa que ayuda a comprender la refracción y al desarrollo del juego (Oh, So y Gaydos, 2017).

---

<sup>21</sup> Página web oficial: <https://snm.ku.dk> (Fecha de acceso: 16/08/2022).

<sup>22</sup> Página web oficial: [https://hmgong.es/wiki/National\\_Science\\_and\\_Technology\\_Museum](https://hmgong.es/wiki/National_Science_and_Technology_Museum) (Fecha de acceso: 16/08/2022).

#### CASO 8. MagicHOLO.

MagicHOLO plantea un sistema de hologramas de fácil implementación que pretende fomentar la interacción entre desconocidos. Las holografías llaman mucho la atención y por eso es fácil pensar que a los visitantes les interesará utilizar el juego. Una vez inmersos en él, se ven en la obligación de colaborar con otros para seguir avanzando. En este caso, la tecnología se utiliza como un medio para conseguir un fin, pero no es un fin en sí mismo. (Kasomoulis, Vayanou, Katifori y Ioannidis, 2016).

#### CASO 9. QuakeQuiz.

QuakeQuiz adapta un juego tradicional a un nuevo formato: el dispositivo móvil. El objetivo de QuakeQuiz es, una vez más, la interacción entre los visitantes. Cuatro visitantes del museo deben entrar en la zona *quake*, compuesta por cuatro paredes que simulan el lugar donde se originan los terremotos. Una vez ahí, tendrán que acceder a la aplicación QuakeQuiz y esperar. En cuanto hay cuatro o más participantes en la sala, empieza la proyección del *quiz*. Las preguntas aparecen en todas las paredes, y los jugadores pueden dar las respuestas correctas desde sus móviles, donde les aparecen las opciones de respuesta. Poco a poco se irá creando un *ranking* de puntuaciones, y los participantes podrán luchar por el pódium. Las respuestas a las preguntas están repartidas por la exposición. Un juego que puede presentarse de manera tradicional, un *quiz* con múltiples respuestas, se plantea no solo como un reto digital, sino también como una nueva forma de interacción (Prange, Müller, Buschek y Alt, 2017).

Todos estos juegos tienen objetivos comunes que vienen marcados por dónde se desarrollan. Los videojuegos en museos son juegos digitales al servicio de un organismo mayor, el museo y, por tanto, no solo deben ser divertidos y entretenidos para el jugador, sino que han de aportar apoyo en algunas de las finalidades del museo (Camps-Ortueta, Deltell-Escolar y Blasco-López, 2021).

Como ya hemos dicho, en los museos se desarrolla la cultura de cara al visitante. Desde su transformación en el siglo XX, han tratado de atraer y fascinar a través de la oferta cultural que albergan en su interior. Por lo tanto, no es de extrañar que muchos traten de utilizar los videojuegos que desarrollan —o que se desarrollan en ellos— para alcanzar algunos de los objetivos propios de estas entidades (Jensen, 2016).

Como han mostrado los casos, uno de estos objetivos es la interacción entre desconocidos. Los museos pretenden ser un centro de encuentro para personas con intereses similares relacionados con el arte, las ciencias y la cultura. Por ello, tratan de establecer vínculos a través de las exposiciones. En la actualidad, no basta con reunir a las personas en un mismo lugar para que contemplen ciertas piezas u obras, de modo que los videojuegos tratan de ofrecer una excusa para hallar esa conexión y que los visitantes puedan intercambiar opiniones y discutir sobre los contenidos del museo.

Otro de los objetivos que podemos ver reflejados en los juegos que se plantean es la necesidad de transmitir conocimiento a los visitantes. El museo es un centro de cultura y conocimiento, alberga maravillas que mostrarse y transmitirse a las masas que van a visitarlo. Por tanto, la mayor parte de los juegos que encontramos tienen un marcado interés educativo.

## 1.5. Videojuegos en España

Pero esta fascinación por el videojuego y por utilizarlo como herramienta educativa viene establecida por el lugar que esta industria está tomando en el mundo. Como todos sabemos, está modificando el mercado del entretenimiento mundial: hay millones de videojugadores creando tendencias, desarrollando hábitos, estableciendo lazos sociales y demandando nuevos productos (Mainer, 2020). Se sabe que España es uno de los principales mercados en los que se desarrolla esta nueva tendencia, el cuarto que más videojuegos consume en Europa y el noveno en el mundo.

Los datos respaldan estas afirmaciones. Según las estadísticas de la Asociación Española de Empresas Productoras y Desarrolladoras de Videojuegos (DEV), los videojuegos representan la principal opción de ocio audiovisual, y facturan 713 millones de euros al año. Además, los datos marcan una tendencia positiva: si en 2020 el crecimiento de la facturación fue de un 15,6 %, se estimaba que, para 2021, aumentase hasta un 23 % (DEV,2020).

La realidad es que, pese a ser uno de los principales consumidores de videojuegos, España no es de los principales productores. No obstante, hay buenos augurios para el sector: en 2020, el incremento de la empleabilidad fue del 16,5 %, y se estimaba que para 2021 fuera del 18,2 % (DEV, 2020).

En el último año también ha habido un considerable aumento de la inversión extranjera en el desarrollo español, pues se ha pasado de un 4 a un 10 %, con el consiguiente incremento de la internacionalización de los desarrollos de los estudios de nuestro país (DEV, 2020).

No debemos olvidar que se trata de una transformación en ciernes cuyas principales características se relacionan con una industria en consolidación:

- El 81 % de las empresas son de nueva creación: apenas el 19% tienen más de diez años (DEV, 2020).
- Falta inversión externa: el 92 % del capital social de las empresas de videojuegos españolas procede de los socios fundadores (DEV, 2020).
- Predominan las pymes: casi la mitad de las empresas, el 49%, tienen cinco empleados o menos (DEV, 2020).

- La baja tasa de la productividad de los estudios españoles: más de la mitad de la facturación (por encima de los 50 millones de euros) es de empresas de gran tamaño. Solo representan un 7 % de los estudios españoles (DEV, 2020).

Mientras a la industria española le queda mucho por crecer, todo parece indicar que el consumo del videojuego está ampliamente instaurado. Conforme a los datos que publica la Asociación Española de Videojuegos (AEVI, 2020), su consumo supera ampliamente en facturación al del sector audiovisual (587,5 millones de euros) y musical (237,2 millones de euros) juntos, y se consolida como el principal sector del ocio y el entretenimiento en nuestro país.

## 1.6. Diseño de videojuegos

Este ámbito se refiere al desarrollo lógico del juego, al diseño de la experiencia lúdica, a las reglas y a las recompensas que se otorgan al jugador al jugar, teniendo en cuenta que el juego de cada uno será diferente y único.

Es importante no confundir este ámbito del diseño con el más comúnmente conocido: el diseño artístico. Este pasa por la utilización de herramientas 2D y 3D para recrear mundos virtuales donde se desarrollen juegos e interfaces para que los usuarios puedan interactuar con el videojuego.

Por tanto, el diseño de videojuegos se encuentra en el punto medio entre la programación y el arte para videojuegos. Este se verá influido por ambos entornos, pero deberá desarrollarse de forma independiente. A continuación, trataremos de plasmar esta realidad haciendo referencia a las metodologías de diseño<sup>23</sup> que utilizan no solo los diseñadores de juegos comerciales, sino también los de *serious games*. Por último, repasaremos la situación actual de las metodologías de diseño para videojuegos en los museos.

### 1.6.1. Metodologías de diseño

Cuando hablamos de diseño de videojuegos comerciales hay que entender que se trata de una labor profesional desempeñada por un departamento de una empresa comercial. El desarrollo de esta actividad está directamente relacionado con el desempeño de otras

---

<sup>23</sup> Un aspecto relevante de este doctorado industrial se encuentra en la terminología usada. En la medida de lo posible, se ha utilizado siempre la propia de las áreas de Ciencias Sociales, habituales en el programa de doctorado en que se desarrolla esta tesis —Doctorado en Comunicación Audiovisual, Publicidad y Relaciones Públicas de la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid—. Sin embargo, algunos conceptos no existen (o su equivalente sería poco usual o incorrecto) en las Ciencias Sociales. Es el caso de “metodología de diseño”, que no debe confundirse con la “metodología de investigación” propia de una tesis o un estudio en Ciencias Sociales.

Así, en este capítulo introductorio se habla de las metodologías de diseño de videojuegos, pero no de la metodología propia de esta investigación, que se realizará más adelante.

divisiones, como la de programación. Por eso en muchos casos pueden mezclarse metodologías y comparar los métodos de trabajo.

En programación es habitual utilizar lo que se conoce como metodologías *Agile* (Matharu, Mishra, Singh y Upadhyay, 2015), pero los videojuegos precisan más ligereza a la hora de desarrollarse, pues deben enfrentarse a las desavenencias que surgen entre los deseos creativos, propios del departamento de diseño, y las limitaciones técnicas, marcadas por el de programación (Murphy-Hill, Zimmermann y Nagappan, 2014).

Por tanto, los requisitos del desarrollo de videojuegos difieren de aquellos marcados por el resto de *software*. Además, los requisitos varían de un juego a otro, lo que complica la estipulación de requisitos transferibles, ya que en muchas ocasiones no hay ninguno<sup>24</sup> (Murphy-Hill *et al.*, 2014:1).

Para la mayoría de los desarrolladores de juegos, los requisitos rara vez se consideran un objetivo identificado que deba cumplirse, más bien algo que tiene que descubrirse durante el proceso de desarrollo (Daneva, 2014). El desafío de controlar y estandarizar el proceso de creación de un producto, en gran medida impredecible y abierto a la aportación creativa hasta una fase muy avanzada de desarrollo, es una cuestión discutida en la literatura (Wang y Nordmark, 2015).

La revisión sistemática de los estudios de Engström, Berg Marklund, Backlund y Toftedahl (2018) pretende explorar cómo se ha estudiado el arte y los procesos de desarrollo de los juegos en investigaciones anteriores. Basándose en ella, Marklund, Engström, Hellkvist y Backlund (2019) proponen una revisión empírica sobre las prácticas de desarrollo de los juegos. De este modo, se obtiene una visión global de las prácticas más utilizadas hoy en la industria dentro del ámbito del desarrollo de videojuegos.

---

<sup>24</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Video games make up an important part of the software industry, yet the software engineering community rarely studies videogames. This imbalance is a problem if video game development differs from general software development, as some game experts suggest* (Murphy-Hill *et al.* 2014: 1).

De estos estudios se desprende que no existe un estándar para el desarrollo de juegos. Varios de los documentos revisados señalan que es una actividad flexible y cambiante, de manera que es muy complicado estandarizar y determinar una metodología.

La forma en que se organiza el desarrollo en la industria de los videojuegos está muy influenciada por lo que suele conocerse como *testeo*, que consiste en la prueba constante del producto en diversas fases de su ejecución. De este se obtiene un *feedback* significativo, que puede basarse en las continuas pruebas de la experiencia del jugador.

No obstante, es posible determinar una estructura común en los desarrollos de la industria. Esta se compone de cuatro partes: concepción de la idea, preproducción, producción y posproducción. El testeo tiene lugar en todas las etapas del proceso de desarrollo. El resultado de estas pruebas impactar en el producto, independientemente de la etapa de desarrollo. Esto supone un peligro para la producción, ya que el producto no está determinado desde el principio y los cambios pueden alargarla. Al tratar de minimizar este riesgo, los desarrolladores hacen especial hincapié en que las primeras etapas sean lo más completas posible y que los juegos estén muy cerrados, sin perder la flexibilidad del proceso (Schmalz, Finn y Taylor, 2014). Es frecuente que las empresas tengan varios proyectos en etapa de concepción de la idea y preproducción, de manera que solo después de algunas rondas de testeo decidan cuáles pasan a producción. Los juegos que todavía no se han desarrollado pero que ya han sido concebidos se conocen como *prototipos*.

No todas las producciones de videojuegos son iguales, como tampoco lo son todos los departamentos. En algunas áreas del desarrollo mantienen la estructura tradicional de requisitos, como los departamentos de arte o programación, donde los objetivos son fácilmente identificables y es posible hacer una lista de tareas pendientes, con objetivos fijos que deben desarrollarse. Este tipo de producciones son más habituales en los grandes proyectos, en los que suelen participar los estudios de AAA (Stacey, Brown y Nandhakumar, 2007).

Las producciones AAA requieren grandes cantidades de financiación que suelen ser aportadas por editores, titulares de plataformas o inversores. Como todas las grandes inversiones, el desarrollo de juegos supone también ciertos riesgos financieros. Para controlarlos, los inversores imponen mecanismos de control, como las enumeraciones de los requisitos (Stacey *et al.*, 2007).

En el desarrollo de videojuegos AAA es difícil encontrar innovaciones en los ámbitos de diseño, puesto que las decisiones se toman según resultados previos, retroalimentación y practicidad, lo que aumenta las posibilidades de éxito (O'Shea y Freeman, 2019). Por tanto, las experiencias que ofrecen este tipo de juegos son similares entre sí.

Cuando hablamos de diseño de videojuegos, es importante recordar que la experiencia de un juego no es completa hasta que el usuario lo utiliza. Esta última característica —que dista de otros medios similares, como puede ser el cine en el cual el consumidor es un agente pasivo—, dificulta todavía más la tarea del diseñador, que no conocerá el resultado de su trabajo hasta después de publicar el videojuego. Así mismo, dificultará también la tarea de extraer teorías unificadas o fórmulas para crear buenos juegos (Macklin y Sharp, 2016).

Esta visión del juego como experiencia —en la que el jugador decide cuándo, dónde, cómo y por qué jugar— y la creación del videojuego es un encuentro entre la propuesta del diseñador y el consumo por parte del jugador. Conforman el núcleo del conocido marco MDA (mecánica, dinámica y estética, por sus siglas en inglés) para el diseño de videojuegos (Hunicke, Leblanc y Zubek, 2004).

Entre 2001 y 2004, en la Game Developers Conference (GDC, en español Congreso de Desarrolladores de Videojuegos) se desarrolló el marco de trabajo MDA. Estas siglas hacen referencia a los componentes del consumo de videojuegos que resultan de este desarrollo y que conforman las pautas de diseño: M de Mecánica, D de Dinámica y A de Estética (Hunicke *et al.*, 2004). Este marco de diseño es uno de los más característicos y utilizados en la industria. Podemos encontrar un análisis detallado del mismo en el apartado 2.1.1.

A continuación presentaremos brevemente cuatro marcos de trabajo de gran relevancia para la industria del videojuego que se encuentran recogidos en el trabajo de O'Shea y Freeman (2019): la taxonomía de Bartle<sup>25</sup> (Bartle, 2005), las cuatro claves de la diversión<sup>26</sup> (Lazzaro, 2004), los motores del juego<sup>27</sup> (VandenBerghe, 2017) y el modelo

---

<sup>25</sup> *The Bartle Taxonomy.*

<sup>26</sup> *4Keys2Fun.*

<sup>27</sup> *The Engines of Play.*

de participación del jugador<sup>28</sup> (Calleja, 2011). Esta recopilación es importante, puesto que, como sus autores indican, “Es raro que se pueda acceder abiertamente a los datos sobre la aplicación de los marcos de trabajo en diseño de videojuegos y, si se dispone de ellos, a menudo solo se encontrarán fragmentados a través de diversos canales”<sup>29</sup> (O’Shea y Freeman, 2019: 2).

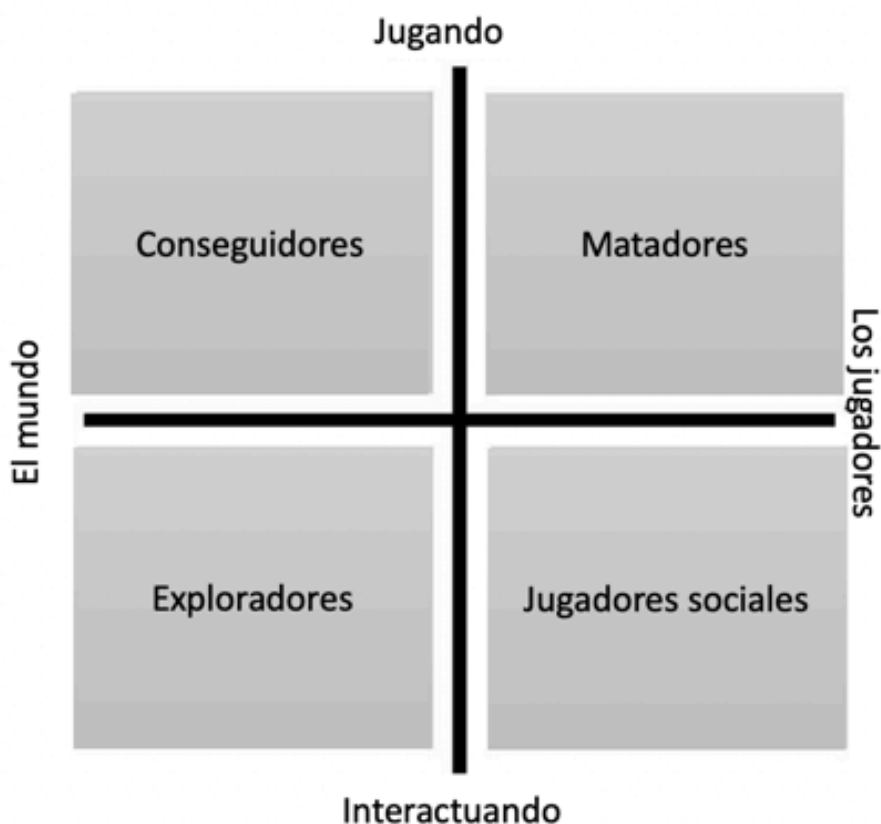
Como podemos observar en la Figura 1, traducción de la que se encuentra en el artículo de Bartle (1996), los jugadores actúan en dos ejes: “actuar sobre” versus “interactuar con”; están “orientados al mundo del juego” u “orientados a otros jugadores”. La posición de estos no es estática, puede variar de un cuadrante a otro, incluso durante la misma partida, dependiendo de la actuación del jugador.

---

<sup>28</sup> *The Player Involvement Model.*

<sup>29</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Openly accessible data on the application of frameworks is rare, and if it is available will often only be found fragmented across channels. Most notably, there is no widely available data set on what games are built on which design, which makes the later evaluation of such frameworks and the decisions related to them even more problematic* (O’Shea y Freeman, 2019: 2).

Figura 1. Taxonomía de Bartle.



Fuente: Bartle (1996: 7)<sup>30</sup>.

Dependiendo de en qué cuadrante de dichos ejes recaiga la actuación del jugador, diremos que se trata de un *conseguidor* (del inglés *achiever*), orientado al mundo del juego y centrado en actuar sobre este; de un *matador* (del inglés *killer*), encaminado al mundo del juego, muy dispuesto a desarrollarse en este de manera social, ya que no le interesa la participación solitaria; de un *explorador*, que pese a su orientación al mundo no está tan motivado en la consecución de sus objetivos como en la exploración de este y descubrir

---

<sup>30</sup> La autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano y modernizado ligeramente el aspecto de la figura de Bartle (1996: 7) siguiendo el ejemplo de O'shea y Freeman (2019: 4).

todos sus secretos y la dinámica de posibilidades; o de un *jugador social*, más atraído por interactuar con los otros jugadores que en desarrollarse en el juego.

Este sería uno de los primeros marcos de trabajo que tendría en cuenta al jugador. En 2005, Bartle desarrolló una ampliación de este marco conceptual que consideró lo que él mismo denominó la “tercera dimensión”, otro eje en el que transitarán los jugadores formado por los parámetros “reflexión implícita” e “intento explícito” (Bartle, 2005:). La información sobre el marco de trabajo actualizado de Bartle se detalla en el apartado 2.1.2 La taxonomía de Bartle.

Nicole Lazzaro desarrolló otro marco llamado las “cuatro claves de la diversión” (del inglés *4Keys2Fun*). No tan centrada en el jugador como la de Bartle, esta hipótesis de trabajo pretendía ser “una herramienta para inspirar a los desarrolladores en la creación de mecánicas”<sup>31</sup> (Lazzaro, 2004: s/n). Se trata de un marco de trabajo complejo, pues cada clave debe interpretarse como un componente, una idea principal sobre la que se fundamenta esta teoría, una parte independiente de un todo.

“Cada una de las claves es una pieza que motiva a los jugadores a jugar y actúa como un mecanismo para la emoción que cada jugador experimenta en su experiencia de juego”<sup>32</sup> (Lazzaro, 2004: 3). Las cuatro claves de este marco de trabajo son: diversión fácil (*Easy Fun*), diversión difícil (*Hard Fun*), diversión de la gente (*People Fun*) y diversión en serio (*Serious Fun*). Podemos ver más desarrolladas estas ideas en el apartado 2.1.3.

Los motores del juego de Jason Vandenberghe se caracterizan por tratar de extrapolar la famosa teoría psicológica del *Big Five* (Goldberg, 1993) al desarrollo de videojuegos. Para ello, Goldberg propone tres motores o herramientas que ayudan al diseñador a pensar en la experiencia de los jugadores. Estas herramientas son: el mapa de los gustos, el viaje del consumidor y motivación y satisfacción. Esta teoría, por primera vez no se centra solo en el resultado, sino que también pone el foco en las relaciones y entendimientos que

---

<sup>31</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *a tool to inspire developers in the creation of mechanics* (Lazzaro, 2004: s/n).

<sup>32</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *each Key is a reason people play and is a mechanism for emotion in a different aspect of the Player Experience. Both players and games vary in how important each Key is to having fun* (Lazzaro, 2004: 3).

deben darse dentro del equipo de desarrollo de un videojuego. Podemos leer más y ahondar en estos conceptos en el apartado 2.1.4.

Por su parte, Gordon Calleja desarrolló otro marco de trabajo conocido como el modelo de participación del jugador (del inglés *The Player Involvement Model*). Este marco explora los conceptos de inmersión y participación. Brevemente, la inmersión se entiende como la sensación de estar profundamente absorto en el juego, hasta el punto en el que la percepción del tiempo y el espacio se diluyen.

Para Calleja (2011), este marco de trabajo está dividido en dos fases de inmersión: macro y micro. La macro se desarrolla fuera del juego, y está relacionada con todos los pensamientos que tiene el jugador fuera del juego, en la vida, pero relacionados con el juego. Por ejemplo, si piensa en una estrategia que desarrollará al jugar o le da vueltas a qué puede ponerle a su avatar. La micro tiene que ver con el instante en que el jugador juega, la atención que dedica al juego. Un claro ejemplo de este tipo de inmersión es la interacción directa de los jugadores con los controles, las mecánicas o la espera a que algo ocurra.

Además, en el modelo de participación del jugador hay seis dimensiones o tipos de inmersión. Cada una se puede desarrollar en ambas fases, macro y micro:

- **Inmersión kinestésica:** relacionada con la representación y el control de los avatares en los mundos virtuales.
- **Inmersión espacial:** hasta qué punto el jugador se congracia con entorno virtual.
- **Inmersión plural:** relacionada con la interacción del jugador con otros agentes (reales o virtuales) dentro del juego.
- **Inmersión narrativa:** todo lo que tiene que ver con la historia del juego, tanto el guion como los relatos que puedan desprenderse de este.
- **Inmersión afectiva:** compromiso emocional fruto del juego.
- **Inmersión lúdica:** resultado de la implicación de los jugadores, su compromiso con las decisiones que toman y las repercusiones estas.

El modelo se puede utilizar aunque no todas las dimensiones estén presentes en el juego, lo que significa que, dependiendo de la naturaleza de este, las inmersiones expuestas estarán presentes en mayor o menor medida.

Este marco de trabajo proporciona a los desarrolladores la opción de desmenuzar la experiencia de juego en partes (dimensiones), además de tener en cuenta las diferencias entre estar jugando activamente (microinmersión) y comprometerse con el juego (macroinmersión). Calleja plantea esta investigación como una herramienta para conocer y desmenuzar la inmersión y el compromiso de los jugadores. Una vez más, ampliaremos estos conceptos en el apartado 2.1.5.

Finalmente introduciremos la tétrada en capas, desarrollada por Jeremy Gibson Bond (2017) y más desarrollada en el capítulo 2.1.6. Esta metodología plantea que los videojuegos constan de tres capas: la capa inscrita, la capa dinámica y la capa cultural. Cada una está formada por cuatro elementos —mecánico, estético, narrativo y tecnológico— y estos representan distintas realidades de cada capa. A su vez, la relación entre las capas representa “la transición de propiedad desde el creador al consumidor del juego”<sup>33</sup> (Gibson-Bond, 2017: 107).

Hasta donde sabemos, ninguno de los marcos de trabajo expuestos puede considerarse una metodología. Los marcos de diseño de juegos son principalmente herramientas para descomponerlos y estudiarlos y, a través de esta comprensión, estar mejor equipados para diseñar otros nuevos, promoviendo así el avance del arte en el diseño de juegos. No existe una gran teoría unificada o una fórmula que detalle la combinación y proporción de elementos que resulten divertidos (Hunicke *et al.*, 2004).

### **1.6.2. Metodologías de diseño de *serious games***

En el caso de los *serious games*, no se plantea la problemática de no saber qué se quiere evaluar en los juegos comerciales (O'Shea y Freeman, 2019). Casi siempre está claro que

---

<sup>33</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: (...) *and at this point players actually have more control and ownership over the game than the designers* (Gibson-Bond, 2017: 107).

se desea obtener la máxima implicación (*engagement*) por parte del jugador, mientras se transmite algún tipo de enseñanza, ya sea aprendizaje factual o modificación de conducta.

Como se afirma en *Educational Game Design Fundamentals: A Journey to Creating Intrinsically Motivating Learning Experiences* (Kalmpourtzis, 2018), encontrar el equilibrio entre los elementos de aprendizaje y de juego es difícil y, de alguna manera, un problema del tipo la gallina y el huevo. Existen dos posibles enfoques para el dilema que se plantea: centrarse en los objetivos pedagógicos que se quieren alcanzar y, una vez establecidos, desarrollarlos de la forma más lúdica posible para terminar construyendo el juego alrededor de ellos; o bien centrarse en el juego, diseñar un artefacto divertido y entretenido para después intentar infundirle los elementos de aprendizaje sin que molesten demasiado al jugador.

En el apartado 2.2. daremos un repaso en profundidad a los más relevantes a este respecto. A diferencia de los expuestos en el apartado anterior, estos sí son marcos de trabajo, ya que los investigadores que los han llevado a cabo así los presentan, disponen de todos los elementos que caracterizan un marco de trabajo y sería posible su replicabilidad en el desarrollo de otros *serious games*.

## 1.7. PadaOne Games: empresa receptora de la mención industrial

PadaOne Games surge como una empresa de desarrollo de videojuegos por iniciativa de tres profesores de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid (UCM): Pedro González, Marco Antonio Gómez y Pedro Pablo Gómez. Estos tres profesores son, además, los responsables y parte del equipo docente de las dos modalidades del Máster de Videojuegos de la misma universidad y miembros del equipo de investigación que lleva más de una década centrando su trabajo en aspectos relacionados con los videojuegos, su arquitectura y la inteligencia artificial. En definitiva, forman un grupo de pioneros, los primeros en apreciar desde el mundo académico el gran potencial que había en lo que hasta ese momento se había desarrollado fundamentalmente a espaldas de la Academia.

La idea de esta empresa surge en primer lugar para transferir los resultados de investigación en herramientas de autoría para videojuegos desarrollados en el Grupo de Aplicaciones de Inteligencia Artificial (GAIA) de la UCM. A medio y largo plazo, el desarrollo de esta línea de I+D confiere un gran potencial de crecimiento a la empresa. El primer resultado en esta línea es BehaviorBricks<sup>34</sup> un *middleware* para Unity 3D que facilita la creación de contenido para videojuegos sin necesidad de programar.

Una segunda línea de investigación que también está dando lugar a transferencia es la aplicación de la tecnología de los videojuegos a otros ámbitos más allá del entretenimiento, lo que se conoce como juegos serios, aspecto en el que los miembros de GAIA llevan investigando desde principios de siglo. Relacionado con este trabajo está el desarrollo del juego oficial de la serie de RTVE *Carlos, Rey Emperador*<sup>35</sup>. Asesorado por historiadores, recrea la política del reinado del rey Carlos I de España y el desarrollo de nuestra primera aventura cultural, *Enigma Galdiano*<sup>36</sup>, desarrollado en colaboración con la Fundación Lázaro Galdiano de Madrid y financiado en parte por el Ministerio de Cultura.

PadaOne Games busca también convertirse en un *partner* tecnológico para estudios españoles e internacionales que necesiten un equipo con experiencia en el desarrollo de

---

<sup>34</sup> Web oficial de BehaviourBricks: <http://www.padaonegames.com/bb/> (Fecha de acceso: 5/3/2020).

<sup>35</sup> Web oficial de *Carlos, Rey Emperador*: <http://juegocarlos.rtve.es/> (Fecha de acceso: 5/3/2020).

<sup>36</sup> Web oficial de *Enigma Galdiano*: <http://www.padaonegames.com/enigma/> (Fecha de acceso: 5/3/2020).

videojuegos para consola. Esta colaboración puede ser en forma de coproducción, como es el caso del videojuego *Zombeer*<sup>37</sup> desarrollado para PlayStation 3 por PadaOne en colaboración con la empresa Moonbite, o puede consistir en el desarrollo de una versión para consola de un videojuego desarrollado previamente para otra plataforma, como es el caso de *Shiny the Firefly*<sup>38</sup> que hemos desarrollado en PadaOne para Wii U a partir de una versión previa desarrollada por la empresa Stage Clear para dispositivos móviles.

Por último, PadaOne Games busca servir de lanzadera de los estudiantes del Máster de videojuegos de la UCM, un programa de posgrado que ya va por la decimotercera edición y es una referencia para la industria del videojuego en España. Se puede concretar en la publicación de juegos creados por estudiantes, como *90Blox*<sup>39</sup> y *Gembusters*<sup>40</sup> y en el desarrollo de una versión para consola de videojuegos creados por grupos de estudiantes, como *Roving Rogue*<sup>41</sup>.

PadaOne Games tiene una decidida vocación en favor de la formación. Gracias a su conexión con el Máster de Videojuegos de la UCM recibe una media de seis becarios por año que adquieren experiencia gracias a participar en proyectos profesionales y, en algunos casos, siguen trabajando en los proyectos tras acabar el máster. Desde el punto de vista de la formación, también es interesante resaltar que los estudiantes que han desarrollado su doctorado dirigidos por los fundadores de PadaOne Games en este momento trabajan en empresas de videojuegos, lo que demuestra el valor que la formación investigadora en este entorno puede tener de cara a su inserción en la industria del videojuego.

---

<sup>37</sup>El videojuego se puede encontrar en la siguiente web: <https://store.steampowered.com/app/262190/Zombeer/?l=spanish> (Fecha de acceso: 15/3/2020).

<sup>38</sup> Web oficial del juego *Shiny the Firefly*: <http://www.stageclearstudios.com/games/shinythefirefly/> (Fecha de acceso: 15/3/2020).

<sup>39</sup>Web oficial del juego *90Blox*: <http://www.padaonegames.com/90blox/> (Fecha de acceso: 15/3/2020).

<sup>40</sup>Web oficial del juego *Gembusters*: <http://www.padaonegames.com/gembusters/> (Fecha de acceso: 15/3/2020).

<sup>41</sup>Web oficial del juego *Roving Rogue*: <http://www.padaonegames.com/rr/> (Fecha de acceso: 15/3/2020).

## **2. Diseño de videojuegos**



## 2. Diseño de videojuegos

El concepto diseño de videojuegos hace referencia al desarrollo lógico del juego, a la experiencia de jugar y al sistema de reglas y recompensas que se le otorgarán al participante al desarrollar la actividad lúdica (Avedon, 1981). Todo esto hace que cada usuario disfrute de una experiencia diferente y única durante su participación. Es importante no confundir este ámbito del diseño con aquel más comúnmente conocido como diseño artístico (departamento de arte en las industrias de la publicidad, publicación y del audiovisual), pues este pasa por la utilización de herramientas 2D y 3D para la recreación visual y sonora de mundos virtuales donde se desarrollen los juegos, e interfaces para que los usuarios puedan interactuar con el videojuego.

Por tanto, el diseño de videojuegos es una disciplina que se encuentra en el punto intermedio entre la programación y la creación artística para la elaboración de estos recursos. Este se verá influido por ambos entornos y disciplinas (informática y bellas artes), pero deberá desarrollarse de forma independiente.

A continuación, trataremos de explicar dicha realidad haciendo referencia a las metodologías de diseño que utilizan no solo los diseñadores de juegos comerciales, sino también los de *serious games*.

Por último, presentaremos un repaso a la literatura científica en el contexto actual sobre las metodologías más importantes de diseño para videojuegos en museos.

## 2.1. Marcos de trabajo para el diseño

Cuando hablamos del diseño de videojuegos comerciales, hay que entender que se trata de una labor profesional desempeñada por el departamento de una empresa con carácter lucrativo y fines de venta. Es decir, el desarrollo de dicha actividad está directamente vinculado al desempeño de otros departamentos, como puede ser el de programación. Por eso en muchos casos pueden entremezclarse metodologías y hacerse comparativas de modos de trabajo. Del mismo modo, en muchos casos los resultados de estos experimentos no son públicos ni mucho menos analizados en revistas científicas, pues sus resultados (y el secreto de los mismos) son claves para tener ventajas comerciales con las empresas competidoras.

Para facilitar los procesos de creación y configuración es habitual que, en videojuegos, se utilice una metodología propia de la informática conocida como *Agile* (Matharu *et al.*, 2015).

Si bien es cierto que los requisitos del desarrollo de videojuegos son diferentes a los de la mayoría de desarrollos *software*, el uso de esta metodología es de gran ayuda porque permite cierto grado de ligereza y versatilidad.

Es difícil desarrollar una metodología propia para el ámbito del desarrollo de videojuegos debido a la naturaleza del mismo. Los requisitos que se pueden identificar en un desarrollo cambian completamente en otro, impiden su tipificación y limitan su transferibilidad. Además, estos desarrollos deben enfrentarse a las desavenencias que suelen darse entre los departamentos creativo, el de diseño y los de programación y gestión de la empresa, que lidian con las limitaciones técnicas y de presupuesto (Murphy-Hill *et al.* (2014).

Los requisitos de un videojuego, al igual que las necesidades y las bases de un programa de *software*, deben ser estipulados y estrictamente acotados antes de acometer su desarrollo para evitar interpretaciones por parte de los desarrolladores. Por desgracia, en el desarrollo de juegos, los requisitos rara vez se consideran un objetivo identificado que debe cumplirse, sino más bien algo que tiene que descubrirse durante el proceso de desarrollo (Daneva, 2014). Esto dificulta su análisis en investigación. El desafío de controlar y estandarizar el proceso de creación de un producto que es en gran medida

impredecible y abierto a la aportación creativa hasta una fase muy avanzada de desarrollo, es una cuestión que se ha discutido en la literatura (Wang y Nordmark, 2015).

El desarrollo de videojuegos es, en esencia, una actividad flexible y cambiante. Es complicado estandarizar los procesos que en ella se llevan a cabo para determinar una metodología que los englobe a todos (Engström *et al.*, 2018; Marklund *et al.*, 2019). La forma en que se organiza el desarrollo en la industria de los videojuegos está fuertemente influenciada por lo que comúnmente se conoce como *testeo*. El testeo consiste en la prueba constante del producto en diversas fases de su ejecución. De este se obtiene un *feedback* significativo que puede modificar el sistema del mismo. Así, las continuas pruebas de la experiencia del jugador, o testeo, conllevan alteraciones significativas en el diseño de los videojuegos más complejos (Engström *et al.*, 2018; Marklund *et al.*, 2019).

La importancia de estas pruebas es tal que se encuentran en las cuatro fases de creación de la obra: concepción de la idea, preproducción, producción y posproducción. Así, el testeo tiene lugar en todas las etapas del proceso de desarrollo, y el resultado de estas pruebas puede tener impacto en el producto, independientemente de la etapa en la que se encuentre el desarrollo. Esto puede suponer una ventaja, pero también un riesgo para la producción, ya que el proyecto no está determinado y cerrado desde el principio. Lógicamente, en el peor de los casos los continuos cambios pueden alargar la producción, incluso detenerla. Para tratar de minimizar este riesgo, los desarrolladores hacen especial hincapié en que las primeras etapas sean lo más completas posible y que los juegos estén lo más cerrados y concretados que se pueda, sin perder la flexibilidad propia de todo el proceso (M. Schmalz *et al.*, 2014). Es frecuente que las empresas tengan varios proyectos en etapa de concepción de la idea y preproducción, de manera que solo después de algunas rondas de testeo decidan cuáles pasan a producción. A los juegos que todavía no se han desarrollado, pero ya han sido concebidos, se denominan habitualmente *prototipos*.

Por tanto, es fácil suponer que no todas las producciones de videojuegos son iguales, como tampoco lo son todos los departamentos de las diferentes empresas. En algunas áreas específicas del desarrollo de juegos se mantiene la estructura tradicional de requisitos, como en los departamentos de arte o programación. En estas áreas, los objetivos son fácilmente identificables y es posible hacer una lista de tareas pendientes, con metas que se deben desarrollar. Este tipo de producciones son más habituales en los

grandes proyectos de desarrollo, en los que suelen participar los estudios AAA (Stacey *et al.*, 2007).

El término AAA —que a veces se encuentra como triple A en relación con los videojuegos y los estudios que los desarrollan— hace referencia a una clasificación informal que se utilizaba en las convenciones estadounidenses de videojuegos a finales de 1990 para hacer referencia a aquellos juegos que habían sido desarrollados o distribuidos por grandes empresas (DeMaria y Wilson, 2002).

Además, en los grandes proyectos de desarrollo en los que trabajan los estudios de AAA, se incluyen interesados externos, como editores, titulares de plataformas o inversores. En estos casos, una forma de gestionar los riesgos de inversión es la enumeración de los requisitos. Así el inversor/productor sabe cuáles pueden ser sus expectativas sobre el desempeño de los desarrolladores. Las producciones de juegos de la AAA requieren mucha financiación y suelen imponer mecanismos de control para reducir el riesgo financiero (Stacey *et al.*, 2007).

Estas medidas, que pueden parecer desmesuradas, tienen en cuenta los resultados de algunas investigaciones, que señalan que el 65 % de los problemas en el desarrollo de videojuegos está relacionado con requisitos no especificados o ambiguos en el diseño del juego (Petrillo, Pimenta, Trindade y Dietrich, 2009). Este tipo de problemas fuerzan a la repetición del trabajo y disminuyen la productividad de la empresa. No es de extrañar que, en producciones de alto coste, las compañías decidan minimizar el riesgo y opten por no innovar en diseño. Muchos estudios de videojuegos AAA repiten las fórmulas del éxito que les ofrecen las franquicias de otros ya estrenados, de modo que las mecánicas de diseño de estos juegos son similares a las de otro de la misma franquicia, y el riesgo financiero que se asume es menor. Como cualquier industria que invierte cantidades sustanciales de tiempo y sumas significativas en proyectos, de forma ideal, las decisiones de diseño se toman según resultados previos, retroalimentación y practicidad, lo que aumenta las posibilidades de éxito (O'Shea y Freeman, 2019). Pero esas decisiones se materializan en juegos que ofrecen experiencias muy similares a sus predecesores y poca innovación.

En el libro de Schell (2008), uno de los más vendidos de la literatura de diseño de videojuegos, es fácil encontrar la palabra *tip* (truco) en el título de varios capítulos. El

autor afirma que “no hay una teoría unificada de diseño de juegos, ni una fórmula simple que nos muestre cómo hacer buenos juegos”<sup>42</sup> (Schell, 2008: XXV). Por tanto, lo más que nos puede ofrecer son sus trucos, su conocimiento “del oficio”. En *Games, Design and Play: A detailed approach to iterative game design*, los autores afirman que el diseño de videojuegos es una tarea particularmente compleja, ya que es una “actividad de diseño en segundo orden”<sup>43</sup> (Macklin y Sharp, 2016:20). Esta afirmación se refiere a que la tarea del diseñador es crear las reglas del juego, especificar las acciones de jugadores y enemigos y establecer los objetivos del juego. No obstante, la actividad de diseño no está completa hasta que el usuario comienza a utilizar el juego. Solo entonces se podrá discernir si la tarea ha sido completa y satisfactoria.

A continuación, indicaremos algunos de los marcos de trabajo más relevantes de las últimas décadas. La mayor parte han sido presentados por profesionales en convenciones para desarrolladores, y pueden ser entendidos como reflexiones sobre su modo de trabajo. En ningún caso pretenden ser exhaustivos trabajos de investigación y difieren, por tanto, de las metodologías clásicas de las ciencias sociales.

### 2.1.1. El MDA

La visión del juego como experiencia —en la que el jugador decide cuándo, dónde, cómo y por qué jugar—, es el núcleo del conocido marco MDA (mecánica, dinámica y estética; en inglés, *Mechanics, Dynamics and Aesthetics*) para el diseño de videojuegos (Hunicke *et al.*, 2004). En él, “la creación del videojuego es un encuentro entre la propuesta del diseñador y el consumo por parte del jugador”<sup>44</sup> (Hunicke *et al.*, 2004: 2).

---

<sup>42</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *There is no “unified theory of game design”, no simple formula that shows us how to make good games* (Schell, 2008: XXV).

<sup>43</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Designing games is a second order design activity because we create the play experience* (Macklin y Sharp, 2016:20).

<sup>44</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *When working with games, it is helpful to consider both the designer and player perspectives. It helps us observe how even small changes in one layer can cascade into others* (Hunicke *et al.*, 2004: 2).

El MDA se refiere a un marco de trabajo (del inglés *framework*) —probablemente el más popular— para el diseño de videojuegos. Fue desarrollado como parte de un taller de diseño de juegos impartido en la Game Developers Conference (GDC; en español, Congreso de Desarrolladores de Videojuegos) entre 2001 y 2004. Este marco analiza el consumo de juegos destripándolo en sus distintos componentes y utilizándolos para establecer las pautas de diseño.

Estos son los componentes que conforman la MDA:

- **Mecánica:** describe las diversas acciones, comportamientos y mecanismos de control que se otorgan al jugador. Es lo que comúnmente se conoce como diseño del juego.
- **Dinámica:** se refiere al comportamiento en tiempo de ejecución de los mecanismos que actúan sobre las entradas y salidas del jugador a lo largo del tiempo. Suele conocerse como interacción entre el jugador y el juego, la primera finalidad del diseño de juegos.
- **Estética:** representa las respuestas emocionales deseables evocadas en el jugador cuando interactúa con el sistema de juego. Es el fin último del diseño. Por tanto, los dos puntos anteriores podrían verse como herramientas para lograr esta finalidad.<sup>45</sup>

Hunicke *et al.* (2004: 2).

Además, la estética añade un sentido más detallado de la palabra *diversión*, pues incluye en ella la experiencia del jugador. Al tener en cuenta también lo relativo a la fantasía, la narrativa, el desafío, la camaradería y el descubrimiento, arroja luz sobre cómo y por qué diferentes juegos atraen a distintos jugadores, o a los mismos en diversos momentos (Hunicke *et al.*, 2004).

---

<sup>45</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Mechanics describes the particular components of the game, at the level of data representation and algorithms. Dynamics describes the run-time behavior of the mechanics acting on player inputs and each others outputs over time. Aesthetics describes the desirable emotional responses evoked in the player when she interacts with the game system* (Hunicke *et al.*, 2004: 2).

Desde la divulgación de la MDA, se han publicado algunos otros marcos y modelos de trabajo para el diseño de juegos. Los cinco que presentaremos a continuación están recogidos en el trabajo de O'Shea y Freeman (2019) y son de los más representativos en las áreas de “personalidad, disfrute, motivación o diseño holístico del jugador”<sup>46</sup> (O'Shea y Freeman, 2019: 9). En dicho artículo también aparece el MDA. Es conveniente tener en cuenta que “Es raro que se pueda acceder abiertamente a los datos sobre la aplicación de los marcos de trabajo en diseño de videojuegos y, si se dispone de ellos, a menudo solo se encontrarán fragmentados a través de diversos canales”<sup>47</sup> (O'Shea y Freeman, 2019: 2).

### 2.1.2. La taxonomía de Bartle

El marco de trabajo la taxonomía de Bartle (*The Bartle Taxonomy*) es uno de los más antiguos y conocidos sobre el diseño de videojuegos. Centrado principalmente en el jugador, esta taxonomía ofrece una visión sesgada del diseño, pues se centra en los juegos de tipo MUD (*Multi-Users Dungeons*). No obstante, la teoría que se presenta es extrapolable a otros tipos de juegos, y muestra cierta innovación al no basarse únicamente en el diseñador del programa. Como hemos observado en la Figura 1 (apartado 1.6.1.) —traducción de la que se encuentra en el artículo de Bartle (1996)—, los jugadores actúan en dos ejes: “actuar sobre” versus “interactuar con”. Además, están “orientados al mundo del juego” u “orientados a otros jugadores” (Bartle, 1996).

Como ya hemos explicado, los participantes pueden ser de diferente tipo según su posición en la Figura 1, lo que genera los cuatro perfiles ya analizados —conseguidor, matador, explorador y jugador social—. La posición no estática de los jugadores se pone de mayor manifiesto conforme el tiempo avanza dentro de la participación. Se plantea como una realidad que el jugador evoluciona durante el uso de un juego, pero no solo eso, sino que Bartle (1996) determina que dicha evolución está marcada por un patrón. A continuación exploraremos este patrón en profundidad.

---

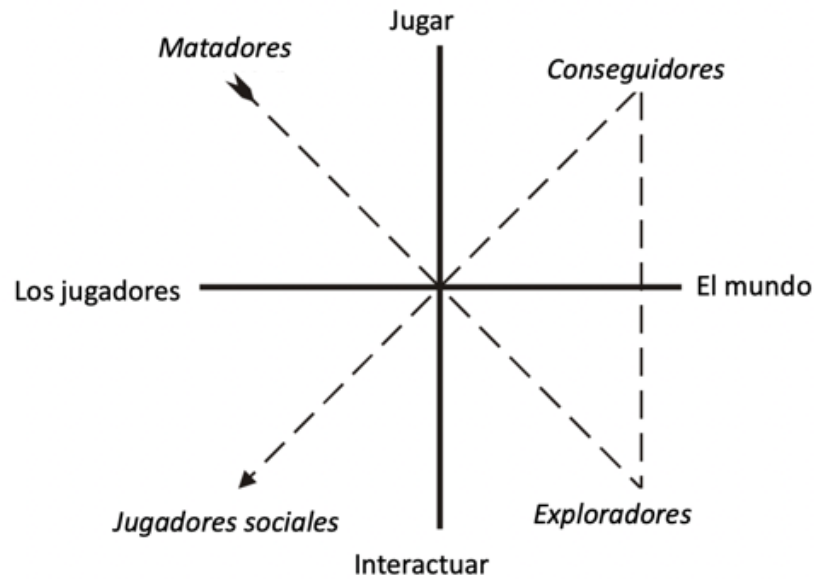
<sup>46</sup>Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *such as questions of player personality, enjoyment, motivation or holistic design* (O'Shea y Freeman, 2019: 9).

<sup>47</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Openly accessible data on the application of frameworks is rare, and if it is available will often only be found fragmented across channels* (O'Shea y Freeman, 2019: 2).

El patrón de evolución de los participantes comienza con los jugadores primerizos que toman el rol de matadores: se asesinan unos a otros sin tener en cuenta nada más de la interacción posible (Bartle, 1996). Esa es la primera fase del jugador, pero sobre esta se genera cierto tedio con mucha rapidez. Cuando el usuario se aburre de disparar sin sentido a sus enemigos, inicia la transición hacia la fase de *explorador*. De este modo pasa a recabar información sobre el juego, sus reglas y sus posibles interacciones complejas. Una vez comprendido e interiorizado el sistema de jugabilidad, el sujeto desea enfrentarse a todas las posibilidades y pasa de *explorador* a *conseguidor*, y su principal objetivo es ganar el juego que se le propone. Sin embargo, esta fase también tendrá su final: el usuario realizará su última transición y dejará de ser un *conseguidor* para convertirse en un *jugador social*. Así, encontrará placer en conocer a otros oponentes/colaboradores y socializarse con ellos.

El patrón principal del jugador es la progresión que este sufre al comenzar a jugar a un juego. Este patrón es el más común, pero no se da en todos los casos, como lo vemos reflejado a continuación en la Figura 2. Por eso Bartle (1996) la denomina la secuencia principal. Es importante recalcar que no es la única secuencia posible, solo la más probable.

Figura 2. La secuencia principal.

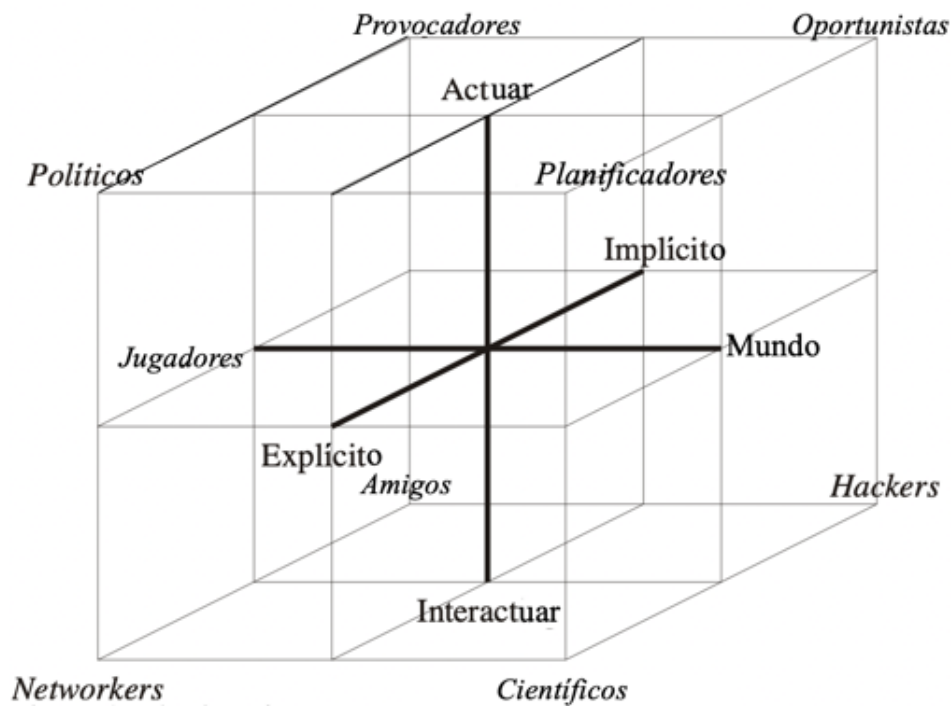


Fuente: Bartle (2005: 4)<sup>48</sup>.

En 2005, Bartle desarrolló una ampliación de este marco basada en lo que él llama la tercera dimensión, un nuevo eje que, una vez añadido, genera un gráfico 3D en el que podemos encontrar ocho tipos de jugadores frente a los cuatro ya existentes como se observa en la Figura 3.

<sup>48</sup> Se reproduce la figura de Bartle (2005:4) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

Figura 3. Taxonomía de Bartle (ampliación).



Fuente: Bartle (2005: 2)<sup>49</sup>.

Al añadir el eje explícito/implícito, debemos comprender que una vez más nos estamos centrando en la percepción del jugador respecto del juego. Este eje añade una característica interesante que no se tenía en cuenta en el anterior modelo: las acciones del jugador son fruto de la búsqueda de un objetivo explícito o del resultado de una reflexión implícita. Esto se traduce en el juego de la siguiente manera: el jugador actúa de forma impulsiva, reacciona a un estímulo, o hay una planificación previa, una reflexión sobre las acciones que se van a tomar y una estrategia que hay que seguir.

Como ya hemos expuesto, esto genera ocho nuevos perfiles de usuario que aparecen fruto de la interacción de los tres ejes. Así los define Bartle (2005):

- **Oportunistas (conseguidores implícitos).** Si tienen una oportunidad, la aprovechan, pero no necesariamente la van buscando. Exploran el juego sin prestar atención a los

<sup>49</sup> Se reproduce la figura de Bartle (2005: 2) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

objetivos de este. Buscan algo que hacer, pero no saben qué hasta que lo descubren. Si se encuentran con una dificultad u obstáculo, hacen otra cosa.

- **Planificadores (conseguidores explícitos).** Son jugadores con gran determinación: si tienen una idea, la persiguen con tenacidad. Normalmente actúan según un plan decidido previamente, establecen un objetivo y no paran hasta cumplirlo. Si se topan con un obstáculo o dificultad, insisten hasta que logran desbloquearlo y seguir avanzando.
- **Científicos (exploradores explícitos).** Estos jugadores desarrollan teorías sobre el juego, experimentan con él para determinar cuáles son las causas y las consecuencias, la lógica que se esconde tras las leyes del universo creado. Una vez la encuentran, utilizan el conocimiento para generar teorías y con ellas realizan predicciones sobre los eventos del juego. Este tipo de jugador se caracteriza por ser metódico en la adquisición de conocimiento y por tener una gran curiosidad en explicar los fenómenos que se dan.
- **Hackers (exploradores implícitos).** Al igual que los científicos, estos jugadores experimentan para desentrañar la lógica del juego y establecer teorías, pero su aproximación al conocimiento es más intuitiva. No sienten la necesidad de contrastar sus teorías, sino que prefieren relacionarse con el juego desde una visión más fantástica y moverse por él de manera acorde a esta. Guiados por su intuición, estos jugadores disfrutan de descubrir nuevos fenómenos en el entorno virtual creado.
- **Networkers (jugadores sociales explícitos).** Estos crean a su alrededor una red en la que incluyen a otros jugadores. Su primera y principal preocupación es encontrar a personas con las que interactuar en el juego, no solo por sentir el contacto social, sino también por conocer a esas personas: cuáles son sus habilidades en el juego, las características de sus personajes, qué pueden aportar al jugar... Una vez establecido el perfil del otro jugador, los *networkers* tratan de dilucidar cuánto saben y qué pueden aportar como compañeros de juego para estimar si quieren o no emparejarse contigo. Los *networkers* evalúan con quién merece la pena invertir el tiempo de la partida desde la óptica de la sociabilidad del universo virtual generado.
- **Amigos (jugadores sociales implícitos).** Este tipo de usuario se relaciona con personas a las que conoce fuera del juego. No suele interactuar con extraños. Busca formar una pandilla virtual con sus compañeros de la vida real. Disfruta de la compañía virtual de sus amigos casi tanto como de la real y establece con ellos lazos afectivos que, en incontables ocasiones, superan los límites del juego. Este jugador no evalúa las capacidades del resto de los usuarios, sino que los acepta con sus virtudes y defectos, igual que lo hace en la vida.
- **Dolientes (asesinos implícitos).** Son jugadores que actúan de manera impulsiva. La gran mayoría de las veces solo piensan en acabar con su contrincante. Si tienen un objetivo

—que en muchas ocasiones es vago y no está preestablecido—, este es conseguir una mala reputación en el juego. Este tipo de usuario no está motivado por un objetivo racional, sino que tiene una respuesta sentimental frente al entorno virtual creado.

- **Políticos (asesinos explícitos).** Este tipo de jugadores justifican sus acciones en términos de contribución a la comunidad virtual del juego. Son manipuladores expertos pero sutiles. Actúan con premeditación y alevosía. El objetivo es desarrollar la mejor reputación posible, y para ello harán todo lo que sea necesario.

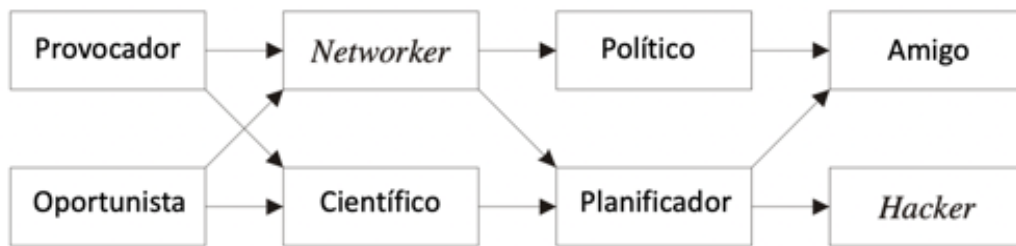
Desde el principio se estableció que los distintos tipos de jugadores no tenían características intrínsecas de las personas, sino que más bien debían entenderse como estilos de juego por los cuales los participantes se movían a lo largo de su desarrollo en el mismo. Como vimos en el artículo de Bartle (1996), esta realidad se reflejaba en la progresión de cambio de tipo de jugador conocida como secuencia principal, y esta también se ve alterada al introducir la tercera dimensión.

Al proyectar la secuencia principal sobre el gráfico de 3D que plantea Bartle (2005), se establece una nueva secuencia principal. Según asegura el autor, esta secuencia comenzará con el rol de doliente e irá evolucionando de doliente a científico, de científico a planificador y de este último a amigo. Pero esta es solo una simplificación de la nueva secuencia principal, porque con la nueva gráfica se ponen de manifiesto otras secuencias, otros patrones, que también se repiten con asiduidad, como son la secuencia principal del socializador; la secuencia principal del explorador y la secuencia menor (Bartle, 2005).

- La secuencia principal del socializador se desarrolla de la siguiente manera: de doliente a *networker*, a político y a amigo.
- La secuencia principal del explorador se desarrolla de oportunista a científico, después a planificador y finalmente a *hacker*.
- Finalmente, la secuencia menor se desarrolla de oportunista a *networker*, para saltar a planificador y acabar como amigo.

Estas fueron las secuencias observadas por Bartle (2005) y así las plasmó en su artículo, pero como deseaba dar un paso más, planteó también lo que se conoce como el “camino de desarrollo de los jugadores” (*Player Development Track*), una explicación gráfica de las principales secuencias de desarrollo de los usuarios y por qué se establecen de este modo (Figura 4).

Figura 4. Camino de desarrollo de los jugadores.



Fuente: Bartle (2005: 7)<sup>50</sup>.

El jugador, cuando entra por primera vez en la dinámica del juego, inconscientemente suele elegir uno de los dos primeros roles: opta por intentar todo lo que parece plausible, con lo cual asumiremos que se trata de un jugador oportunista o bien disfrutará de la libertad de llevar todas las acciones posibles al extremo, en cuyo caso estaremos frente a un jugador doliente. Estos serán los primeros estadios de un jugador que acaba de adentrarse en el mundo del juego y que, hasta el momento, no ha tenido contacto alguno con su dinámica.

Una vez superada esta primera fase, si el jugador se mantiene en el juego, deseará conocer las reglas que lo rigen y su sistema de posibilidades, no solo lo que puede hacer como agente, sino también lo que el juego le puede ofrecer como recompensa por sus acciones. Y es aquí donde se produce el primer cambio de estado del usuario: si este descubre todas las cuestiones por sí mismo, mediante ensayo y error, estaremos frente a un científico, mientras que si lo hace preguntando a otros jugadores que ya tienen experiencia, nos encontraremos con un *networker*.

Conforme se avanza y se adquieren las competencias adecuadas para operar de manera eficaz en el juego, los participantes utilizarán sus conocimientos para tratar de obtener mayor éxito. Este será el próximo criterio que nos ayudará a decidir cuál es el perfil del usuario en este momento. Si se trata de un seguidor, se ceñirá a las reglas del juego y pretenderá vencer, superando los retos que este le plantee. Por otra parte, si se trata de un

<sup>50</sup> Se reproduce la figura de Bartle (2015: 2) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

político, su objetivo emocional estará determinado por el reconocimiento que obtenga de otros jugadores, relegando el éxito en el juego a un segundo plano.

Finalmente, una vez alcanzado el nivel de maestría en las competencias del juego, ya no es necesario que estos jugadores piensen en las consecuencias que tendrán sus acciones, puesto que las han interiorizado. En este momento ellos mismos decidirán si quieren seguir siendo expertos en el mundo virtual del juego (*hackers*) o sí, por el contrario, experimentan mayor satisfacción de las interacciones sociales que este les ofrece, a un nivel más personal, más allá del juego (amigos).

Es importante recordar que, en cualquier momento, un jugador puede cambiar su forma de comportarse y salirse de estos caminos preestablecidos, ya que no son más que modelos teóricos propuestos por Bartle basados en sus observaciones.

### **2.1.3. *4Keys2Fun***

Nicole Lazzaro (2004) desarrolló otro marco llamado las cuatro claves de la diversión (del inglés *4Keys2Fun*). No tan centrado en el jugador, este marco de trabajo pretendía ser “una herramienta para inspirar a los desarrolladores en la creación de mecánicas”<sup>51</sup> (Lazzaro, 2004: 1).

Desde el primer momento, la autora utiliza la metáfora de la flor, de manera que cada idea principal, cada componente, cada una de las cuatro claves de este marco, es un pétalo. La flor no está completa sin todos sus pétalos, pero estos existen por sí mismos, son partes independientes de un todo (Figura 5). Aunque Lazzaro (2004) lo dibuja de forma ortogonal, los elementos de este gráfico no son contrarios, sino que se podrían dar en las distintas etapas de un mismo videojuego.

---

<sup>51</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *a tool to inspire developers in the creation of mechanics* (Lazzaro, 2004: 1).



con dos tipos de sensaciones, frustración y *fiero*: frustración al enfrentarse a algo que supera sus habilidades y *fiero* es la superación personal de resolverlo. Finalmente, se alcanza el descanso tras el esfuerzo. Lo que mantiene al jugador volcado en el juego es el equilibrio entre la mejora de sus habilidades y la sensación de *fiero*. Si el equilibrio se rompe, el jugador perderá el interés.

- **Diversión de la gente.** Se basa en la interacción entre los jugadores, en el efecto de la interacción social del juego. Con oportunidades para la cooperación, la competición, la *performance* y el espectáculo, es la clave que permite más variedad de sentimientos. Puede generar desde experiencias de diversión y de unión hasta *schandenfreude* (regodeo por la desgracia ajena) y *amici* (amabilidad).
- **Diversión en serio.** Otorga valor al tiempo que le dedica el jugador. Los jugadores buscan este tipo de diversión cuando quieren desestresarse, relajarse o aliviar tensiones. Estos juegos suelen generar compromiso a través de pensamientos, sentimientos y comportamientos. En ocasiones, crean conexiones físicas (como los que se centran en bailar o cantar).

Los jugadores suelen tener preferencia por una de las claves, pero si juegan bastante a los videojuegos, será habitual que roten de una a otra, experimentando con algunas o con todas ellas. La teoría de Lazzaro sigue vigente. Una gran historia y un arte llamativo son poderosos creadores de experiencia en los juegos, pero el valor central de la propuesta viene de las emociones que los jugadores experimentan mientras toman sus decisiones (Despain y Acosta, 2013).

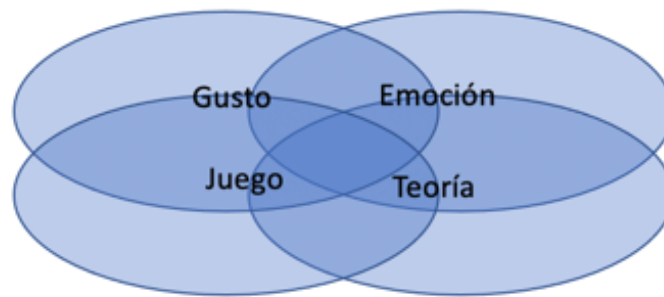
La visión innovadora que ofrece este trabajo consiste en no centrarse en la historia que se desarrolla en el videojuego, sino en las mecánicas del mismo. Cada una de las claves se fundamenta en una razón por la cual juegan las personas. Lazzaro (2004) plantea que los cuatro criterios que subyacen en la teoría de las cuatro claves son: gusto, emoción, juego y teoría.

- **Gusto:** lo que a los jugadores les gusta más de jugar.
- **Emoción:** lo que crea una emoción sin tener en cuenta la historia
- **Juego:** aquello que ya está presente en los juegos más populares.

- **Teoría:** lo que está fundamentado y apoyado por las teorías psicológicas y otros estudios.

Estos cuatro criterios no son independientes. *De facto*, se entrelazan, especialmente si se entienden como motivaciones del jugador para desarrollar la actividad lúdica. Además, la relevancia de cada una de estas motivaciones puede variar en función del jugador o del tipo de juego. En el marco teórico, la autora lo plantea como podemos observar en la Figura 6.

Figura 6. Los cuatro criterios entrelazados de las cuatro claves de la diversión.



Fuente: Lazzaro (2004: 3)<sup>54</sup>.

Lazzaro (2004) plantea que las claves de la diversión en los juegos están estrechamente ligadas a las motivaciones de los usuarios. Por ello, crea estas primeras claves para la motivación de jugar y que estarán relacionadas con las claves para la diversión. Tanto es así que algunas de estas claves compartirán el mismo nombre.

Las cuatro claves para la motivación de jugar son las siguientes:

<sup>54</sup> Se reproduce la figura de Lazzaro (2004: 3) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

**1. Diversión fácil.** “Llama la atención con la ambigüedad, lo incompleto y los detalles”<sup>55</sup> (Lazzaro, 2004: 4).

Es un tipo de diversión asociada con emociones como el deseo, la sorpresa o la curiosidad. Fomenta la creatividad y es muy adictiva. Se centra en experimentar puramente las actividades del juego, sin hacer uso de otros mecanismos como la competitividad, los puntos o las listas de ganadores.

La inmersión de esta clave despierta en el jugador un sentimiento de curiosidad, y lo atrae a considerar opciones y a averiguar más. La ambigüedad, lo incompleto y los detalles se combinan para crear un mundo vivo que despertarán sensaciones de maravilla, asombro y misterio que pueden llegar a ser muy intensas. Los jugadores a los que les gusta esta clave buscan dedicar su atención plena a algo novedoso, y lo definen de la siguiente manera: “Lo que me gusta de jugar es explorar nuevos mundos llenos de gente intrigante; la emoción y la aventura; es el querer averiguar, saber qué ocurre en la historia, sentir que mi personaje y yo somos uno...”<sup>56</sup> (Lazzaro, 2004: 4).

De este modo, a través de la curiosidad y la emoción, este tipo de juegos atraen al usuario para quedarse. En muchas ocasiones utilizan lo hipnótico de la luz, el color y el movimiento para atrapar la atención del jugador y mantenerla en el tiempo.

**2. Diversión difícil.** “Emociones de desafíos, estrategias y rompecabezas”<sup>57</sup> (Lazzaro, 2004: 3).

---

<sup>55</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Grab Attention with Ambiguity, Incompleteness, and Detail* (Lazzaro, 2004: 4).

<sup>56</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *In our study players who enjoy the Easy Fun of immersion would say they like: Exploring new worlds with intriguing people, excitement and adventure, wanting to figure it out, seeing what happens in the story, even if I have to use a walk through, feeling like me and my character are one...* (Lazzaro, 2004: 4).

<sup>57</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Emotions from Meaningful Challenges, Strategies, and Puzzles* (Lazzaro, 2004: 3).

Para muchos usuarios, la principal motivación es la sensación de superar los obstáculos que les marca el juego. Es lo que se conoce como la “diversión asociada al reto”, relacionada con el progreso y los desafíos significativos. Los jugadores a los que les gusta esta clave lo hacen para probar sus habilidades y sentir que han logrado algo. Se detecta es este tipo de usuarios porque hacen afirmaciones como: “Juego para ver lo bueno que soy realmente, Quiero vencer al juego, Este juego requiere estrategia y no suerte o Me gusta porque el juego presenta varios objetivos”<sup>58</sup> (Lazzaro, 2004: 3).

**3. El factor gente.** “Crea la oportunidad para la competitividad, la competición, la cooperación y el espectáculo”<sup>59</sup> (Lazzaro, 2004: 5).

Muchos usuarios comentan que, el placer de interactuar con otros no solo se limita al acto de jugar, sino que también se expande fuera de este mediante el desarrollo de estrategias, bromas e interacciones versadas en el juego que ocurren fuera del acto *per se*. Basado en la interacción entre jugadores, este tipo de diversión se basa en el efecto de la interacción social del juego. Los jugadores que disfrutan de esta clave ven los videojuegos como una herramienta de interacción social, y estructuran la experiencia de juego para mejorar la interacción entre los jugadores.

Este tipo de usuarios son capaces de participar en juegos que no les gustan con tal de estar con sus camaradas. Si el juego en el que participan está en clave de competitividad, las bromas, chistes y rivalidades son muy intensos; si el entorno virtual creado fomenta la cooperación, florecen el trabajo en equipo y la camaradería, pues aumenta la sensación de pertenencia a un grupo. Las emociones que genera el juego son tan fuertes que pueden ir desde la *schandenfreude* (regodeo por la desgracia ajena) hasta el *amici* (amabilidad).

---

<sup>58</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Challenge would say they like playing to see how good I really am, Playing to beat the game, Having multiple objectives, Requiring strategy rather than luck* (Lazzaro, 2004: 4).

<sup>59</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Create Opportunities for Player Competition, Cooperation, Performance, and Spectacle* (Lazzaro, 2004: 5).

Los usuarios se ven motivados porque los juegos les ofrecen realizaciones e intercambios con otras personas. El fin de este tipo de sujetos no es tanto vencer o lograr objetivos concreto, sino conocer y desarrollar vínculos con sus pares. Los mejores juegos para ellos son los multijugadores, y si además ofrecen los dos modos (cooperativo y competitivo), las experiencias emocionales que despertarán serán más intensas.

La mayor parte de los juegos ofrecen algún tipo de interacción social como chat o tablero en línea, pero, y pese a lo que pueda parecer, a estos usuarios no les basta con disponer de un lugar para hablar, sino que es necesario que tenga lugar la actividad lúdica.

#### **4. Estados alterados.** “Crea emociones con percepciones, pensamientos, comportamientos y otras personas”<sup>60</sup> (Lazzaro, 2004: 2).

Una de las principales motivaciones para jugar de estos jugadores es cómo el juego les hace sentir, ya que utilizan los juegos como terapia. Les encanta cambiar durante y después del juego. La forma en que la percepción, el comportamiento y el pensamiento se combinan en un contexto social para producir emociones y otras sensaciones internas fluyen de las experiencias que se generan en el jugador mediante la experiencia. Las emociones más frecuentes son las de excitación y alivio.

Los usuarios a los que les gusta esta clave utilizan los juegos para pasar de un estado mental a otro, para pensar y sentir cosas diferentes tras el juego. Los jugadores aseguran que lo que les motiva es: sentirse mejor con uno mismo, despejar la mente, evitar el aburrimiento y ser mejor. Este tipo de juegos utilizan una interacción convincente para estimular los sentidos y la inteligencia de los jugadores.

Al tener en cuenta estas cuatro claves centradas en las motivaciones de los jugadores para jugar, es lógico comprender las cuatro claves para la diversión, cómo se encuentran en los videojuegos y cómo centrarse en ellas a la hora de diseñar puede marcar la diferencia para un juego.

---

<sup>60</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Generate Emotion with Perception, Thought, Behavior, and Other People* (Lazzaro, 2004: 2).

### 2.1.4. Los motores del juego (*The Engines of Play*)

El marco teórico presentado por Jason Vandenberghe en la GDC de 2012 se basaba en la teoría psicológica del *Big Five* de la personalidad (Goldberg, 1993), que describe la personalidad de los individuos a través de cinco dimensiones:

- Apertura a la experiencia (inventivo/curioso vs. consistente/cauteloso).
- Responsabilidad (eficiente/organizado/consciente vs. fácil/descuidado).
- Extraversión (pro interactivo/enérgico vs. solitario/reservado).
- Agradable (amigable/compasivo vs. desafiante/desapegado).
- Neuroticismo (sensible/nervioso vs. seguro/confiado).

Sin embargo, los elementos del *Big Five* eran muchísimos y demasiado exigentes como para extrapolarlos al diseño de videojuegos (estamos hablando de una teoría que detecta más de treinta facetas de los rasgos de personalidad con un cuestionario de 132 ítems). Por tanto, Vandenberghe (2017) plantea una interpretación de dicha teoría adaptada a las preguntas “¿Por qué juega la gente?” y “¿Cuáles son las motivaciones con las que los diseñadores se comprometen durante la vida de un juego?”<sup>61</sup> (Vandenberghe, 2017: s/n).

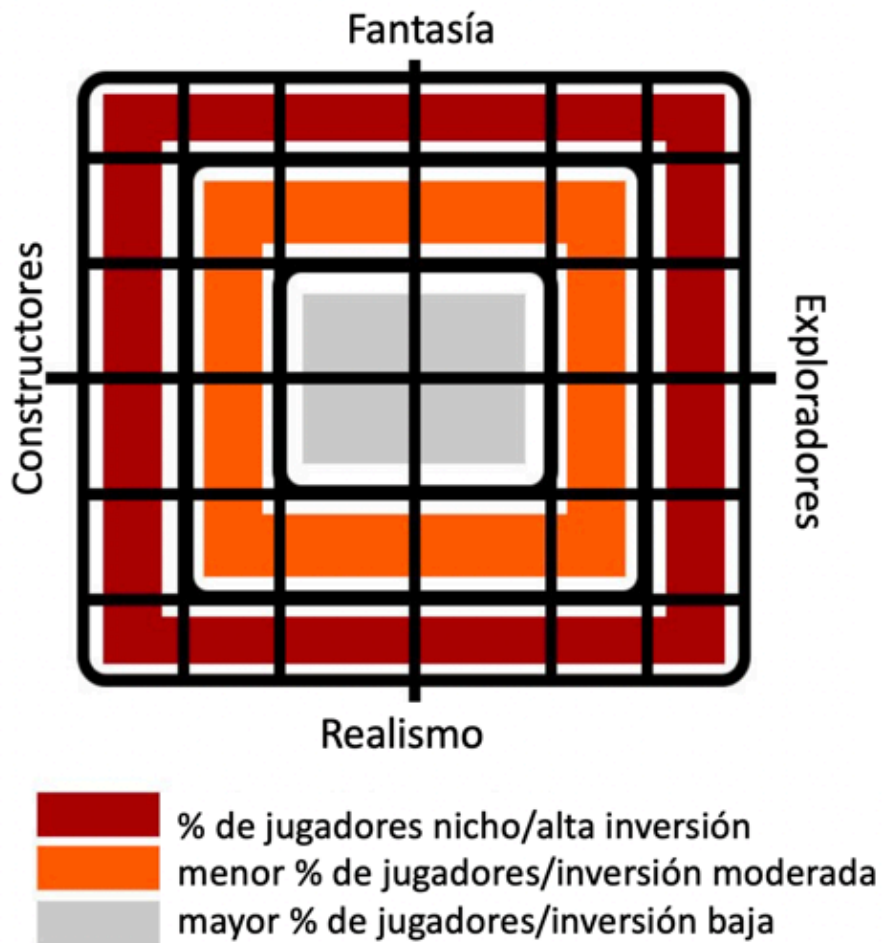
El marco se fundamenta en tres componentes (*engines*): el mapa de gustos, el viaje del consumidor, y motivación y satisfacción. Vandenberghe solo mantiene las facetas más funcionales del *Big Five* para su marco, y los redefine como los “cinco dominios” de los “motores del juego”.

La primera herramienta o componente que propone es el mapa de gustos. Para hacernos una idea gráfica del este, observemos la Figura 7, traducida del artículo de O'Shea y Freeman (2019).

---

<sup>61</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Why do people play? (...) What are the motivations that designers engage with during the life of a game?* (Vandenberghe, 2017: s/n).

Figura 7. Ejemplo de las regiones en un mapa de gustos.



Fuente: O'Shea y Freeman (2019: 5).

En este mapa, que podría entenderse como una ampliación del trabajo de Bartle (2005), cabe destacar que las dos principales novedades son que cada mapa representa una personalidad única de los jugadores (y no un rasgo común en todos) y que solo se describen las facetas de ese rasgo a través de su eje individual (y no las intenciones múltiples de los jugadores).

De este modo, cualquiera puede generar su mapa de gusto según sus necesidades, por eso todos los desarrolladores podrán utilizarlos como herramientas para crear sus propios juegos. Recalca Vandenberghe que, para un uso correcto de los mismos, es necesario

pensar que en el centro deben estar la mayoría de los jugadores (el centro de la curva de la distribución normal) y a los lados los especializados en cierta materia.

Mientras que permanecer en el centro puede parecer una estrategia más segura para el desarrollador, hay que tener en cuenta que el público generalista tiende a ser menos comprometido, ya que su interés por el juego varía y desaparece con rapidez. Este problema se da repetidamente en el diseño de juegos, y se plantea como una dicotomía entre hacer un juego generalista para las grandes masas o uno más de nicho para un público minoritario pero fiel (VandenBerghe, 2017).

El segundo y tercer componentes (el viaje del consumidor y motivación y satisfacción) se relacionan con la experiencia de los usuarios con el juego a través del tiempo. Aunque podemos tener a un jugador en una zona determinada del mapa, puede cambiar por motivos no relacionados con el gusto. En ese caso utilizaremos la *Self-Determination Theory* (SDT) como método para evaluar dicho cambio, mientras se acerca la transición en el tiempo hacia el viaje del consumidor.

La SDT es una teoría psicológica que versa sobre la motivación humana. Por tanto, si la motivación del jugador respecto a sus gustos varía, puede ser buena idea recurrir a la SDT y a las tres necesidades innatas del ser humano:

- **Autonomía:** habilidad de elegir y ser dueño de uno mismo.
- **Competencia:** necesidad de desarrollar y dominar ciertas habilidades o controles.
- **Relación:** deseo de conectar con otros y cuidarse mutuamente.

Por tanto, si comprendemos cómo los juegos pueden atender a estas necesidades, conseguiremos crear experiencias atractivas y duraderas en el tiempo, pues seguirán pareciendo atractivos tras la primera impresión. Además, la aplicación de estos dos componentes permite que el diseñador haga generalizaciones.

En esta teoría cobra mucha importancia el estudio de la psique humana y de la psicología. El propio VandenBerghe (2017) asegura que “las motivaciones de un ser humano para jugar son las mismas que sus motivaciones para vivir”<sup>62</sup> (VandenBerghe, 2017: s/n).

Además, según asegura su creador, el hecho de utilizar mapas de gustos no solo ayuda al desarrollador y al videojuego, sino que también favorece el desarrollo y el entendimiento entre los distintos profesionales que intervienen en su creación, pues pone en evidencia el objetivo final del desarrollo. Es una herramienta más para que todos los componentes del equipo tengan claro qué se desea conseguir con el desarrollo.

### **2.1.5. El modelo de participación del jugador (*The Player Involvement Model*)**

Como ya se ha dicho, Gordon Calleja (2011) desarrolló otro marco de trabajo conocido como el “modelo de participación del jugador” (del inglés *The Player Involvement Model*). Este marco explora los conceptos de inmersión y participación. Brevemente, la inmersión se puede entender como la sensación de estar profundamente absorto en el juego, hasta el punto en que la percepción del tiempo y el espacio se vuelven confusas.

Para Calleja (2011), este marco de trabajo está dividido en dos fases de inmersión: macro y micro. La macro se desarrolla fuera del juego y está relacionada con todos los pensamientos que tiene el jugador fuera del juego, en la vida, pero relacionados con el juego. Por ejemplo, si piensa en una estrategia que desarrollará al jugar o le da vueltas a qué puede ponerle a su avatar. La micro tiene que ver con el instante en que el jugador juega, la atención que dedica al juego. “Es importante, a la hora de llevar a cabo un análisis en profundidad de las motivaciones del jugador, distinguir entre la atención que un medio genera en la opinión general de los jugadores y el nivel de inmersión o atención que dicho juego capta durante el tiempo que dura la partida de un jugador concreto”<sup>63</sup> (Calleja, 2011: 36-37).

---

<sup>62</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *a human being's motivations for playing are the same as his or her motivations for living* (VandenBerghe, 2017: s/n).

<sup>63</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *When I analyzed the qualitative research data gathered for this project, it*

Algunas investigaciones anteriores, citadas por el propio Calleja (2011), ya apuntaban hacia la idea del tiempo de posjuego (Poels, Ijsselsteijn, Kort y Iersel, 2010), este concepto hace referencia a todo lo que ocurre después de jugar, y pese a que en este caso los investigadores no estaban buscando experiencias relacionadas con el nivel de implicación de los jugadores con el juego, los hallazgos señalan en la dirección planteada por Calleja (2011). Por su parte, muchos de los pensamientos que decían tener los usuarios pueden enmarcarse en alguna de las dimensiones del modelo de participación del jugador. Según estos investigadores, las experiencias del tiempo de posjuego pueden incluir gran número de experiencias: desde el sentimiento de realización fruto de haber conseguido algunos de los objetivos marcados por el juego hasta recordar lo satisfactorio que es el control de movimientos del avatar seleccionado, pasando por la sensación de paz que transmite el viaje a través de los movimientos estéticos de ciertos decorados.

El equipo de Poels (2010) y él mismo aseguran que todas las experiencias planteadas pueden catalogarse dentro de la clasificación de Calleja (2011), como veremos más adelante, pero para que esta sea completa y se enmarque en lo que el autor denomina “macro marco de inmersión”, debe incluir también todo lo que ocurre previo al momento del juego. Este tipo de inmersión es más difícil de definir, pues no sigue las guías formales del juego, pero sirve para generar cierto contexto a la hora de examinar la experiencia del jugador. Como veremos más adelante, esta dimensión de la inmersión servirá para entender el comportamiento de los usuarios durante sus partidas, e incluye algunas acciones, como preparar y planear jugadas estratégicas, imaginar cómo se desenvolverá determinado jugador en el contexto de la historia o crear y desarrollar un lugar web de encuentro para los usuarios que pertenecen a un mismo clan o sociedad en el juego (Calleja, 2011; Poels *et al.*, 2010).

También es importante comprender que el sistema de dimensiones que presentaremos a continuación es permeable y que se da tanto en el ámbito de la macroinmersión como en el de la micro.

---

*became clear that it was important to make a distinction between aspects of a game which engaged players in the moment of playing from aspects that attracted players to the game initially and kept them returning to the game over time (Calleja, 2011: 36-37).*

La atención es una pieza clave para el desarrollo de la actividad normal de los medios representacionales. Sin la atención de los jugadores no es posible que estos se impliquen en el juego. El concepto *atención* hace referencia a la concentración de recursos mentales hacia un estímulo particular, lo que además abarca una serie de habilidades, procesos y estados cognitivos que interactúan entre sí y con otras fases cerebrales (Fan, McCandliss, Sommer, Raz y Posner, 2002).

La atención está presente en lo que hacemos, y juega un papel relevante en todo lo relacionado con la percepción, el pensamiento, el aprendizaje y el desarrollo de actividades. Cuando el cerebro lleva a cabo tareas simultáneas, la atención se ve afectada, y la coordinación de la ejecución de las mismas consume muchos de sus recursos.

La mayor parte del tiempo no sabemos cómo gestionamos nuestros recursos de atención, no somos conscientes de que la atención afecta a nuestro rendimiento o a nuestros comportamientos. La importancia de prestar atención se manifiesta cuando nos enfrentamos a una actividad nueva, cuando tratamos de adquirir una habilidad o si la tarea que nos ocupa consiste en aprender algo de gran complejidad. En estos casos, la información necesaria para desarrollarnos con éxito en el desempeño de nuestra tarea es mayor que la capacidad de atención que nuestro sistema puede manejar (Baddeley y Hitch, 1994; Sturm y Willmes, 2001).

Como resultado de esta limitación del sistema de atención del ser humano, nuestros recursos de atención se enfocan en la parte de la tarea que nos resulta más compleja o que estimamos que es más importante en cada momento. Para evitar la sobrecarga del sistema, los seres humanos somos capaces de aprender a realizar determinado trabajo, pero para ello debemos prestar gran atención las primeras veces, de modo que la información de la tarea se traslade a nuestro sistema de memoria a largo plazo. Una vez dicho ha finalizado, podemos afirmar que hemos aprendido a hacerlo, y entonces, y solo entonces, nuestros recursos atencionales a la hora de realizarlo se verán liberados y llevaremos a cabo la tarea de forma casi automática.

Pese a que la atención es un requisito para implicarse, no es un factor de la experiencia ni la determina de forma adecuada. Por tanto, como ya hemos dicho, debemos definir qué tipo de atención requiere cada medio de comunicación. Bajo nuestro punto de vista, dicha afirmación se clarifica con el siguiente ejemplo: ver una película no exige el mismo nivel

de atención que jugar a un videojuego, y tratarlos como experiencias equivalentes es ignorar las especificidades de cada experiencia.

Por tanto, cuando hablamos de microinmersión no solo debemos tener en cuenta la interacción directa de los jugadores con los controles o las mecánicas, sino que también es conveniente entender que la espera para que algo ocurra o la planificación forman parte de la microinmersión. De nuevo clarificaremos este concepto con un par de ejemplos. En el juego *Red Orchestra* (TripWire Interactive, 2006), en cierto momento, el jugador se queda cubriendo a un compañero con un rifle francotirador. Los minutos en los que el usuario está esperando se alargan, y nada ocurre, tampoco hay *inputs* por parte del jugador. No obstante, su inmersión puede ser alta si espera que algo ocurra y deba cumplir con su misión de cubrir a su compañero. Otro ejemplo claro son los juegos de estrategia, en los que el desarrollo de un plan que pueda ser llevado a cabo a la perfección puede consumir largos períodos de tiempo en los que el jugador parecerá inactivo. Calleja (2011) propone, pues, que tanto la interacción directa con el juego como esos períodos de reflexión que impone la naturaleza del juego se consideren parte de la microinmersión.

En el modelo de participación del jugador (Calleja, 2011), existen seis dimensiones de la inmersión, y cada una se puede desarrollar en ambas fases de inmersión, macro y micro. Las dimensiones de las que hablamos son:

- 1. Inmersión kinestésica.** Relacionada con todos los modos de control de avatares o piezas de juego en entornos virtuales, que van desde los controles de aprendizaje hasta la fluidez del movimiento internalizado. Esta dimensión de implicación requiere una atención más consciente cuando los controles se hacen presentes, ya sea porque el jugador no los domina completamente o porque una situación exige una compleja secuencia de acciones que son un reto para el jugador. La libertad de acción permitida y la dificultad de la curva de aprendizaje de los controles involucrados tienen una gran influencia en la participación del jugador en el entorno del juego.
- 2. Inmersión espacial.** Hasta qué punto el jugador se congracia con entorno virtual. Hace referencia al compromiso del jugador con las cualidades espaciales de un entorno virtual. Se especifica en el control espacial, la navegación y la exploración. Da cuenta del proceso de internalización de los espacios de juego, un

poderoso factor para comprometer a los jugadores y crear la sensación de que están habitando un lugar, en vez de limitarse a percibir una representación del espacio.

3. **Inmersión plural.** Relacionada con la interacción que tiene el jugador con otros agentes (reales o virtuales) dentro del juego. La inmersión y compromiso del jugador deriva de la conciencia de los jugadores y de la interacción con otros agentes en un entorno de juego. Estos agentes pueden ser humanos o personajes del juego programados que cumplen sus funciones dentro del juego. Las interacciones pueden pensarse en términos de cohabitación, cooperación y competición. La participación compartida abarca, pues, todos los aspectos relacionados con el hecho de estar con otras entidades en un entorno común, desde la elaboración de estrategias de batalla en colaboración hasta la discusión de políticas gremiales.
4. **Inmersión narrativa.** Todo lo que tiene que ver con la historia del juego, tanto el guion como los relatos que pueden emerger de la relación del jugador con el juego. Aborda dos dimensiones interrelacionadas de la narrativa de los juegos: la narrativa que se inscribe en el juego y la que se genera a partir de la interacción continua del jugador con el mundo del juego, sus objetos, sus habitantes y los acontecimientos que se dan en él.
5. **Inmersión afectiva.** Compromiso emocional fruto del juego. La inmersión afectiva puede variar desde la sensación de calma al encontrarse con una escena estéticamente agradable, pasando por la adrenalina de una ronda de competición *online* en un juego de disparos en primera persona, hasta el efecto espeluznante en un juego de acción y terror. Esta dimensión explica las estrategias retóricas de afecto que los jugadores desarrollan con el juego. Dichas estrategias retóricas pueden precipitarse por diversas causas, como la interpretación individual de los acontecimientos del juego, la interacción de los jugadores con otros, el diseño del juego, que busca esa respuesta emocional, etc.
6. **Inmersión lúdica.** Resultado de la implicación de los jugadores, su compromiso con las decisiones que toman y las repercusiones de estas. Estas decisiones y los compromisos con ellas pueden estar dirigidas hacia un objetivo marcado por el

juego, pero también pueden ser objetivos establecidos por el propio jugador e incluso por una comunidad de jugadores con un objetivo común. Las decisiones también pueden tomarse de improviso, sin relación con un objetivo.

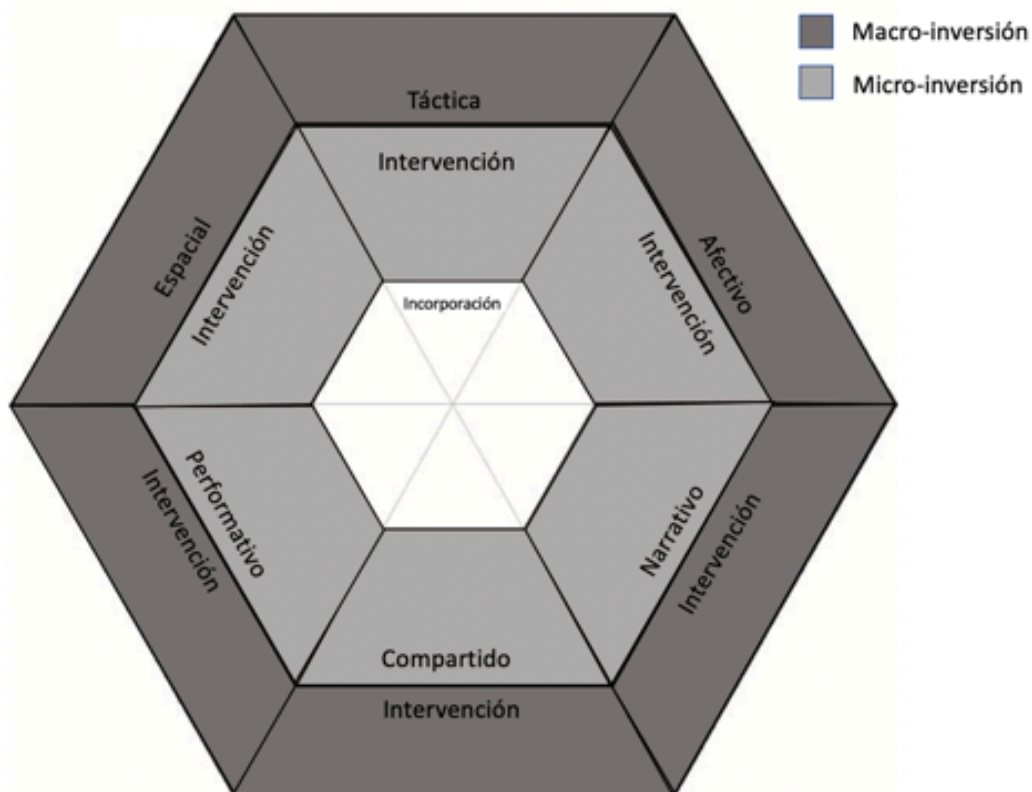
No todas las dimensiones están presentes en todos los juegos existentes. Este modelo sirve para clasificarlos. Dependiendo de la naturaleza del juego, las dimensiones expuestas estarán presentes en mayor o menor medida.

Nos referimos, por ejemplo, a que la intensidad y complejidad de inmersión espacial que ofrecen juegos como *The Elder Scrolls IV: Oblivion* (Bethesda Softworks, 2006) o *Half-Life 2* (Valve Software, 2004) superan con creces a los encontrados en *Pong* (Atari, 1972). Esta gran diferencia, a nuestro parecer, está directamente relacionada con la evolución y el desarrollo de los videojuegos, aquellos primeros juegos que, como el *Pong*, no disponían de grandes gráficos y precisaban un mayor esfuerzo imaginativo por parte del jugador. Los juegos de mayor actualidad ofrecen gráficos más realistas y dejan menos espacio a la imaginación.

Eso no significa que el lugar no sea un factor de gran importancia en juegos como el *Pong*, que a la hora de lograr que el público se comprometa no será el espacio en el que se desarrolla el motivo que le cautiva y le atrape. En los otros juegos mencionados, el espacio constituirá uno de sus puntos fuertes, representando y abriendo al jugador a grandes regiones con muchos detalles que les cautivarán y enamorarán, pudiendo crear tanto microinmersión en el momento de jugar, como macroinmersión, llevando a los jugadores a imaginar posibles desarrollos en esos lugares emblemáticos.

Fijémonos en la Figura 8 (Calleja, 2011). En esta representación gráfica del modelo de inmersión del jugador, pensemos que cada triángulo son las dimensiones que acabamos de presentar. El color claro y el oscuro representan el grado de inmersión (micro y macro). Por tanto, también podemos comprender que, en la parte exterior de los triángulos, el grado de atención que estaremos prestando a dicha dimensión será casi total. Casi todos nuestros recursos atencionales estarán centrados en esa dimensión.

Figura 8. Modelo de inmersión del jugador.



Fuente: Calleja (2011: 84)<sup>64</sup>.

Al comenzar a jugar a un juego nuevo, lo común es que nos situemos en la parte exterior de la dimensión de inmersión kinestésica, ya que todos nuestros recursos atencionales deberán centrarse en aprender a utilizar los controles que nos permitirán avanzar a través del juego. Esta primera etapa de atención casi plena en el aprendizaje de los controles tendrá cierta duración, pero después nuestra inmersión y atención avanzarán hacia la parte interna del triángulo, y podremos dedicarla a otra cosa, pues la tarea de manejar los controles estará automatizada. Conforme vayamos alejándonos del exterior de un triángulo, nuestra atención será menor y podremos centrarnos en más de una dimensión a la vez (Calleja, 2011).

La atención del jugador puede variar de una a otra, conforme crece el conocimiento del jugador, de modo que cada vez será menos necesario prestar atención a ciertas

<sup>64</sup> Se reproduce la figura de Calleja (2011: 84) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

dimensiones, y el jugador podrá dedicar más tiempo a otras. Las dimensiones se entienden como capas transparentes superpuestas por las que es fácil navegar. El jugador siempre podrá tener una visión completa de todas ellas, pero a su vez será capaz de determinar (voluntaria o involuntariamente) a cuál quiere prestar atención en cada momento (Calleja, 2011).

Es importante recordar que este modelo refleja un fenómeno experiencial básicamente subjetivo. Por tanto, siempre existe una mezcla constante de dimensiones en cada individuo. Además de existir un cambio entre la atención consciente —la que dedicamos a una tarea concreta— y la atención automatizada —fruto del entrenamiento, que no es plena, pero ocupa recursos atencionales—. El reto de construir una base y un registro para transmitir un fenómeno tan dinámico de forma diagramática y textualmente descriptiva es que hay que tener en cuenta la naturaleza fluctuante de la experiencia.

Este marco de trabajo proporciona a los desarrolladores la opción de desmenuzar la experiencia del juego en partes (las dimensiones), además de tener en cuenta las diferencias entre estar jugando de forma activa (microinmersión) y estar comprometido con el juego (macroinmersión). Calleja (2011) plantea esta investigación como una herramienta para conocer y desmenuzar la inmersión y el compromiso de los jugadores.

#### **2.1.6. La tétrada en capas (*The Layered Tetrad*)**

Otros autores, como O'Shea y Freeman (2019), destacan el concepto de “carga cognitiva”, es decir, que el diseñador debe tener en cuenta si un jugador presta más o menos atención a determinados aspectos del juego, como puede ser el manejo del personaje. De ser así, será más fácil diseñar primeras experiencias y tutoriales porque se dará por supuesto que la carga cognitiva del jugador no es ilimitada, así que se dirigirá hacia el lugar más adecuado.

La tétrada en capas (del inglés *The Layered Tetrad*) es un marco de trabajo que pretende aunar en uno otros tres grandes marcos de trabajo: el FDD (*Formal, Dramatic and Dynamic Elements*) del libro *Game Design Workshop* (Fullerton y Swain, 2008); *The Elemental Tetrad*, del que hereda parte del nombre, presentado por Jesse Schell en *The*

*art of game design* (Schell, 2008) y el MDA (Hunicke *et al.*, 2004), que ya hemos presentado.

La téttrada en capas, desarrollada por Jeremy Gibson Bond (2017), está formada por tres niveles o capas:

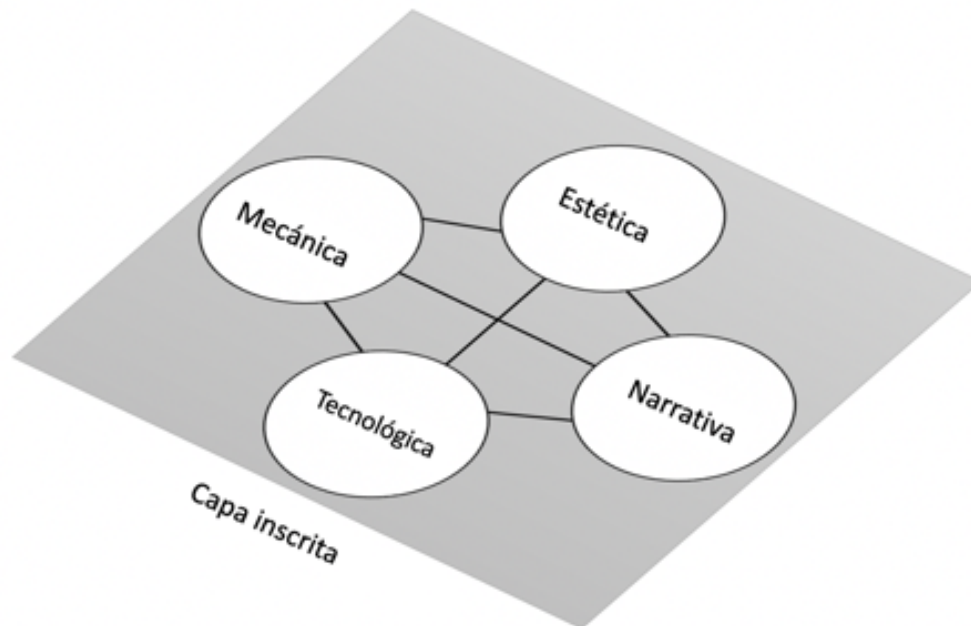
- **Capa inscrita:** representa los materiales del juego programados o creados por sus desarrolladores. Este concepto es muy similar al ofrecido por Schell (2008) en su *The Elemental Tetrad*.
- **Capa dinámica:** se centra en los resultados de la interacción del jugador con el juego, especialmente en los sistemas emergentes, los juegos y las narrativas que puedan crearse.
- **Capa cultural:** representa el impacto que el juego tiene en la sociedad y la cultura. Es la capa en la que la propiedad del juego pasa de los desarrolladores a los consumidores. Esta fase contempla a todos los que se relacionan con el juego, incluso los que aún no han jugado y los que nunca jugarán, pero lo utilizarán por formar parte del imaginario colectivo.

En cada capa hay cuatro elementos comunes: mecánico, estético, narrativo y tecnológico. Están interconectados, y cada uno representa una perspectiva dependiendo de en qué capa se encuentre. Gibson insiste en recordar que “las tres capas de la téttrada representan la transición de propiedad desde el creador al consumidor del juego”<sup>65</sup> (Gibson-Bond, 2017: 112).

---

<sup>65</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *the three layers of the Layered Tetrad represent a transition of ownership from the developers of the game to the players of the game* (Gibson-Bond, 2017: 112).

Figura 9. La capa inscrita.



Fuente: Gibson Bond (2017: 103)<sup>66</sup>.

La capa inscrita (Gibson-Bond, 2017) es muy similar a la que plantea Schell (2008), pero se limita a los aspectos del juego que existen incluso cuando no se está jugando. Se trata de:

- **Mecánicas:** cómo se relacionan el jugador y el juego. Incluyen las reglas del juego y los elementos formales fruto de la teoría de Fullerton y Swain (2008) que corresponden a los patrones de interacción del jugador, objetivos, reglas recursos y límites.
- **Estética:** cómo se ve el juego, cómo suena, huele, sabe y se siente. Lo incluye todo, desde la música hasta los modelos de los personajes, pasando por el *packaging* o el arte de la portada del juego.
- **Tecnológica:** al igual que el de la teoría de Schell (2008), es la tecnología que permite que el juego funcione. En el caso de los videojuegos, esta tecnología está desarrollada por los programadores. Es importante que estos conozcan las

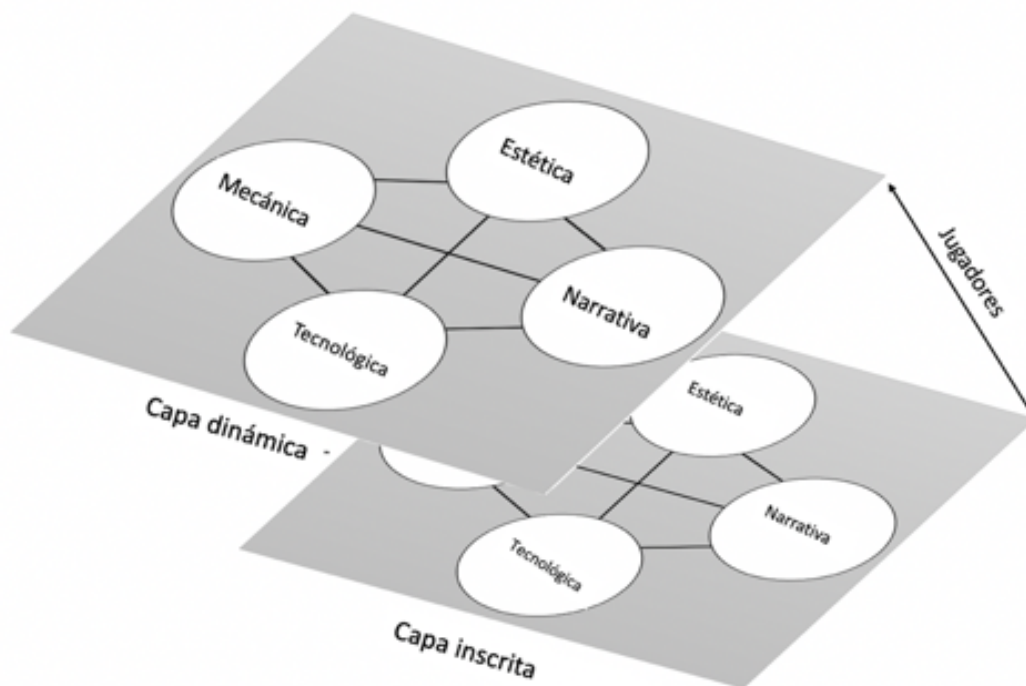
<sup>66</sup> Se reproduce la figura de Gibson Bond (2017: 103) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

especificidades técnicas que soporta el juego pues les permitirá tomar decisiones informadas. Es fácil que, en determinado momento, quieran cambiar ciertos aspectos del juego y saber conllevarán quinientas horas de trabajo a los programadores, lo que les ayudará a no tomar decisiones a la ligera.

- **Narrativa:** usa la teoría de Fullerton y Swain (2008), de manera que la narrativa de la capa inscrita hace referencia a toda la historia, aquella que ha sido escrita y ha creado a todos los personajes generados que se encuentran en el juego.

La segunda capa se conoce como dinámica y, como en la teoría de Fullerton y Swain (2008), aparece cuando se juega el juego.

Figura 10. La capa dinámica.



Fuente: Gibson Bond (2017: 105)<sup>67</sup>.

Como podemos observar en esta figura, el jugador tomará la capa inscrita y, a través de su experiencia de juego, generará la capa dinámica. Todo lo que conforma la capa

<sup>67</sup> Se reproduce la figura de Gibson Bond (2017: 105) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

dinámica surgirá del juego, de la acción de jugarlo. Y todo lo que observaremos en esta capa será fruto de la interacción del jugador con los elementos de la capa inscrita y del control directo que esta ejerza.

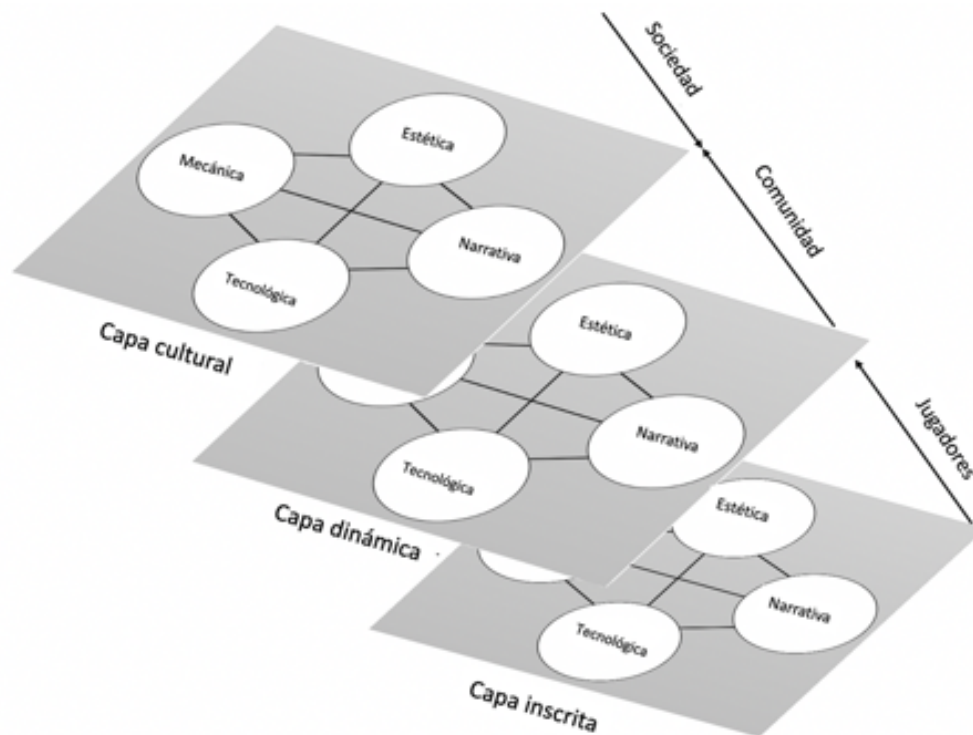
Por tanto, la capa dinámica es el fruto del juego, un fenómeno de comportamiento difícil que emerge de unas reglas aparentemente sencillas. Cuesta predecir este comportamiento, pero los que se dedican al diseño de juegos acaban por ser capaces de hacer estimaciones bastante acotadas. Los elementos dinámicos tienen los mismos nombres que los inscritos, y se definen así:

- **Mecánica.** Cómo los jugadores interactúan con los mecanismos determinados en las mecánicas inscritas. Imaginemos que las reglas del juego permiten volar al participante. Cómo el usuario usa ese poder sería una mecánica dinámica. Estas mecánicas incluyen procedimientos, estrategias, comportamientos emergentes del juego y los resultados de los juegos.
- **Estética.** Se refiere a todo aquello de naturaleza estética que se crea para el jugador mientras este juega. Incluye cualquier experiencia, desde arte procedimental —música o arte digital generado automáticamente a través de código— hasta la presión física que puede generar tener que pulsar un botón muy rápido durante un breve período de tiempo.
- **Tecnológica.** Comportamiento de los componentes tecnológicos durante el juego. En este apartado se incluyen varios elementos tecnológicos, no solo los directamente relacionados con el código que ejecuta el ordenador para que el juego funcione, que también, pero además cómo las distintas tiradas de dados que podemos realizar en un juego no parecen seguir una función matemática, aunque sabemos que sí lo hacen. Un ejemplo de este tipo de componente es la programación que subyace en el comportamiento de la Inteligencia Artificial (IA) de un enemigo en un juego: pese a que ha sido programada, no lo parece. También hace referencia a todo código que, una vez empezado el juego, se ejecuta de forma automática.
- **Narrativa.** Incluimos en este componente dinámico las historias que surgen fuera del sistema de juego, bien sean creadas por los jugadores al margen de las

ofrecidas por el juego o creadas por los usuarios a través de las herramientas que brinda el juego. Por tanto, la historia de una familia creada por un jugador en los *Sims* (Electronic Arts, 2000), una narrativa dinámica, pero también lo es un *fan fic*, una ficción narrativa desarrollada por un fan y distribuida a otros a través de internet.

La teoría de la tétrada en capas (Gibson-Bond, 2017) se completa con una última que se conoce como “capa cultural” (Figura 11). Esta describe el juego más allá de aquellos que lo juegan. Esta capa contempla no solo el efecto que tiene la cultura sobre el videojuego, sino que también plantea que los videojuegos pueden afectar a la cultura del lugar donde se juegan. La comunidad de jugadores será la encargada de hacer llegar el juego al nivel cultural y, cuando esto ocurre, el control del juego pasará de las manos del diseñador a las de los jugadores. No obstante, al llegar a esta capa la función social de los diseñadores quede evidenciada.

Figura 11. La tétrada en capas.



Fuente: Gibson Bond (2017: 108)<sup>68</sup>.

Antes de explicar cada uno de los elementos propios de esta capa debemos comprender que, a diferencia de las dos anteriores que surgen del juego, esta es fruto de la colisión entre la sociedad y el juego. Por tanto, los elementos son más difusos y complicados de percibir en esta capa:

- **Mecánica.** La forma más simple de mecánica cultural es lo que se conoce como “*game mods*”, modificaciones que los jugadores llevan a cabo sobre el juego y que alteran de manera significativa el comportamiento del mismo respecto a cómo lo creó el diseñador. Este tipo de mecánicas son tan complejas como el impacto que pueden generar ciertas dinámicas de juego en la sociedad. Por ejemplo, la muy difamada habilidad del personaje del jugador en *Grand Theft Auto III* (Rockstar Games, 2001) para dormir con una prostituta y luego matarla para

<sup>68</sup> Se reproduce la figura de Gibson Bond (2017:108) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

recuperar su dinero, fue el resultado de la mecánica dinámica emergente en el juego, pero tuvo un impacto masivo en la percepción del juego por parte del público en general (que es parte de la capa cultural).

- **Estética.** Como las mecánicas, la estética cultural cubre aspectos como arte relacionado con el juego, *remixes* de la banda sonora del juego o actividades fan de todo tipo, bien sea *cosplay* (término abreviado del inglés *costum play* que hace referencia a los disfraces que algunos fans elaboran para ataviarse de manera similar a sus ídolos de los juegos) o quedadas masivas para jugar (como las *pokequedadas*, puntos de encuentro, con día y hora, para jugadores de *Pokémon Go* (Niantic, 2013). No se incluyen las acciones relacionadas con los contenidos transmedia autorizados por la marca, como las películas que se aprueban tras el éxito de un videojuego, como fue el caso de *Tom Raider* (Eidos Interactive, 1996). El motivo de que estos casos no sean considerados estética cultural tiene que ver con quiénes son los desarrolladores del contenido: para que un elemento sea cultural los jugadores, los fans, deben ser los que lleven a cabo el contenido cultural. En el caso de que una industria le ceda los derechos a otra, no es un movimiento cultural, sino un elemento comercial, y por eso no entra en esta categoría. En muchos casos, además también se trata de un movimiento ligeramente fan, pues la persona que decide invertir en un elemento transmedia suele ser fan del original, pero al ser más destacado su carácter comercial, no encaja en esta categoría.
- **Tecnológica.** La tecnología cultural abarca tanto el uso de la tecnología con finalidades distintas al juego como el uso de los algoritmos de *flocking* diseñados para los personajes de videojuegos que luego se utilizan en otras disciplinas, como la robótica y la habilidad de la tecnología para cambiar la experiencia de juego. Cuando un jugador utiliza el PC o la consola para jugar a un juego en línea, como puede ser *Fortnite* (Epic, 2015), la experiencia es diferente. Dependiendo del control que el jugador tenga de los distintos medios tecnológicos, puede ser mejor o peor.
- **Narrativa.** La narrativa cultural engloba los aspectos narrativos de las propiedades transmedia creadas por los fans. Basados en aquellos que surgen directamente del juego, como pueden ser los *fan fic*, las narrativas de *fanvideos* o

películas hechas por los fans y las premisas que forman parte de algunas de las modificaciones del juego hechas por los fans, también incluyen las historias contadas sobre el juego en la cultura y la sociedad. Sucede lo mismo con las que vilipendian juegos como *Grand Theft Auto* (RockStar Games, 2001) hasta aquellos que ensalzan las virtudes y el mérito artístico de otros como *Journey* (Sony Computer Entertainment, 2012) o el *ICO* (Sony Computer Entertainment, 2001).

Por lo que se refiere a los creadores, centrados en la función del diseñador, podemos afirmar que es fácil percibir la responsabilidad del mismo en el ámbito de la capa formal del juego. En la que se conoce como capa inscrita, es su responsabilidad que existan una serie de reglas claras que sean comprensibles, que el arte sea interesante y atractivo para el jugador y que, teniendo en cuenta todos los ámbitos del juego, el jugador se sienta tentado y empujado a jugar y disfrutar de la experiencia.

Cuando el juego avanza y se crea la capa dinámica, muchas veces los diseñadores pretenden lavarse las manos de su responsabilidad y piensan que los jugadores ocupan su lugar. Veamos un ejemplo: hace años, en el juego *Team Fortress 2* (Valve, 2007) decidió regalar gorras a sus usuarios. Los jugadores comprendieron pronto que, hicieran lo que hicieran, si estaban dentro del juego a las horas pertinentes, del cielo les caían gorras. Por tanto, pronto empezó a haber un montón de personas que esperaban pacientemente a que las gorras les cayeran sin jugar.

Valve (2007) lo percibió como una trampa de los jugadores y pensó que debía personalizarse. Esto se puede analizar desde otra perspectiva que nos lleva a comprender que los usuarios solo estaban siguiendo las reglas y consiguiendo los premios de la manera más fácil y efectiva. Las gorras caían independientemente de lo que los jugadores estuviesen haciendo, por tanto, estar en el juego sin hacer nada era la forma más fácil de conseguirlos.

Por tanto, es cierto que los jugadores eran percibidos como tramposos porque el diseño de Valve (2007) pretendía generar un mayor flujo de juego y eso no estaba ocurriendo, pero no era un comportamiento tramposo con las normas del juego, ya que estos estaban plenamente inmersos en la forma más sencilla de conseguir las gorras. El comportamiento dinámico de los jugadores era el que las reglas del juego estaban premiando.

Ahí se puede percibir la responsabilidad de los diseñadores en la capa dinámica de la experiencia. Es responsabilidad de estos anticiparse a los comportamientos que se van a generar en los juegos fruto de las normas que estipulen. Las implicaciones que tendrán los sistemas que el diseñador establezca hace de este trabajo una lotería, porque, en muchos casos, los jugadores llevan a cabo acciones inesperadas.

Finalmente, en el plano de lo cultural, el diseñador de los juegos rara vez percibe su responsabilidad, pues hasta el momento los videojuegos, en muchos casos y ámbitos, se perciben como algo pueril y vulgar, una mala influencia que transmite valores misóginos y violentos a los jóvenes. No obstante, poco a poco, la sociedad ha comenzado a cambiar y a considerar los juegos como piezas de interés cultural. El desarrollo de muchos juegos ha demostrado a la sociedad que pueden curar, entretener y enseñar. El diseñador de los mismos será el responsable de la imagen que estos transmitan al mundo y de cómo los conciba la sociedad.

Los marcos de diseño de juegos son herramientas para descomponer y estudiar los juegos, y a través de esta comprensión estar mejor equipados para diseñar otros nuevos, promoviendo así el avance del arte del diseño de juegos. No existe una gran teoría unificada de juegos o una fórmula que detalle la combinación y proporción de elementos divertidos (Hunicke *et al.*, 2004).

## 2.2. Marcos de trabajo para el diseño de *serious games*

En el caso de los *serious games*, la problemática de no saber qué se desea evaluar que presentaba O'Shea y Freeman (2019), no se plantea en los juegos comerciales. Existen dos posibles enfoques para el problema que se plantea: centrarse en los objetivos pedagógicos que se quieren alcanzar y, una vez establecidos, desarrollarlos de la forma más lúdica posible para terminar construyendo el juego alrededor de ellos; o centrarse en el juego, diseñar un artefacto divertido y entretenido para después intentar infundirle los elementos de aprendizaje sin que molesten demasiado al jugador.

Kalmpourtzis (2018) afirma que ambas soluciones presentan ventajas e inconvenientes. No obstante, la mayoría de las metodologías que encontramos en la literatura de diseño de *serious games* presuponen una fusión significativa entre el diseño del juego y el pedagógico. Gracias a esa fusión es más fácil lograr un aprendizaje intrínseco en la experiencia de juego (Arnab *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2015). Por tanto, es esencial que este tipo de desarrollos se basen en una estrecha relación entre los que diseñan los materiales pedagógicos y los que crean las experiencias de juego (Rosyid, Palmerlee, y Chen, 2018).

No obstante, en los últimos años, el número de artículos y comunicaciones que versan sobre el diseño, el análisis y la evaluación de *serious games* ha aumentado. Además, algunos de esos artículos también presentan metodologías de diseño. El número de marcos para diseño de *serious games* ha superado el de marcos para diseño de juegos. Por ejemplo, Avila Pesantez y Rivera (2017) exponen y revisan más de cincuenta marcos de diseño para *serious games* de 2008 a 2016, mientras que O'Shea y Freeman (2019), que plantean esa misma revisión para marcos de diseño de videojuegos convencionales en un período muy similar, de 2004 a 2018, apenas exponen media docena de ellos.

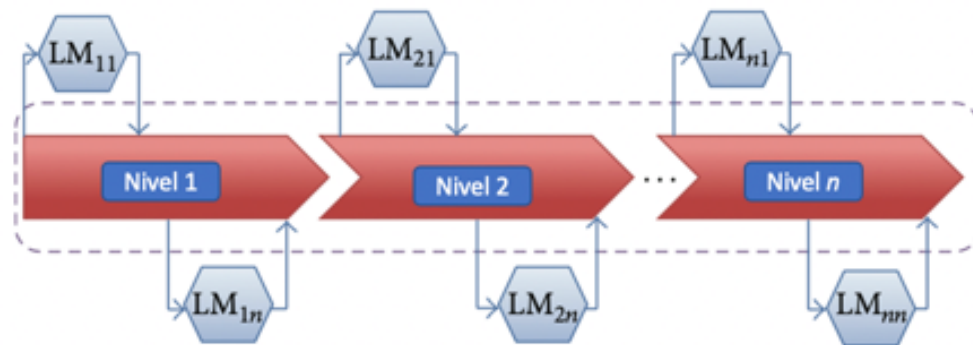
Los diseñadores de videojuegos están más pendientes de que sus juegos salgan al mercado y obtengan buenas críticas, así como unas ventas que les permitan seguir desarrollando su actividad profesional. Por eso, en rara ocasión los profesionales del desarrollo de videojuegos pueden dedicarse a la investigación científica o participar en artículos de investigación. El resultado es que la literatura sobre el desarrollo de videojuegos no suele tener en cuenta las realidades cotidianas de las prácticas profesionales (Martin, 2018).

A continuación repasaremos algunas de las metodologías más significativas para el desarrollo de *serious games*. Repasaremos las que más veces hayan sido generalizadas y utilizadas con éxito.

### **2.2.1. Barbosa, Pereira, Dias y Silva (2004)**

La metodología planteada por Barbosa, Pereira, Dias y Silva (2014) presenta dos niveles de juego: el divertido y el educativo. El divertido incluiría un juego completo con sus mecánicas y sus reglas de juego, y deberá ser entretenido, divertido y atractivo, de manera que los jugadores deseen utilizarlo y avanzar en él. Se planteará como un juego de larga duración, con una línea argumental, unos personajes y unas mecánicas que se repetirán y ampliarán a lo largo de los niveles que se vayan a implementar. Por otra parte, el juego educativo deberá responder a los principios pedagógicos que se deseen alcanzar. Estos juegos serán breves, autocontenidos, y se presentarán a los jugadores como retos que deben superar si desean continuar con la aventura principal.

Por tanto, el contenido educativo se percibirá como minijuegos embebidos en la historia principal que harán llegar los contenidos pedagógicos a los jugadores sin que estos los noten. Barbosa *et al.* (2014) presentan su diagrama de trabajo como observamos en la Figura 12. Es importante puntualizar que nivel que se desarrolle para el juego principal deberá tener asociados uno o más de un juego educativo. El nivel y sus juegos educativos constituirán un bloque de contenido relacionado, relacionado con el objetivo pedagógico de los minijuegos que deberán compartir. También es conveniente que el juego muestre una estructura completa, que no parezca fragmentado entre los educativos y los divertidos. Por tanto, es otro de los mecanismos planteados que los minijuegos tendrán que otorgar herramientas para el juego principal al jugador.

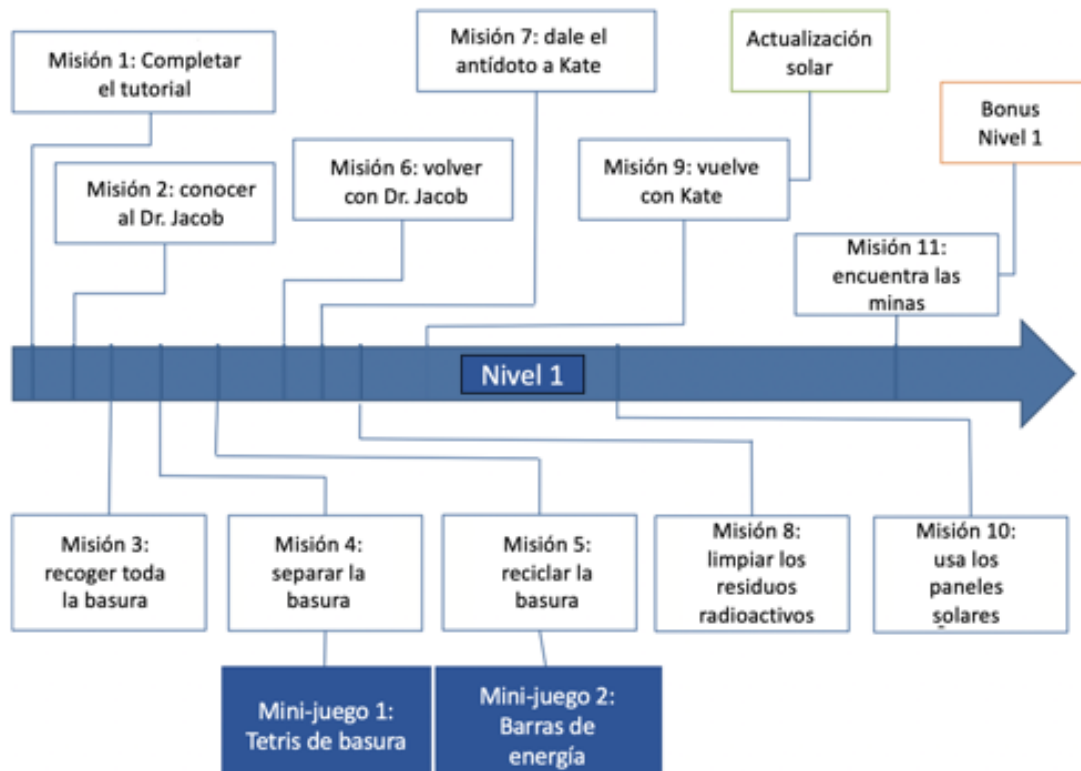
Figura 12. Diagrama de trabajo de Barbosa *et al.* (2014).

Fuente: Barbosa *et al.* (2014: 3)<sup>69</sup>.

Podemos apreciar este tipo de desarrollo en la Figura 13, fruto de la integración de esta metodología en el juego *Clean World*, desarrollado por Barbosa *et al.* (2014). Un grupo de seres humanos lucha contra la polución del planeta en un futuro distópico. El gráfico de flujo del primer nivel de este juego se presenta como vemos a continuación:

<sup>69</sup> Se reproduce la figura de Barbosa *et al.* (2014: 3) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

Figura 13. Ejemplo de la implementación de la metodología con el videojuego *Clean World*.



Fuente: Barbosa *et al.* (2014: 6)<sup>70</sup>.

Es importante aclarar que los *Quest* serán entendidos como minijuegos con una carga pedagógica mayor que los demás.

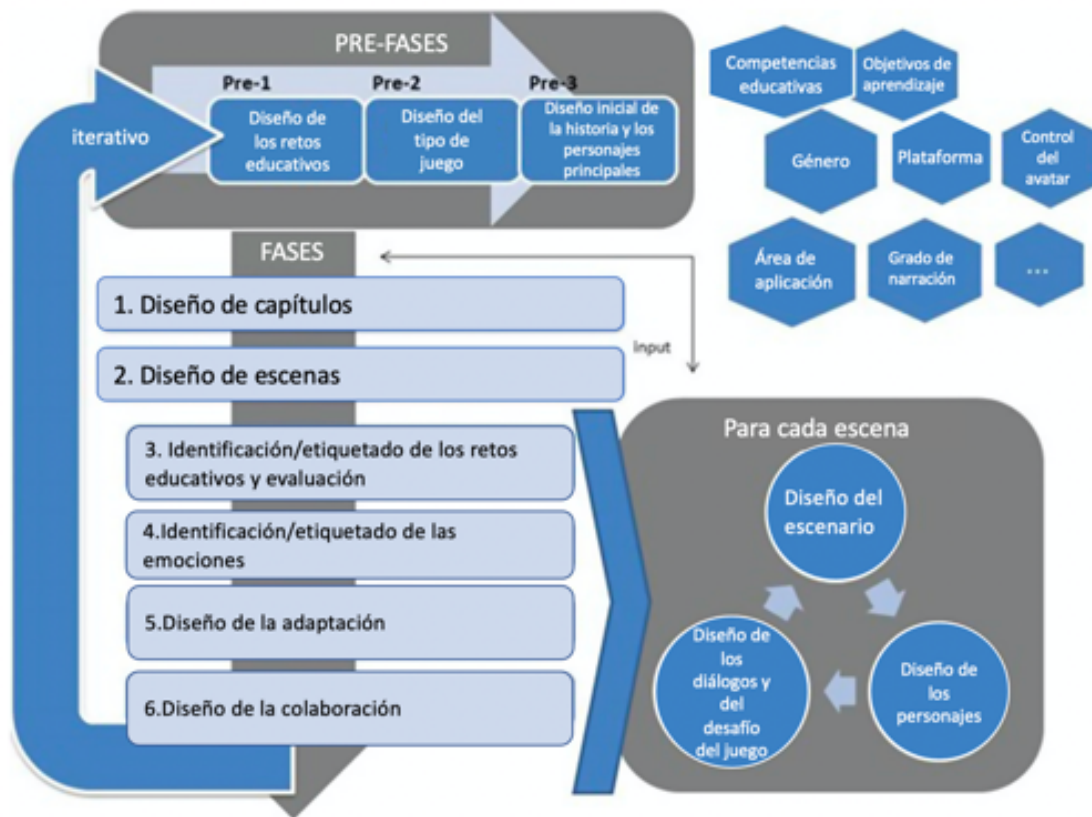
### 2.2.2. Diseño basado en anotaciones gráficas

El diseño basado en anotaciones gráficas para *serious games* presenta una estructura básica sobre la que se implementarán el resto de las actividades de juego y de los retos educativos. La estructura se construirá sobre un esqueleto narrativo. Debe estar bien fundamentado, ser rico en contenido, tener personajes bien caracterizados y escenas

<sup>70</sup> Se reproduce la figura de Barbosa *et al.* (2014: 6) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

completas. Sobre esta estructura sólida será posible construir el resto de los elementos necesarios para desarrollar un buen juego.

Figura 14. Metodología de diseño basada en anotaciones.



Fuente: de Lope, López Arcos, Medina-Medina, Paderewski y Gutiérrez-Vela (2017: 4)<sup>71</sup>.

El diseño basado en anotaciones se organiza sobre un modelo iterativo que consta de seis fases (Figura 14) y tres prefases. Durante el proceso, se generarán múltiples recursos que se utilizarán para crear un documento de diseño o GDD, del inglés *Game Design Document*. Gracias a ese documento, el entendimiento entre los diseñadores y el resto de los implicados en el desarrollo de los *serious games* será más fluido.

<sup>71</sup> Se reproduce la figura de de Lope, López Arcos, Medina-Medina, Paderewski y Gutiérrez-Vela (2017: 4) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

Comprendamos más en profundidad cuáles son los diseños que se llevan a cabo en la prefase de la teoría de diseño basado en anotaciones (de Lope *et al.*, 2017):

**1. Diseño de experiencias educativas.** Competencias básicas y objetivos educativos.

Para esta primera prefase se precisa un equipo de educadores, profesores, padres o acompañantes que tengan claros los objetivos que se tratarán con el juego. Una competencia básica va más allá de aprender el contenido curricular que se encuentra en una asignatura o de adquirir una habilidad. Implica utilizar recursos psicosociales para resolver demandas complejas en situaciones específicas. Por ejemplo, el sistema educativo español establece ocho habilidades básicas que todo estudiante debe acometer:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática.
- Conocimiento e interacción con el mundo físico.
- Procesamiento de datos y competencia digital.
- Aprender a aprender.
- Competencia social y cívica.
- Autonomía e iniciativa personal.
- Competencia cultural y artística.

Dependiendo del marco pedagógico del juego, se incluirán ciertas habilidades. En el segundo paso se establecen metas educativas mediante las cuales se definen los objetivos que hay que alcanzar durante el desarrollo de un ciclo educativo o un tema específico, y estos se integrarán directa o indirectamente en la evaluación de rendimiento posterior a medida que se utilice el juego. En esta fase previa, el equipo docente podría usar modelos curriculares con los que están familiarizados.

**2. Diseño del tipo de juego.** Antes de empezar a desarrollar la parte narrativa del videojuego, sobre la que irá montado todo el mecanismo de aprendizaje, debemos decidir a qué género pertenecerá el videojuego que vamos a desarrollar. Con esta

elección, determinaremos cómo serán los avatares, cuál será nuestro público objetivo, el área de aplicación, los controles del avatar o la interactividad.

- 3. Diseño inicial de la historia y de los personajes principales.** Para determinar la historia que conducirá el videojuego es necesario hacer varias iteraciones. El número de las mismas dependerá de la complejidad de la historia que se desee transmitir. Para evitar que la historia se pierda en el desarrollo del juego es conveniente establecer un esbozo de la misma, de manera que los principales giros queden establecidos desde el principio. También es conveniente establecer todos o casi todos los personajes que aparecerán en el videojuego. Este primer diseño puede ilustrarse con croquis gráficos.

Una vez completadas las tres prefases se obtiene una concepción inicial del SG. De esta manera, el equipo de desarrollo ya puede acometer el desarrollo siguiendo las fases e iterando sobre las mismas:

- 1. Diseño de capítulos:** uno es el ítem de alto nivel que se utiliza para organizar la historia. Las transiciones y el orden de los capítulos se establecerán mediante un diagrama de capítulos.
- 2. Diseño de escenas:** cada capítulo se divide en escenas y estas se ordenan a través de un diagrama de escenas. Para cada escena se desarrollará:
  - **Un diseño de escenario:** debe establecerse en qué lugar se produce la acción y qué objetos, interactivos y estáticos, se encuentran en él.
  - **Un diseño de personajes:** no basta con establecer qué personajes aparecen en la escena. Es el momento de definirlos física y psicológicamente.
  - **Un diseño de diálogos y desafíos del juego:** cada escena debe descomponerse y, mediante un gráfico de flujo reflejaremos qué ocurre, qué acción tendrá lugar en ella, qué diálogos hay y cuáles son los desafíos educativos que estaremos planteando al jugador.
- 3. Diseño educativo:** debemos decidir qué habilidades queremos mejorar con el videojuego y quién nos ayudará a establecerlos, a ser posible un experto en educación.

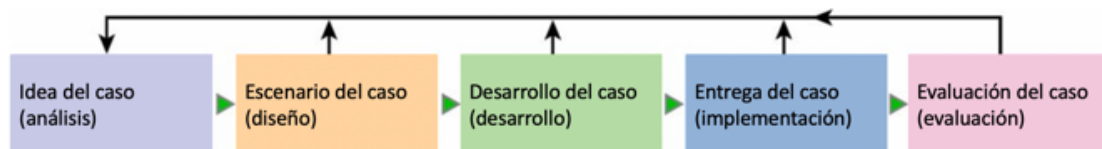
4. **Diseño emocional:** se establecerá qué emociones se están buscando en cada escena. Para localizarlas y enfatizarlas será de gran utilidad señalar en qué partes de los diálogos o de las acciones se están transmitiendo.
5. **Diseño de adaptación:** el diseñador deberá decidir qué partes del juego tendrán algún tipo de ajuste dependiendo de las características del jugador.
6. **Diseño de colaboración:** se determinará si se plantean o no retos colaborativos en esa escena. De plantear algún reto colaborativo, es importante detallar cuál será y cómo se resolverá.

Este marco de trabajo tiene una marcada estructura narrativa, y será más efectivo cuando el *serious game* que estemos desarrollando se sustente sobre una fuerte base narrativa (de Lope *et al.*, 2017).

### 2.2.3. EMERGO

EMERGO es un marco de trabajo y un *toolkit* para el desarrollo de *serious games* creado en 2007 para ofrecer una visión más pedagógica del proceso de creación de los *serious games* (Nadolski *et al.*, 2007). Este marco de trabajo establece cinco fases de trabajo: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Pese a que estas fases pueden tener lugar por este orden, se recomienda hacer iteraciones entre cada una y no seguir el modelo de desarrollo de cascada clásico.

Figura 15. Marco de trabajo EMERGO.



Fuente: Nadolski *et al.* (2007: 2)<sup>72</sup>.

---

<sup>72</sup> Se reproduce la figura de Nadolski *et al.* (2007: 2) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

En la Figura 15 podemos apreciar lo que sería el avance lineal a través de las fases representadas con las flechas verdes. Las posibles iteraciones están marcadas con flechas negras.

Gracias a las iteraciones, las expectativas de diseño se pueden probar durante el desarrollo y pueden surgir, gradualmente, imágenes del proyecto que se desea completar, respaldadas por todo el equipo. Esto supondrá una gran ventaja a la hora de implementarlas, ya que el equipo las sentirá como propias, no impuestas (Nadolski *et al.*, 2007).

Veamos a continuación en qué consisten cada fase que presentan Nadolski *et al.* (2007) en su modelo:

**Fase 1. Análisis de la situación: la idea.** Un buen análisis de la situación permitirá al equipo acometer una mejor tarea. El desarrollo de un videojuego supone la interacción de personas de diferentes ámbitos profesionales. Por tanto, establecer los límites que no se puede acometer al principio del trabajo. De este modo no se establecerán expectativas poco realistas sobre el resultado final. Una buena manera de acometer este análisis de la situación es completar el cuestionario que presentan Nadolski *et al.* (2007).

**Fase 2. Diseño del escenario.** Acometer esta fase hasta el final debe resultar en un detallado documento de escenario. Para ello debemos seguir los tres pasos establecidos:

- 1. Escenario marco.** Describe las actividades globales que los estudiantes llevan a cabo durante esta fase. Se propone un formato estándar para anotar las actividades “Donde el estudiante... <descripción de la actividad>”. Esto permite identificar una primera serie de actividades sin abrumarse por los detalles (primera ventaja). En esta serie se puede distinguir entre actividades obligatorias y no obligatorias, actividades que deben realizarse en un cierto orden o no, actividades que aparecen inesperadamente o que están en la lista de tareas de los estudiantes. El enfoque proporciona un plano de las cuestiones sobre las que hay que seguir trabajando (segunda ventaja). El escenario marco parece el dibujo de construcción de un edificio. Al principio, el equipo no necesita perder mucho tiempo en detallar ciertos elementos (tercera ventaja). Permite prestar una atención similar a todos los elementos en varias etapas durante el diseño y el desarrollo. El escenario marco puede ajustarse de manera flexible durante los siguientes pasos.

- 2. Escenario de los componentes.** Este segundo paso implica que, para cada actividad, se identifique cómo deben actuar los estudiantes: qué hace el estudiante, con quién, con qué herramientas y recursos y con qué apoyo (profesor, compañero de clase o integrado). ¿El rendimiento de la tarea da como resultado un producto y, si es así, cómo se evaluará? ¿Se necesita un resultado suficiente antes de que los estudiantes puedan continuar? ¿Qué interacciones se prevén con otros participantes y el programa durante y después de la realización de una actividad? Las (posibles) interacciones para cada actividad están descritas de manera exhaustiva, pero todavía no en términos de las herramientas y recursos necesarios.
- 3. Escenario detallado.** En esta última etapa de la fase de diseño se describe cada actividad en términos de herramientas y recursos necesarios para permitir el desempeño real. Si los estudiantes necesitan entrevistar a una persona, es necesario identificar todas las preguntas de la entrevista; si necesitan leer algunos recursos, es necesario identificarlos todos. En este punto, queda claro si ya se dispone de materiales o si todavía hay que elaborarlos. Además, se identifican todos los instrumentos. El conjunto de herramientas EMERGO contiene varios componentes para el desarrollo de tales herramientas y puede ser ampliado. Por lo tanto, en la mayoría de los casos no es necesario desarrollar herramientas adicionales. Para este paso, se recomienda el uso de *software* de diagramas de flujo y planificación.

**Fase 3. Desarrollo del prototipo.** En esta fase, todos los equipos que van a desarrollar el juego deberán comenzar guiados por los documentos desarrollados en las fases anteriores. El desarrollo se regirá por el acuerdo entre tres cabezas visibles del mismo.

**Fase 4. Implementación.** Una vez desarrollado el prototipo de juego, deberá ser utilizado en el contexto para el que fue diseñado. Puede que, al implementar el juego, los comportamientos de este no sean los deseados. En ese caso se deberá volver a la fase anterior. Es conveniente que la fase 3 y la 4 se solapen.

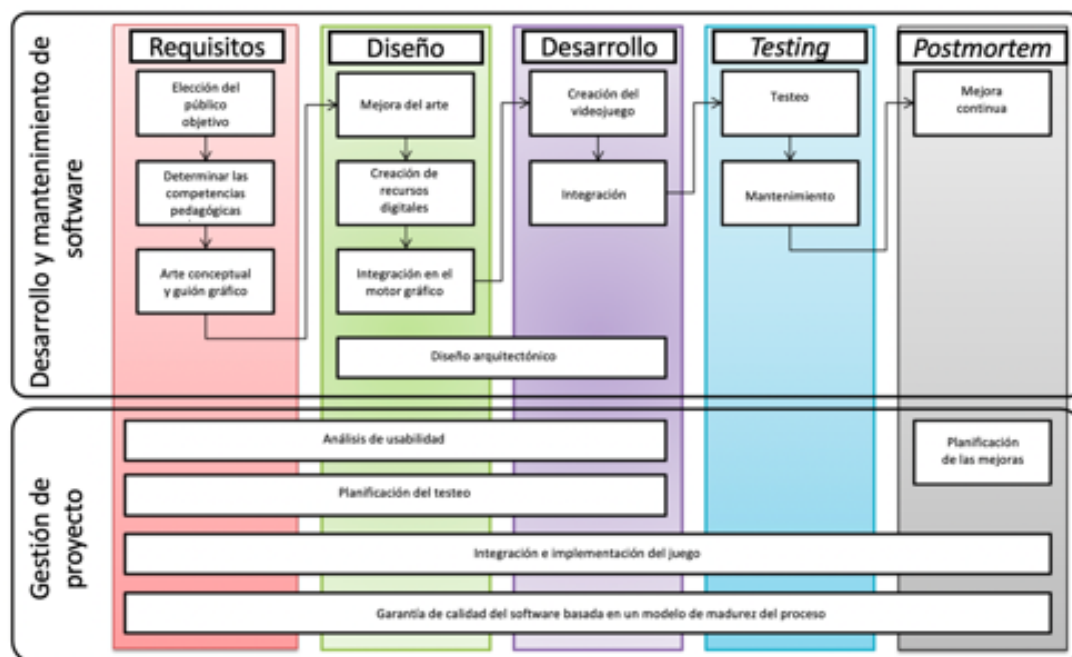
**Fase 5: Evaluación.** Valorará si el juego cumple con las exigencias iniciales definidas durante el análisis: ¿está el uso real en consonancia con el previsto? En un plan de evaluación debe hacerse explícito un claro enfoque de la evaluación antes de lanzar el

juego. El artículo de Nadolski *et al.* (2007) ofrece un completo cuestionario para evaluar los resultados de los juegos desarrollados.

#### 2.2.4. Marco de trabajo basado en RETAIN

Basado en el modelo de RETAIN de FuturLab —Barajas Saavedra, Rodriguez, Muñoz-Arteaga, Salgado y Collazos (2014)— generan una propuesta de marco de trabajo para los diseñadores y desarrolladores de *serious games*. Fundamentado en los paradigmas del desarrollo tradicional de *software*, y complementado con las experiencias de desarrollos previos a gran escala de cursos de aprendizaje.

Figura 16. Marco de trabajo basado en RETAIN.



Fuente: Barajas Saavedra *et al.* (2014: 574)<sup>73</sup>.

Como observamos en la figura, el proceso de desarrollo de juegos propuesto proporciona a los desarrolladores y diseñadores de juegos un proceso que los conducirá a la

<sup>73</sup> Se reproduce la figura de Barajas Saavedra *et al.* (2014: 574) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

producción de un videojuego educativo y, de esta manera, tener un mapa de los pasos desde la concepción de la idea hasta el lanzamiento del juego.

El proceso de desarrollo de un juego también proporciona un marco para la integración de expertos de diferentes disciplinas para desarrollar un videojuego educativo, como diseñadores gráficos, programadores, diseñadores de instrucción, desarrolladores de contenidos, educadores, directores de proyectos y jefes de proyecto, entre otros.

Basándose en la revisión de la literatura y en investigaciones previas en el campo de los recursos educativos digitales, este proceso establece que un juego serio debe contar con los siguientes elementos, independientemente de su propósito (formación, educación, etc.) y sus competencias:

- **Aspectos pedagógicos:** incluirán las necesidades de aprendizaje de los individuos o grupos, el contexto social y cultural en el que transcurre dicho aprendizaje y los modelos y estilos de aprendizaje de los jugadores. Estos cubren los tres elementos propuestos por de Freitas (2006): consideraciones pedagógicas, especificidades del aprendizajes y contexto. Estos aspectos se contemplan en el apartado “Requisitos” (de Freitas, 2006)
- **Aspectos técnicos:** la historia tras el juego, el *game play*, el nivel de fidelidad, la interacción, la inmersión, la diversión, etc. Todos estos aspectos también se contemplan en el apartado “Requisitos”.
- **Aspectos de integración:** incluyen consideraciones para el aprendizaje basado en el juego, para la inclusión de materiales en las clases formales y de contexto para la implementación de recursos educativos digitales (de Freitas, 2006).

Gracias al enfoque técnico de desarrollo del *software* que ofrece este modelo, la integración de los aspectos anteriores puede parecer un poco compleja. Veamos qué desarrollamos en cada fase:

- **Etapa de requisitos.** En esta sección se establecen las metas que se pretenden alcanzar con el juego. Se establecen los mecanismos pedagógicos a través de los que se transferirán los conocimientos a los estudiantes. Además, se determinan

las competencias y las áreas de conocimiento que deben cubrirse. Finalmente, se escribe el *storyboard* y el arte conceptual. De esta parte debemos obtener el documento de diseño del juego.

- **Etapa de diseño:** El objetivo de esta sección es generar todos los recursos digitales que necesitará el motor para crear el videojuego. Estos recursos digitales incluyen: ilustraciones 2D, modelos 3D, mapas, objetos, materiales, superficies, sonidos y música, etc. Si es necesario, también se debería desarrollar el motor de juego. El documento de diseño de juego guiará esta etapa y se dará por concluida cuando se disponga de la documentación de arquitectura del juego y de los recursos digitales que cumplan con las expectativas del proyecto y las especificaciones del motor de juego.
- **Etapa de desarrollo.** Deberá incluir el diseño, los eventos, el *shader*, las inteligencias artificiales necesarias, etc. Todos estos elementos deberán estar integrados mediante menús, opciones, etc. Básicamente, llegada esta etapa, deberemos ser capaces de desarrollar todo el *serious game* a partir de los documentos y recursos de los que dispondremos.
- **Etapa de testeo.** Llegado este punto, debemos probar el juego. Al inicio de esta etapa es importante elaborar un documento que nos ayude a definir los aspectos que se desean comprobar. En este documento deberá incluirse todo lo relacionado con eficiencia técnica, absorción de conocimientos, usabilidad y utilidad. Gracias a este procedimiento de pruebas se podrán obtener estadísticas de eficiencia del juego. Una vez evaluado el resultado podremos elaborar un informe de resultados del testeo, un plan de mejora para el juego y un plan de correcciones.
- **Etapa *postmortem*.** Con el objetivo de mejorar el proceso de desarrollo de los juegos, se deben analizar no solo los productos que se han recogido fruto del desarrollo, sino también la información de la que se ha dispuesto durante el mismo. De este modo se podrá establecer un plan de mejora para futuros desarrollos y desarrollar un registro de mejoras y acciones correctivas.

Barajas Saavedra *et al.* (2014) presentan dos innovaciones significativas en su proceso de desarrollo de *serious games*, ambos respaldados por las competencias utilizadas en el sistema educativo. La primera es el desarrollo de un conjunto de características básicas para determinar la calidad del juego como producto educativo. Pese a ser un primer

borrador no exhaustivo, define que los videojuegos han de ser cortos y centrados en una área de conocimiento. Pese a que se pueden plantear juegos marco que incluyan todas las áreas de una competencia, es mejor que sean independientes, y el juego marco solo suponga un escenario que contenga varios minijuegos.

La interfaz gráfica del juego debe tener un diseño gráfico minimalista y estético, amigable y evaluado pedagógicamente. De este modo llegará mejor al usuario.

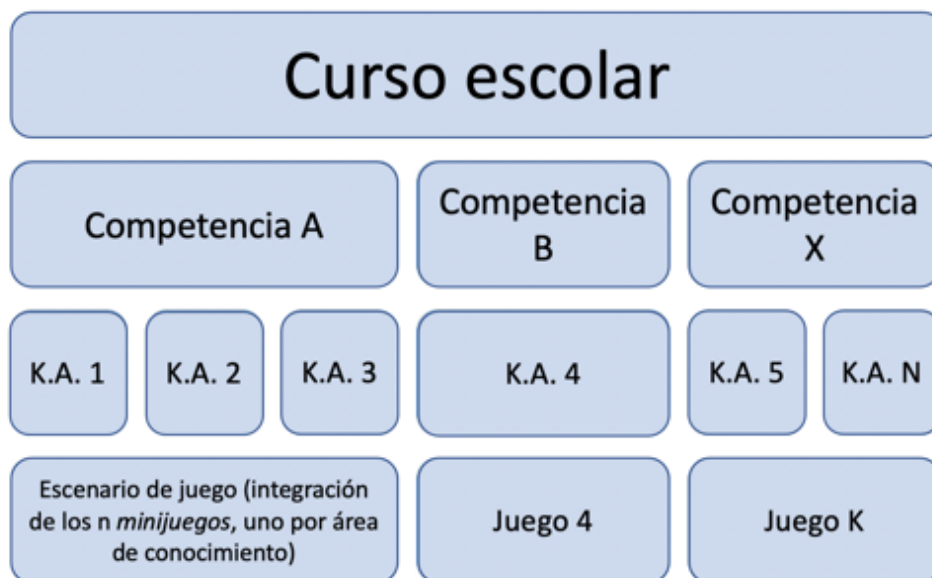
Los casos de los juegos, los retos que proponga, deben seguir un razonamiento formal. Además, deben presentarse al jugador de forma aleatoria para evitar que este memorice las respuestas, y han de tener diferentes niveles de dificultad para generar competencia entre los jugadores y los escenarios desafiantes.

La segunda innovación que plantea esta investigación es la descomposición de las competencias que se van a usar en el juego. Debemos asumir que “son todos los recursos mentales de los individuos que se utilizan para dominar las tareas, adquirir conocimientos y lograr un buen desempeño en algunas habilidades específicas con un cierto nivel de destreza”<sup>74</sup> (Barajas Saavedra *et al.*, 2014: 575). Se pueden descomponer como observamos en la Figura 17.

---

<sup>74</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *Competencies are all mental resources of individuals that are used to master tasks, acquire knowledge and achieve a good performance in some specified abilities with a certain skill level* (Barajas Saavedra *et al.*, 2014: 575).

Figura 17. Descomposición las competencias de un grado escolar.

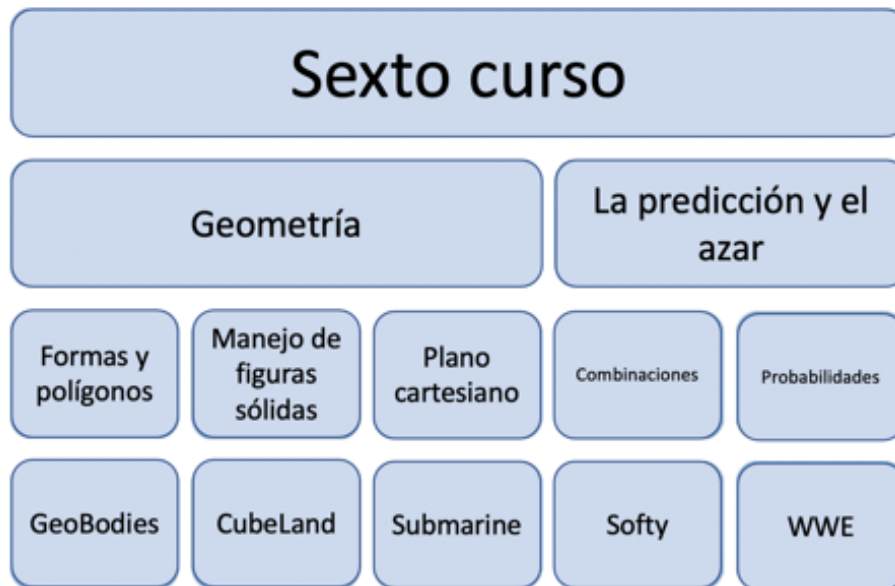


Fuente: Barajas Saavedra *et al.* (2014: 575)<sup>75</sup>.

Para comprender este gráfico de descomposición de las competencias, es de gran utilidad verlo aplicado a las competencias de matemáticas de sexto de Primaria. Así lo muestran sus autores y lo podemos ver en la Figura 18:

<sup>75</sup> Se reproduce la figura de Barajas Saavedra *et al.* (2014: 575) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

Figura 18. Ejemplo de descomposición de las competencias de matemáticas de sexto de Primaria.



Fuente: Barajas Saavedra *et al.* (2014: 576)<sup>76</sup>.

Este desarrollo es muy específico para *serious games* en el ámbito escolar. Si quiere extrapolarse a otros ámbitos no se podría utilizar este marco de trabajo; debería adaptarse.

### 2.2.5. ATMS

Este modelo basado en la teoría de actividades para el análisis de *serious games* y el diseño conceptual, del inglés *Activity Theory-based Model of Serious Games (ATMSG)*, está fundamentada en conceptos de la teoría de la actividad (Jonassen y Rohrer-Murphy, 1999).

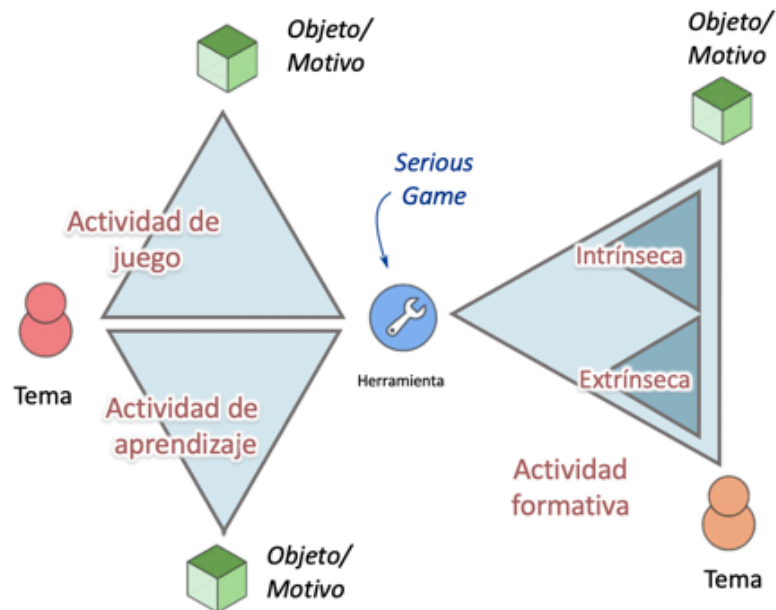
Al igual que la teoría previa, la ATMSG (Carvalho *et al.* (2015) no percibe el *serious game* como un evento aislado en el marco educativo del sujeto. Más bien trata de analizar

---

<sup>76</sup> Se reproduce la figura de Barajas Saavedra *et al.* (2014: 576) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

este marco educativo y entender el lugar que ocupa en él. Esta perspectiva tiene siempre en cuenta el contexto en el que se utiliza el *serious game* y contempla tres actividades esenciales desarrolladas en dicho contexto: la actividad del juego, la actividad de aprender y la actividad de instrucción (Figura 19).

Figura 19. Metodología ATMSG.



Fuente: Carvalho *et al.* (2015: 170)<sup>77</sup>.

Esta figura muestra las tres actividades principales y las relaciones entre las personas y los artefactos en este sistema. Es posible ver que el juego y las actividades de aprendizaje comparten tema (el jugador/aprendiz) y herramienta (el *serious game*), pero tienen distintos motivos de conducción. Por ejemplo, el motivo que impulsa la actividad de juego puede ser solo la diversión, mientras que el que impulsa la actividad de aprendizaje puede ser para cumplir un requisito del curso.

La actividad de instrucción también comparte la misma herramienta (el *serious game*), pero tiene un tema (el instructor o el diseñador del juego) y un motivo diferente. Un

<sup>77</sup> Se reproduce la figura de Carvalho *et al.* (2015: 170) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

motivo para el instructor podría ser, por ejemplo, utilizar el juego serio para despertar el interés del alumno por el tema.

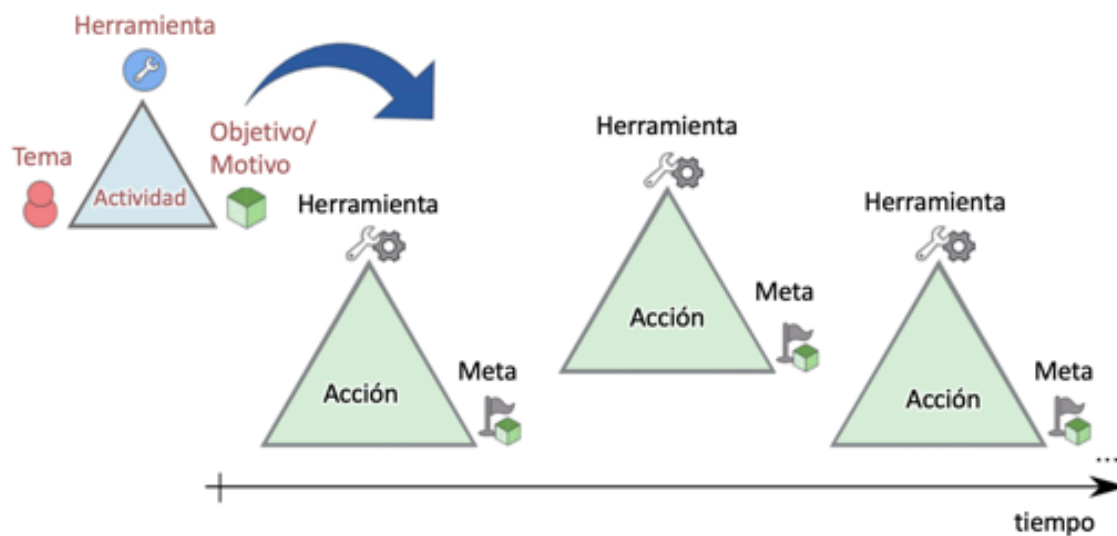
La diferencia entre las actividades de aprendizaje y las de instrucción es importante: mientras que las actividades de aprendizaje corresponden al punto de vista del aprendiz, las actividades de instrucción representan el lado del instructor. Reconocer esta distinción nos permite identificar posibles conflictos en los motivos que impulsan a las actividades que podrían afectar a los resultados del aprendizaje del juego. También puede ayudar a evaluar hasta qué punto los componentes instructivos del *serious game* apoyan los resultados de aprendizaje buscados.

Como el videojuego se considera parte de un proceso más complejo en el que intervienen otros agentes —como puede ser un profesor o mentor—, la actividad de instrucción se subdivide en dos actividades: instrucción intrínseca e extrínseca. La intrínseca solo tiene lugar dentro del juego. Implica cómo el juego en sí apoya el aprendizaje (por ejemplo, a través de consejos, mensajes de ayuda, evaluaciones automáticas, características de adaptación dentro del juego, etc.). La de instrucción extrínseca, por el contrario, se realiza fuera del profesor/instructor antes, durante o después de la sesión de juego, en el contexto del entorno general de aprendizaje (por ejemplo, clase, taller, curso, etc.).

En la actividad instructiva intrínseca, el sujeto es el diseñador o productor del juego, que actúa en el *serious game* por medio de las decisiones de diseño tomadas al crear el juego, o mediante mecanismos de evaluación y retroalimentación dentro del mismo. Un análisis de esta actividad puede ser performado sin considerar necesariamente un contexto específico de uso. Por el contrario, el análisis de la instrucción extrínseca de un juego depende de la forma en que lo utilice el instructor. Por consiguiente, ese análisis no puede llevarse a cabo sin hacer referencia explícita a un contexto de uso concreto.

La ATMSG nos anima a dividir cada acción que tienen lugar en el juego en piezas más pequeñas que nos permitirán hacer un análisis más detallado. Cada actividad del *serious game* se desglosa en una secuencia de acciones mediadas por herramientas con objetivos específicos. Al igual que la actividad, las acciones también pueden ser representadas como triángulos, como observamos en la Figura 20.

Figura 20. Desglose de herramientas del ATMSG.



Fuente: Carvalho *et al.* (2015: 170)<sup>78</sup>.

Los elementos que forman estos triángulos más pequeños son los componentes de *serious games*, como personajes, fichas, consejos, mensajes de ayuda, etc. Pueden clasificarse como componentes de juego, aprendizaje o instrucción, según la actividad que soportan.

Las acciones también pueden desglosarse en sus operaciones constitutivas. En este nivel, un *serious game* es visto como una combinación de sus componentes de bajo nivel (botones, gráficos, sonidos, menús, etc.), que median entre las operaciones realizadas inconscientemente por el sujeto (leer un texto, hacer clic en un botón, etc.).

- **Componentes de juego.** Clasificamos los componentes de los juegos según las tres capas de la actividad de juego, es decir, acciones, herramientas y objetivos. Estos son equivalentes a lo que los investigadores y diseñadores de juegos han definido como mecánica de juego.

<sup>78</sup> Se reproduce la figura de Carvalho *et al.* (2015: 170) pero la autora de esta investigación ha traducido los términos del inglés al castellano.

Desde el punto de vista del usuario, los componentes clasificados como acciones de juego describen qué acciones pueden realizarse en un momento dado. Se han agrupado en categorías que expresan tipos similares de interacciones con el juego.

Mientras que las acciones de juego describen lo que hace un usuario, las herramientas son los componentes que hacen posibles las acciones, es decir, los componentes que el jugador manipula o con los que interactúa. También pueden ser las reglas o características que definen cómo se pueden llevar a cabo las acciones.

Los objetivos del juego describen, en términos generales, los tipos de misiones y submisiones que se encuentran en los videojuegos. Los objetivos de juego completan el triángulo del sistema de actividades en este nivel de análisis: cada acción se lleva a cabo utilizando una o más herramientas de juego para lograr al menos una misión.

- **Componentes de aprendizaje.** Las acciones de aprendizaje son las que el jugador/aprendiz realiza en el juego, mientras que las herramientas de aprendizaje son los artefactos del juego que apoyan una o más acciones. Ambas conforman los componentes de aprendizaje.
- **Componentes de instrucción.** La actividad instructiva tiene un tema diferente: la persona o personas que enseñan algo usando el *serious game*. Hay una superposición conceptual entre el componente de instrucción y el de aprendizaje, ya que son formas complementarias de analizar el mismo proceso. Este describe cómo actúan los instructores o diseñadores del juego para facilitar el proceso de aprendizaje, en particular proporcionando las condiciones adecuadas para que este se produzca. Entre los componentes de instrucción están las herramientas de instrucción, componentes presentes en el *serious game* que ayudan a lograr las acciones de instrucción proporcionando a los jugadores ayuda o *feedback*. También en esta categoría entran las acciones de instrucción, las que el juego o el instructor realizan durante el juego con el objetivo de estimular las acciones de aprendizaje y facilitar los objetivos de aprendizaje.

### 2.2.6. Czauderna y Guardiola (2019)

Según el análisis planteado por Czauderna y Guardiola (2019), uno de los problemas más relevantes es que la mayoría de enfoques para el diseño de *serious games* solo muestran una visión muy general del diseño de juego. Se centran en el desarrollo de mecánicas de aprendizaje y dejan el diseño del juego en un segundo plano. Por tanto, estos diseños no tienen en cuenta uno de los procesos profesionales más importantes, el testeo o las pruebas de jugabilidad. Al no realizar estas pruebas durante el proceso de diseño del juego, es muy difícil que el resultado sea accesible, utilizable y atractivo para el público.

Czauderna y Guardiola proponen un marco de trabajo para *serious games* en torno al concepto de diseño de juegos centrado en el jugador, una práctica muy utilizada en el desarrollo de juegos comerciales (Hodent, 2018). Proponen su metodología en el contexto del desarrollo de *Antura y las Letras*, un juego móvil educativo dirigido a niños sirios de cinco a diez años refugiados en el Oriente Medio. El objetivo pedagógico de este videojuego es ayudar a los jugadores a adquirir los conocimientos más básicos de alfabetización: letras árabes, ortografía y algo de vocabulario. Gracias a la colaboración en el proyecto de la organización sin ánimo de lucro Video Games Without Borders,<sup>79</sup> la mayor parte del equipo estuvo compuesto por experimentados desarrolladores de juegos de la industria, con más experiencia en la creación de contenidos de entretenimiento que de contenidos educativos. El juego se construye en torno a una serie de minijuegos diseñados para presentar al jugador un desafío relacionado con un objetivo pedagógico concreto.

El marco de trabajo utilizado y propuesto por Czauderna y Guardiola (2019) se vertebra a través de tres procesos:

1. Considerar el conocimiento de la didáctica de la materia en términos de objetivos de aprendizaje, así como de métodos de enseñanza apropiados.
2. Diseñar el juego para facilitar el aprendizaje a través de él.
3. Aplicar los métodos del diseño de juegos centrados en el jugador para evaluar los resultados.

---

<sup>79</sup> Web oficial de Video Games Without Borders: <https://vgwb.org> (Fecha de acceso: 2/2/2020).

Esto supuso que en el desarrollo de *Antura y las Letras* se realizaran varias iteraciones:

1. La creación de una lista de objetivos micropedagógicos vinculados con el proceso de aprendizaje del alfabeto y las diversas formas de las letras, la lectura y los principios de ortografía.
2. La creación de minijuegos que permiten alcanzar los objetivos micropedagógicos.
3. La evaluación de prototipos de los minijuegos mediante grupos de discusión, personas (Nielsen, 2019) y análisis. Una idea clave de este enfoque es la construcción del juego como una colección de minijuegos y que esta elección de granularidad facilita el diseño en torno a objetivos de aprendizaje bien definidos.

### 2.2.7. Aparício y Silva (2019)

En esta línea basada en un marco de trabajo más práctico se han centrado Aparício y Silva (2019). Esta estructura de desarrollo para *serious games* propone una línea modular, como la anterior, pero en este caso los módulos o minijuegos pueden ser de tres tipos: puramente educativos, puramente divertidos o educativos y divertidos a partes iguales. Entender que los juegos se pueden procesar mediante un enfoque de grano fino y ser generados con minijuegos de tres tipos abre el abanico de posibilidades a los *serious games*. Este tipo de marco de trabajo propone que, antes de añadir minijuegos sin una estructura sólida, es conveniente montar un marco de desarrollo del juego con un género, una historia y unos personajes para el juego.

En la actualidad existe cierta cultura del videojuego e imaginario colectivo, lo cual implica que algunos géneros tengan asociadas, de forma orgánica, ciertas mecánicas. Por tanto, la elección temprana de estos elementos (género, historia, personajes) conducirá al uso de ciertas mecánicas de forma natural.

Por tanto, este marco de diseño planteado por Aparício y Silva (2019), que puede ser entendido como una metodología, propone los siguientes pasos:

- La selección del tema (según el criterio pedagógico) para el *serious game* y los objetivos de aprendizaje asociados a él.

- La elección de un género de juego apropiado para el tema y los objetivos de aprendizaje definidos, teniendo en cuenta al público objetivo.
- La creación de una historia para el juego, controlando el tema, los objetivos de aprendizaje, el público objetivo, el entorno de aprendizaje y el género del juego. Vinculada al desarrollo de la historia está la creación de los escenarios y de los personajes.
- A cada género de juego le corresponde un conjunto de mecánicas predefinidas, aquellas que en el imaginario colectivo se asocian con este género. De estas se deben seleccionar las que pueden utilizarse como mecanismo de aprendizaje para adaptarlas y añadirlas al juego. También debe tenerse en cuenta cuáles no se pueden adaptar, pero también se incluirán en el videojuego para añadirle diversión.
- Desarrollar los mecanismos que pueden servir como mecánicas de aprendizaje. Por ejemplo: un juego de disparos se puede utilizar para desarrollar el tema de los virus en el cuerpo humano, en el que el jugador usa los disparos para destruirlo. Así, cada vez que el jugador destruye un virus, su salud aumenta, o gana puntos o habilidades para avanzar en el juego. Por lo tanto, el resultado del aprendizaje asociado a esta mecánica del disparo es que matar los virus es bueno para la salud.
- Desarrollar las mecánicas que no pueden usarse para el aprendizaje, pero que se utilizan para mantener el nivel de entretenimiento en el juego e implicar al jugador.
- Aunar las mecánicas desarrolladas y comprobar si existe cohesión entre ellas. Gracias a eso, el jugador no sentirá que está realizando tareas independientes, sino que entenderá que avanza en la aventura.
- Añadir a estas mecánicas las puramente didácticas, como puzzles (para aprender sobre la base del conocimiento, la comprensión, la aplicación y el análisis) o *quiz/trivia* (para poner a prueba los conocimientos del usuario).
- Acabar de desarrollar la coherencia y la cohesión del juego a través del resto de los elementos de diseño. Utilizar, por ejemplo, la narración del juego para

introducir al jugador conceptos que precise saber para avanzar, o usar escenas de corte para adelantar hechos que deben ser comprendidos y analizados.

Es importante destacar que este proceso no es lineal, sino que más bien se plantea como iterativo, de manera que cada vez que se añade una mecánica —educativa, lúdica o lúdico-educativa—, deberá hacerse una iteración. Las iteraciones consisten en someter el juego, o la parte de él que se tenga, a un proceso de prueba. Lo ideal es que se realicen con el público objetivo. Si no es posible, puede hacerse con profesionales (*testers*) (Aparício y Silva, 2019).

Aunque, como hemos visto, muchos autores no consideren la evaluación como parte del proceso de diseño de los juegos, algunos como All, Nuñez Castellar y Van Looy (2016) plantean que la evaluación de la efectividad de los *serious games* no debe darse solo al final, sino que debe incluirse en el proceso de diseño como parte de las iteraciones de jugabilidad. Para ellos se podrían incluir en los juegos algunos apartados de evaluación del conocimiento, como pueden ser preguntas en formato *quiz/trivia*.

Todos estos marcos de trabajo para *serious games* suelen desarrollarse en un entorno académico. Por lo general, cuando se presenta una metodología, lleva asociada, al menos, una experiencia de *serious game* aplicada al entorno educativo, ya sea formal o informal.

Para esta tesis planteamos el desarrollo de cuatro videojuegos — *serious games*— en dos museos distintos: *Enigma Galdiano* en la Casa Museo Lázaro Galdiano y *Enigma Paleo* “Capítulo 1”, *Enigma Paleo* “Capítulo 2” y *Enigma BIO* en el MNCN. Estos cuatro juegos supondrán la experimentación necesaria para desarrollar un marco de trabajo que podrá aplicarse en circunstancias similares a la aquí planteada. Se pretende desarrollar un marco de trabajo que ayude a desarrollar *serious games* en el ámbito de los museos, ya que estos organismos, muy interesados por las innovaciones tecnológicas que atraen al público joven, cada vez incorporarán más videojuegos a sus exposiciones y será necesario tener la certeza de que aportan conocimiento al visitante.

Al realizar esta investigación al amparo de PadaOne Games, empresa especializada en desarrollar videojuegos, el enfoque que planteamos es científico —como procede en una tesis doctoral— pero también tiene una intención industrial y comercial de los productos creados. Aportaremos al desarrollo de experiencias educativas el aspecto más empresarial, un interés de comercialización, sin olvidar la parte educativa. De este modo,

pretendemos establecer un marco de trabajo con mayor fiabilidad que nos ayude en el desempeño empresarial y garantice los objetivos educativos del museo.



### **3. Objetivos e hipótesis**



### 3. Objetivos e hipótesis

Aunque, como se ha comentado en la introducción de este trabajo, una tesis dentro del marco de doctorado industrial plantea ciertos problemas específicos, uno es la terminología: conceptos como *objetivos*, *hipótesis* y *metodología* se usan de forma muy distinta en el ámbito universitario y en el industrial. De hecho, en la Academia los usos y significados de dichos conceptos fluctúan entre las Ciencias sociales —y de la Comunicación— y la Informática. Hemos ajustado este apartado al modelo de las Ciencias sociales salvo en los puntos donde era necesario indicar el proceso de la industria para explicar aspectos necesarios en la creación o el desarrollo de los videojuegos.

El objetivo de esta investigación es determinar cuál es el mejor marco de trabajo para el diseño de videojuegos educativos en colecciones y entornos museísticos. Y que esta metodología de proyecto sirva de modelo para los desarrolladores que pretenden llevar a cabo un *serious game* en el ámbito museístico.

Desde que los videojuegos se consideraron herramientas para la difusión de contenido cultural, el interés por utilizarlos ha sido creciente, y en la última década este incremento ha sido exponencial, no solo desde el ámbito comercial, sino también desde el ámbito de la investigación.

Pese a que existen muchas teorías de diseño de *serious games*, sobre todo en el campo de la investigación, ninguna ha probado ser efectiva más allá del desarrollo del videojuego que la plantea.

Nuestro objetivo es diseñar un marco de trabajo para el diseño de *serious games*. Para ello nos basaremos en la metodología ofrecida por Hunicke *et al.* (2004). Dicho marco de trabajo es el utilizado por los desarrolladores de videojuegos convencionales, y dista de la mayoría de las técnicas de diseño utilizadas por expertos en *serious games* en el campo de los museos o las colecciones de arte. Por ello, utilizar el modelo de Hunicke se plantea como una propuesta que aúna el aspecto comercial/industrial con las propuestas de investigación del entorno académico. Lo consideramos esencial en una propuesta como esta, englobada en el marco de una tesis de doctorado industrial.

Para desarrollar esta metodología de diseño que se basará en la evaluación, debemos organizar el trabajo en pequeños objetivos relacionados con el diseño y el desarrollo de

algunos juegos. Por tanto, podemos concluir que la hipótesis general de la tesis podría enunciarse de la siguiente manera:

En el ámbito de las colecciones de museos, la evaluación tanto cualitativa como cuantitativa de la diversión y el aprendizaje de los videojuegos permite diseñar videojuegos más útiles para los fines pedagógicos que se pretenden conseguir.

Por tanto, el objetivo principal de la tesis quedaría redactado de la siguiente manera:

**Objetivo.** Definir una metodología de diseño de *serious games* en el ámbito museístico que incluya la evaluación cualitativa y cuantitativa de dos aspectos de los videojuegos: la diversión y el aprendizaje que quieren alcanzar. Ambos se analizan como variables separadas interrelacionadas. La metodología cristalizará a través del desarrollo y de la evaluación de varios videojuegos.

Quedará así establecido el punto de partida sobre el que orbitarán los siguientes apartados, teniendo en cuenta que lo que se plantea a continuación no son más ítems evaluables a menor escala que persiguen validar la hipótesis planteada y alcanzar el objetivo expuesto.

### 3.1. Objetivos de desarrollo de juegos para PadaOne Games

Lógicamente, los marcos de esta tesis de doctorado industrial obligan a que los objetivos de investigación, en este caso, están estrechamente ligados a la actividad empresarial de PadaOne Games, en la cual se desarrolla la actividad empresarial ligada al doctorado industrial.

#### 3.1.1. Evaluación de *Enigma Galdiano*

Para la evaluación de *Enigma Galdiano* se propuso un método cualitativo/cuantitativo de observación en el que el examinador debía acompañar a los sujetos durante su visita al museo. La unidad experimental estaba formada por dos sujetos, un adulto y un niño, que debían jugar de la manera más neutral posible al juego propuesto, obviando al investigador.

*Enigma Galdiano* fue la primera aventura cultural que se presentaba en una colección de arte. Se ambientó en una isla pirata, y la trama era una búsqueda del tesoro. El niño recorría el museo e interactuaba con sus obras a través del juego. Además, *Enigma Galdiano* presenta una interesante mezcla de soportes, pues el juego, pese a ser digital, dispone de un mapa físico que se compra en la tienda del museo y que sirve a los jóvenes grumetes y sus no tan jóvenes acompañantes para resolver los misterios.

Esta primera evaluación pretendía discernir qué elementos favorecían la comunicación entre la unidad experimental (el niño y el adulto). Para ellos se creó un mapa con una leyenda que el investigador debía conocer antes de llevar a cabo el experimento. El mapa reflejaba de manera lo más fidedigna posible la posición de cada obra exhibida en el museo en ese momento, y el investigador debía reflejar en él los movimientos de la unidad experimental.

Esta evaluación debía establecer un marco de trabajo nuevo de cara al siguiente videojuego que se iba desarrollar. Gracias a esta primera evaluación se establecieron ciertas pautas.

### 3.1.2. Diseño y evaluación de *Enigma MNCN Paleo 1*

Para *Enigma MNCN Paleo 1* se estableció un proceso similar al de *Enigma Galdiano*. Se desarrollaría un primer juego bastante completo y después se llevarían a cabo una serie de entrevistas personales que permitirían una primera evaluación. En caso de precisar algunos cambios menores, se realizarían y se reevaluaría el juego con ese mismo sistema. Este se diseñó, acordó y planificó con y para el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (MNCN).

Las limitaciones del juego otorgan al diseñador un punto de partida, una acotación sobre las grandes libertades de la creatividad (Wagensberg, 2017). Además, se le añadió el reto de incluir algunas etapas que utilizarasen la tecnología de RA.

*Enigma MNCN Paleo 1* planteaba un viaje a través del tiempo en el que el ayudante Pérez y el jugador trataban de encontrar a la Dra. Anning y así descubrir quién estaba modificando el pasado. Para ello se valían de escritos que la doctora había dejado escondidos en varios tiempos pasados y a los que se podía acceder gracias a las piezas expuestas en el MNCN. Al completar todas las etapas se descubría que, en realidad, un neandertal travieso llamado Neand estaba haciendo de las suyas por el tiempo con el artefacto de la doctora.

La primera evaluación supuso un punto de inflexión para la investigación. Pese a que se habían formado algunos *focus group* sobre la satisfacción de la visita con los juegos, cuando se empezó a profundizar en los matices, se evidenció que no había una comprensión por parte de los jugadores de la historia.

Esto supuso un cambio de paradigma. A partir de este momento se comprendió la importancia de una evaluación desde una etapa más temprana del desarrollo. Para tratar de paliar los problemas, se llevó a cabo un estudio completo del público objetivo y se pusieron en evidencia algunas cosas que no se habían comprendido hasta el momento:

- El nivel de lectura de los usuarios en un juego que no tiene sonido ni música. Como su emplazamiento era en el museo, no se podían incluir sonidos, voces u otros elementos que ayudaran al jugador a meterse en la historia. Por eso, todo el *input* debía ser escrito o visual. Se consultó el test de comprensión lectora

PROLEC-SE-R (Cuetos, Arribas y Ramos, 2016). Esta restricción también marcó el diseño del juego.

- El deseo de los jugadores por utilizar herramientas digitales.
- El valor de la experiencia grupal. Los alumnos que visitaron el museo muchas veces iban en grupo. Es interesante ver cómo se ayudan o se molestan durante el desarrollo de la actividad.
- Se recortaron los textos y se cambió la historia, tratando de mantener las dinámicas que funcionaban. Esta adaptación supuso un cambio no solo del juego existente, también de la siguiente parte que se iba a desarrollar.

### **3.1.3. Diseño y evaluación de *Enigma MNCN Paleo 2***

El desarrollo de este capítulo mantuvo lo aprendido hasta el momento. Una vez reestablecida la historia, Neand y Pérez eran los dos ayudantes de la Dra. Anning, que estaban buscando a un nuevo miembro para el grupo. Por eso el jugador, que opta al puesto de ayudante de paleontólogo, se une al equipo en período de prueba. Durante la aventura realizará diversos encargos que le mandarán Pérez y Neand.

El desarrollo de esta segunda parte del recorrido por el MNCN, en su departamento de Paleontología, planteó un nuevo modelo de evaluación. Para empezar, se realizaron controles tras cada una de las mecánicas, de manera que la satisfacción de los jugadores seguía siendo alta. Después se realizó el primer *focus group* con los educadores del museo, con la finalidad de ver si los objetivos pedagógicos del museo se estaban cumpliendo con el juego.

Gracias a esta primera evaluación de contenido consideramos que se podrían incluir lo que se conoce como “evaluaciones en el juego”, preguntas de tipo *quiz* que comprobarían si los jugadores estaban recibiendo el conocimiento necesario. Además, se decidió añadir un cuaderno de campo que recogiera el progreso de avance de los jugadores y reflejara la información de las piezas más destacadas. A este elemento lo llamamos *diario*, ya que así se le llama en el juego. A efectos prácticos, es una mecánica. En él se encuentran no solo las respuestas a las preguntas que presentan los *quiz*, sino también la información curiosa que puede, de alguna manera, despertar el interés. Además, toda la información va

acompañada de ilustraciones que facilitan la comprensión del texto e invitan a los jugadores a leerlo. Por otra parte, esta mecánica está accesible casi en cualquier momento del juego con lo cual, si se desea, el diario se puede utilizar mientras el *quiz* está en marcha, facilitando la tarea de encontrar la información que se precise.

El hecho de incluir la evaluación de conocimiento factual durante el juego facilita la evaluación, ya que se puede tener una idea más aproximada de qué variaciones de la mecánica funcionan y cuáles no. Esta novedad se implantó también hacia atrás, añadiendo el diario al capítulo anterior y utilizándolo para evaluaciones de conocimiento en el juego anterior.

#### **3.1.4. Diseño y evaluación de *Enigma BIO***

Con una temática completamente distinta, pero hospedado en el MNCN, *Enigma BIO* tenía un objetivo más allá del propio juego: probar el marco de trabajo que habíamos establecido.

Después de desarrollar y modificar los dos videojuegos anteriores, nos surgía la pregunta de si sería posible establecer un marco de trabajo que permitiese implementar todo lo aprendido sin necesidad de recurrir al ensayo y error cada vez. Por tanto, establecimos el proceso y tratamos de utilizarlo para el diseño de este nuevo juego.

*Enigma BIO* pretende concienciar a los niños de uno de los problemas medioambientales más abstracto: la biodiversidad. Pese a que es fácil comprenderla como la diversidad de especies, es importante recordar que también hace referencia a la variedad de seres vivos (plantas y organismos), así como a la diversidad de paisajes y ecosistemas.

En este caso, la exploradora que lidera el grupo es Jane. Su ayudante es una osa panda, Chulina, que desciende del mítico oso panda Chulín del Zoo de Madrid. Durante la expedición intentarán ayudar a conservar las especies en peligro de extinción y descubrirán floras y faunas, mientras buscan el tesoro hundido de la capitana Anne Jack.

### **3.2. Hipótesis (de creación e industriales) dentro del marco de tesis de doctorado industrial en cada videojuego**

Cada juego desarrollado por PadaOne Games presentaba unos objetivos de investigación propios. Por tanto, las hipótesis que surgieron por cada juego eran distintas. Es importante señalar que se trata de hipótesis de creación e industriales, no propiamente de hipótesis académicas. A continuación presentaremos dichas hipótesis dentro del marco de una tesis de doctorado industrial, en relación con cada uno de los juegos para una mayor claridad:

#### *Lázaro Galdiano*

H1. La existencia de un elemento físico facilita y fomenta la relación padre hijo a la hora de jugar.

H2. El juego resulta más divertido que la simple visita al museo.

H3. La inmersión del niño es buena.

H4. El soporte físico es una ayuda para resolver el juego.

#### *Enigma Paleo 1*

H1. El juego es divertido.

H2. La trama temporal se entiende sin problemas.

H3. Los niños se sienten identificados con los personajes.

#### *Enigma Paleo 2*

H1. Los niños entienden mejor la trama de la historia.

H2. Los niños adquirirán conocimiento factual jugando al juego.

H3. Los niños utilizarán el diario para responder a las preguntas de los *quiz*.

H4. Los que utilicen el diario responderán mejor a las preguntas que los que no lo hagan.

*Enigma BIO*

H1. Comprobar si se cumplen los objetivos de aprendizaje marcados.

H2. Comprobar si se mantiene la diversión, pese al contenido educativo.

H3. Ver si el contenido educativo es percibido por los jugadores.

H4. Saber si los módulos son intercambiables (minijuegos puros y secciones educativas).

### **3.3. Objetivos de investigación de la tesis de doctorado industrial**

Para poder los objetivos planteados y realizar un marco de trabajo de utilidad para el diseño de videojuegos, planteamos algunos objetivos específicos de la investigación que íbamos a llevar a cabo:

- Comunicación de resultados a través de plataformas de divulgación científica (congresos y revistas, con la publicación de un artículo SCOPUS).
- Recopilación de datos cuantitativos y cualitativos.
- Desarrollo de un marco de trabajo para el diseño DE *SERIOUS GAMES*.
- Desarrollo de una metodología de trabajo basada en el marco de trabajo anterior.

### **3.4. Hipótesis de investigación de la tesis de doctorado industrial**

Los objetivos expuestos (apartado 2.3.) dan lugar a una serie de hipótesis de investigación que se pretenden contrastar una vez terminada la investigación dentro del modelo de tesis de doctorado industrial:

H1: El marco de trabajo para el diseño de *serious games* aporta novedades sobre los expuestos porque incluye la evaluación en el proceso de desarrollo.

H2: Que el tiempo de desarrollo de los videojuegos de PadaOne Games disminuirá al tener un marco de trabajo depurado.

H3: El marco de trabajo desarrollado sirve para el desarrollo de cualquier *serious games*, no solo en museos.

## **4. Diseño de la investigación**



#### **4. Diseño de la investigación**

Esta investigación se compone de tres partes: el desarrollo de los juegos, la evaluación de los juegos y el desarrollo de una herramienta formal para desarrolladores de *serious games* cuya aplicación sea específica para el caso de uso de los videojuegos en museos.

En ocasiones, el desarrollo de alguno de los juegos se ha realizado al tiempo que la evaluación de los mismos, pues PadaOne Games es una empresa modesta que no puede esperar a terminar la evaluación antes de comenzar con el siguiente proyecto, pues dilataría los tiempos del proceso.

El sistema de desarrollo de los *serious games Enigma* siempre ha estado ligado al desempeño profesional de PadaOne Games, pero, a su vez, ha necesitado de la investigación científica para establecer los nuevos propósitos y retos que iban surgiendo. Así cada proyecto *Enigma* se ha planteado como una investigación propia.

## 4.1. Objeto formal, marco industrial

El objeto formal de esta investigación es desarrollar un marco de trabajo para los desarrolladores e investigadores interesados en la implementación de *serious games* para museos y entornos museísticos, independientemente del objeto de su colección. Basándonos en la experiencia profesional que aporta la empresa PadaOne Games, se pretende forjar un marco de trabajo que pueda llevar a cabo todos los interesados en generar una experiencia educativa a través de *serious games* en museos.

### 4.1.1. Marco industrial: PadaOne Games

El marco industrial que acompaña la beca de doctorado industrial pasa por la labor empresarial que se desarrolla en PadaOne Games. El becario deberá atender no solo a las labores de investigación del doctorado, sino que estará en disposición de desempeñar una labor profesional que, de cierto modo, acercará los resultados de la investigación a los intereses de la empresa.

Con el objetivo de acercar la investigación universitaria al desarrollo industrial se generan estos contenidos, por los cuales la empresa cederá parte de sus datos para que el doctorando pueda llevar a cabo su labor de investigación con resultados beneficiosos para la misma. A su vez, el doctorando industrial realizará labores profesionales relacionadas con los objetivos de la empresa que resulten en la optimización de alguno de los procesos realizados por la empresa.

### 4.1.2. Juegos previos en PadaOne Games

Durante los seis últimos años, en PadaOne Games se han desarrollado juegos que han tenido naturalezas de lo más variadas y no siempre relacionadas con los *serious games*. La trayectoria de la empresa puede dar a entender la necesidad de incorporar un nuevo perfil que permita una evaluación de las labores que se realicen en el terreno de los *serious games*.

Pese a que PadaOne Games es una compañía con cierta madurez en el desarrollo de videojuegos —como avalan sus seis años de trayectoria y los cinco juegos publicados que

podemos ver en la Figura 21—, hasta el momento en sus ocupaciones no se encontraba el desarrollo de *serious games*. Este cambio de trayectoria, el nuevo enfoque en el desarrollo de su actividad profesional, apoya la decisión de incorporar un nuevo perfil en el equipo que apoye este enfoque.

Figura 21. Línea temporal de PadaOne Games (selección).



Fuente: Elaboración propia.

Esta línea del tiempo plasma hasta cierto punto la evolución de PadaOne Games. En ella podemos observar los juegos que explicaremos a continuación a lo largo del tiempo. Esto nos ayudará a hacernos una idea del ritmo de desarrollo de la empresa.

La evaluación es una parte esencial del desarrollo de un *serious game* y el hecho de utilizarla para mejorar el producto y el proceso de desarrollo supone una ventaja competitiva para la empresa.

### ***Zombeer***

*Zombeer* es el primer proyecto comercial al que se enfrentó PadaOne Games entre 2012-2013, coproducido por Moonbite y UI Entertainment. Desarrollado para PlayStation 3, este juego pretendía ser un homenaje a las películas de zombis de serie B.

Orientado a un público adolescente y adulto de jugadores habituales, contenía grandes dosis de humor y un marcado carácter narrativo no tan habitual dentro del género de los *shooter* en primera persona.

*Breve descripción del juego*

Con contenido narrativo de los escritores de Comedy Central, *Zombeer* está lleno de referencias humorísticas a los clásicos de zombis del pasado<sup>80</sup> y, por supuesto, un saludable suministro de munición y cerveza.

En un futuro cercano, hay una pandemia<sup>81</sup> como resultado de un virus que transforma la población mundial en zombis. Una vez mordido por un zombi, la única manera de evitar la infección es beber cerveza.

Figura 22. *Zombeer*.



Fuente: PadaOne Games (2014).

En el juego, el personaje principal es K, un joven antihéroe que estudia en una universidad americana. Ha sobrevivido a un apocalipsis zombi gracias a la gran cantidad de cerveza que ingiere diariamente, y ahora debe mantener su estado de embriaguez para no perder la cabeza y convertirse en zombi.

---

<sup>80</sup> Películas como *Evil Dead* (Sam Raimi, 1981) *Re-animator* (Stuart Gordon, 1985) y *Night of the Creeps* (Fred Dekker, 1986).

<sup>81</sup> La pandemia de la que habla *Zombeer*, que fue desarrollado en 2012, nada tiene que ver con la actual pandemia por la COVID-19.

El objetivo final del juego es rescatar a Karen, la novia de K, para que juntos traten de escapar de la universidad de Mianus, donde ha comenzado la pandemia. Para lograrlo, K debe consumir *Zombeer* hasta estar en estado de embriaguez, pero sin emborracharse, ya que si esto ocurre, K perderá el control y los zombis se apoderarán de su cuerpo.

#### *Algunas de las características principales*

- Los chistes: *Zombeer* trae lo divertido con nuevo contenido de la historia de los escritores de Comedy Central.
- Las melodías: *Zombeer* incluye la banda sonora con nueva música de los Cinco Cuchillos del Red Bull Record.
- Las fotografías: los jugadores pueden hacer fotos de los zombis con resultados muy satisfactorios y divertidos.

*Zombeer* es el primer juego de PadaOne Games como estudio profesional. Fue lanzado para la plataforma PlayStation 3 y portado a PlayStation 4 y a Switch. El proyecto supuso más de dos años de desarrollo para ofrecer al jugador más de dos horas de juego.

#### ***90Blox***

El desarrollo de *90Blox* plantea otro escenario para PadaOne Games, con un *target* diferente (esta vez se centra en jugadores casuales (*casual players*), un desarrollo para otro tipo de plataforma (dirigida al mercado de los juegos para móvil y tableta), sin narrativa alguna y con una estética más sobria que su predecesor.

Con un menor tiempo de desarrollo que el juego anterior (apenas ocho meses), este propone un nuevo reto para PadaOne Games, pues por primera vez se lanzó al mercado sin socios. *90Blox* fue la primera producción íntegra asumida por la empresa.

#### *Breve descripción del juego*

*90Blox* es un juego clásico de rompecabezas con dos premisas: girar y disparar. Cargado con gráficos de la vieja escuela tipo *pixel art*, *90Blox* se ha desarrollado para móvil, y desafía la inteligencia espacial de sus jugadores llevándolos al límite de sus habilidades.

Este juego consta de dos modos: clásico y el contrarreloj. El clásico es la mejor manera de disfrutar de los puzzles, porque permite al jugador adaptarse a sus tiempos. Puede dedicarle poco tiempo y echar una partida rápida en el autobús o tumbarse en el sofá para un largo período de juego. Una vez se hayan mejorado las habilidades y descubierto las estrategias que nos permiten resolver los puzzles, se ofrece una recompensa especial a los jugadores que logran alcanzar y superar el nivel 9.

Figura 23. *90Blox*.



Fuente: PadaOne Games (2014).

En cambio, el modo contrarreloj se centra en el tiempo. La finalidad del jugador es vencer al cronómetro y encadenar el mayor número de *comblox*<sup>82</sup> lo más rápido posible. Este modo de juego no es adecuado para los jugadores con el cerebro disperso porque requiere de gran concentración. Esta modalidad tiene una estética minimalista, muy ochentera.

El juego fue desarrollado para móvil y se comercializó en 2013 en las plataformas Apple Store y Google Play. No se ha portado a otras consolas y no posee narrativa alguna.

---

<sup>82</sup> Término inventado que hace referencia a la combinación de bloques que, en este caso, juega con las palabras *combo* y *blox*: los combos de movimientos de los videojuegos y los *blox* que conforman *90Blox*.

## *Gerbusters*

Apostando por una divertida trama de ciencia ficción, pero con una estética similar a *90Blox*, *Gerbusters* se dirigirá a un *target* de jugadores casuales. Tratará de encontrar un mayor compromiso con ellos a través de los personajes y los eventos que deberán realizar, así como potenciar su competitividad para conseguir una mayor adicción al juego. Esta vez la trama será el motor.

### *Breve descripción del juego*

Parte de la premisa de que la estación espacial Próspero ha sido infectada por una horda de gérmenes. Cada año el agarre de la nave se estrecha a medida que sus bacterias se propagan de forma incansable. Tras meses de experimentación se ha descubierto una nueva esperanza en forma de S00-T, un pequeño pero perfectamente formado robot utilitario. El jugador deberá entrenarlo, enseñarle las mañas de un legendario cazador de gérmenes y barrer la suciedad para salvar Próspero.

S00-T debe explorar la estación espacial y su laberinto, además de limpiar las habitaciones con la ayuda de su inseparable aspiradora CLINT. Con habilidad y estrategia, su trabajo es eliminar los gérmenes malignos lo antes posible. La horda de gérmenes es inteligente y no facilitará la tarea. Recoger y usar los potenciadores de poder para defenderse igualará la lucha.

Figura 24. *Gerbusters*.



Fuente: PadaOne Games (2014).

Este juego —que como hemos visto consta de un marcado desarrollo narrativo— dispone de cincuenta niveles de laberinto, varios tipos de misiones e incontables enemigos a los que el jugador debe dar caza. Para combatir estos gérmenes contará con los ocho potenciadores de poder que le ayudarán en los niveles difíciles.

Además, *Germbusters* propone un fuerte componente competitivo, con insignias, tablas de puntuaciones y recompensas por liberar de gérmenes la nave lo antes posible. Este juego pretende crear un ambiente de competitividad entre los jugadores que incite a la adicción.

### ***Roving Rogue***

Con la intención de explorar nuevas plataformas, *Roving Rogue* es un juego para Wii U, una consola de Nintendo para toda la familia. En este caso, se trata de un juego de plataformas 2D con estética *pixel art*.

#### *Breve descripción del juego*

*Roving Rogue* empieza por el final. El objetivo del juego es encontrar el principio. El protagonista de la historia es Kurt, un pícaro bajito con la habilidad de teletransportarse que ha olvidado por qué llevó a cabo todas esas proezas... Perdió su memoria a corto plazo.

Sin saber a qué lugar se dirige, saltará, luchará contra caballeros tanque, arqueros Goblin, fantasmas obsesionados, magos dementes y otras fuerzas malignas para salir del castillo en ruinas. Su única finalidad es recuperar la memoria y comprender de dónde viene y cuál fue el comienzo de su aventura.

La aventura consta de cuarenta y dos niveles con giros y vueltas de guion sobre el *leitmotiv* de este juego: “¿Hay vida después de derrotar al jefe final?” (PadaOne Games, 2015: s/n). Una vez más, el juego tendrá una estética *pixel art* que permitirá a los jugadores adentrarse en el mundo medieval de mazmorras donde se desarrolla ese mágico mundo.

Figura 25. *Roving Rogue*.

Fuente: PadaOne Games (2015).

Con cuatro personajes que pueden ser protagonistas, será uno de los primeros juegos colaborativos a los que se enfrente PadaOne Games y permitirá que cumplan el desafío de acabar esta aventura al revés.

### *Shiny The Firefly*

El desarrollo estuvo desvinculado de PadaOne Games, que solo se encargó la portabilidad a la plataforma Wii U.

#### *Breve descripción del juego*

Es un juego de plataformas donde controlaremos a Shiny, una simpática luciérnaga que ha perdido a todas sus crías en un misterioso jardín por un terrible accidente. Shiny deberá recorrerlo todo para buscar a sus crías mientras desafía a su fauna y a otros grandes peligros.

Figura 26. *Shiny*.



Fuente: Stage Clear Studios (2015).

### ***Carlos, Rey Emperador***

El juego oficial de la serie de televisión española *Carlos, Rey Emperador* fue desarrollado por PadaOne Games. Con una gran carga histórica, es ligeramente diferente a los desarrollados hasta el momento. Se trata de un juego de estrategia en el que se suceden malabarismos políticos, frágiles alianzas entre reinos, herejías, guerras de religión y fuertes presiones de los poderes económicos.

Figura 27. *Carlos, Rey Emperador*.



Fuente: PadaOne Games (2015).

#### 4.1.3. *Serious games* en PadaOne Games

Con el proyecto *Enigma Galdiano* PadaOne Games comenzó a interesarse por los *serious games*. Hasta el momento, todos los juegos que había desarrollado eran comerciales y, por tanto, con una única finalidad: la comercialización.

El proyecto *Enigma Galdiano* enseguida precisó de la ayuda de una persona que estuviese relacionada con la investigación, puesto que era necesario tener una evaluación del juego una vez completado para garantizar que cumplía con las expectativas requeridas por el museo.

*Enigma Galdiano* presentaba una temática que, de entrada, gustaba mucho a los visitantes, inspirada en una búsqueda del tesoro. Los niños y niñas que decidían visitar el museo se transformaban en grumetes a las órdenes de la capitana y exploraban las islas Galdianas, pero ¿eran capaces de comprender el significado de las obras que consultaban? ¿Se fijaban en la información que ofrecen las cartelas? ¿Podían jugar solos o precisaban de la ayuda de un adulto?

Con la incorporación del perfil del doctorando industrial, PadaOne Games podía hacerse cargo de la evaluación de las aventuras culturales no solo una vez terminadas, también durante el proceso de desarrollo. La evaluación continua durante la creación de los juegos puede suponer tomar mejores decisiones de diseño que repercutirán en el producto completo y su jugabilidad, ahorrando tiempo y esfuerzo de desarrollo a la empresa.

## 4.2. Metodología

Desde el ámbito investigador, la metodología que deseamos aplicar está plasmada de manera bastante clara en el capítulo “*Action Research: Rethinking Lewis*” (Dickens y Watkins, 1999). En él se reformula la conocidísima propuesta metodológica llamada “Investigación-Acción Participativa” enunciada por Kurt Lewin y definida por él como “una investigación comparativa sobre las condiciones y los efectos de diversas formas de acción social y de la investigación conducente a la acción social utilizando una serie de fases en espiral cada una de las cuales se compone de un círculo de planificación, acción y búsqueda de consecuencias resultado de la acción”<sup>83</sup>(Dickens y Watkins, 1999: 132).

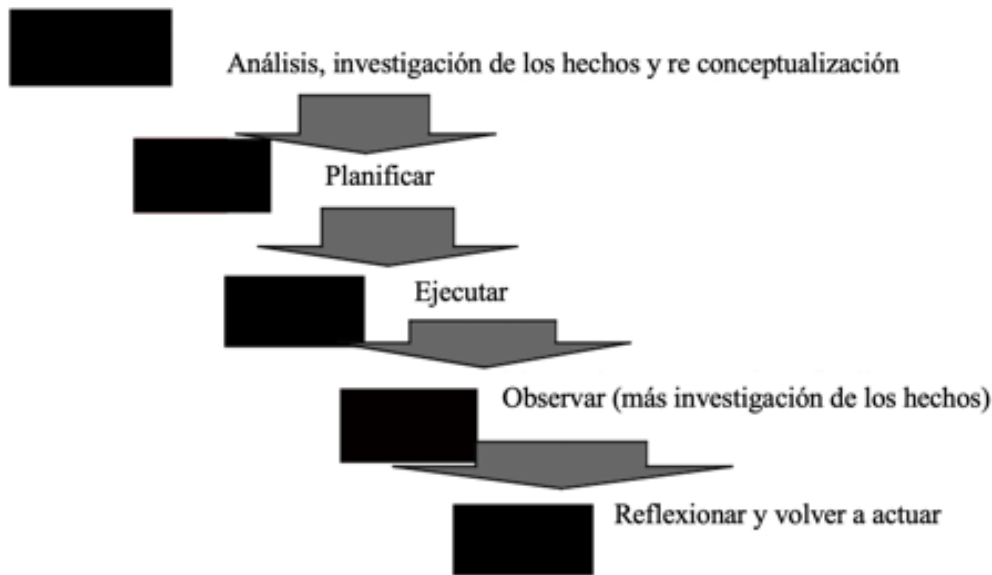
La metodología Investigación-Acción Participativa es un tipo de estudio que permite enlazar el enfoque experimental de la ciencia social con programas de acción social que respondan a los principales problemas colectivos siguiendo un proceso de naturaleza iterativa de forma que en cada ciclo se van definiendo soluciones más detalladas a los problemas planteados siguiendo las fases de Planificación, Acción, Observación y Reflexión. En definitiva, se propone un proceso reflexivo de búsqueda de soluciones y de aprendizaje a partir de los resultados obtenidos en las iteraciones anteriores.

Proponemos, basándonos en Dickens y Watkins (1999) la siguiente figura como resumen del proceso metodológico.

---

<sup>83</sup> Incluimos en el cuerpo de texto de la tesis una traducción realizada por la autora de esta investigación. La cita original es en inglés: *As noted, action research consists of a team of practitioners, and possibly theorists, who cycle through a spiral of steps including planning, action, and evaluating the result of action, continually monitoring the activity of each step in order to adjust as needed* (Dickens y Watkins, 1999: 132).

Figura 28. Modelo de Investigación-Acción de Lewin.



Fuente: Dickens y Watkins (1999: 133).

En nuestra investigación nos basaremos en esta metodología básica pero en cada caso se utilizarán metodologías de trabajo diferentes según las necesidades de los experimentos y los objetivos de los museos. En el epígrafe “4.4 Consecución de los objetivos. Metodologías utilizadas según los casos” se incluye la Tabla 6 donde se detallan los objetivos y metodología a seguir en cada proyecto de esta investigación.

Con esta metodología podemos generar un beneficio y nuevo conocimiento de relevancia. Este doble resultado será de gran importancia para la investigación debido a la naturaleza de la misma, pues al centrarse en el ámbito empresarial, siempre se verá influida por el objetivo último de la empresa, que es el beneficio.

Por tanto, esta metodología plantea una propuesta unificadora entre los aspectos teóricos y prácticos de la investigación, y busca sinergias entre los profesionales del ámbito u objeto de la investigación y los investigadores implicados. El análisis participativo que permite esta metodología genera un análisis participativo en el que todos los implicados pueden involucrarse en el proceso de construcción del conocimiento de la realidad objeto de la investigación. La elaboración de propuestas y soluciones que surgen de este tipo de metodologías son fruto de la interacción de los profesionales, y eso facilita que todos

sientan los resultados como propios, tanto los investigadores como los profesionales de la empresa (Ozanne y Saatcioglu, 2008).

En nuestro caso, buscamos sinergias entre los investigadores del campo de la informática, la psicología y las ciencias de la comunicación, además de entre los profesionales de la industria del videojuego y de la práctica museística/educativa. La iniciativa aquí planteada pretende dotar a estos últimos, los educadores de los museos y otros profesionales de estas instituciones, de herramientas innovadoras y efectivas.

Estas les ayudarán en la consecución de sus objetivos pedagógicos y ofrecerán a los visitantes una alternativa que llamará su atención. Lo que se pretende con el desarrollo de este marco de trabajo es que, desde los museos, se puedan proponer sinergias de trabajo con empresas de videojuegos y, amparados por el saber hacer que ofrece el marco, que la colaboración entre unos y otros sea de mayor provecho.

Este marco de trabajo está centrado en un problema muy concreto: el desarrollo de videojuegos en el ámbito museístico. Lo que puede parecer una limitación debe entenderse como una aproximación realista al problema, ya que solo se enfrentará a los inconvenientes derivados del trabajo en museos, eliminando otros contextos que pueden generar ruido.

Esta investigación consta de dos partes, una académica y la otra fruto del trabajo profesional. A continuación, con motivo de esclarecer y facilitar la lectura del proyecto, plantearemos una representación gráfica de la metodología de trabajo que se aplica en cada etapa, qué objetivo persigue y cómo desemboca en la consecución del objetivo último de la tesis.

### 4.3. Tareas y cronograma del proyecto

El objetivo de este proyecto es desarrollar cuatro aventuras culturales, cuatro videojuegos *Enigma* y, basándonos en la experiencia que obtengamos con su desarrollo, construir herramientas de autoría que otros puedan usar, un marco de trabajo para que otros desarrolladores puedan crear videojuegos con un alto valor educativo.

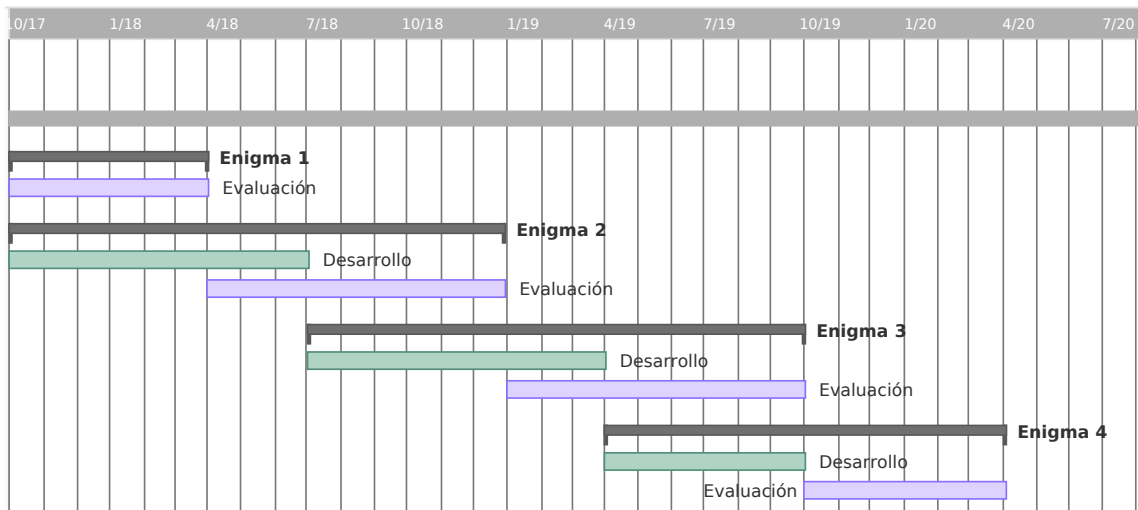
El desarrollo de estos pilotos intermedios tiene como objetivo final proporcionarnos la tecnología y la experiencia necesarias para extender el marco de trabajo para aventuras culturales que aligeren la producción de este tipo de contenido y que puedan ser comercializadas para su uso. Del mismo modo, se ofrecerá un modelo de evaluación de aventuras culturales que también pueda ser utilizado por los usuarios de las herramientas de autoría.

Presentamos el plan de trabajo para el desarrollo de *Enigma 1*, *Enigma 2*, *Enigma 3* y *Enigma 4*. Cada piloto está diseñado para un tipo de usuario y se desarrolla en exposiciones distintas, de forma que podemos explorar las mecánicas y las características más adecuadas para cada configuración:

- *Enigma 1*: una aventura cultural diseñada para un niño en colaboración con un adulto.
- *Enigma 2*: una aventura cultural diseñada para un usuario adulto.
- *Enigma 3*: una aventura cultural diseñada para un grupo de adultos.
- *Enigma 4*: una aventura cultural diseñada para un grupo de niños y adultos.

Cronológicamente, en la primera fase del proyecto se desarrollan tres prototipos y se evalúan distintos aspectos de estos tres pilotos. Se ha seguido la estructura de este diagrama. En color morado aparecen las tareas de evaluación y, en verde, las de desarrollo de PadaOne:

Tabla 4. Cronograma de desarrollo de los primeros 21 meses.

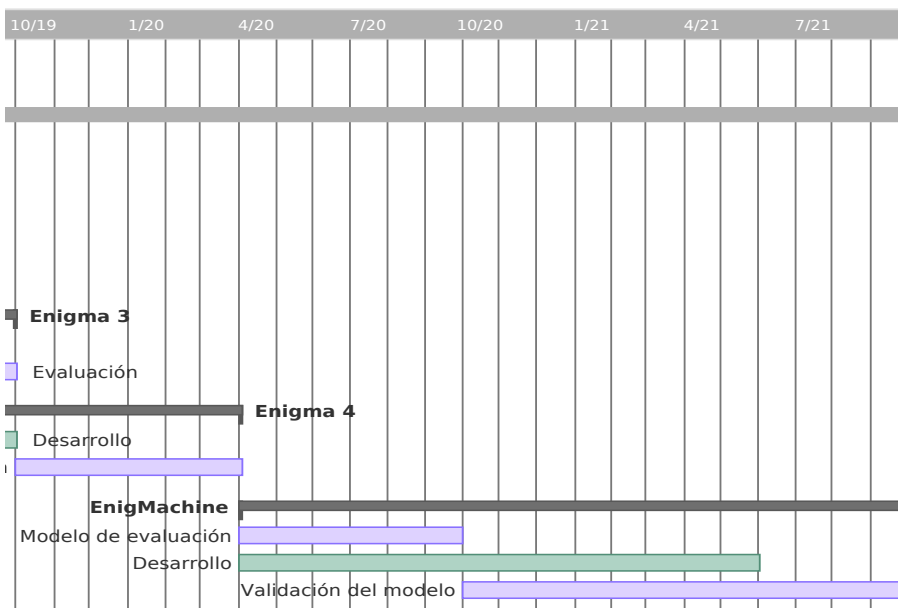


Fuente: Elaboración propia.

En el desarrollo de los pilotos tuvimos en cuenta que el objetivo último es disponer de herramientas de autor para aventuras culturales, por lo que desde el principio se buscaron soluciones lo más generales y reutilizables.

Finalmente, el desarrollo del marco de trabajo, completando y generalizando los componentes avanzados antes para las aventuras específicas. Como podemos observar en el diagrama siguiente:

Tabla 5. Cronograma de desarrollo de los últimos 18 meses.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Consecución de los objetivos. Metodologías utilizadas según los casos

Debido a la naturaleza del trabajo doctoral que estamos llevando a cabo, la exposición de las metodologías empleadas se nos presenta ligeramente confusa. Se procede a la clarificación de las mismas en este apartado.

No debemos olvidar que se utilizará el *Action-Thinking* a través de los juegos para desarrollar nuestra propia metodología de diseño y desarrollo de juegos serios. Utilizaremos otras en los experimentos que se lleven a cabo en el museo, ya que estos, pese a ser también objetivos de investigación, estarán comprendidos dentro del marco industrial. Estos segundos experimentos tendrán como objetivo mejorar el desarrollo de PadaOne como empresa.

Tabla 6. Objetivos y metodología que hay que seguir.

Tipo de objetivo	Objetivo	Hipótesis	Metodología	Diseño experimental
Objetivo de investigación	Desarrollaremos un marco de trabajo para implementar <i>serious games</i> en Museos	La evaluación cuantitativa/cualitativa por separado de la diversión y el aprendizaje en el diseño de los juegos para museos debe permitir diseñar juegos más efectivos, es decir, más divertidos y útiles para los fines pedagógicos de las colecciones.	Action -Thinking	Comparación de los tiempos de desarrollo.
Objetivo industrial	Desarrollar de cuatro <i>serious games</i> de carácter comercial	El uso de la metodología que se está desarrollando supondrá una mejora en la producción de los SG.	Observación	Comparación de los tiempos de desarrollo.
Objetivo de investigación dentro del marco industrial	Evaluar cada uno de los juegos desarrollados			
Objetivo de investigación	<i>Enigma Goldano</i>	Establecer un marco de trabajo nuevo de cara al siguiente videojuego que se va a desarrollar.	Action -Thinking	Comparación de los tiempos de desarrollo.
Objetivo de investigación dentro del marco industrial	<i>Enigma Goldano</i>	Observación de la interacción que se genera entre el adulto responsable (padre/ madre/ tutor legal) y el niño que acuden al museo a participar de la experiencia.	Observación con recogida de datos	Método cualitativo/cuantitativo de observación .
Objetivo de investigación	<i>Enigma Palea 1</i>	Una evaluación temprana de los parámetros deseados acortará el tiempo de desarrollo.	Action -Thinking	Primer Focus Group con los usuarios del juego, modificación del mismo en base a la evaluación obtenida.
Objetivo de investigación dentro del marco industrial	<i>Enigma Palea 1</i>	Un juego divertido generará mejores visitas.	Recogida de datos mediante encuesta	Evaluación de la diversión con y sin videojuego.
Objetivo de investigación	<i>Enigma Palea 2</i>	Mantener la evaluación de la diversión y añadir la evaluación de conocimiento.	Action -Thinking	Evaluación de la satisfacción mediante test clásico, evaluación del conocimiento mediante Focus Group con los educadores del museo.
Objetivo de investigación dentro del marco industrial	<i>Enigma Palea 2</i>	La diversión mejora las visitas, si se mantiene la diversión es posible aumentar el conocimiento adquirido.	A-B Testing	Evaluación del conocimiento factual mediante test.
Objetivo de investigación	<i>Enigma BO</i>	Establecer un marco de trabajo que permita implementar todo lo aprendido sin necesidad de recurrir al ensayo y error cada vez.	Action -Thinking	Comparación de los tiempos de desarrollo.
Objetivo de investigación dentro del marco industrial	<i>Enigma BO</i>	Ser capaces de transmitir conocimientos complejos como la biodiversidad.	Cuestionario pre-post con línea base	Discernir si los jugadores pueden aprender conocimiento conceptual a través del juego.

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla, cada juego lleva asociado un experimento para la empresa que está relacionado con el desempeño de la misma y otro que trata de resolver el tema del marco de diseño y desarrollo planteado como objetivo principal.



**5. Diseño y desarrollo de los *serious games*  
para PadaOne Games**



## **5. Diseño y desarrollo de los *serious games* para PadaOne Games**

A continuación plantearemos el diseño, el desarrollo y la evaluación de los juegos que se han utilizado en este trabajo científico. Se trata de cuatro juegos comerciales que, en la actualidad, se pueden encontrar distribuidos en plataformas como Google Play y Apple Store.

El desarrollo de la actividad profesional de PadaOne Games permitirá el avance de esta investigación. No obstante, estos juegos se incluyen dentro de un proyecto que va más allá. Las aventuras culturales pretenden llevar a los aventureros, a aquellos que deciden jugarlos, por la ciudad de Madrid y visitar algunos de sus museos más emblemáticos.

## 5.1. Museo Lázaro Galdiano. *Enigma Galdiano*

Para el museo Lázaro Galdiano, PadaOne Games desarrolló una aventura híbrida que trasladaría a padres e hijos a un mundo fantástico. Parte de la interacción que un padre busca al llevar a su hija a un museo y trata de reproducir la ilusión que un niño puede sentir frente a una aventura. De este modo surge *Enigma Galdiano*.

*Enigma Galdiano*, que se puede ver como una aventura transmedia (Jenkins, 2003), presenta una búsqueda del tesoro en el museo Lázaro Galdiano. Diseñado para fomentar la interacción entre padres e hijos, *Enigma Galdiano* está formado por un videojuego en formato *app* que todo visitante puede descargar de manera gratuita al llegar al museo y por un mapa físico que distribuye la tienda de regalos de este (cuesta 2 €).

El juego está ambientado en una aventura pirata. Al jugador siempre se le trata como si fuera un grumete, y su objetivo es encontrar el tesoro oculto en las islas Galdianas por el malvado pirata Lázaro Galdiano. De esta manera, el grumete podrá contar con la ayuda de su padre o madre cuando se vea atascado en una pista y este, al tener el mapa, tendrá una ayuda extra para resolver el misterio.

### 5.1.1. El diseño

El diseño de *Enigma Galdiano* siempre tuvo en cuenta la interacción adulto-niño que se buscaba. Trata de fomentar la colaboración entre el dispositivo móvil y el mapa, de modo que las pruebas están diseñadas para llevarse a cabo en colaboración.

Se establecerán pruebas de habilidad, en las que se intenta que el niño muestre su destreza en el uso del dispositivo móvil y otras que supondrán un mayor reto intelectual y que quieren favorecer la figura de mentor que podrá desempeñar el adulto acompañante.

El mapa, la parte física del juego, no es estrictamente necesaria para el desarrollo del mismo. Eso significa que el videojuego es autocontenido, es decir, que puede terminarse sin las ayudas que ofrece el mapa. No obstante, estas facilitarán la tarea al mostrar al jugador dónde se encuentran las obras que está buscando en el museo.

Para que estas pistas no sean demasiado obvias y estén enmarcadas dentro de la aventura, se presentarán al jugador tal como se aprecia en la Figura 29. Este mapa del tesoro

ofrecerá también, por la parte de atrás, la posibilidad de avanzar a la siguiente fase aunque no se haya encontrado lo que se está buscando. De este modo se evitará que el jugador que dispone del mapa y de la *app* se atasque en una de las búsquedas.

### 5.1.2. El juego: *Enigma Galdiano*

*Enigma Galdiano* presenta trece fases recogidas en un mapa en papel. Cada una de ellas es una obra que el grumete deberá encontrar y capturar con su catalejo.

Se denomina catalejo al dispositivo móvil (teléfono o tableta) del que disponga el jugador, y que utilizará para apuntar a las obras. Gracias a la tecnología desarrollada en PadaOne Games, si se está apunta a la obra correcta, esta desbloqueará la fase y permitirá el avance del jugador.

Figura 29. Mapa del tesoro de *Enigma Ciencia*.



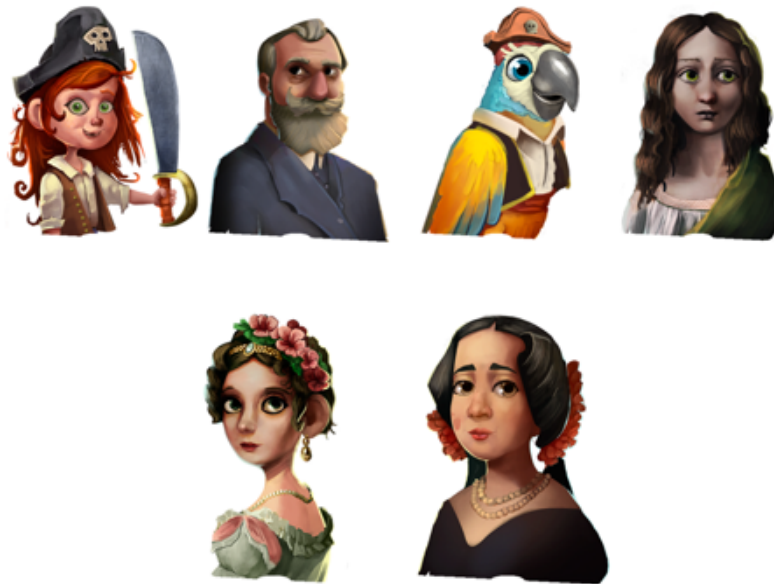
Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La mayoría de las fases llevan asociadas un minijuego que deberá superarse tras encontrar la pieza. Los minijuegos están parcialmente relacionados con las obras que la persona ha encontrado.

En este primer juego, nuestros acompañantes serán la capitana Anne Jack, que dirige el barco *Enigma* del que somos grumetes, y el loro, llamado Sr. Mendoza. Este simpático personaje será nuestro punto de apoyo cuando nos sintamos perdidos, ya que nos recordará qué estamos buscando y, además, será la imagen que nos ayude a pasar de fase si no encontramos la obra que estamos buscando.

Por otro lado, se han adaptado algunos de los personajes que aparecen en los cuadros de los museos para que formen parte de ambos mundos. De esta manera van integrándose con el grumete, lo que nos hace sentir que el juego y el museo son parte de una misma realidad. En la Figura 30 podemos ver algunos de los personajes más significativos, como son el gobernador Galdiano, que en realidad es Lázaro Galdiano; el chico de los rizos, *El salvador adolescente*, cuadro de Giovanni Antonio Boltraffio; y las dos chicas de abajo, la escritora romántica Gertrudis Gómez de Avellaneda y la pianista Manuela González Velázquez.

Figura 30. Personajes de *Enigma Galdiano*. De derecha a izquierda y de arriba abajo: la capitana Jack, el gobernador Galdiano, el Sr. Mendoza (loro), el hombre de los rizos, Manuela González Velázquez y Gertrudis Gómez de Avellaneda.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

El mapa, la búsqueda del tesoro y todo el videojuego plantea que el grumete acaba de desembarcar en la isla del gobernador Galdiano. El jugador dispone de un mapa del tesoro que ha comprado en la tienda de regalos. A partir de este momento, seguirá todas las pistas que pueda para encontrar el tesoro.

La situación espacial del museo genera una realidad un tanto compleja: se trata de una casa-museo que consta de una colección que se extiende por la planta baja y los tres pisos superiores. La exhibición propone que el visitante tome como itinerario la subida a la tercera planta utilizando el ascensor, que forma parte de la exposición, dado que es de principios del siglo XX y sigue en funcionamiento.

Tomando como punto de partida estas directrices que se establecen desde el museo, el juego seguirá el itinerario marcado con una selección de las obras de mayor relevancia.

El paralelismo espacial que se establecerá será el siguiente: cada planta del museo será una isla en el mapa. De este modo, Isla Baja será la planta baja; Islote Tercerino será la tercera planta; Isla Segundina, la segunda planta e Isla Primerina, la primera planta. Si la

tercera se presenta como un islote es porque la cantidad de piezas expuestas allí es muy inferior a las que hay en las otras plantas.

Si observamos la Figura 29, apreciaremos que la aventura comenzará en Isla Baja, donde se resolverán las tres primeras fases. Después la acción se trasladará a Islote Tercerino, donde solo se solucionarán dos fases. Luego los grumetes bajarán a Isla Segundina, donde tendrán lugar las siguientes cinco fases, irán a Isla Primerina a resolver cuatro más, y finalizarán en la Isla Baja de nuevo, donde dos últimas fases los llevarán a la última etapa de la aventura y a conseguir el tesoro.

Estas dieciséis fases no siempre siguen un orden lineal. En el mapa podemos apreciar que existen algunas, como la 7, que se presenta como 7A, 7B y 7C. Esta etapa de la aventura pretende despertar en el jugador la sensación de una aventura abierta, romper con la linealidad de la visita y dejarle que descubra esas tres obras en el orden que le convenga. Esta decisión viene respaldada por la aventura que refleja la aplicación, ya que ofrece las tres pistas para las tres fases a la vez y permite que se encuentren en cualquier orden. Como veremos más adelante, este pequeño atisbo de libertad suele verse condicionado por la disposición de las obras.

Imaginemos que llegamos al museo Lázaro Galdiano y compramos el mapa, tenemos lista la *app* y queremos disfrutar de la aventura. Al abrir la *app* nos encontraremos con las pantallas en las que se transmite la historia. Podemos ver las dos primeras pantallas del juego en la Figura 31.

Figura 31. Las dos primeras pantallas del juego.

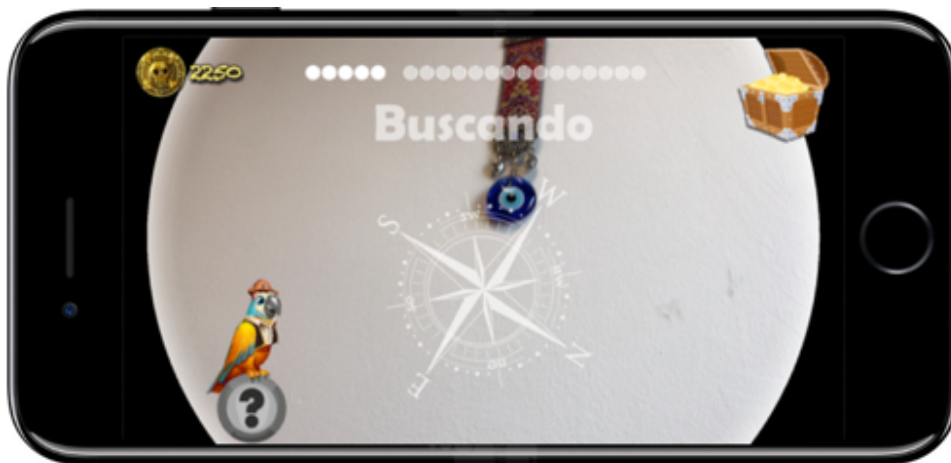


Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Esta es la interfaz mediante la cual los personajes se dirigirán a nosotros, nuestra principal fuente de conocimiento del juego. Con esta breve presentación de los personajes ya queda claro que la capitana será un personaje menos accesible para el grumete, mientras que el Sr. Mendoza, el loro, será su compañero de fatigas.

Aquello a lo que el loro llama catalejo no es más que la cámara del móvil, que se activará en modo búsqueda cuando se inicie una fase. En la Figura 32 podemos apreciar cómo es el modo búsqueda de un dispositivo móvil. En esta imagen vemos que, además de la cámara del teléfono y la brújula —que es un adorno—, se pueden apreciar un contador de monedas, una barra de progreso, un cofre y una imagen del Sr. Mendoza.

Figura 32. Pantalla de búsqueda.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Como venimos explicando, el Sr. Mendoza será el compañero de los grumetes, así que es lógico que sea el que los ayude si se les olvida qué están buscando.

Al pulsar sobre su imagen se desplegará una pantalla similar a las de historia en la que se recordará al grumete que esté jugando en ese momento qué pista que se le ha dado para encontrar la obra que lance la próxima fase.

Una vez lanzada esta siguiente fase puede que se les otorgue una pista nueva para seguir avanzando, se lance un minijuego o se lance una habitación 360°. Las habitaciones 360° son escenas de realidad virtual inmersas en el juego. Pretenden ofrecer al jugador la falsa sensación de haber traspasado la cuarta pared y encontrarse inmerso en la realidad del juego. La navegación por este nuevo mundo será todo lo intuitiva que el dispositivo utilizado permita: si el dispositivo cuenta con un giróscopo, se utilizará para realizar la navegación dentro del escenario 360°. Si no lo tiene, aparecerá un *joystick* que les permitirá realizar la navegación de forma manual, tal como puede verse en la siguiente imagen:

Figura 33. Habitación 360° de *Enigma Galdiano*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Como podemos apreciar, estas salas reproducidas con realidad virtual también ofrecen al jugador algún tipo de interacción. En este caso, el jugador deberá apoderarse de tres objetos ocultos que más adelante intercambiará por pistas para seguir avanzando en su aventura.

La tercera opción es que el jugador se enfrente a un minijuego tras el inicio de la fase. En esta edición de *Enigma* contamos con cinco clases. Quizás el más conocido sea el "Encuentra las 5 diferencias". Para este minijuego se presenta en el dispositivo una copia

del cuadro que el jugador tiene delante, y deberá encontrar las diferencias que existen entre este y el que está colgado. El ejercicio hará que el grumete se detenga a contemplar la obra con interés y que se fije en sus detalles, de modo que reduzca el ritmo frenético de la búsqueda (Figura 34).

Figura 34. Pantalla del minijuego “Encuentra las 5 diferencias”.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Otro de los minijuegos que se proponen y que también tiene la finalidad de reducir el ritmo de la búsqueda es el “Pulsa en el orden correcto”. Se presenta una de las piezas de la exposición que no es una obra pictórica, sino un mueble con marroquinería, y se explica al jugador que contiene una pócima. Sin embargo, para abrirlo se precisa una combinación exacta de pulsaciones sobre el mismo, que ha sido reproducido digitalmente.

Este es uno de los ejemplos en los que el mapa físico es de inestimable ayuda, ya que reduce significativamente el tiempo de resolución del minijuego. Como podemos observar en la Figura 35, el mueble no ofrece pistas sobre el orden correcto de apertura de los cajones.

Figura 35. Imagen combinada del minijuego “Pulsa en el orden correcto”, imagen central y pista en el mapa, arriba a la derecha.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Sin embargo, el mapa físico, en la esquina superior de la Imagen 34, muestra el orden correcto para pulsar los botones. Si tenemos en cuenta que existen nueve posibles combinaciones para probar, es un considerable ahorro de tiempo.

Otro minijuego que se plantea en esta etapa es “Eliminar duendes”. Son los ayudantes del malvado gobernador Galdiano, que ha escondido el tesoro y ha dejado a sus duendes para que lo protejan. Ofrece un divertido reto de coordinación motora para los más jóvenes.

Mediante la tecnología de la RA, se proyectan duendes en los cuadros captados por el catalejo y el jugador debe pulsar sobre ellos para eliminarlos. Gracias a un sistema de capas, los duendes estarán integrados en los cuadros y se esconderán tras algunos de sus elementos. De este modo, la integración del museo y la historia es cada vez mayor. Podemos ver un ejemplo en la Figura 36.

Figura 36. Cuadro modificado con RA.



Fuente: Elaboración propia.

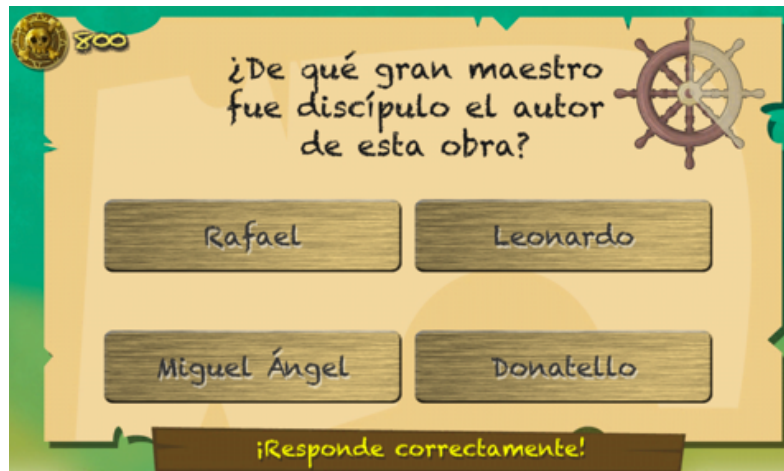
En algunas fases de RA la interacción con el museo es aún mayor. Cuando el participante elimina al primer duende, la aplicación le dirá que están a su espalda. Si se gira y apunta al cuadro situado a su espalda, los duendes aparecerán en él como si se hubiesen trasladado. De este modo, mediante una interacción lúdica, se anima a los jugadores a explorar todo el museo, girándose y mirando todas las obras que les rodean.

Con estas pistas y pruebas existe el riesgo de que los jugadores se centren tanto en el juego y la historia que olviden la visita al museo. En todo momento se realizan acciones y fases que pretenden reducir la intensidad de la búsqueda, pero también favorecer la observación y el entendimiento del lugar.

Para ello se han desarrollado las fases de *quiz*. Su finalidad es alentar la lectura de las cartelas que se encuentran junto a las obras y que contienen información relevante que, en muchas ocasiones, pasa desapercibida.

En estas fases, las preguntas son directas y ofrecen cuatro posibles respuestas. Con un tiempo de respuesta, los jugadores deberán responder bien a una de las preguntas que, por supuesto, estarán todas relacionadas con la obra que acaban de encontrar (Figura 37).

Figura 37. Captura de pantalla de una fase de tipo *quiz*.



Fuente: Elaboración propia.

De esta manera invitamos al aventurero a reflexionar y conocer un poco más sobre las obras que está encontrando sin sacarle abruptamente del juego, pues esta fase es percibida como una prueba más que debe ser superada.

Finalmente, el último minijuego al que puede enfrentarse el grumete lo denominamos “Pulsación frenética”. Inspirada en las dinámicas de los juegos de consola, incita a pulsar insistentemente un botón durante un corto período de tiempo. Si es capaz de mantener el ritmo y la candencia, logrará hacer avanzar el barco hasta la meta; si no, observará cómo el barco se queda sin fuerzas a mitad del trayecto.

En la Figura 38 vemos una captura de pantalla de este minijuego. Su función es relajar la tensión que se haya podido acumular tras las fases que requieren una mayor concentración intelectual y participar en un juego de psicomotricidad fina que aporte un poco de variedad al conjunto.

Figura 38. Minijuego “Pulsación frenética”.



Fuente: Elaboración propia.

Los minijuegos se van intercalando durante la aventura sin una lógica aparente. Más bien se establece cuál se llevará a cabo dependiendo de la naturaleza de la parte de la exposición en la que se encuentre la obra que debe ser reconocida para lanzarlo. También se procurará no repetir minijuegos en un corto período de tiempo, evitando que el grumete se aburra.

Cuando encuentra el tesoro del gobernador Galdiano y la pirata Anne Jack está lista para elevar anclas, se recuerda al grumete que tiene un rato más para seguir buscando otros tesoros escondidos en el museo con el catalejo. Esta invitación pretende que, una vez captada la atención del jugador, se extienda la visita de forma más pausada pero igualmente divertida.

Figura 39. Obras seleccionadas como contenido extra.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez más, instruidos por los comisarios de la exposición, se hizo una selección de otras doce obras (Figura 39). Para estas no se plantearon minijuegos ni reconstrucciones con RA, pero se ofrecieron pequeñas píldoras de anécdotas relacionadas con la obra que no aparecían en las cartelas y que, si no disponía de un guía, sería muy difícil descubrir (Figura 40).

Figura 40. Píldora de anécdotas.



Fuente: Elaboración propia.

La duración total del recorrido, si se lleva a cabo solo el juego inicial de búsqueda del tesoro, se estima en una hora. El recorrido extraordinario, descubriendo las anécdotas secretas del museo, podría alargar la visita otra hora más. Esta segunda parte del juego también se puede plantear para una segunda visita.

El objetivo del juego es proporcionar al adulto una herramienta para interactuar con el niño y despertar su curiosidad e interés sobre el contenido del museo.

### 5.1.3. La evaluación

Para la primera evaluación que se desarrollaba dentro del marco del doctorado industrial, se decidió centrar la evaluación de la interacción que se generaba entre el adulto responsable (padre/madre/tutor legal) y el niño que acudían al museo a participar de la experiencia.

De la evaluación realizada en el museo Lázaro Galdiano se escribió un artículo de divulgación científica que se presentó al COSECIVI (Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego). A continuación reflejaremos la parte de experimentación que se escribió para ese artículo.

El experimento se estableció para controlar el camino de los visitantes y sus acciones mientras jugaban. La unidad estaba conformada por un adulto y un niño. Comenzó con una bienvenida al museo y un rápido consentimiento informado. Después se les proporcionó una tableta con el juego instalado. Se les informó de que para el experimento no era crucial finalizar el juego. Se estableció que una hora era el tiempo máximo para usar el dispositivo y caminar por el museo. Nuestro objetivo era observar:

- La actuación en una hora.
- El uso del mapa como herramienta.
- La utilización del dispositivo como herramienta.
- El tiempo invertido en cada búsqueda.
- Los problemas técnicos.
- Los caminos seguidos por los jugadores.

La muestra estaba formada por ocho parejas de adultos con niños. La edad de los niños estaba entre 6 y 12 años —había un niño de 6 años, dos de 7 años, dos de 9 años, uno de 10 años y dos de 12 años—. La muestra estaba compuesta por 6 niños y 2 niñas. La edad de los tutores no se consideró relevante para el experimento, pero estaban entre los 33 y los 51 años, con un equilibrio de género entre madres y padres.

Utilizamos tres instrumentos experimentales: observaciones de lo que hacían los tutores, cuestionarios al final de la visita y análisis obtenidos de los registros de la aplicación.

Cada unidad experimental fue seguida por un investigador. Fue necesario construir un mapa que contenía información real sobre el lugar exacto donde se encontraban emplazadas las obras de arte dentro del museo. Al investigador se le proporcionó un mapa actualizado del museo con todas las obras expuestas. Era su deber registrar qué obras se miraban detenidamente, cuáles se veían de pasada y cuáles se ignoraban. También tenían que registrar las veces que la pareja usaba el dispositivo, hablaba del dispositivo, señalaba las obras de arte equivocadas a través del dispositivo, así como el número de veces que usaban el mapa como herramienta para resolver problemas, cuántas hablaban de una herramienta (el mapa o el dispositivo) o el número de veces que usaban el botón de ayuda del juego. Toda esa información se registraba en el mapa, en el lugar del museo donde ocurría. De esa manera podemos ver si la unidad estaba revisando sus herramientas y los recursos disponibles.

Los investigadores fueron entrenados para usar el mapa y la leyenda antes de comenzar el experimento. Había tres observadores. El experimento se diseñó para ser ejecutado tantas veces como los observadores pudieran estar en el museo con la unidad experimental (el adulto y el niño). El más común fue dos al mismo tiempo, pero en algún momento hubo tres investigadores al mismo tiempo.

El hecho de que varias unidades experimentales estuvieran realizando el experimento al mismo tiempo tuvo una consecuencia interesante e inesperada. Nos referimos a ello como el “efecto de carrera”: la atmósfera competitiva que se generó entre los grupos. Es conveniente pensar en la posibilidad de una clasificación o de otro tipo de juego para el trabajo futuro. En esas ocasiones, el efecto de carrera se registró como “Disrupción”, y las pistas verbales entre equipos como “Ayuda”. Esa fue la primera parte, la más cualitativa, de la observación, que se complementa con las dos siguientes.

En la Tabla 7 podemos ver un resumen de las observaciones. Debemos utilizar esta leyenda:

MH: Buscar ayuda en el mapa.

DP: Apuntar con la tablilla a una obra de arte.

DH: Ayuda del dispositivo: buscar ayuda en el dispositivo.

H: Ayuda: obtener ayuda del dispositivo o del mapa.

D: Interrupción: todo lo que pueda ser considerado una interrupción para la tarea principal.

PP: Participación de los padres al sostener el dispositivo.

Tabla 7. Observaciones en el museo.

	Individual	MHDP	DHH	D	PP
1	5	33	3	3	0
2	6	35	1	1	4
3	25	12	10	1	0
4	4	14	2	3	1
5	9	10	9	3	0
6	9	30	0	0	1
7	7	14	8	6	1
8	16	30	9	7	0

Fuente: Camps-Ortueta, González-Calero, Quiroga y Gómez-Martín (2019).

Una vez terminado el tiempo de juego, teníamos dos cuestionarios para la evaluación, usando una escala Likert de 10 puntos. El 1 era para que lo respondieran los adultos y tenía como objetivo medir tres conceptos: la satisfacción con la experiencia, la utilidad del juego y la interacción entre el acompañante y el niño. Además, había una segunda parte del cuestionario con preguntas abiertas, diseñada para recabar la opinión de los tutores no solo sobre el juego, sino también sobre cómo mejorarlo o a quién se lo podían recomendar.

El cuestionario 2 era para los niños, diseñado para que lo respondieran solos, evaluando sus partes favoritas del juego. Incluía no solo preguntas simples, sino que también se les pedía que dibujaran una parte del juego a su elección. Los resultados del cuestionario 2 fueron todos entre 8 y 10, lo que demuestra su nivel de satisfacción.

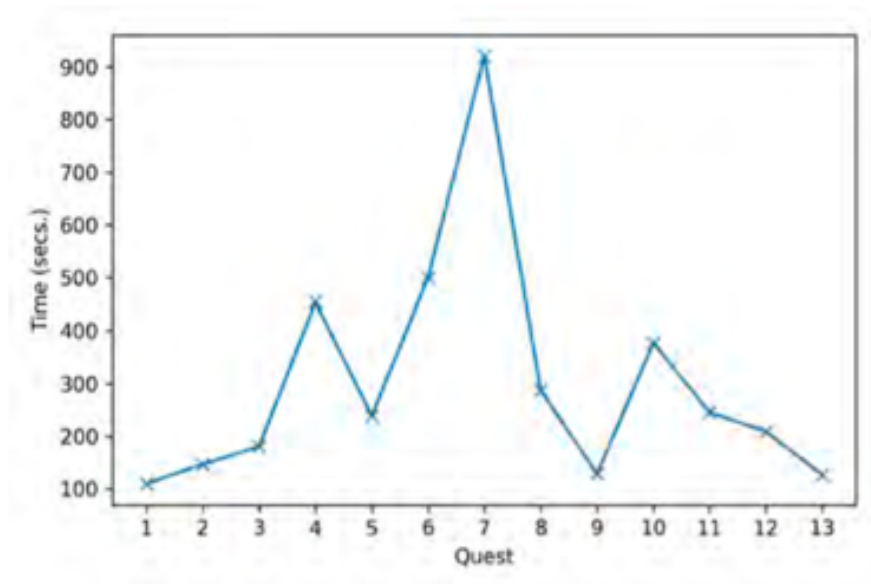
Un resumen de las respuestas promedio al cuestionario 1 se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Respuestas al cuestionario 1 por parte de los padres.

Pregunta	Promedio
He disfrutado del museo gracias al juego.	8.75
Mi hijo ha disfrutado del juego.	8.75
El loro ha sido útil.	8
El mapa ha sido útil.	8.625
He podido ver otras obras no incluidas en el juego.	6.25
Mi hijo necesitaba la ayuda del mapa.	6.875
Mi hijo no siempre entendió las pistas.	5.375
El juego fue difícil para mi hijo.	5.125
La idea de la aplicación es buena.	8.625

Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019).

Figura 41. Tiempos empleados en cada fase según los datos recogidos por Google Analytics durante el tiempo de juego.



Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019).

Tabla 9. Respuestas al cuestionario 2 por parte de los niños.

Pregunta	Promedio
Me gusta la idea de usar un juego para visitar el museo.	9.25
Me gusta el guion del juego.	8.5
Me gustan los personajes.	8.375
Visitar el museo con el juego es divertido.	9.125
La longitud del juego es adecuada.	8.25
Las pistas son útiles	7.75
Entendí la metáfora de las islas	8.875
Comprendí la relación entre las obras y el mapa.	7.875
Me gustaron los mini juegos.	8.875

Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019).

En general, la experiencia fue bien valorado por los visitantes. La sensación general fue que la visita mejora con el juego. La parte mejor calificada fueron los minijuegos.

Hubo un tercer método de evaluación durante el experimento: se guardó una información analítica a través de la experiencia. Esta fue almacenada remotamente por el *plug-in* de Google Analytics instalado en el juego. Principalmente, medimos el tiempo empleado en cada fase con los resultados que se muestran en la Figura 41.

Estos números son una herramienta útil para evaluar los puntos difíciles de la experiencia. Como se muestra en esa figura, hay algunas diferencias entre las fases. No siempre son reales: la fase siete es una compilación de tres fases que suceden simultáneamente, como podemos ver en el mapa de la Figura 29. La fase diez es, así mismo, una compilación de dos fases del juego. Teniendo en cuenta estos puntos, podemos ver que todas las misiones, excepto la cuatro y la seis, se completan en entre 1 y 5 minutos.

Para entender este aumento del tiempo de búsqueda de ciertas fases es importante comprender la realidad física del museo. La obra que pertenece a la búsqueda de la fase cuatro se encuentra lo más lejos posible de la tres, que se desarrolla en la planta baja y la fase cuatro está en el tercer piso. En la fase seis el mapa se convierte en una herramienta fundamental. Al ser la seis, puede que la dinámica padre/hijo ya se haya desarrollado y que esta no incluya la consulta del mapa. De ser así, la falta de costumbre de consulta del

mapa dificulta la resolución de esta fase y alarga considerablemente el tiempo de búsqueda.

El mapa fue diseñado como una herramienta para la interacción. Nuestra propuesta fue ofrecer pistas útiles a los adultos para que ellos apoyasen a los niños. Se suponía que debía ser un foco de interacción. Sin embargo, la experiencia muestra otra realidad: la interacción del grupo con el mapa puede ser entendida como un signo del carácter del equipo. Una de las razones por las que el mapa no se muestra como un recurso útil quizás sea la forma en que fue diseñado. Nuestro objetivo era introducir a los jugadores en una experiencia completa de búsqueda del tesoro, con un mapa no tan obvio. La realidad muestra que la interacción entre la aplicación y el mapa no es intuitiva, por lo que necesita de entrenamiento. Para futuros trabajos puede ser interesante mejorar el mapa con una leyenda fácil para que este sea realmente el centro de la interacción.

El carácter del equipo se refleja en cómo utilizan el mapa durante el experimento. En nuestra opinión, hay dos tipos de equipos: reflexivos y experimentales.

- El equipo reflexivo tiene una comprensión absoluta de las herramientas que se les han proporcionado y las utilizan todas. Solo hay un ejemplo de este tipo de jugador en nuestro experimento, pero sus resultados son lo suficientemente claros como para mostrar el carácter del equipo. Es la pareja número tres. Su uso del mapa está activo, pues podemos ver que lo consultó veinticinco veces. Esa fue la razón por la que solo usó la tableta doce veces incorrectamente. También fue el motivo por el que utilizó el dispositivo de ayuda más que cualquier otro, diez veces, porque estaba apuntando con la tableta solo a las obras de arte más probables, buscando las respuestas en las pistas. Eso también se refleja en su caminar por el museo: sus movimientos eran directos al punto en el que se encontraban las obras. Este era el comportamiento diseñado pero, por desgracia, fue el menos común.
- El equipo experimental hace un uso enloquecido del dispositivo. Visita el museo apuntando a cada obra de arte que pueda responder a lo que está buscando, pero sin prestar mucha atención al mapa o a la ayuda del dispositivo, con lo que señala con la tableta hasta 32 piezas erróneas. En el recorrido del mapa es fácil ver movimientos aleatorios y un mayor uso de ayuda externa (trabajadores del museo e indicaciones del mismo).

Es interesante que, a pesar del número de veces que lo han consultado, o la ayuda que les ha proporcionado, cinco de cada ocho personas prefieren el mapa físico al virtual integrado en la aplicación. La puntuación de los medios de comunicación sobre la satisfacción con el mapa y la ayuda que les ofrece es de 8,7. Muestra que la percepción de los usuarios no siempre está relacionada con la ayuda real que encontraron en el mapa.

En cuanto a los roles del equipo, hay una evolución interesante como resultado del entrenamiento en el uso del dispositivo. Liderar la experiencia no siempre está en manos de los adultos. Encontramos dos etapas:

- En la primera etapa, el niño comienza a entender ciertos códigos y el flujo del juego, pero solo hace sugerencias sobre el siguiente paso, mientras que el adulto mantiene el control de la actividad, pues lee la aplicación y el mapa al mismo tiempo.
- En la segunda etapa, el niño ya entiende los códigos y la dinámica del juego, lo que le hace tomar decisiones efectivas. A medida que tienen más éxito cada vez, el adulto comienza a tomar un papel de apoyo con el mapa, porque el niño tiene el control del dispositivo. Finalmente, el pequeño se convierte en el líder de la actividad, y solo recurre al adulto cuando el juego lo requiere.

Este desarrollo se ha observado en múltiples pruebas, con la excepción de los niños menores de 8 años. Ninguno de ellos (parejas 4, 5 y 7) fue capaz de terminar la actividad en el tiempo dado (1 hora). Quizás ninguno de ellos pudo alcanzar la segunda etapa de roles de equipo, y se quedaron atascados en la primera etapa, donde el padre dirigía la actividad sin delegar la responsabilidad en el niño. Este hecho también se muestra en los cuestionarios, preguntas 9 y 10, donde se evalúa la dificultad del juego.

## **5.2. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Exposición de paleontología**

### ***Enigma MNCN Paleo***

Después de la primera experiencia en el museo Lázaro Galdiano surgió la oportunidad de colaborar con el Museo Nacional de Ciencias Nacionales de Madrid (MNCN).

A diferencia del anterior, que es un museo de arte, este ofrece a los visitantes varias colecciones relacionadas con las ciencias naturales que albergan todo tipo de obras y temáticas, desde animales disecados por los hermanos Benedito hasta una impresionante colección de gemología.

La idea de desarrollar el siguiente juego *Enigma* en este lugar implica varios avances hacia la consecución del método de trabajo, pues se trata de un museo de mayor tamaño, con mayor afluencia y con unos programas de divulgación científica que llevan años en desarrollo. La vocación de transmisión del conocimiento que alberga el museo, apoyada por tratarse de un centro de investigación en activo, aportará un valor incalculable a la colaboración para el desarrollo de *serious games*.

#### **5.2.1. El diseño**

Para elaborar el diseño, debimos elegir en qué parte del museo íbamos a desarrollar el primer juego *Enigma*. La decisión de no hacerlo en todo el museo viene marcada por la naturaleza de este.

Situado en el paseo de la Castellana, el edificio del MNCN dispone de dos alas. Entre las dos se encuentra la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Esta separación física de ambas alas también implica, en muchos casos, una separación de contenidos. Pensando que la visita podía alargarse, se estableció que primero se desarrollaría un juego en la parte de Paleontología.

Se eligió el ala más autocontenida del museo, que alberga dos exposiciones: la evolución de la tierra y la exposición de gemología. Además, como la puerta principal no está en esta ala, puede parecer que la exposición no recibe tanta atención como las demás. De este modo, con el juego, podremos dirigir a los visitantes hacia allí.

Basándonos en la experiencia previa que desarrollamos en el museo Lázaro Galdiano, decidimos suprimir la parte física. En esta ocasión no habrá un mapa físico que secundase la búsqueda.

Puede parecer que esto dificultará la búsqueda, pero en esta exposición existen diversos métodos para mostrar a los visitantes la consecución lógica. Al igual que en el museo Lázaro Galdiano, la exposición cuenta con más de una planta, pero en este caso la lógica de la misma es de carácter ascendente: empieza en la primera planta y termina en la segunda.

El desarrollo de la exposición pretende avanzar junto con la evolución del planeta tierra. El complicado mecanismo del que hemos hablado está explicado en un cartel junto a la entrada: compara el desarrollo del planeta con las horas de un día: la creación del planeta empieza a las 00:00 horas y la aparición del ser humano se da a las 23:59 horas. Este símil nos ayuda a entender que el planeta es más antiguo de lo que podemos imaginar.

Para apoyar esta idea, decidimos utilizarla en el juego y basar el sistema de pistas en las horas que aparecen en las vitrinas de las obras expuestas. De esta manera forzamos a los niños a prestar atención a este sistema, que de otro modo puede pasar un tanto desapercibido.

La última gran decisión de diseño que se tomó fue dividir el contenido de la exposición en dos, lo que obedece a una estrategia comercial: durante la primera parte de *Enigma Paleo* se presenta la dinámica y se utilizan las piezas de los primeros años del planeta tierra, pero cuando se llegue a la era de los dinosaurios se para. De este modo, los jugadores probarán el juego, conocerán las mecánicas y podrán acceder a algunas de las más espectaculares reconstrucciones. Esto despertará en ellos el deseo de ver más dinosaurios y se animarán a comprar la segunda parte de la aventura.

También en esta ocasión contamos con la ayuda del personal del museo para el desarrollo del juego, lo que nos permitirá escoger las piezas de mayor interés, no solo por su espectacularidad, sino también por su valor educativo e histórico.

Es interesante y relevante para esta investigación disponer de algunos de los documentos que PadaOne Games ha utilizado para el desarrollo de este videojuego. Por ello podremos

consultar el documento de diseño original en el Anexo 1, pues nos aportará una visión real de cómo se trabajó el proyecto desde la empresa.

### 5.2.2. El juego

De nuevo elegimos desarrollar un juego tipo búsqueda del tesoro. En este caso no está ambientado en la búsqueda pirata, sino que desarrolla una experiencia más próxima a la temática del museo, menos fantástica.

El objetivo del juego es acercar la vida de los investigadores que trabajan en el museo a la gente que lo visita. Para ello, el personaje principal es una investigadora que lidera un grupo de investigación. Escogemos para ella el nombre de una doctora célebre: la Dra. Anning.

Ella será la encargada de decidir quiénes forman parte de su equipo, que ya está compuesto por el ayudante Pérez (un perezoso) y Neand (un neandertal muy movido). Estos personajes nos permitirán avanzar en la trama, pero también nos harán entender que, en un grupo de investigación de un museo de ciencias se llevan a cabo tareas que nadie ve, pero son de extrema importancia.

Figura 42. Personajes del juego.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Volviendo a la trama del juego, la dinámica será la misma que en *Enigma Galdiano*: la búsqueda de obras y la consecución de fases. En este caso, no habrá ningún tesoro que debamos buscar, sino que el objetivo será entrar a formar parte del grupo de paleontólogos de la Dra. Anning. Por tanto, el jugador será el candidato para ocupar el puesto de ayudante. La doctora le propondrá algunas pruebas que deberá resolver para formar parte del equipo y, además, deberá ganarse la simpatía de Pérez y Neand (Figura 42).

La herramienta principal de jugador será la Paleolupa, la cámara de nuestro dispositivo que nos permitirá reconocer las obras. A diferencia del juego anterior, *Enigma Paleo* dispondrá de pruebas claras con pistas detalladas y una hora de vitrina<sup>84</sup> en la que buscar, ya que no habrá soporte físico al que recurrir.

En este caso, para saltar una fase si el jugador no encuentra la pieza que está buscando, podrá rendirse y prescindir de los puntos que le otorgaría hallar la pieza en cuestión.

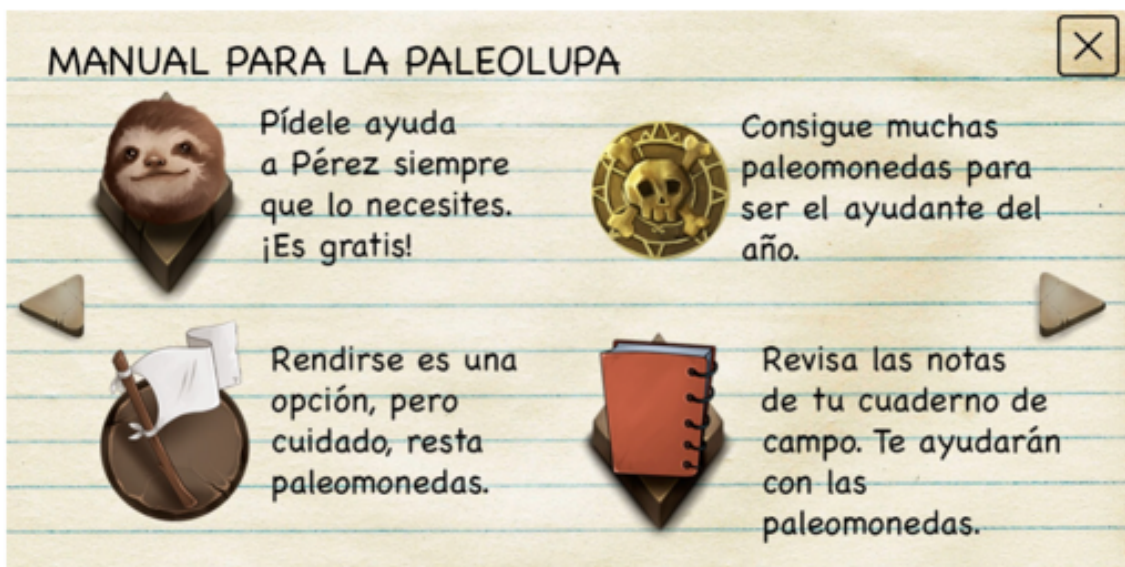
En esta nueva aventura se establece un inicio pautado del uso del dispositivo. Los jugadores aprenderán a utilizar la Paleolupa buscando un cartel en el que aparece Pérez y que está situado a la entrada del ala de Paleontología del MNCN. De este modo, aprenderán que, si apuntan con el móvil, detectarán el objeto sin necesidad de códigos, con la certeza de estar apuntando al cartel correcto.

Después de esta primera búsqueda pautada, se abrirá la primera página del *Diario de campo*. Esta figura, que será de gran relevancia durante todo el juego, se explicará más adelante. Lo relevante en este caso es recalcar que en esta primera pantalla se presentarán algunos de los sistemas de juegos a modo de tutorial. Veámoslo en la Figura 43:

---

<sup>84</sup> Las horas de las vitrinas hacen referencia a un símil que utiliza el museo para explicar el paso del tiempo en la tierra, transformando los años en horas del día.

Figura 43. Manual para la Paleolupa.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

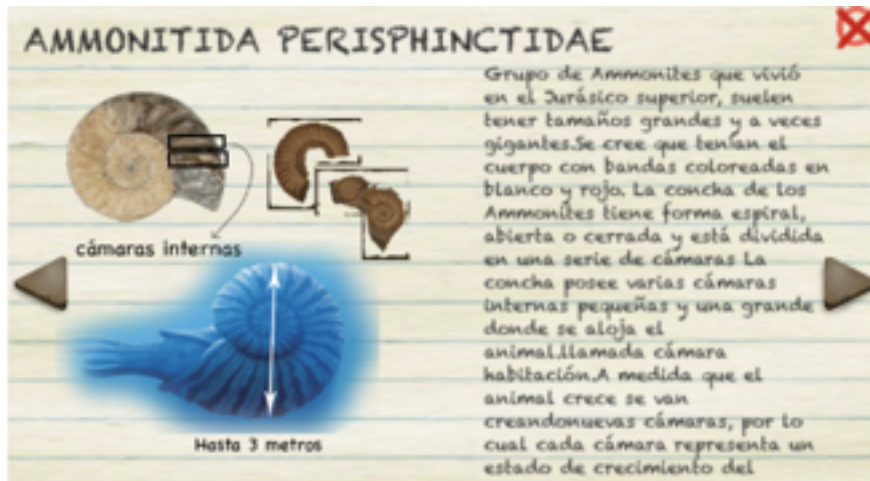
La primera fase que se despliega en esta parte de *Enigma Paleo* es una búsqueda múltiple sin orden estricto, lo que quiere decir que a los jugadores se les propone que encuentren en el museo una *Brachiopoda strophonema*, un *Calamopora spongites* y una *Ammonitida ammonitina perisphinctidae*. En todo momento, los jugadores pueden acceder a la pantalla de ayuda pulsando sobre el perezoso que se encuentra en la parte inferior derecha de la pantalla y que les recordará los nombres de los objetos que están buscando.

Además, y solo en esta búsqueda, se ofrecerán a los jugadores unas pistas visuales: las siluetas de las piezas que están buscando. Con esta poca información, accederán a la exposición y tratarán de encontrar las tres obras que les ha indicado la doctora como primera prueba para acceder al puesto de ayudante. Una vez logrado el reto, las piezas emergerán del dispositivo y se creará una página del *Diario de campo*.

El *Diario de campo* es una herramienta nueva que simula parte del trabajo de los paleontólogos. Cuando estos van de expedición, llevan un cuaderno de campo para tomar nota de los eventos relevantes que tienen lugar en la misma. En esta aventura, el *Diario de campo* digital suplirá esta función. Las páginas de este irán apareciendo conforme vayan encontrando las piezas que se buscan.

En estas páginas se encontrarán datos e información de las piezas que, de otra manera, sería imposible conseguir. Los datos pretenden llamar la atención del jugador y hacerle comprender que, detrás de cada pieza, hay conocimiento por descubrir. Para ello tendrán una parte escrita con los datos y otra con dibujos y anotaciones. Podemos observar una de estas páginas a continuación:

Figura 44. Página del *Diario de campo*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez contemplada la página, el jugador podrá cerrarla y seguir con otra fase. No obstante, esta también perseguirá el mismo objetivo que la anterior. Tratando de despertar la curiosidad científica del jugador, la siguiente parte de esta fase es un *quiz*.

La pantalla de *quiz* la podemos ver en la Figura 45. Plantea una pregunta y cuatro posibles respuestas. La información para responder a dicha pregunta se encuentra en la página del diario que acabamos de desbloquear. El diario está disponible para el usuario casi en todo momento y, por supuesto, durante el *quiz*.

Pese a que el *quiz* dispone de un tiempo de 30 segundos para resolverse, este se detiene cuando el jugador accede al *Diario de campo*, situado en la parte superior izquierda de la pantalla del *quiz*. El motivo de que el tiempo se detenga cuando el jugador accede al *Diario de campo* es para darle tiempo a leer la información que puede ser relevante y que en él aparece. De esta manera, el jugador no sentirá la presión de tiempo y podrá buscar la respuesta a la pregunta del *quiz*.

Figura 45. Pantalla del *quiz*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Toda la información para resolver las preguntas se encuentra en las páginas del diario. Normalmente, la cuestión que se lanza está directamente relacionada con la última página descubierta del *Diario de campo*.

Otra de las características de las preguntas del *quiz* es que, por lo menos una de las respuestas que se ofrecen, pretende ser graciosa. Esto permite descartarla de entrada y suele despertar la risa en los jugadores. Las preguntas y respuestas para este juego son tres:

**1. ¿Cuánto puede llegar a medir una *Ammonitida perisphinctidae*?**

- a) Más o menos, el tamaño de un pie, 30 cm.
- b) Como una persona adulta, 1,80 m.
- c) El tamaño de un elefante macho, 3 m. (Esta es la respuesta correcta).
- d) 30 m. En realidad es un dinosaurio disfrazado.

**2. ¿De qué cambia un *Sparnodus* a lo largo de su vida?**

- a) De domicilio, constantemente.
- b) De afiliación política.
- c) De tamaño: puede inflarse y desinflarse a su antojo.
- d) De sexo, es hermafrodita. (Esta es la respuesta correcta).

### 3. Los ictiosaurios...

- a) Eran carnívoros. (Esta es la respuesta correcta).
- b) Tenían branquias para respirar.
- c) Ponían huevos, como los reptiles.
- d) Eran herbívoros, como los reptiles.

La correcta resolución de las preguntas aportará puntuación extra al jugador. Basándose en ella, al final se otorgará a cada jugador un estatus, pero no solo se consigue mediante la resolución de las preguntas del *quiz*. También se logra al encontrar piezas, resolver puzles y realizar todos los minijuegos.

Si, por el contrario, el jugador responde de forma incorrecta a la pregunta, no sumará puntos, se le mostrará la respuesta correcta y continuará avanzando en el juego. Lo mismo ocurrirá si deja que se consuma el tiempo estipulado para responder. Cuando se quede sin tiempo, se mostrará al jugador cuál era la respuesta correcta, no sumarán puntos y el juego avanzará a la siguiente fase.

A continuación accederemos a la tercera fase de *Enigma Paleo*. Esta vez se buscarán las “Huellas de locomoción”. Esta pieza es de gran tamaño y está situada bajo un gran panel que muestra cómo era la vida en el Paleozoico (Figura 46). Esta etapa de la evolución humana se desarrolló sobre todo en el medio acuático. Por eso, animados por el personal del museo, decidimos hacer una recreación virtual de la misma. De esta manera, será más sencillo para el visitante comprender que todos los fósiles expuestos en esta área de la exposición corresponden a una etapa prehistórica en la que la vida se desarrollaba bajo el mar.

Figura 46. Panel del fondo marino del Paleozoico.



Fuente: MNCN.

Para la búsqueda de las “Huellas de locomoción” no se ofrecerá la figura sombreada, lo que la dificultará un poco. Una vez hayamos apuntado con el dispositivo a la pieza que estábamos buscando, aparecerá la reconstrucción 360°. Nada más abrirse, emergerá un cartel: “ENCUENTRA LOS TRILOBITES”.

Figura 47. Recreación del fondo marino del Paleozoico.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La navegación por la pantalla 360° dependerá de la calidad del dispositivo que se esté manejando. En caso de disponer de una tableta o teléfono móvil con giróscopo, será posible navegar por la recreación virtual haciendo uso del mismo. Por el contrario,

aparecerá un *joystick* digital en la parte inferior derecha de la pantalla que deberá pulsarse hacia el lado al que se desea desplazarse, como podemos ver en la Figura 47.

Los trilobites fueron los primeros artrópodos en tener exoesqueleto. En la recreación 360° se les puede ver corretear por el fondo marino del mesozoico mientras los amonites nadan. En caso de no poder encontrarlos, se puede salir de la recreación 360° pulsando la bandera de rendirse. Antes de que el jugador se rinda, el juego comprobará que no quiere encontrar los trilobites. Para ello le dará el nombre de la pieza una vez más por si eso le anima a reemprender la búsqueda. Si se avanza sin haberlos encontrado, no se obtendrán los puntos que corresponden a esta fase. Y al contrario, si se hace clic sobre ellos, habrá un *zoom* corto para que podamos apreciarlos mejor y se añadirán los puntos pertinentes. En ambos casos, se abrirá la página del diario que hace referencia a los trilobites. Podemos verla en la Figura 48:

Figura 48. Página del *Diario de campo* de los trilobites.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

El *quiz* que aparece a continuación es quizás uno de los más difíciles del juego, ya que no hace referencia a la última página del diario que se ha desbloqueado, sino a una de las anteriores de búsqueda múltiple: la de la *Ammonitida ammonitina perispinctidae*.

Eso significa que el jugador tendrá que navegar en el cuaderno de campo e ir para atrás hasta encontrar esa página, extraer la información y volver al *quiz* para responder a la

pregunta de forma correcta. Si todo este proceso no se da, entonces el jugador deberá recordar la información que leyó en la fase anterior para contestar correctamente.

Como siempre, se podrá avanzar dejando pasar el tiempo o respondiendo de manera incorrecta. En ese caso avanzará por la aventura, pero no se le añadirán los puntos correspondientes.

Después debemos encontrar la siguiente pieza: el panel que muestra la “Conquista de la Tierra” (Figura 49). Es el siguiente paso en la evolución de la vida en la Tierra. En lugar de plantear una reconstrucción, será una prueba de habilidad un tanto novedosa. Se utilizará la conocida tecnología de la RA para añadir una *Meganeura* (una libélula gigante parecida a la que se encuentra posada en el cartel) que se desplazará por el panel.

Figura 49. Panel de la “Conquista de la Tierra”.



Fuente: MNCN.

El jugador deberá atrapar la *Meganeura*, que tratará de esconderse tras algunos árboles. En esta fase no es posible rendirse. La *Meganeura* continuará proyectándose en la pantalla siempre que se enfoque al panel “Conquista de la Tierra”. Solo se avanzará cuando el jugador capture la *Meganeura*. Esto puede confundirlo un poco, ya que se trata de una nueva mecánica sin posibilidad de rendirse, como veremos más adelante.

Una vez transcurrida la caza, el ayudante Pérez nos introducirá la siguiente tarea: buscar ciertas piezas y empaquetarlas para su envío a otro museo. De nuevo, esta actividad

pretende abrir los ojos del visitante a algunas de las tareas de los paleontólogos que trabajan en el museo. El préstamo de piezas entre museos es común, y el traslado de las piezas suele ser un proceso de gran complejidad.

Por tanto, el jugador deberá buscar *Pteridospermales*, un fósil de hojas con semillas que se encuentra en una vitrina. Una vez hallado, tras su reconocimiento, comenzará la fase de empaquetado, ya que tendrá que enviarla a otro museo. Como podemos apreciar en la Figura 50, para su desarrollo aparecerá una caja en la parte izquierda de la pantalla y unas piezas con fósiles en la derecha. Como siempre, contará con el ayudante Pérez, abajo a la derecha, para preguntarle qué debe hacer y rendirse en caso de que la colocación se le complique.

Figura 50. Empaquetado de *Pteridospermales*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Este puzle tiene una sola resolución. No hay opción de colocar las piezas de más de una manera y que quepan en la caja. Poner una pieza en un sitio concreto no implica que ese sea su lugar, ya que siempre que tenga espacio para colocarla podrá situar la pieza y esta se quedará ahí. Si trata de colocarla fuera de la caja o sobre otra pieza, volverá a su lugar de origen.

El sistema de traslado de piezas es intuitivo: coloca el dedo sobre las mismas y las arrastra por la pantalla hasta el que piensa que es su lugar. Una vez completado el puzle o tras el abandono de la prueba, la aventura continuará.

Automáticamente se descubrirá una nueva página del diario, la que hace referencia a las *Pteridospermales* (Figura 51). De esta manera el jugador comprenderá cómo eran estas plantas antes de quedar petrificadas y convertirse en fósiles.

Figura 51. Hoja del *Diario de campo* de los *Pteridospermales*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La siguiente pieza que tendrán que encontrar también será enviada a otro museo, por eso deberá ser empaquetada. Se trata del *Sparnodus elongatus*, un pez prehistórico que se conserva casi a la perfección en uno de los fósiles del museo (Figura 52).

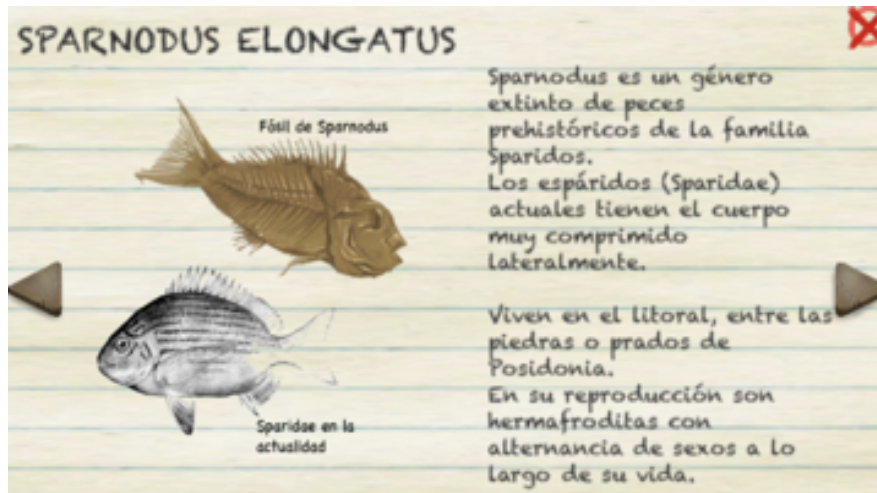
Figura 52. Empaquetado del *Sparnodus elongatus*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez colocadas las piezas de la manera pertinente para que todas quepan en la caja, al igual que en la fase anterior, se desvelará una nueva página del diario que corresponde a esta pieza (Figura 53).

Figura 53. Página del diario de campo del *Sparnodus elongatus*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Esta vez, la página precederá a una pregunta de *quiz*. Como pudimos ver al inicio de este apartado, se le preguntará al jugador de qué cambia el *Sparnodus* a lo largo de su vida. Como es habitual, la respuesta se encuentra en el *Diario de campo*. Cambiando el contenido de las preguntas, esta fase lucirá como mostramos en la Figura 45.

Una vez finalizado el *quiz*, comenzará la siguiente búsqueda. La pieza a la que nos guiará el ayudante Pérez es una de las más significativas del museo. Se trata de un ictiosaurio que presenta una cría en su interior. Este fósil ha sido clave en la historia porque permitió a los científicos comprender que la gestación de los ictiosaurios era vivípara. Estos reptiles ya extintos lucían como delfines y vivían bajo el agua, aunque necesitaban salir a respirar a la superficie.

Es muy importante la aparición de fósiles como el que estamos buscando porque en ellos se percibe claramente al ictiosaurio y a su cría en el interior. Para esta fase, una vez reconocida la pieza con el dispositivo, se ha desarrollado otro tipo de puzle, una

reconstrucción. Como podemos apreciar en la Figura 54, las piezas aparecen a la derecha y el modelo está a la izquierda.

La primera dinámica es similar a la de las cajas: se cogen las piezas presionando con el dedo y se emplazan en la posición correcta en el apartado de la izquierda. A diferencia de la dinámica de las cajas, cuando la pieza se suelta en la parte izquierda de la pantalla y no está bien emplazada, aparece una cruz roja que indica que se ha errado en su colocación.

En este caso, el minijuego se aprovechará del lugar físico que ocupa el jugador en el museo, ya que la figura que se debe reconstruir se basa en el fósil que el jugador acaba de encontrar. De esta manera, podrá utilizarlo como guía para adivinar en qué posición deben de colocarse los huesos que faltan.

Figura 54. Reconstrucción del ictiosaurio.

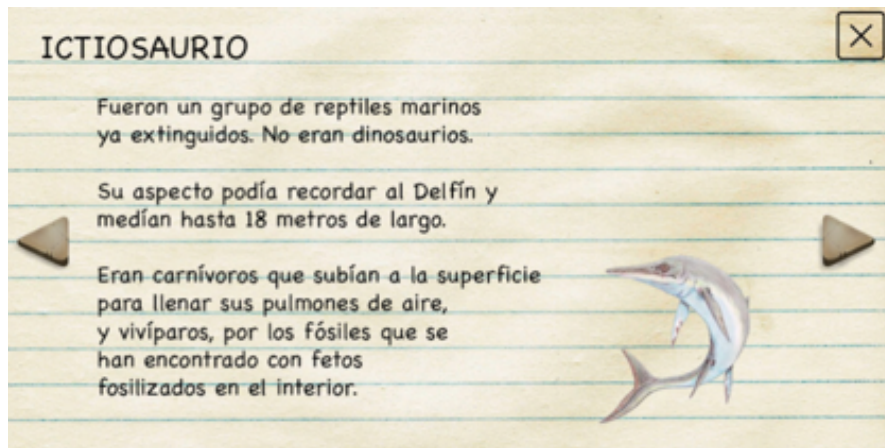


Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez situados los huesos en la posición adecuada, aparecerán unas flechas que indicarán la posibilidad de rotación. Entonces el jugador deberá utilizar un dedo para rotar la pieza hasta que encaje en la reconstrucción del esqueleto. Solo en ese momento podrá desplazar la siguiente pieza al lugar correspondiente.

Una vez completada la reconstrucción con las cuatro piezas situadas a la derecha, el jugador podrá avanzar a la siguiente pantalla dónde, como es habitual, dispondrá de toda la información sobre el esqueleto que acaba de reconstruir. Podemos ver la página del *Diario de campo* en la Figura 55.

Figura 55. Página del *Diario de campo* del ictiosaurio.

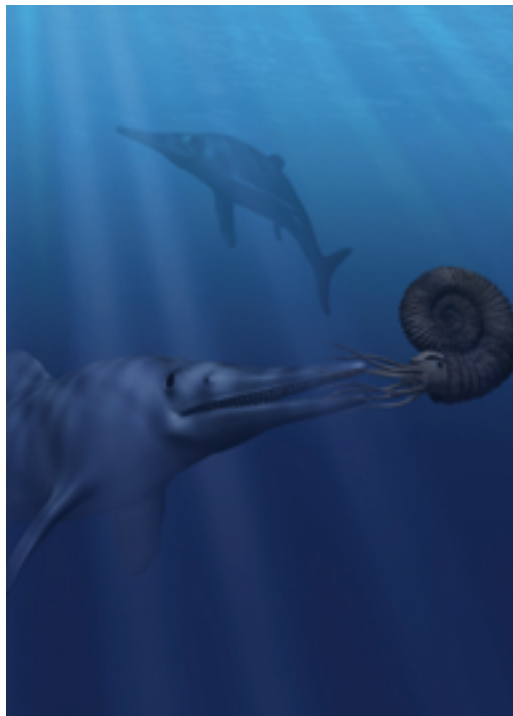


Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Por primera vez en el juego, y debido a la gran importancia de la pieza seleccionada, la siguiente fase también girará en torno a la figura del ictiosaurio. Para que el jugador sea capaz de relacionar el fósil con una criatura viviente, se decidió hacer una reconstrucción 360° en la que se animará al ictiosaurio.

La siguiente búsqueda animará al jugador a volver sobre sus pasos y encontrar el panel del ictiosaurio. Esta búsqueda debería ser más sencilla que otras, puesto que la pieza buscada no es nueva para el jugador. Ha trabajado con ella durante la fase anterior y ha visto su reconstrucción en la última página del diario que ha destapado. En este momento, el jugador tendrá acceso al diario de campo, por si le interesase recordar cómo es el ictiosaurio.

Figura 56. Mural del ictiosaurio.



Fuente: MNCN.

Como podemos apreciar en la Figura 56, se trata de nuevo de un entorno marino. Cuando el jugador apunte con su dispositivo a este panel, será como si la imagen cobrase vida y los ictiosaurios que en él aparecen comenzasen a moverse por el espacio. De nuevo la navegación por el fondo marino se hará a través del giróscopo o del *joystick* digital de la parte inferior derecha de la pantalla en caso de que el dispositivo móvil que maneje el jugador no disponga de giróscopo.

La última parte de esta fase final será un cuestionario con una pregunta sobre el ictiosaurio. La correcta resolución de la misma otorgará al jugador las últimas paleomonedas, pues este es el simpático nombre que se otorga a los puntos que los jugadores van recogiendo a lo largo del juego, que podrá conseguir antes de que la Dra. Anning dé su veredicto.

Las fases han terminado. Ya no hay más minijuegos, pero los personajes quieren despedirse del jugador, y para ello se ha preparado una divertida despedida con el recuento de las paleomonedas recogidas. Si el jugador ha recogido pocas, se le otorgará el título de Ayudante Principiante, pues solo ha conseguido un puñadito de monedas. Si

el número ha sido considerable, se considerará que ha logrado el título de Ayudante Pedante, debido a la cantidad de monedas que posee. Finalmente, si ha jugado todas las fases si errar ni una, se considerará que ha recogido un buen montón de paleomonedas y su título será el de Brillante Ayudante. Finalmente, la Dra. Anning nos recordará que en el museo hay muchos más enigmas por descubrir.

Es el final del juego, pero llegados a este punto no se para la aplicación. Para maximizar el número de evaluaciones al final del juego, esta se abre automáticamente cuando acaba la aventura. De este modo evitamos posibles errores. En el siguiente apartado hablaremos largo y tendido de las evaluaciones que llevamos a cabo sobre este juego.

### 5.2.3. La evaluación

Una vez concluida la primera parte de *Enigma Paleo*, decidimos profundizar en la idea que había surgido tras la primera evaluación de *Enigma Galdiano* sobre la posibilidad de descubrir patrones de juego en las primeras etapas de este, de manera que se pudiese personalizar en función de las preferencias de los jugadores.

Pensando en la posibilidad de desarrollar un juego que se adaptase de manera automática, se establecieron dos variables que debían observarse: la preferencia de los usuarios por algunos minijuegos y la capacidad de aprendizaje.

Para esta primera evaluación se pasó un cuestionario de satisfacción para detectar los grupos de jugadores que se habían establecido antes. Con esta finalidad, se procedió a evaluarles mediante un cuestionario de satisfacción con las afirmaciones que mostramos a continuación:

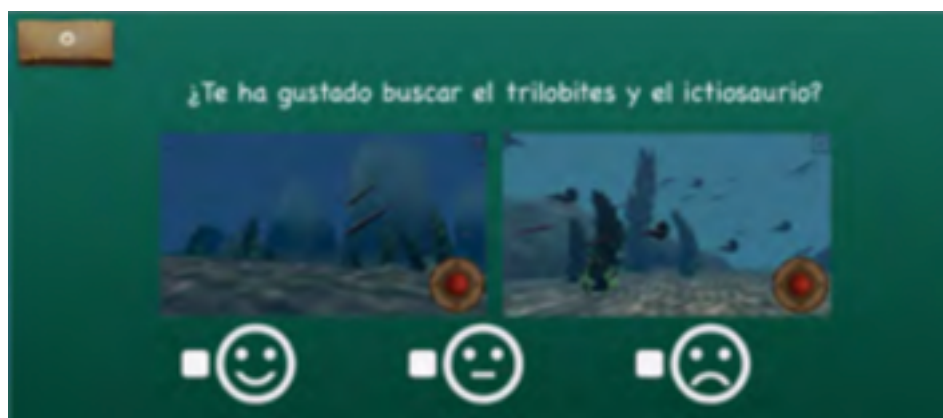
- Te ha gustado buscar con la Paleolupa.
- Te ha gustado hacer los puzles de empaquetado.
- Te ha gustado reconstruir los esqueletos.
- Te ha gustado cazar la *Meganeura*.
- Te ha gustado buscar el trilobites y el ictiosaurio.

Cada afirmación iba acompañada de una o varias imágenes que ilustraban la prueba a la que se hacía referencia. De esta manera, se pretendía animar al niño a recordar sobre qué minijuego se le estaba preguntando.

Además, para facilitar la respuesta, no se utilizó una escala Likert, sino que se planteó una sencilla escala de tres caras: sonriente, neutra y triste. Pese a que los resultados no podrán tratarse como continuos, esta escala es una buena solución cuando se pide la opinión de niños de estas edades, porque facilita la respuesta y evita confusiones.

En la Figura 57 podemos observar qué aspecto tienen los cuestionarios de satisfacción.

Figura 57. Cuestionario de satisfacción posjuego.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

### **Evaluación tentativa, con n pequeño**

Tras esta primera observación se escribió la comunicación “Hacia la personalización de las aventuras culturales” (González Calero , Quiroga, Camps-Ortueta y Gómez-Martín, 2018). En ella se detalla minuciosamente la evaluación que se hizo del juego y así la presentamos a continuación.

Los grupos de niños y niñas que completan a la vez la aventura constan de diez a catorce participantes que juegan hasta el final sin límite de tiempo. La actividad se desarrolla en la parte del museo que alberga las piezas seleccionadas. Pese a que no hay distracciones propias del museo —puesto que los experimentos se llevan a cabo cuando este está cerrado al público—, los sujetos pueden verse afectados por el desempeño de sus

compañeros u otros niños que se encuentran en el museo, pero realizando otras actividades, así como por las madres o padres voluntarios que los acompañan o los educadores del museo. Esta vulnerabilidad a la distracción se verá reflejada en los tiempos que emplean para resolver las actividades del juego.

La muestra está formada por treinta sujetos con media de edad 9,4 años (diecisiete sujetos de 9 años y trece de 10 años). De la totalidad de los sujetos, catorce son chicos y dieciséis, chicas. Se trata de una muestra homogénea, puesto que todos acuden al mismo colegio donde cursan cuarto de primaria.

Todos los niños usaron, de manera individual, una tableta (Lenovo Tab3 10 Plus). Los datos se han recogido automáticamente instrumentalizando el juego con medidas del tiempo empleado en realizar cada una de las pruebas así como el resultado obtenido en ellas. Para ello, la aplicación se apoya en la conectividad de las tabletas del museo, que tienen acceso a internet a través de Eduroam.

Eduroam (EDUcation ROAMing) es un servicio de *roaming* para investigadores, profesores y estudiantes que les proporciona acceso a internet cuando están en instituciones diferentes a las suyas.

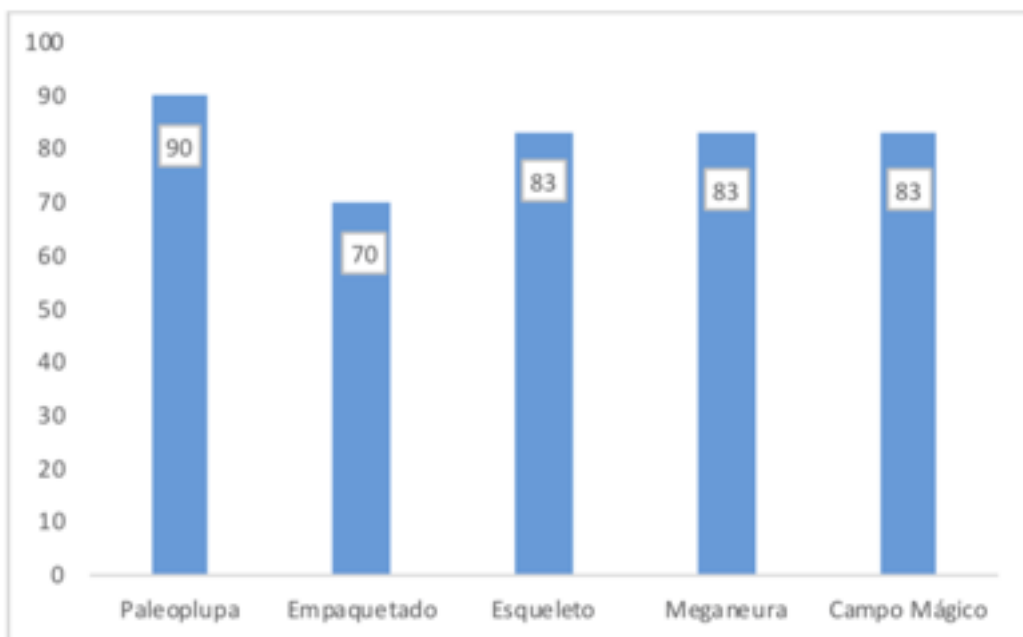
El motor de ejecución de la aplicación está jerarquizado de modo que, por ejemplo, cuando se abre el juego se pone en marcha una aventura, que lanza, de manera secuencial, pruebas que cargan, en orden, fases (por ejemplo, primero la búsqueda con la Paleolupa y luego el escenario 360°). Esa jerarquía se mantiene en la recogida de datos, de tal forma que se almacena una secuencia de métricas de cada prueba y para cada una se guardan los datos de sus etapas. Toda la información se almacena internamente durante la ejecución, se serializa en formato JavaScript Object Notation (JSON) y se envía a un servidor.

JSON es un formato de intercambio de información jerárquica ligero, fácil de leer y de escribir por humanos y a la vez sencillo de interpretar y generar de forma automática. La aplicación del servidor, desarrollada en Node.js, almacena todas las métricas recibidas, enriqueciéndolas con información adicional, como la marca de tiempo. Los datos crudos recopilados son procesados posteriormente para aplanarlos y reestructurarlos como un archivo.csv de acuerdo con las necesidades particulares de las medidas experimentales.

Los resultados de este primer experimento fueron alentadores, ya que mostraban, de forma muy tentativa, algunos resultados. No obstante, solo podían ser analizados más allá de las pruebas descriptivas debido al limitado número de participantes del que disponíamos.

La satisfacción era una de las variables que más nos interesa analizar. Esta variable contaba con tres valores, pero la hemos dicotomizado para ganar potencia. Se agrupan de la siguiente manera: “Me ha gustado” (carita sonriente) y “No me ha gustado” (carita triste y neutra). Tratamos de recoger la satisfacción de los usuarios preguntando por cada tipo de prueba que realizamos. Los resultados se presentan en la Figura 58, donde se muestra el porcentaje de niños que ha seleccionado “carita sonriente” para cada una de las herramientas.

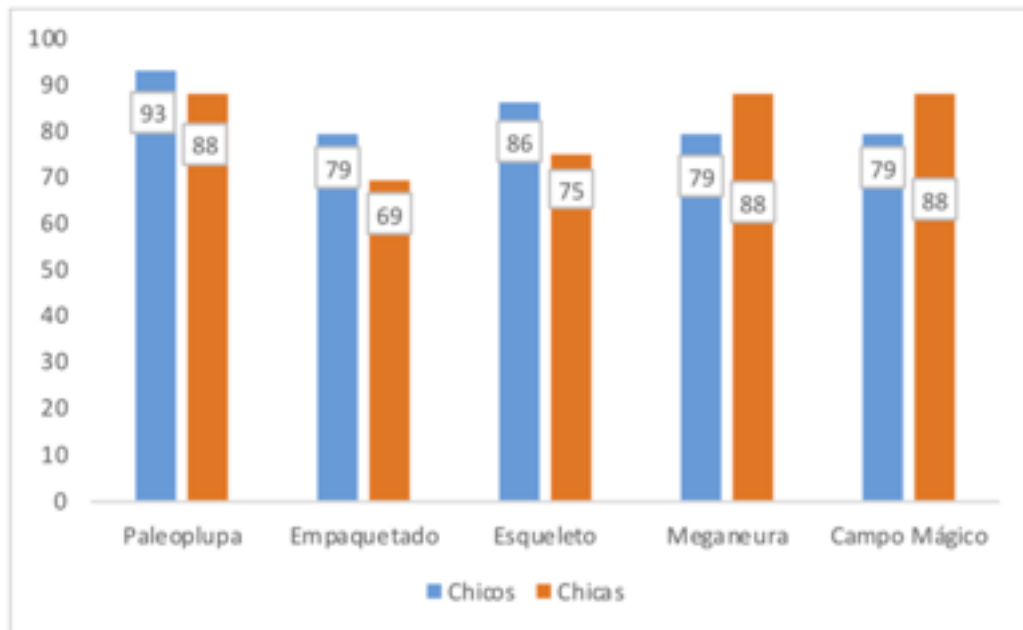
Figura 58. Porcentaje de satisfacción en cada prueba.



Fuente: González Calero, P. *et al.*, 2018.

Además de estas valoraciones generales se plantearon otras que pretendían dilucidar posibles personalizaciones según otros criterios, como las preferencias por sexo, de las que podemos observar los resultados en la Figura 59.

Figura 59. Porcentaje de satisfacción de cada tipo de prueba por sexo.



Fuente: González Calero, P. *et al.*, 2018.

Aunque las diferencias observadas no son estadísticamente significativas, la tendencia muestra que a los niños les gusta más la Paleolupa, el empaquetado y los esqueletos, mientras que las niñas prefieren las actividades *Meganeura* y Campo mágico. Este diferente patrón de satisfacción entre niños y niñas muestra que a ellos les gustan más las actividades instrumentales mientras que ellas prefieren las actividades expresivas.

La satisfacción con el juego puede variar también según la edad. Pese a que nuestra muestra es bastante homogénea (9-10 años), hemos analizado si se observa algún patrón diferente entre los niños de 9 años y los de 10. Para ello, de nuevo realizamos análisis descriptivos de tablas cruzadas, y los resultados, sin ser estadísticamente significativos, apuntan hacia una dirección: a los niños de 9 años les resultan más atractivos los juegos de menor complejidad y que más se repiten, como la Paleolupa, que obtiene un 94 % de aceptación frente al 85 % que consigue entre los niños de 10 años; o los Campos mágicos, que obtienen un 94 % entre los de 9 años frente a un 69 % entre los de 10. Sin embargo, las pruebas con mayor dificultad, como es la reconstrucción de los esqueletos, que implican colocación y rotación de las piezas, gustan más entre los niños de 10 años (85 %

frente al 76 %). Estos datos apuntan a la necesidad de valorar la dificultad por edad para que puedan configurarse combinaciones de juegos adecuados a cada una.

Otros aspectos interesantes que pueden influir en la satisfacción son tener la posibilidad de rendirse o de consultar la ayuda. En el primer caso, ninguno de los jugadores que consiguió completar el juego se rindió. Esto da a entender que rendirse es una acción no deseada que generaría insatisfacción, ya que en algunos casos el jugador estuvo más de 20 minutos buscando el fósil, hasta que lo encontró.

En el caso de la ayuda, dicotomizamos la variable “número de veces que se consulta la ayuda”, transformándola en “se consulta” o “no se consulta”. Este análisis solo puede realizarse en los problemas de búsqueda visual guiada verbalmente usando la Paleolupa. En general, los niños han utilizado mucho las ayudas: 51 % en la segunda y tercera búsquedas, 78 % en la cuarta, 67 % en la quinta, 63 % en la sexta, 57 % en la séptima y 74 % en la octava.

Al relacionar la satisfacción global con el uso de ayudas a lo largo del juego, los resultados muestran que, de los veintisiete niños que puntuaron con un “Me gusta mucho” la aplicación, la mitad (51 %) utilizaron ayudas en algún momento. Esto indica que el uso de la ayuda se integra como parte del juego y no parece influir en la satisfacción de los usuarios. Por tanto, da a entender que la satisfacción no está relacionada de forma inversa con el uso de la ayuda. No obstante, de nuevo hemos de ser cautos, dado el reducido tamaño muestral analizado.

Es importante destacar que, durante esta primera evaluación, hubo una parte del juego que no existía, la que engloba el contenido educativo. Por tanto, la aplicación solo comprendía las búsquedas y los minijuegos. No tenía *Diario de campo* ni preguntas del *quiz*. La satisfacción del jugador que se mide y se refleja solo está relacionada con el disfrute, excluyendo la parte educativa.

## Segunda evaluación

Tras la primera evaluación, se preparó una segunda en la que pretendía aumentarse el número de participantes. Además, en esta se añadirían algunas mecánicas menos lúdicas y más educativas (los *quiz* y las páginas del *Diario de campo*).

Esta decisión está directamente ligada a la colaboración entre la empresa y el museo. Será fruto de *Enigma Paleo* que el personal del museo muestre interés por incluir el juego digital en sus mecánicas habituales de visita. Para ello, deberá incluir un mayor contenido educativo y de este modo se decidirá añadir las dinámicas de *Diario de campo* y *quiz*.

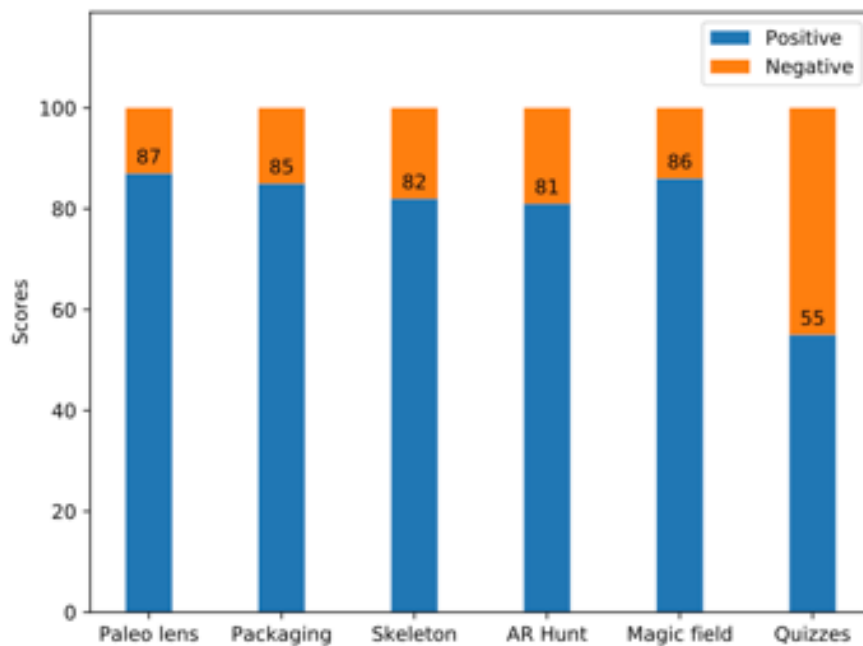
Al desarrollar juegos educativos, a menudo nos enfrentamos al problema de encontrar el diseño correcto para que las actividades de aprendizaje sean tan intrínsecas a la mecánica del juego como sea posible.

Sin embargo, en muchos casos no es posible integrar completamente el contenido de aprendizaje, lo que resulta en el conocido diseño del juego “Brócoli cubierto de chocolate”. El objetivo es determinar una selección personalizada de las mecánicas para que la parte lúdica puede mejorar la satisfacción del usuario y, por lo tanto, hacer más agradable toda la experiencia de aprendizaje, sin suprimir las mecánicas de juego. El primer paso es obtener un modelo de las preferencias de las mecánicas de juego para un tipo de usuario concreto.

Utilizando el juego descrito en el apartado 5.2.2., esta vez completo, un total de 213 niños participaron en la evaluación. Varios no terminaron el juego ( $N = 28$ , el 13 %) y de los 185 restantes un 20 % adicional ( $N = 36$ ) estaba fuera del rango de edad establecido. Por lo tanto, los resultados se refieren a una muestra de 149 sujetos, en el rango de edad de 8 a 12 años ( $M = 9,60$ ,  $SD = 1,17$ ). De estos, 73 eran niños y 76, niñas.

La satisfacción media es de nuevo superior al 80 %, como se muestra en la Figura 60, excepto por la mecánica de aprendizaje adicional: los *quiz*.

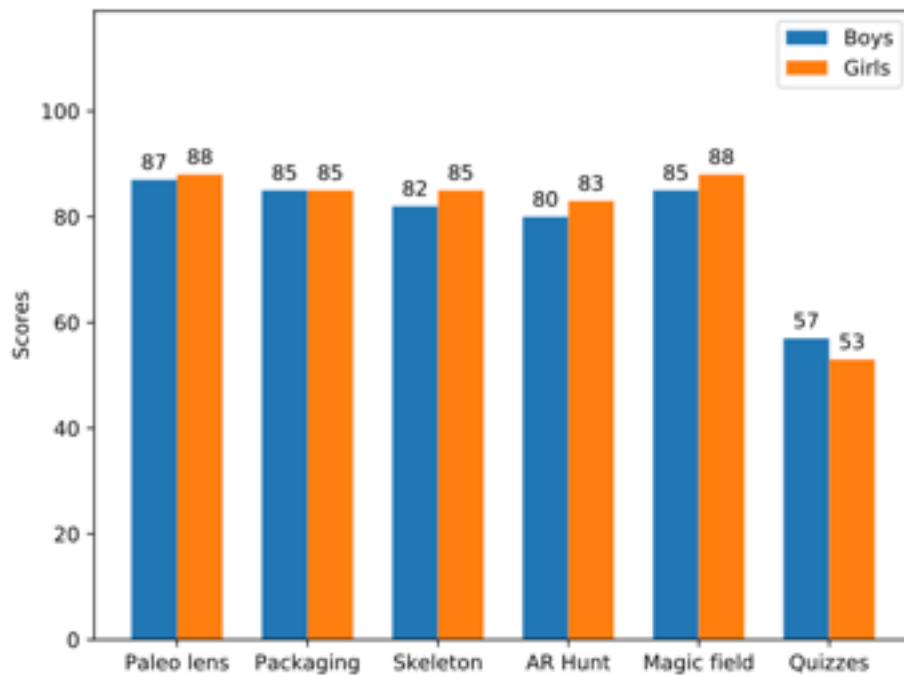
Figura 60. Porcentaje de satisfacción según las mecánicas de juego.



Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019).

En cuanto a la intuición que se planteó en la anterior evaluación sobre la diferencia de gustos entre chicos y chicas, podemos observar que estas diferencias alcanzan, a lo sumo, 3 puntos porcentuales, o 4 en el caso de los *quiz*, lo que no introduce ninguna diferencia significativa.

Figura 61. Diferencias porcentuales en mecánicas por género.



Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019)

Una vez más, tratamos de dilucidar si, según la edad, las preferencias por los minijuegos cambiaban sustancialmente, como se había podido intuir en la evaluación anterior. De nuevo, como podemos observar en la Tabla 10, esta intuición queda refutada, pues las diferencias no son significativas al someterlas al Chi cuadrado de Pearson.

Tabla 10. Test de Chi cuadrado de Pearson sobre las preferencias por edades.

	8y		9y		10y		11-12y		$\chi^2$	P
	pos	neg	pos	neg	pos	neg	pos	neg		
Paleo lens	10	3	33	2	43	9	23	2	4.26	.23
Packaging	11	2	29	6	45	7	21	4	0.24	.97
Skeleton	9	4	31	4	43	9	21	4	2.56	.46
AR Hunt	10	3	31	4	41	11	20	5	1.63	.65
Magic field	10	3	31	3	44	8	23	2	2.52	.47
Quizzes	4	9	20	15	29	23	16	9	3.98	.26

Fuente: Camps-Ortueta *et al.* (2019).

Por tanto, las intuiciones que se establecieron en una primera evaluación quedan descartadas al aumentar la  $n$ . No obstante, y es importante recalcarlo, haber añadido una nueva dinámica puede haber influido en el resultado, sobre todo cuando esta dinámica está afectando, de manera negativa, a la satisfacción de los jugadores con la experiencia. Cabe la posibilidad de que la pequeña diferencia de gustos se vea eclipsada por un rechazo general hacia la dinámica educativa.

Al margen de esta tesis, la información se encuentra más desarrollada en la comunicación al congreso ICEC-IFIP de 2019, “*Measuring Preferences in Game Mechanics: Towards Personalized Chocolate-Covered Broccoli*” (Camps-Ortueta *et al.*, 2019).

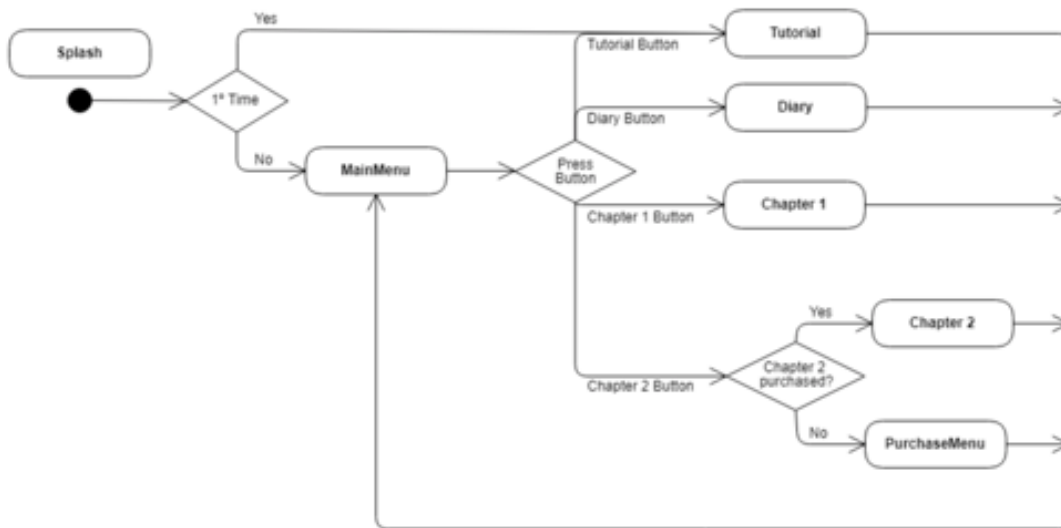
#### **5.2.4. Decisiones comerciales**

Es importante comprender que esta evaluación se lleva a cabo al amparo de la actividad comercial de PadaOne Games. Por tanto, en algunos puntos pueden surgir conflictos de interés entre las acciones comerciales que se desean realizar y los rumbos que requiere la investigación.

Por eso, en cierto momento del desarrollo, se deben tomar algunas decisiones. El tiempo medio que una familia pasa en un museo visitando una exposición es de aproximadamente una hora (Sandifer, 1997) y ese es el tiempo que consume la experiencia que hemos planteado hasta el momento y a la que hemos llamado *Enigma Paleo*.

Pero con esta experiencia no se ha logrado pasar por la exposición completa de la “Conquista de la Tierra”, de modo que llega el momento de tomar una decisión. Se debe reducir el contenido desarrollado, escogiendo las partes que tienen mayor aceptación entre los jugadores, para después añadir más contenido que incluya el recorrido completo por la exposición.

Para ello, desde el departamento de diseño se planteó un gráfico de flujo que determinara cómo iba a ser el juego. Se puede observar a continuación (Figura 35):

Figura 62. Gráfico de flujo del juego comercial *Enigma Paleo*.

Fuente: PadaOne Games.

Como podemos observar, el juego comprobará al abrirse si es la primera vez que se juega. Si lo es, el jugador accederá al tutorial. En caso de no ser la primera vez, le llevará directamente al menú principal. Entonces podrá elegir qué botón desea pulsar: el del diario, que abrirá el diario; el del “Capítulo 1”, que permitirá jugar ese capítulo; o el del “Capítulo 2”, que nos permitirá comprarlo en caso de que no lo tengamos o jugarlo si ya lo hemos comprado.

El menú principal, lugar al que siempre se vuelve cuando se acaba el juego o después de ver el diario, será la página que nos permitirá acceder a todos los contenidos de la aplicación.

De las fases presentadas hasta el momento en el juego, se elegirán las siguientes para esta nueva aventura:

- La búsqueda de la *Ammonitida ammonitina perisphinctidae*, pese a que en el juego anterior formaba parte de una búsqueda triple. Se decidió simplificar la estructura, ya que consumía gran parte del tiempo de los jugadores y se conservó solo la que correspondía a la *Ammonitida* porque tiene una pregunta en el *quiz*.

- La pregunta de *quiz* que corresponde a la *Ammonitida*. Tras su búsqueda, como vimos en el apartado anterior, aparece una página del diario que nos permitirá responder a la pregunta del *quiz*. Esta mecánica aporta cierto contenido al juego.
- La búsqueda de las “Huellas de locomoción”. Esta búsqueda se mantuvo para mantener la recreación del fondo marino del Paleozoico (Figura 46). La recreación ha sido bien valorada por los jugadores, ya que permite ver cómo cobran vida los trilobites, lo que cuesta mucho de imaginar solo a través de los fósiles.
- Se mantiene, una vez más, la búsqueda del mural “Conquista de la Tierra”, en el que podemos ver en primer plano una *Meganeura*. Una vez finalizada la búsqueda, se lanzará la caza de la *Meganeura*. Como ya explicamos en el apartado anterior, la cámara proyectará una *Meganeura* en RA sobre la imagen del mural, de manera que el joven explorador pueda pulsar sobre esta mientras se esconde tras los árboles del mural.
- La siguiente búsqueda es la del *Sparnodus elongatus*. Permitirá, una vez más, acceder al juego de componer la caja (Figura 52), mediante la cual el jugador deberá colocar todas las piezas de la caja en el lugar que les corresponde. Al finalizarlo, podrá acceder a la página del diario que le aportará toda la información necesaria para completar la siguiente fase.
- *Quiz* del *Sparnodus elongatus*. Aprovechando que se dispone del *quiz* y que este no incrementa un exceso el tiempo de uso de la aplicación, se ha decidido añadir esta dinámica tras la reconstrucción de la caja. Además, como ya hemos comentado, esta dinámica nos permite trasladar contenido al jugador, que podrá no solo consultarlo durante el desarrollo del juego, sino también llevárselo a casa para repararlo, si quiere.
- La búsqueda del esqueleto del ictiosaurio y su reconstrucción. Unifica y transmite la idea de que lo que se ha encontrado en el museo se refleja en el juego, pues se da gran importancia a esta pieza, que de otro modo pasa desapercibida en la exhibición debido a su localización, muy próxima a los dinosaurios. Por tanto, el interés del personal del museo por hacer especial hincapié en esta pieza influirá en la decisión de incluirla como parte de esta nueva aventura.

Estas serán las pruebas y piezas seleccionadas de la experiencia anterior, basándonos no solo en los gustos de los jugadores, sino teniendo también en cuenta el interés de los

conservadores del museo y el nuestro por ofrecer una primera parte lo más atractiva posible, a la que se le añadirán otras tres fases que describiremos a continuación.

### Fase de la búsqueda múltiple: *Rhamphorhynchus*, *Montsecosuchus*, carnotauro

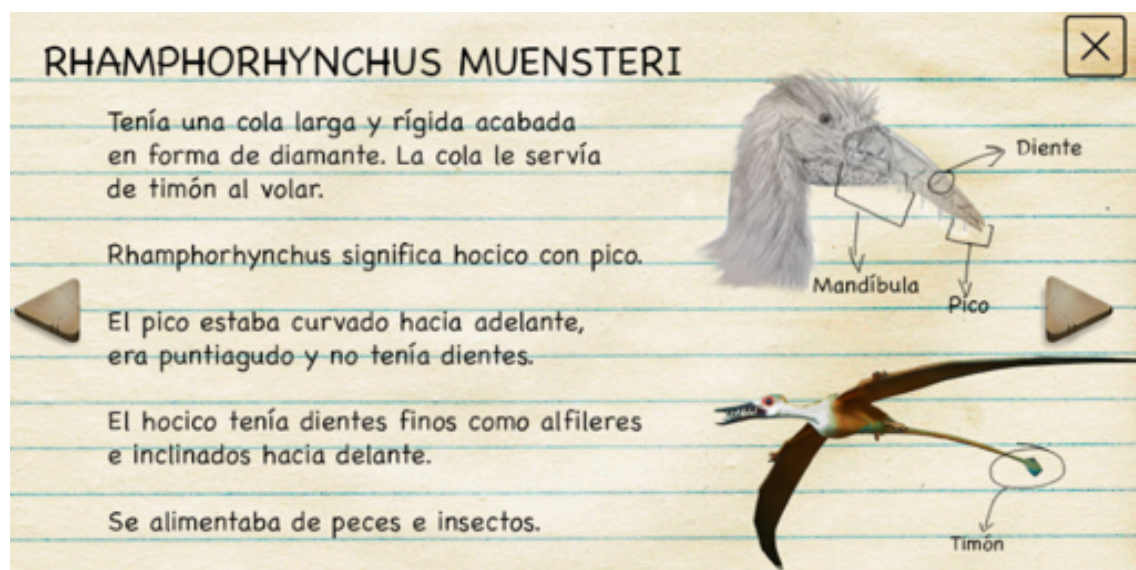
Esta fase recuerda a la primera del “Capítulo 1” antes de recortarla para hacer la versión comercial. En ella, recordemos, era posible buscar tres piezas en un orden no necesariamente lineal y obtener información de cada una mediante una página del diario.

En este caso, las piezas que se proponen para esta búsqueda múltiple son de mayor tamaño que las anteriores, y su disposición en el museo también permite una mejor integración de la búsqueda múltiple, ya que se encuentran en un cambio de sala que permite al visitante una mayor libertad de movimiento.

La intención de esta prueba es acabar con la linealidad del juego y hacer sentir al visitante que tiene la posibilidad de elegir su próximo paso, sin necesidad de seguir las pistas que va marcando el itinerario.

A diferencia de la fase planteada antes, en esta solo ofrecerá información de dos de las tres obras que se buscan: *Rhamphorhynchus* (Figura 63) y carnotauro (Figura 64).

Figura 63. Página del diario del *Rhamphorhynchus muensteri*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Figura 64. Página del diario del carnotauro.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

### **Fase de reconstrucción del carnotauro**

El deseo de todo niño que visita el MNCN es ver los huesos de los dinosaurios, una de las atracciones principales del museo. Por eso, para PadaOne Games es muy importante incluir no solo los huesos de dinosaurio en esta primera demo, sino una reconstrucción digital de los mismos. Esta no solo ilustra de manera muy realista cómo estaban recubiertos los huesos del carnotauro cuando vivía en la tierra, sino que también le da una idea de la calidad técnica de las reconstrucciones que podrá encontrarse en el juego conforme avance en la aventura.

Por tanto, la decisión de incluir esta reconstrucción permite al visitante sentir la emoción de encontrarse frente a frente con un dinosaurio, y a *Enigma Paleo* mostrar el nivel de desarrollo de su tecnología y crear una expectación frente a cómo será el resto del juego.

A diferencia de otras reconstrucciones que se muestran en el juego, esta fase no reproduce el ambiente en el que se encontraban los dinosaurios en la época, sino que emplaza al carnotauro en la sala del museo donde se encuentra el visitante. Esto genera mayor espectacularidad a la escena, ya que presencia que los huesos “cobran vida”.

Se trata de un adelanto que generará grandes expectativas y ansias por seguir avanzando y viendo los secretos que ofrece el museo.

### **Fase *quiz* final**

Debido a que las dos últimas fases versaban en torno al carnotauro, que ha generado gran expectación en el jugador, consideramos que era necesario ofrecer más información sobre este animal extinto. Para ello, se le otorgó al jugador la página del diario sobre el mismo.

Esta última fase solo pretende hacer hincapié en la misma y recordar al jugador que visitar el museo puede ser divertido e instructivo a la vez.

Después de este primer capítulo, el jugador deberá decidirse a pagar el precio completo si quiere continuar con la aventura. Esto supondrá una pequeña parada en el desempeño de la misma.

### **5.2.5. “Capítulo 2”. El diseño**

El desarrollo del “Capítulo 2” vendrá marcado por el interés creciente del museo por el juego. Tras el éxito del primer capítulo, se solicitó la posibilidad de crear un capítulo 2 que permitiese a los visitantes desarrollarlo en un espacio diferente a las visitas con las familias o colegios. Quería utilizarse para “La noche del Museo”.

Esta actividad, anunciada en la página web del MNCN, se define así: “Proponemos disfrutar de una experiencia única e inolvidable a través de una noche repleta de aventuras. A lo largo de la noche los participantes podrán acercarse al mundo de la paleontología y la ecología mediante talleres, juegos didácticos, etc. Esta experiencia se plantea como complemento del programa escolar con una doble finalidad: lúdica en cuanto a la metodología empleada y formativa en cuanto al rigor científico de sus contenidos educativos”.<sup>85</sup>

Para dicha actividad, y centrándonos en los intereses del museo, se plantea un nuevo horizonte. El juego debe centrarse en la parte principal de la exposición: los dinosaurios. Hasta el momento se había pretendido cubrir toda el área de “Conquista de la Tierra”. No obstante, el formato de “La noche del Museo” solo permite el desarrollo de una actividad más corta, de 45 minutos a lo sumo, que unida a otras aporte conocimiento y despierte la curiosidad del visitante.

Por lo tanto, esta nueva actividad brinda la perfecta opción para el desarrollo de lo que en la versión comercial se conocerá como “Capítulo 2”. Además, ofrece un campo de experimentación, ya que se podrán desarrollar nuevas mecánicas y probarlas para que podamos elegir las mejores e incluirlas en el segundo capítulo del producto comercial previo a cierta experimentación con las mismas.

### **5.2.6. “Capítulo 2”. El juego**

En forma y contenido, este capítulo se parecerá al juego previo desarrollado. En este caso, la principal diferencia será que se adaptará mejor al público al que se quiere llegar. Como

---

<sup>85</sup> Información recuperada de: <https://www.mncn.csic.es/es/visita-el-mncn/educacion/la-noche-del-museo>  
Última consulta: 22/05/2021.

hemos observado en las evaluaciones anteriores, uno de los factores que más influye en la satisfacción de los jugadores es la edad, sospechamos que por la capacidad lectora.

Para ello, adaptamos el contenido del juego para la habilidad lectora de los niños de 8 a 10 años con la ayuda del test de comprensión lectora Prolec-SE-R (Cuetos *et al.*, 2016; Cuetos Vega, Rodríguez Díez y Ruano, 2000). Se simplifican, por tanto, el contenido del *Diario de campo* en su forma y los diálogos de los personajes con los jugadores, buscando minimizar el abandono o el hastío debido a factores externos al juego.

Una vez establecidos estos puntos de partida, el juego se desarrollará de la siguiente manera: la Dra. Anning nos saludará de nuevo como si fuéramos viejos amigos y, acto seguido, nos propondrá explorar la zona más emocionante del museo: los dinosaurios.

Así comienza la primera búsqueda de este segundo capítulo, en el cual también se ofrece una búsqueda múltiple. Como ya hemos comentado, el lugar en el que se encuentran las piezas de dicha búsqueda favorece la consecución no lineal de las mismas y ofrece la posibilidad de que diferentes grupos de niños se decidan por unas piezas u otras.

Esta búsqueda triple también resulta de menor complejidad que la anterior, pues los nombres de las piezas no pertenecen a familias, sino a piezas únicas. Así, la primera se centra en el cráneo del carnotauro, el *Rhamphorhynchus muensteri* y el *Montsecosuchus depereti*.

En esta búsqueda solo se ofrecerá información sobre dos de las tres piezas que se buscan. El *Rhamphorhynchus muensteri* (Figura 63), que mostrará una reconstrucción para que al visitante le sea más sencillo imaginar cómo se cree que podía ser este animal y obtener una información más directa. Además, se tratará de incluir información en el apartado gráfico, descargando de este modo el contenido lector.

También se liberará cuando el jugador encuentre la pieza del cráneo del carnotauro. Podemos observar la página del diario de este dinosaurio en la Figura 64. Esta segunda página es de gran importancia, porque el carnotauro despierta mucha expectación entre los jugadores. No solo deben encontrar la cabeza, sino que en la segunda fase se hará una búsqueda del esqueleto completo. Para esta se ha preparado la primera reconstrucción digital ambientada en el museo. Los jugadores podrán ver cómo cobran vida los huesos del carnotauro y el dinosaurio se paseará libre por el museo.

Además del “*Wow factor*” (Subiela, 2019), que surge de la posibilidad de ver que los huesos cobran vida en tiempo real y que pueden interactuar con ellos a través del dispositivo, este se acompañará con otra fase que aportará conocimiento al niño: el *quiz*.

Este *quiz* pregunta:

**¿Qué significa carnotauro?**

- a) Carne de cañón.
- b) Devoracarne.
- c) Toro encarnado.
- d) Toro carnívoro. (Esta es la respuesta correcta).

Esta pregunta intentará que el niño centre la atención en la página del diario que podemos ver en la Figura 64 y que está disponible para los jugadores al pulsar sobre el icono del diario. Como siempre, las preguntas del *quiz* tratan de ofrecer, por lo menos, una alternativa poco probable, pero con un tono de humor que despertará una sonrisa en el jugador. En este caso, la alternativa a.

Como es habitual, la siguiente fase viene precedida por una búsqueda. Aquí ya se nos avisa de cuál será la fase mediante la intervención del perezoso Pérez, que nos dice que necesita ayuda para empaquetar unas piezas que quiere mandar a otro museo.

Esta vez la búsqueda nos guiará hasta una de las piezas más importantes de la exposición: la cabeza del tiranosaurio. Esta pieza, al igual que otras cabezas, se encuentra en mitad de las reconstrucciones de huesos de dinosaurios. La gran importancia de las cabezas de dinosaurio ha llevado al museo a recrearlas en una pequeña estación táctil para personas con diversidad funcional. Es importante que los jugadores encuentren las cabezas reales, no las pequeñas cabezas de la estación táctil, ya que solo se reconocen los originales.

Encontrada la cabeza del tiranosaurio, se libera el empaquetado de piezas dentro del juego. Inspiradas en la pieza que estamos observando, se colocan las cinco piezas en el único orden que permite completar la caja (Figura 42).

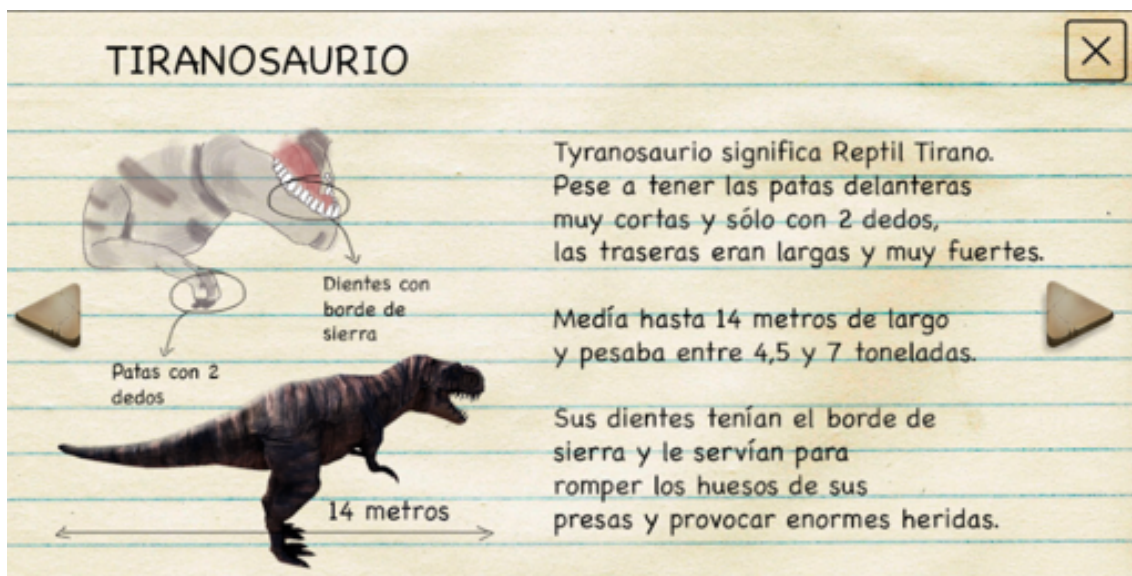
Figura 65. Juego de empaquetado de piezas del tiranosaurio.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez concluido el empaquetado se abrirá la página del diario que nos aportará información extraordinaria sobre la pieza, así como una ilustración del animal al que pertenecía, entre otros. Podemos apreciar esta página en la Figura 66.

Figura 66. Página del diario del tiranosaurio.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La siguiente fase del juego es una pregunta del *quiz*. La respuesta la podemos encontrar en la página del diario, pero no solo en el texto. La información viene por duplicado en el texto y como apunte en la imagen. La pregunta dice así:

**¿Cuántos dedos tiene el tiranosaurio en las patas delanteras?**

- a) Solo dos. (Esta es la respuesta correcta).
- b) Cuatro dedos.
- c) Cinco, como los humanos.
- d) No tenía, tenía muñones.

Esta doble vía de información pretende, una vez más, aliviar la carga de lectura a la que están sometidos los jugadores y que puede apartarles de la dinámica de juego.

Para la siguiente fase se plantea un nuevo minijuego. Hasta el momento no se había utilizado en el MNCN, pero sí en el Lázaro Galdiano, con altos índices de popularidad. Se trata del juego de las diferencias.

La fase comienza con la búsqueda del “Mural de la fauna sudamericana”. Una vez se ha encontrado y reconocido con el dispositivo, en la pantalla aparecerá el mismo mural con la inscripción: “ENCUENTRA LAS DIFERENCIAS”.

Este minijuego no cuenta con tiempo limitado para su resolución, de forma que fomenta la contemplación y el esparcimiento frente a la obra que nos ofrece una recreación en dos dimensiones de la fauna de dicho lugar en todo su esplendor. En el juego se han añadido tres elementos que no están en el mural original.

Para resolver el minijuego es necesario marcar los tres elementos disonantes entre la imagen del dispositivo y la real. Los tres deberán marcarse a la vez en el dispositivo electrónico y esta nos dará *feedback* inmediato, pero de los tres elementos a la vez.

En la Figura 67 podemos ver cómo se marcan estos elementos. Una vez identificados los tres, la aplicación indicará con una palomita verde si hemos marcado el elemento correcto y con una cruz roja si nos hemos equivocado.

Figura 67. Búsqueda de las tres diferencias.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Los resultados correctos no se guardarán. El jugador deberá volver a marcar los correctos y resolver los tres a la vez.

Una vez encontradas las tres diferencias se iniciará una nueva búsqueda que dará lugar a la siguiente fase. En esta ocasión se busca la pieza del *Deinotherium*. Esta pieza de gran tamaño será reconocida tanto parcial como completamente. Una vez situados frente a la pieza y reconocida por el dispositivo surgirá un minijuego de reconstrucción del esqueleto del *Deinotherium* (Figura 68). Está inspirado en el que ya utilizamos en el capítulo anterior (Figura 54), la reconstrucción del ictiosaurio.

Figura 68. Reconstrucción del *Deinotherium*.

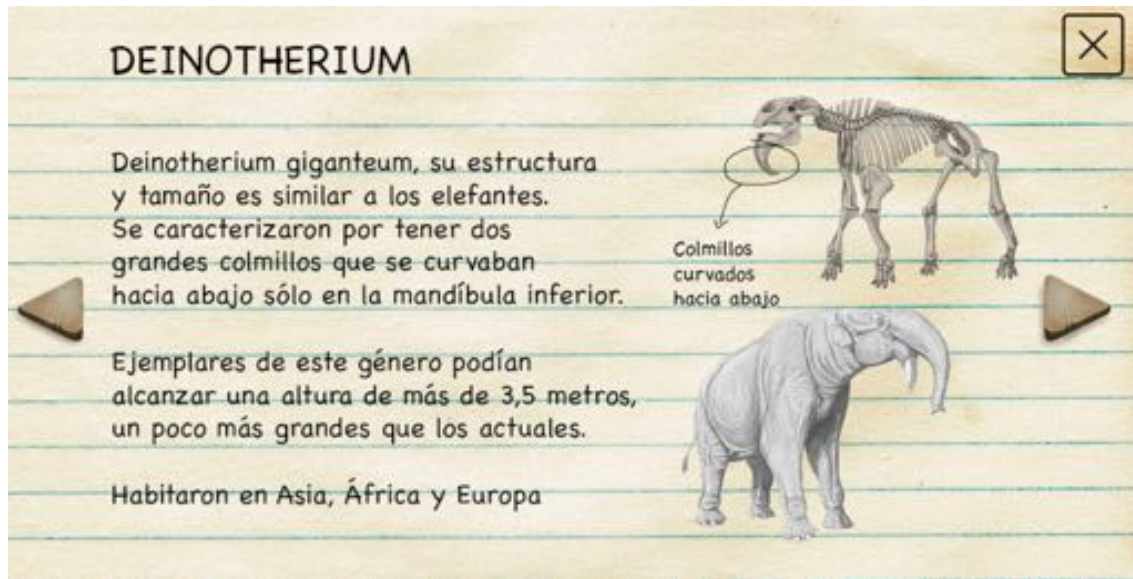


Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

En esta ocasión, el esqueleto que muestra el juego se corresponde con el que se encuentra exhibido en el museo, pero este mira hacia el otro lado, para tratar de que el juego de reconstrucción sea un poco menos obvio.

Igual que en el minijuego anterior, es necesario no solo colocar las piezas en el lugar correcto, sino que una vez en este, hay que girarlas hasta que tengan la posición correcta. Cuando se acaba la colocación y rotación de las piezas, se desbloqueará una nueva página del diario (Figura 69) y se procederá a la búsqueda que dará lugar a la siguiente fase.

Figura 69. Página del diario que corresponde al *Deinotherium*.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La fase siguiente será un *quiz* que hará referencia al texto de la página del diario que acabamos de desbloquear. Los *Deinotherium* se parecían a los elefantes, pero sus colmillos se doblaban hacia abajo en lugar de hacia arriba. Se extendieron por casi todo el mundo, y eso es lo que se pregunta en el *quiz*, como podemos ver a continuación:

### ¿Dónde habitaron los *Deinotherium*?

- a) En Asia, Europa y África. (Esta es la respuesta correcta).
- b) En América, Europa y África.
- c) En Asia, Europa y Oceanía.
- d) En la Luna, son extraterrestres.

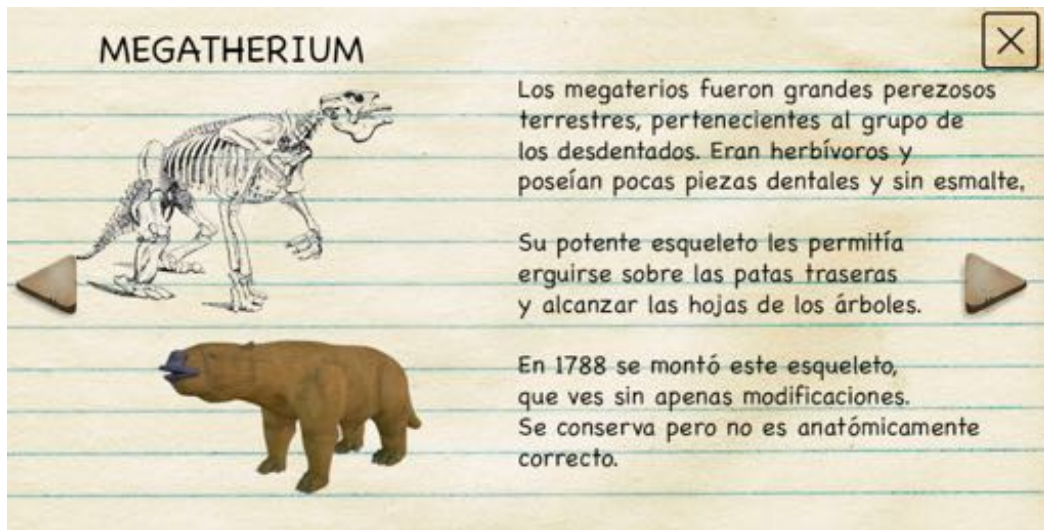
Una vez completado el *quiz*, se abre la siguiente fase. En esta hay que volver a buscar una pieza que se encuentra en el salón de los dinosaurios. Se trata del megaterio, un antepasado gigante del oso perezoso que conocemos en la actualidad.

Este enorme animal fue traído de EE. UU. por piezas, desmontado hueso a hueso. Es difícil imaginarlo animado, por eso nos pareció relevante hacer una reconstrucción en el

museo, de manera que el jugador entienda cómo eran estos majestuosos animales y qué tamaño tenían.

Para ello, el megaterio levantará las piernas delanteras, como hacía en la naturaleza para llegar a las copas de los árboles. Una vez completada esta acción, desaparecerá y dará paso a la página del diario que ofrece información sobre él (Figura 70).

Figura 70. Página del diario para el megaterio.

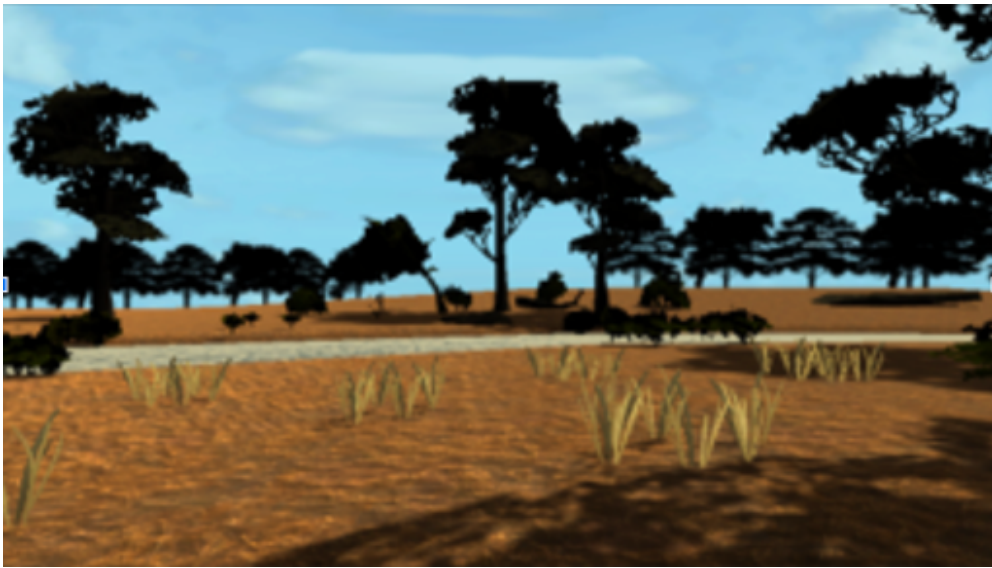


Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Como el megaterio es muy especial, decidimos crear un nuevo juego para resaltar su naturaleza todavía más. Como será la última fase del juego, pensamos que era una buena idea terminar con una reconstrucción 360° de alguno de los paisajes que se ven en el mural del “Yacimiento de Batallones” (Figura 71).

Esta última fase pide que se complete la búsqueda del mural y, cuando el jugador se encuentra frente a él, se le pide que descubra qué elemento no corresponde a la época.

Figura 71. Reconstrucción 360° del “Yacimiento de Batallones”.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

El gran megaterio será el animal que no debería estar presente, pues este se encuentra en Europa y los megaterios solo habitaron el continente americano.

Para terminar, la última fase del juego será la resolución de un *quiz* con temática referente al megaterio, que ha ocupado las tres últimas fases y del que ya disponemos de bastante información. La pregunta dice así:

**El esqueleto del megaterio...**

- a) Es más viejo que Matusalén.
- b) No es anatómicamente correcto. (Esta es la respuesta correcta).
- c) No es auténtico.
- d) Pertenece a otro museo.

Hemos llegado al final del juego, pero antes de despedirnos nuestra paleontóloga favorita, la Dra. Anning nos dirá qué rango hemos obtenido según la cantidad de paleomonedas que hayamos recogido durante el juego: a los que han recogido el mínimo, les dará el título de Ayudante Principiante; si han logrado un buen número, serán Ayudantes Pedantes; si no han dejado ni una pregunta por resolver, la doctora los nombrará Brillantes Ayudantes.

### 5.2.7 “Capítulo 2”. La evaluación

Tras el desarrollo de este juego, y debido a su naturaleza y al hecho de tener dos versiones que nos permitieran abordar los objetivos como empresa y los de investigación por separado, se propone una evaluación que vaya más allá de las planteadas hasta el momento.

A continuación, y basándonos en el artículo que sigue en proceso de publicación, evaluaremos un primer marco de trabajo que hemos utilizado para el desarrollo del juego. Como se basa en la repetición y el reajuste, veremos que el juego sufre estas constantes actualizaciones una vez se ha utilizado. También podemos ver que el juego comercial se basará en el desarrollo para la actividad del museo y, con los resultados obtenidos de esta evaluación, se reajustará.

Todas estas especificaciones se han tenido en cuenta a la hora de plantear la siguiente evaluación. Después de cada iteración del juego realizamos evaluaciones a través de grupos de discusión, observaciones y análisis. Además, llevamos a cabo otros dos experimentos evaluados por el laboratorio en hitos importantes del desarrollo del juego: la versión con todas las mecánicas y la versión final con la jugabilidad y el contenido de aprendizaje.

#### Las hipótesis

El objetivo del estudio es demostrar que es posible encajar las actividades de aprendizaje en la mecánica del juego. Aunque son fácilmente reconocibles, no interfieren con el disfrute de los jugadores ni con el juego en general. La actividad de aprendizaje no puede ser tan agradable como las de juego, pero es importante que no arruine la diversión. Nuestra principal hipótesis es que, con la receta adecuada —el contenido educativo que equivale al brócoli en el símil—, será parte del juego, no un añadido (Camps-Ortueta *et al.*, 2019).

*Hipótesis 1: Es posible añadir una mecánica de aprendizaje a un juego sin afectar significativamente al disfrute del mismo.*

La segunda hipótesis del estudio está relacionada con la forma en que los niños perciben el diario y cómo interactúan con él.

Al principio, para responder correctamente a las preguntas del cuestionario, la suerte puede jugar un papel decisivo, pero cuando los niños aprenden a usar el diario, se vuelve más práctico, sus respuestas son más precisas y el número de resultados correctos aumenta. La suerte ya no forma parte de los resultados.

*Hipótesis 2: Añadir contenido educativo tiene un impacto medible en el aprendizaje del usuario.*

### **Diseño experimental**

Tal como se ha dicho, el museo tiene un programa muy extenso para la visita nocturna, conocido como “La noche del Museo”. La experiencia comienza a las ocho de la tarde, cuando todos los visitantes son recibidos en las puertas. El museo tiene tres plantas, dos de ellas con la colección. En la planta baja se encuentra la tienda y los servicios; en el primer piso, la parte de la colección donde se encuentra el juego, que incluye la evolución de la tierra desde el principio; y finalmente, el piso superior contiene el resto de la colección. El objetivo principal de la actividad es promover el interés de los niños por las ciencias en general y en particular por la biología, la paleontología y la gemología.

Al entrar en el museo se les invita a subir y a elegir un lugar para dormir en el primer piso, rodeados de toda la exposición. Después, hay un pequeño discurso sobre las reglas y el comportamiento, y finalmente se hacen grupos. Los adultos responsables son liberados de su deber, y los mentores del museo se encargan de los grupos y dirigen todas las actividades.

El tamaño de los grupos es siempre de entre seis y catorce niños.

Mientras se realiza el experimento, otras actividades completan la experiencia “La noche del Museo”. Con un breve descanso para la cena a las 21:30 horas, la actividad termina a las 00:30 horas, con una última historia espeluznante para todos los participantes. Después los niños se despiertan y se preparan para volver a casa.

La muestra del primer experimento —con la versión que incluye solo el contenido del juego— consistió en treinta sujetos con una edad media de 9,4 años ( $SD = 0,56$ ; diecisiete sujetos de 9 años y trece de 10 años). De la muestra, catorce eran niños y dieciséis, niñas. Consideramos que es especialmente homogénea, ya que todos cursaron cuarto de primaria en el mismo colegio. Debido al pequeño tamaño de la muestra de este experimento, decidimos hacer solo análisis no paramétricos.

La muestra del segundo experimento —con la versión educativa completa del juego— consistió en ciento treinta y nueve sujetos de entre 8 y 12 años, con un promedio de 9,6 años ( $M = 9,60$ ,  $SD = 1,17$ ). De estos, 68 eran niños y 71 niñas. A Un total de ciento sesenta y nueve niños participaron en los experimentos.

Todos los experimentos tuvieron lugar en el MNCN mientras estaba cerrado al público. El experimento se incluyó como parte de la actividad “La noche del Museo”. Fue necesario repetir el experimento cinco noches para alcanzar el tamaño de muestra deseado.

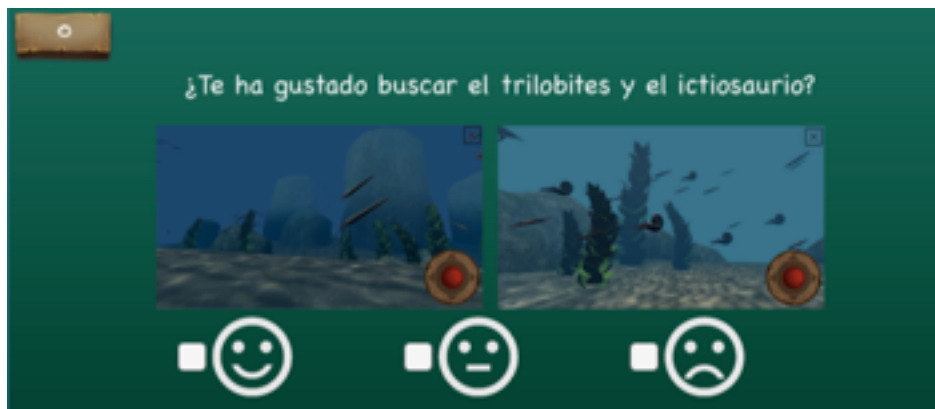
Los experimentos fueron supervisados por algunos de los miembros del equipo para asegurarse de que no había ningún problema con las piezas del museo o los dispositivos de la tableta.

La satisfacción es una de las principales variables de este experimento, que se evalúa a través de los cuestionarios finales. Como queremos su opinión general, pero también algunos comentarios específicos sobre la mecánica del juego, añadimos algunas imágenes a las preguntas sobre la mecánica (Figura 72), para asegurarnos de que los niños no malinterpretan lo que se les ha pedido.

Con esta pista visual son capaces de recordar esa parte del juego y evaluar si lo disfrutaron o no. Las respuestas se dan haciendo clic en una de las tres caras: triste, neutral o feliz. Con ese sistema de respuestas tratamos de mantener el interés del niño.

Dicotomizamos las respuestas en “positivo” (cara feliz) y “negativo” (cara triste o neutra), para aumentar la potencia de nuestro análisis, ya que la mayoría de los resultados eran caras felices.

Figura 72. Una de las pantallas del cuestionario de satisfacción.



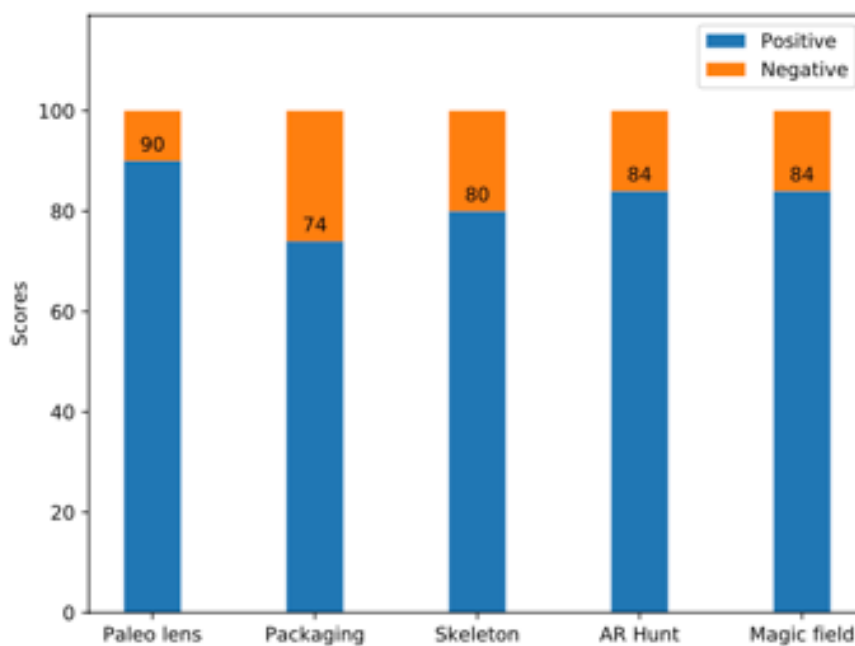
Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

## Resultados

Los resultados obtenidos para cada uno de los experimentos planteados se muestran a continuación agrupados por las hipótesis a las que responden.

*RQ1: Es posible agregar mecanismos de aprendizaje a un juego sin influir significativamente en el disfrute del mismo.*

Figura 73. Satisfacción por mecánica de juego del primer experimento.

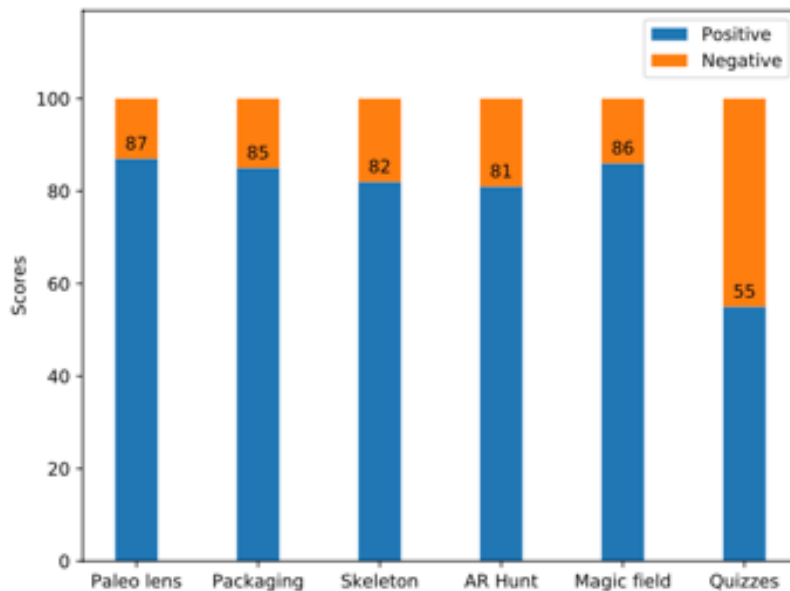


Fuente: Elaboración propia.

El promedio de satisfacción en el primer experimento es superior al 80 %, como se muestra en la Figura 73, excepto el empaquetado, que fue del 74 %. De todos modos, los datos de este experimento muestran una alta satisfacción con las cinco mecánicas.

En el segundo, la satisfacción media también es superior al 80 %, como se muestra en la Figura 74, excepto por la mecánica de aprendizaje adicional: los test.

Figura 74. Satisfacción por mecánica del juego en el segundo experimento.



Fuente: Elaboración propia.

Como era de esperar, la mecánica de aprendizaje no pasa desapercibida para el jugador. La satisfacción de la mecánica del test es significativamente inferior que la de las otras mecánicas ( $p < 0,001$ ). No obstante, no hay correlación entre la satisfacción general y la visualización del diario ( $2(1, N = 139) = 0,179; p = 0,523$ ). Esta falta de correlación demuestra que la visita y la lectura del diario no perturban al jugador de disfrutar de la experiencia del juego.

Pero lo que realmente apoya nuestra propuesta es el hecho de que la evaluación positiva de cada mecánica es la misma para ambos experimentos (sin y con mecánica de juego educativa). En la Tabla 11 se incluyen las estadísticas del Chi cuadrado de Pearson, que complementa la satisfacción de cada mecánica de juego común. Por lo tanto, la mecánica de aprendizaje no afecta negativamente a la satisfacción con las otras mecánicas de juego.

Tabla 11. Frecuencias y Chi cuadrado para cada mecánica en los experimentos 1 y 2.

	Experimento 1		Experimento 2		$\chi^2$	p	C
	Satisfacción		Satisfacción				
	baja	alta	baja	alta			
Paleo Lens	3	27	15	106	0,132	0,501	0,029
Packaging	8	22	17	104	2,771	0,086	0,134
Skeleton	6	24	21	100	0,115	0,457	0,028
AR Hunt	5	25	21	100	0,008	0,585	0,007
Magic Field	5	25	17	104	0,132	0,454	0,030

Fuente: Elaboración propia.

*RQ2: Añadir contenido educativo tiene un impacto medible en el aprendizaje del usuario.*

Como ya hemos expuesto, el contenido educativo de nuestro juego se centra en el diario y en las preguntas del concurso. La mecánica del *quiz* será muy útil para medir el impacto educativo del juego en los jugadores: establecemos que responder adecuadamente a las preguntas del *quiz* es el objetivo educativo, puesto que significa que el jugador ha leído el diario y es capaz de encontrar la respuesta adecuada.

La información sobre el número de respuestas correctas e incorrectas según si el usuario está viendo el diario se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Asociación entre la lectura del diario y las respuestas correctas e incorrectas de los *quiz* del juego.

	Leen		No leen		$\chi^2$	p	C
	incorrecta	correcta	incorrecta	correcta			
Paleo Lens	50	49	19	21	0,103	0,447	0,027
Packaging	73	37	10	19	9,696	0,002	0,255
Skeleton	72	36	7	24	17,110	0,001	0,346

Fuente: Elaboración propia.

En la primera prueba, la asociación no es estadísticamente significativa, ( $\chi^2$  (1, N = 139) = 0,103; p = 0,447; C = 0,027). En el segundo y tercer cuestionario, las asociaciones son estadísticamente significativas ( $\chi^2$  (1, N = 139) = 9.696; p = 0,002; C = 0,255;  $\chi^2$  (1, N = 126) = 17,11; p < 0,001; C = 0,346). Para entender lo que sucede en ese contexto es importante recordar el lugar que ocupa el *quiz* en el juego. El primero aparece después de la segunda fase, bastante al principio del juego, cuando los jugadores todavía están aprendiendo la mecánica del juego. A medida que el juego avanza, aparecen el segundo y el tercer *quiz*, después de las fases cuatro y siete. Los jugadores han tenido la oportunidad de mejorar sus habilidades con el diario, y la progresión entre el segundo y el tercer cuestionario está claramente reflejada.

Teniendo en cuenta todo esto, podemos entender mejor el significado de la correlación. Y es que cuantas más veces consultan el *Diario de campo*, más respuestas correctas obtienen. La correlación aumenta a medida que avanza el juego.

Se presentan dos estudios aplicados: el primero, sin mecánica de aprendizaje, con treinta participantes, y el segundo con mecánica de aprendizaje y ciento treinta y nueve participantes. Los resultados obtenidos relacionados con la satisfacción que el juego generó no fueron estadísticamente significativos para las cinco mecánicas de juego entre los dos estudios. El hecho de que los resultados se replicaran, incluso haciendo frente a las dicotomías que transmite la investigación aplicada, significa que, en general, ambos estudios muestran gran fiabilidad de los resultados.

En cuanto a la validez externa, los niveles de satisfacción obtenidos podrían deberse en parte a la novedad (la primera vez que esos grupos utilizan un juego para visitar el museo) y no solo al contenido del juego. Para diferenciar la satisfacción con el juego de la debida a la novedad, ese mismo grupo de participantes debería repetir la experiencia en un próximo estudio.

La segunda versión de este juego ya está preparada para invitar a las mismas escuelas a visitar el museo con un doble propósito: medir la satisfacción con el juego una vez que la novedad no sea el caso y probar el aprendizaje a largo plazo (lo que los niños recuerdan de su primera visita al museo). Este segundo objetivo es esencial para saber si promueve el aprendizaje a largo plazo o no, incluso en aquellos niños que fallaron algunos de los *quiz*.

Hay que reconocer que la mecánica de aprendizaje incluida en el segundo estudio se puso a prueba de una forma muy sencilla, limitándose a comprobar si la visita al diario se asocia a un mayor número de respuestas correctas.

Los resultados obtenidos muestran claramente que es el caso. El juego estimula a los niños a abrir el diario para encontrar las respuestas a los *quiz*. Sin embargo, todavía son pocos los niños que lo abren. Las razones pueden ser que el tiempo para completar el juego fue escaso, que la cantidad de información incluida en el diario es demasiada o ambas.

La existencia de diferencias de edad en el número de niños que leen el diario podría haber ayudado a responder a esa pregunta, pero no fue posible probarlo debido a los pequeños tamaños de las muestras por edad.

Por último, en un próximo estudio se pueden implementar medidas de grano más fino, correlacionando el tiempo que los niños invierten en la lectura del diario y el número de respuestas correctas. Esos esfuerzos estarían relacionados con las conclusiones de algunos estudios de revisión recientes (All *et al.*, 2016; Petri y Gresse von Wangenheim, 2016) que señalan la necesidad de evaluaciones más rigurosas, así como de apoyo metodológico, para ayudar a los creadores e instructores a mejorar los juegos educativos.

### **5.3. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Exposición de biodiversidad**

#### ***Enigma BIO***

El cuarto juego que creamos desde PadaOne Games también se desarrolló en el MNCN. Una vez terminado *Enigma Paleo*, y tras el éxito que despertó entre los visitantes, se planteó la posibilidad de aumentar el juego para que también tuviese un lugar en la planta principal del museo.

Desde PadaOne Games recomendamos la realización de un nuevo juego, salvando así los problemas de pasar de un edificio a otro. Además, aumentaba el público al que se podía llegar y daba mayor publicidad a los juegos. Por otra parte, es importante que las *apps* no sean demasiado grandes para que no ocupen mucho espacio en la memoria de los dispositivos de los jugadores.

#### **5.3.1. El juego**

En el caso de *Enigma BIO*, lo que motiva la búsqueda es el descubrimiento de un tesoro escondido. A diferencia de *Enigma Galdiano*, en esta ocasión no seremos piratas, sino que formaremos parte del selecto grupo de exploradores encabezado por la exploradora Jane.

Una vez más, en homenaje a la célebre Jane Goodall, mujer que revolucionó al mundo con sus observaciones sobre el comportamiento de los chimpancés en Gombe (Tanzania) y que ha dedicado gran parte de su carrera a la divulgación científica y al activismo en defensa de la protección de la naturaleza. Declarada Mensajera de la Paz por Naciones Unidas, en la actualidad sigue luchando incansablemente por la conservación y el desarrollo sostenible. Durante la búsqueda del tesoro, nos desplazaremos por diversas nacionalidades e iremos recolectando información sobre la biodiversidad.

En este caso, el tema que deseamos abarcar es ligeramente distinto al anterior. Mientras la evolución de la vida en la Tierra es una temática más tangible, más fácil de identificar, la biodiversidad es un concepto menos tangible. ¿Qué es? ¿Cómo podemos protegerla? ¿Cuáles son los principales peligros para la conservación de la misma? Estas son algunas de las preguntas que los educadores se esfuerzan por hacer llegar a los jóvenes visitantes en las salas principales de la exposición sobre la biodiversidad.

Las salas principales del MNCN están repletas de animales taxidermizados por los hermanos Benedetti. No obstante, pese al valor histórico de las piezas y las interesantes historias de taxidermia que ofrecen, la exposición principal se centra en la biodiversidad. Los animales tratan de ilustrar este complejo concepto.

En el juego, la exploradora Jane cuenta con una ayudante, la panda Chulina, descendiente directa del famoso panda del Zoo de Madrid Chulín, que se encuentra taxidermizado dentro del museo y que se visitará en el juego. Con un gusto curioso por coleccionar mariposas disecadas, Chulina será nuestra principal amiga y consejera durante la aventura.

La exploradora Jane ha encontrado un mapa que perteneció a la pirata Anne Jack, así que durante todo el juego guiará tanto a Chulina (dándole pistas) como al jugador para que vayan avanzando por la exposición.

En la primera pantalla, la exploradora Jane nos da una cálida bienvenida. A continuación, nos presentará a Chulina, la panda especialista en especies en peligro de extinción (una de las principales causas del fin de la biodiversidad). De este modo casual, se pretende acercar al jugador a los motivos por los cuales la biodiversidad se ve amenazada.

La primera prueba, a modo de tutorial, consiste en buscar a los abejarucos. A diferencia de *Enigma Paleo*, que pretendía ser un juego autoexplicativo y ofrecer al visitante una experiencia completa que este pudiese desarrollar de forma autónoma, *Enigma BIO* ha sido concebido como una herramienta para los educadores del museo. Esa es la razón por la cual no es necesario incluir un tutorial, ya que, en caso de confusión, el jugador siempre podrá preguntar al educador qué debe hacer.

No obstante, el juego nos da a entender que la herramienta que utilizamos para encontrar las piezas es un catalejo y que los pájaros de la especie amenazada que estamos buscando son los abejarucos. También nos habla de un *Cuaderno de campo* en el que se añadirá información de los elementos que vayamos descubriendo durante la expedición.

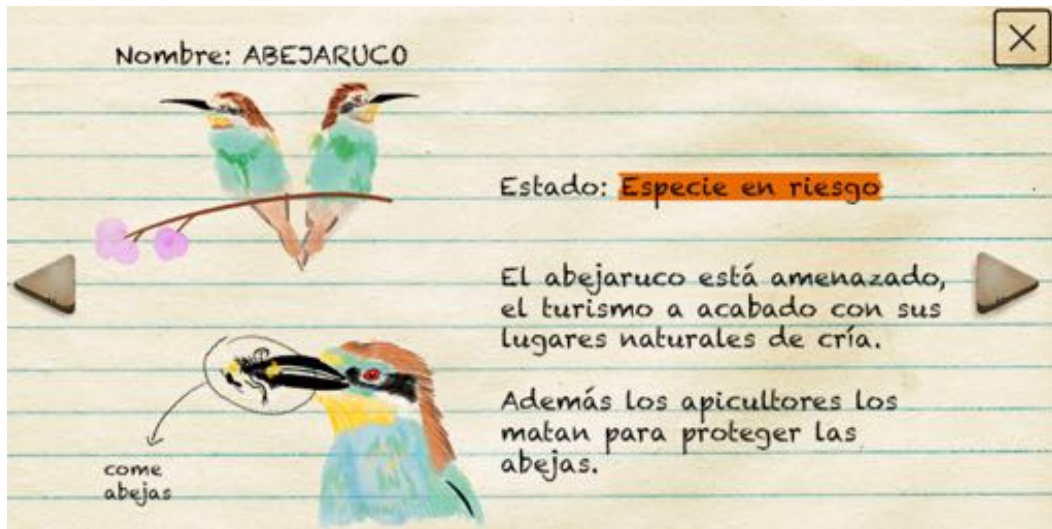
Pese a explicárnoslo, hasta que no terminemos la primera fase el *Cuaderno de campo* no se abrirá por primera vez. Antes deberemos encontrar a los abejarucos, apuntar hacia ellos con el catalejo y, en ese momento, saltará la primera escena 360° interactiva del juego, como se ve en la siguiente imagen:

Figura 75. Reconstrucción 360° de los abejarucos.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La función del explorador será espantar a todos los abejarucos pulsando sobre ellos para que alcen el vuelo, liberándolos de su prisión. El jugador los verá salir volando por la sala de exposición. Una vez haya pulsado sobre todos ellos, se abrirá la primera página del cuaderno de esta aventura:

Figura 76 Página del *Cuaderno de campo* de los abejarucos.

Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Al igual que en *Enigma Paleo*, una vez completada la primera fase (la búsqueda y el minijuego relacionado con ella, en este caso la reconstrucción 360°), automáticamente se nos ofrecerá una nueva página del *Cuaderno de campo*. Esta dinámica es una alegoría al trabajo que los exploradores llevan a cabo cuando realizan trabajos de campo, donde llevan una libreta en la que toman notas de los descubrimientos, las observaciones, los animales que encuentran, etc.

La segunda fase consiste en la búsqueda de los huesos del pelícano. Una vez más, explicará a los jugadores que los humanos destruyen los hábitats de muchas especies con actividades comerciales como la pesca, que en este caso deja a los pelícanos sin su principal fuente de sustento: los peces. Por suerte, los pelícanos no son una especie amenazada, pero podrían llegar a serlo.

Después de encontrar el pelícano, para finalizar la fase, el jugador deberá enfrentarse a la reconstrucción de los huesos del pelícano. Suele presentar gran complejidad, porque los huesos están en la parte izquierda de la pantalla y deben colocarse en su lugar para luego girarlos. Como referencia se tiene el modelo de huesos que están en el museo. En este caso los huesos están muy abajo y cuesta imaginarlos en la posición en la que aparecen en el juego.

Si se colocan en un lugar que no es correcto, automáticamente vuelven a su lugar. Si están en el lugar apropiado, será trabajo del jugador girar la pieza hasta que se sitúe de manera apropiada. Podemos ver el juego en la siguiente imagen:

Figura 77. Minijuego del pelícano.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez finalizado el minijuego del pelícano obtendremos la página del *Cuaderno de campo* correspondiente a esta pieza, tal como la vemos en la Figura 55. Una vez más, intentamos facilitar al visitante información que puede ser de su interés, no solo sobre la pieza en sí, sino también con todo lo relacionado con el hábitat y las costumbres del animal.

Figura 78. Página del cuaderno del pelícano.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

La información reflejada en el *Cuaderno de campo* será de vital importancia porque al final de esta fase habrá un *quiz*. Para resolverlo, no sería necesario abrir el cuaderno, pues la exploradora Jane ya les habrá dicho la respuesta cuando se dirigía a ellos en el previo a esta fase.

No obstante, y para aquellos que no siempre están atentos a las indicaciones de la exploradora, se puede recordar leyendo la página. La pregunta dice así:

**¿Cuál es el principal pescador que compite con el pelícano?**

- a) El picozapato.
- b) El delfín.
- c) El ser humano. (Esta es la respuesta correcta).
- d) Los peces grandes.

La siguiente fase es una prueba que puede considerarse “fuera de la aventura”. No sería una misión secundaria porque no es posible avanzar en el juego sin resolverla. No obstante, no tiene nada que ver con la temática expuesta hasta el momento. Es una trama

alternativa que se presenta de la mano de la ayudante Chulina, ya que esta curiosa panda es entomóloga aficionada y colecciona bichos y mariposas disecados.

Como en el museo hay muchos entre los que escoger, Chulina nos pedirá ayuda para que encontremos algunos durante la expedición. Esta fase del juego también constará de dos partes. La primera consiste en localizar una vitrina en la que aparecen dos ejemplares de cada insecto, uno macho y otro hembra. La segunda se corresponde con el juego de rellenar la caja. Las piezas están a la derecha de la pantalla y solo podrán colocarse de una forma para que todas quepan. Una vez más, seguirán el mismo patrón que la pieza expuesta, de manera que si el jugador se agobia por el reto de colocarlas, podrá fijarse en las mariposas y bichos, y esto le ayudará a completar la tarea. Podemos ver esta pantalla del juego en la siguiente figura:

Figura 79. Minijuego de empaquetado de bichos y mariposas.



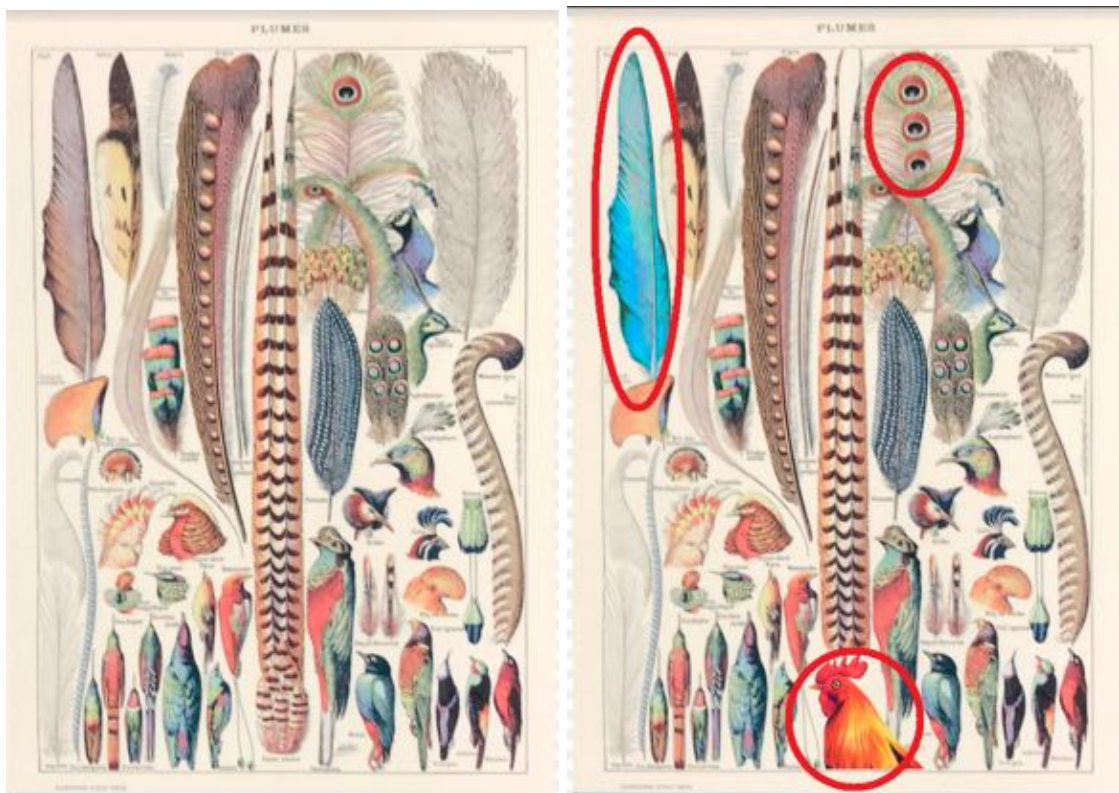
Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar, la opción de rendirse siempre aparece en el juego de *Enigma BIO*, pues nos hemos dado cuenta de que siempre es mejor dar la opción de rendirse a los jugadores si no son capaces de resolver los retos. Eso evitará el aburrimiento y el enfado.

La siguiente fase nos introduce en la búsqueda de otro tipo de piezas. Hasta el momento, todo lo que se ha buscado en el museo eran piezas en tres dimensiones. Esta nueva búsqueda hace que el visitante entienda que el museo no solo está formado por las piezas que se exhiben en él. También hay infografías, paneles y cartelas que esconden información sobre las piezas y el contexto que las rodea.

Con esta búsqueda se anima a los visitantes a echar un vistazo a las columnas llenas de infografías situadas en el centro de la exposición. En una de ellas encontrarán el dibujo que están buscando: una colección de plumas. La segunda parte de la fase también anima a reflexionar, ya que exigimos al jugador que observe el mural de las plumas y encuentre las tres diferencias.

Figura 80. Mural de las plumas (a la izquierda) y pantalla con sus diferencias (a la derecha).



Fuentes: MNCN y elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

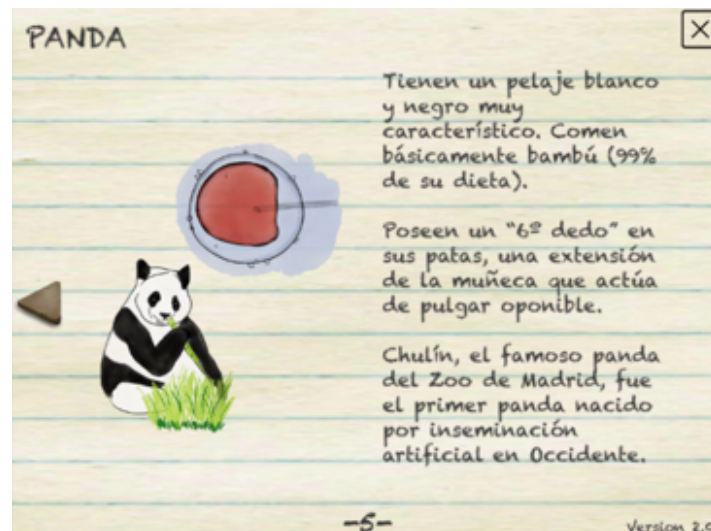
Quizás no se percibe en las imágenes anteriores, pero el jugador deberá marcar las diferencias con el dedo sobre la reproducción digital, y el panel solo se resolverá cuando

las tres diferencias estén marcadas. Si el jugador se equivoca, el juego le devolverá las respuestas correctas e incorrectas para que pueda corregirlas, pero deberá volver a marcar las que estaban bien.

Una vez completada la fase de las diferencias, se activa la búsqueda para la siguiente fase, una de las más impresionantes. Como nos adelanta la ayudante Chulina, se trata de su bisabuelo Chulín, el oso panda disecado del museo. Si apuntamos con nuestra cámara al cartel del Zoo de Madrid veremos que este viejo panda cobra vida. Al tocarlo, se sentará cómodamente en el suelo para disfrutar de un manjar de bambú, el principal alimento de estos animales.

Una vez más, al encontrar este marcador y después de la aparición 360° del animal en el museo, podremos apreciar una página del cuaderno que ampliará la información que conocemos sobre este maravilloso animal, como puede verse en la siguiente imagen:

Figura 81. Página del *Cuaderno de campo* del panda.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Para terminar, nos enfrentaremos a un cuestionario para ser conscientes de los peligros de extinción a los que se enfrenta el oso panda:

### Los pandas están en peligro de extinción debido...

- a) Al proceso natural de su evolución.

- b) A la destrucción de los bosques que habitan y a la caza de sus crías. (Esta es la respuesta correcta).
- c) A las frutas silvestres, que los envenenan.
- d) A la enorme cantidad de galletas que les dan los turistas.

Una vez más, Chulina no podrá reprimir sus ansias de coleccionar mariposas y bichos disecados. Llegados a este punto, nos pedirá que la ayudemos a buscar “una mariposa grande y azul acompañada de otra grande y marrón y algunas pequeñitas”. Esta búsqueda, como es de esperar, irá acompañada de una fase de empaquetado para las mariposas en cuestión.

Podemos ver la pantalla en la Figura 82. Estas también se presentarán en el mismo orden que las expuestas en el museo, de manera que el jugador despistado, el que no sepa resolver la caja, podrá fijarse en la colocación de las mariposas en la vitrina original.

Figura 82. Minijuego de empaquetado de mariposas.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

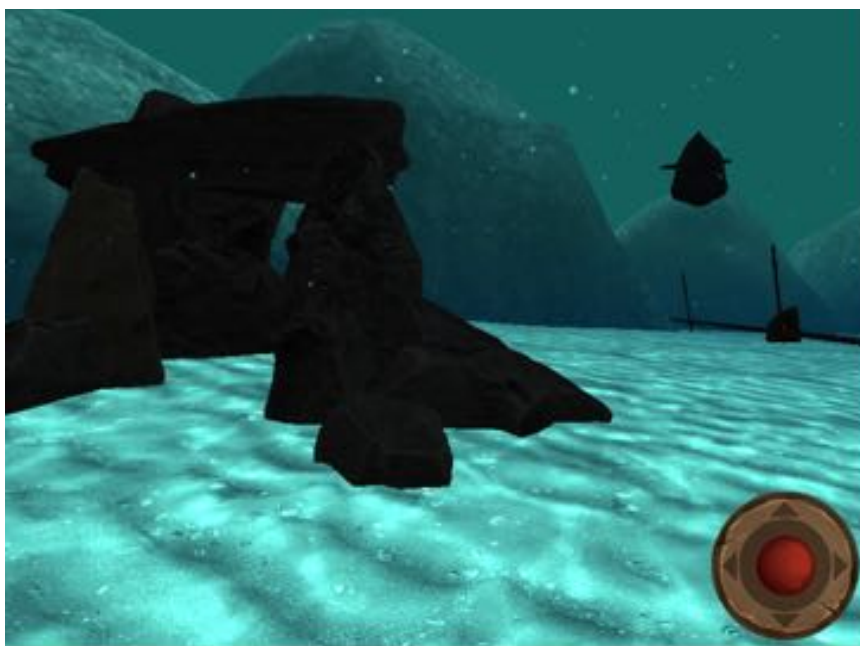
La aventura está llegando a su fin. Se desbloqueará la última fase y deberemos buscar un calamar gigante. Esta búsqueda supone un cambio de escenario para el jugador, pues hasta el momento solo se ha desarrollado en la sala central de la exposición. El calamar

gigante está en una de las salas laterales, en la parte de la exposición que corresponde al Mediterráneo, no al apartado de biodiversidad.

La búsqueda forzará a los jugadores a desplazarse a esta nueva localización y, en la oscuridad de la sala, en los dispositivos tendrá lugar una nueva reconstrucción del fondo marino. En ella, no solo podremos ver al calamar gigante en su hábitat natural y ayudarlo a escapar del cachalote, su depredador natural, sino que también veremos el barco *Enigma* hundido en el fondo del mar.

Recordemos que este era el fin último de la expedición, encontrar el tesoro oculto de la capitana Anne Jack siguiendo el mapa del que disponía nuestra exploradora líder y que nos ha trasladado hasta este lugar. En la Figura 84 podemos apreciar que el calamar gigante vive en las profundidades marinas:

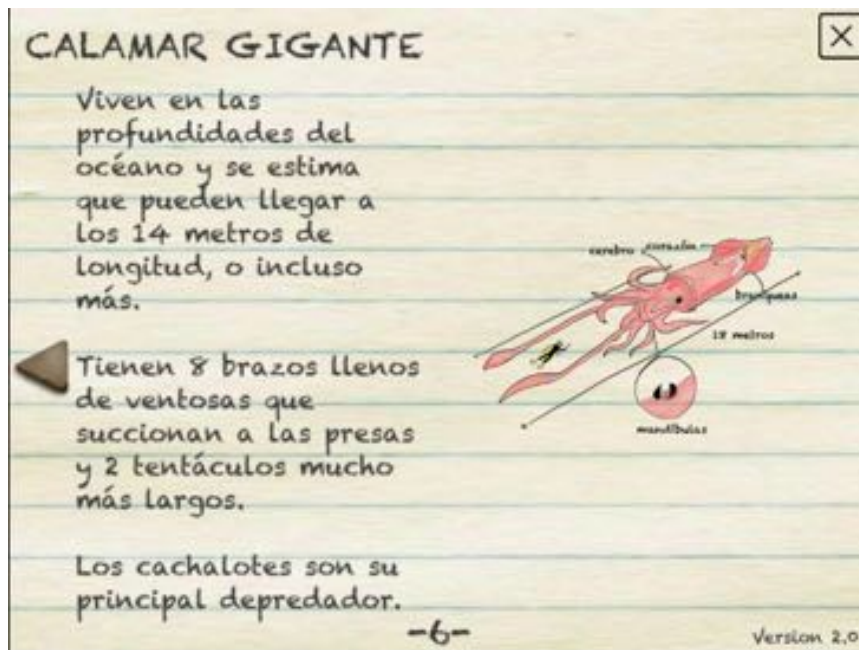
Figura 83. Reconstrucción del fondo marino donde habita el calamar gigante.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Después de ver pasar al cachalote sin que se coma al calamar, la escena desaparecerá y dará paso a la página del cuaderno que nos aportará información sobre el calamar gigante. La podemos observar en la siguiente figura:

Figura 84. Página del *Cuaderno de campo* del calamar gigante.



Fuente: Elaboración propia utilizando los recursos de PadaOne Games.

Una vez más, obtendremos información relevante e interesante sobre el calamar que, de otro modo, nos sería muy difícil obtener. Además, esta información nos será de gran utilidad a la hora de enfrentarnos a la última parte de esta última fase.

Una vez más, como parte de esta fase, se abrirá un cuestionario con la pregunta sobre el calamar gigante que podemos ver a continuación:

**Los principales motivos de la extinción de las especies son:**

- a) La caza furtiva, la contaminación y la destrucción de sus hábitats. (Esta es la respuesta correcta).
- b) Ninguno, no existen especies en peligro de extinción.
- c) Los caramelos. Hacen que los animales enfermen y se mueran.
- d) La falta de comida. Cada vez hay menos en el planeta y los animales sufren.

Con esta última pregunta hemos llegado al fin de nuestra expedición, y como ya es tradicional en los juegos *Enigma*, la exploradora a la que hemos acompañado nos dará una valoración de nuestro desempeño en el juego la exploradora Jane dice así:

En el caso de que el visitante tenga pocos puntos, le dirá:

“No lo has hecho mal, pero aún tienes que mejorar. Yo te nombro... ¡Conservador Novatillo!”.

Si su puntuación es alta, pero no ha respondido perfecto a todas las preguntas, exclamará:

“¡Has sido de gran ayuda! Yo te nombro... ¡Conservador Decentillo!”.

Solo si ha logrado responder a todas las preguntas de los *quiz* y superado todas las fases sin rendirse, la exploradora Jane le dedicará estas bonitas palabras:

“Has sido un ayudante de primera, has acertado TODAS las preguntas, por eso te nombro ... ¡Súper Conservador!”.

Para terminar, los personajes le felicitarán por su éxito y le animarán a volver pronto al museo para más aventuras *Enigma*.

### **5.3.2. Evaluación truncada: COVID-19**

Tras las evaluaciones que se habían llevado a cabo en el museo hasta el momento, la siguiente evaluación, así como el desarrollo del juego que hemos presentado, planteaban un nuevo reto.

El juego se pudo realizar en un tiempo mucho más acotado que los desarrollados hasta el momento, pero, por primera vez, se pretendía incluir conocimiento no factual. Era necesario determinar en qué consistiría y a qué público iba a orientarse.

En esta ocasión se desea hacer entender al público que, además de pasarlo bien jugando y aumentar el conocimiento factual gracias a las preguntas del *quiz*, existía un tercer objetivo que era transmitir un mensaje más profundo. A diferencia del conocimiento factual, si se desea hacer llegar a los sujetos un conocimiento conceptual que ayude al visitante a obtener cierto conocimiento declarativo, este debe presentarse de manera que los jugadores lo desarrollen.

Para ello, se presentará el conocimiento conceptual como parte de la historia que se narra a lo largo del juego, y el usuario deberá comprender que, sumando el conceptual y el

factual presentados en el juego, conseguirá desarrollar el conocimiento declarativo sobre la materia que nos ocupa.

En el caso de *Enigma BIO*, se trata de un conocimiento abstracto sobre la biodiversidad y las principales causas de esta, además de las amenazas que la acechan. Para ello, se plantearon una serie de experimentos que a continuación vamos a presentar, pero que nunca se pudieron llevar a cabo debido a la llegada de la COVID-19.

Desde que la Organización Mundial de la Salud reconoció la COVID-19 como una pandemia mundial el 11 de marzo de 2020, las visitas presenciales a los museos se vieron afectadas y, por tanto, también aquellas sobre las que se había planeado el experimento. La cancelación de las mismas ha supuesto un retraso en la realización de los experimentos, que se pospondrán hasta que los grupos de visita recuperen sus actividades habituales.

La evaluación que pretendía medir el nivel de conocimiento abstracto que los visitantes obtenían al visitar el MNCN y jugar a *Enigma BIO* se planteó de la siguiente forma: habría tres grupos de visitantes, cada uno de cincuenta niños, lo que conformaría una muestra total de ciento cincuenta visitantes. Cada grupo se someterían a una situación experimental diferente:

- **Grupo control:** cincuenta niños que realizarían la visita habitual a la exposición de biodiversidad sin soporte digital. Cuando acabasen, se les acompañaría a una sala del museo donde responderían a la encuesta final de conocimiento.
- **Grupo experimental:** con cincuenta niños, se sometería al uso de la aplicación en el MNCN, en vez de la visita guiada. Este grupo constaría de un educador que podría tomar la iniciativa siempre que lo considerase necesario y hacer explicaciones y aclaraciones sobre los contenidos que aparecieran en el juego. También podría indicar a los jugadores dónde se encontraba la próxima pista, cuál es el animal que estarían buscando o la respuesta a alguna de las pistas. A diferencia del primer grupo, este segundo se enfrentaría al test de conocimiento antes y después de la visita.
- **Grupo experimental con visita en el colegio:** pretendería abrir una nueva vía de investigación que consistiría en la realización de un trabajo en el aula previo a la visita. Para garantizar que todos los participantes recibieran el mismo taller, el

investigador iría a los colegios a impartir los talleres de conocimientos previos. Estos talleres pretenden plantear una línea base de conocimiento que debería verse reflejada en los test que se les pasarían antes de la visita. Una vez en el MNCN, los jugadores que pertenecieran a este grupo deberían pasar un test de conocimiento antes y después de la visita juntamente con el juego.

Los test de conocimiento han sido minuciosamente preparados para que las preguntas incluyan conceptos que se han visto en las charlas previas a la visita y que no están en el juego, conceptos del juego, datos del juego y otros datos y conceptos que, desde el MNCN pretenden hacer llegar a los visitantes pero que no están en el juego ni en la charla previa.

Con el experimento se pretende demostrar que:

- El conocimiento obtenido no es solo factual. Los niños son capaces de recabar conocimiento conceptual más elaborado fruto de la mezcla entre la visita y el uso adecuado del juego.
- La visita al museo con el videojuego aporta mayor conocimiento que la tradicional, ya que pone más énfasis en el conocimiento factual necesario para desarrollar conocimiento conceptual.
- El trabajo previo a la visita puede suponer una gran diferencia en la obtención de conocimiento conceptual. La repetición del uso de ciertos términos en más de una ocasión y la repetición del conocimiento factual puede facilitar la obtención de cierto tipo de conocimiento.

Pese a tener el diseño experimental y los grupos ya elaborados, así como una planificación exhaustiva de la experimentación, todo se vio limitado y paralizado debido a la situación de pandemia mundial. Hasta el momento ha sido imposible reanudar la experimentación, pues los museos todavía trabajan con restricciones de seguridad para evitar los contagios y los centros escolares no reciben visitas.

Se plantea llevar a cabo dicha experimentación de cara a una futura investigación fuera de los plazos y términos del doctorado.



**6. Discusión: formulación de un nuevo marco de trabajo para diseño de *serious games* para museos**



## **6. Discusión: formulación de un nuevo marco de trabajo para diseño de *serious games* para museos**

Una vez desarrollados los cuatro juegos *Enigma* y presentadas las correspondientes evaluaciones, nos disponemos a exponer el marco de trabajo que hemos desarrollado y que puede suponer una gran ayuda para aquellos investigadores que desean crear un videojuego educativo en el marco de trabajo de un museo o centro expositivo.

Para exponer de la manera más concisa posible este nuevo marco de trabajo es importante reseñar los trabajos previos que se han llevado a cabo en el ámbito del desarrollo de videojuegos y *serious games*. Si bien es cierto que podemos encontrar dichas teorías explicadas en profundidad en el capítulo 4 de esta tesis doctoral, a continuación nos disponemos a exponer los que han intervenido de manera más directa.

Una vez comprendido el proyecto en el que nos basamos, comentaremos el marco de trabajo —y el flujo del mismo— que han de seguir los investigadores y desarrolladores que desean generar y producir un videojuego con alto contenido educativo para un entorno museístico.

Para concluir, expondremos las peculiaridades de este marco: cuál debe ser la naturaleza del equipo que utilice esta metodología de trabajo, cuáles son las condiciones óptimas de empleabilidad y por qué nos hemos decantado por un marco de trabajo tan específico.

## 6.1. “El brócoli con cobertura de chocolate”<sup>86</sup> y otras metodologías en las que se basa nuestro marco de trabajo

Los juegos serios son una herramienta importante en varias áreas como la salud, la educación y la industria porque facilitan el proceso de aprendizaje y entrenamiento al comprometer al usuario y aumentar su motivación (Djaouti *et al.*, 2011). Sin embargo, la necesidad de encontrar un equilibrio entre los elementos del juego y el contenido serio en el diseño de *serious games* es una tarea difícil de concretar que debe meditararse desde el principio del proyecto (Kalmpourtzis, 2018).

Por ello, en el proceso de diseño y desarrollo de la saga *Enigma* pronto nos enfrentamos a estas dificultades de desarrollar juegos educativos. Se debía evitar la producción de “brócoli con cobertura de chocolate”. Este concepto —introducido por primera vez por Amy Bruckman como el “problema del brócoli con cobertura de chocolate” en una presentación en la Developers Game Conference en 1999 (Bruckman, 1999)— presenta el dilema intrínseco de muchos juegos educativos y serios. Se manifiesta cuando la mecánica de juego se utiliza como recompensa o “recubrimiento de azúcar” para completar el contenido educativo (Habgood y Ainsworth, 2011).

La literatura clásica sobre el diseño de juegos educativos afirma que un juego de aprendizaje debe sumergir a los jugadores en espacios problemáticos complejos y ricos en retroalimentación y ponerlos en contacto, con lo que motiva el contenido del tema para animarlos a profundizar en el compromiso cognitivo con el contenido (Shaffer, 2006). Sin embargo, a lo largo del camino, se ha aceptado que no todo lo que se ofrece en el plan de estudios tradicional se presta a este enfoque, y en muchos casos lo mejor que puede hacer un juego educativo es ofrecer solo puntos de entrada a la materia (Klopfer, Osterweil y Salen, 2009). En los casos en que el contenido no puede integrarse intrínsecamente en la jugabilidad, el compromiso con el contenido debería tener al menos consecuencias en la jugabilidad ya que cuando los jugadores individuales no perciben el valor de la materia para la tarea del juego, el contenido es frecuentemente ignorado o apenas procesado por los jugadores (Ke, Xie y Xie, 2015).

El gran número de tipologías y de métodos de trabajo para el diseño de juegos serios que se encuentran en la literatura puede indicar que no existe una metodología generalmente

---

<sup>86</sup> *Chocolate-covered broccoli* (Bruckman, 1999).

aceptada para su diseño. Por otra parte, en los textos publicados se percibe que hay muy poco apoyo metodológico en el diseño de los juegos en la industria (O'Shea y Freeman, 2019), pero sí algunos principios ampliamente utilizados en el desarrollo de los juegos actuales (Hodent, 2018): la iteración y el diseño centrado en el usuario. La incorporación de esos principios de la práctica de la industria de los juegos al diseño de juegos educativos es la razón de presentar otra metodología para el diseño de juegos serios.

Además de los problemas propios del desarrollo de juegos serios, no debemos olvidar que los videojuegos son, en esencia, piezas de *software*, y se enfrentan a los problemas de desarrollo que este presenta. El desarrollo de *software* mediante una metodología ágil está siendo cada vez más adoptado por los profesionales del *software*, ya que facilita la construcción de productos de alta calidad al ofrecer capacidad de respuesta a los cambios en los requisitos de los usuarios, permitiendo su rápida absorción durante el desarrollo (Matharu *et al.*, 2015).

No obstante, el desarrollo de los videojuegos plantea requisitos adicionales de agilidad para hacer frente a la continua interacción entre los deseos creativos y las limitaciones técnicas (Murphy-Hill *et al.*, 2014). Estas necesidades de los juegos difieren de los del desarrollo regular de *software*, y los requisitos también varían de un juego a otro, lo que significa que hay pocos aspectos transferibles constantes, si es que hay alguno, entre los juegos (Murphy-Hill *et al.*, 2014). Para la mayoría de los desarrolladores de juegos, los requisitos rara vez se consideran un objetivo identificado que deba cumplirse, sino más bien como algo que debe descubrirse durante el proceso de desarrollo y la elaboración y construcción del prototipo (Daneva, 2014). El reto de controlar y normalizar el proceso de creación de un producto, que es en gran medida impredecible y abierto, a aportaciones libres y espontáneas hasta una fase muy avanzada de desarrollo es una cuestión que se ha discutido en la literatura (Wang y Nordmark, 2015).

Se basa en una revisión sistemática de la literatura que pretende explorar cómo se han estudiado el arte y los procesos de desarrollo de los juegos en investigaciones anteriores (Engström *et al.*, 2018) (Marklund *et al.*, 2019). La investigación empírica sobre las prácticas de desarrollo de los juegos ha mostrado la intención de ofrecer una visión general de las prácticas de desarrollo contemporáneas utilizadas en la industria de los videojuegos. Un tema que se desprende claramente de los documentos estudiados es que no existe una metodología estándar para el desarrollo de juegos, un marco de trabajo

estandarizado y que los métodos de desarrollo se aplican de forma diferente a como se prescriben.

La forma en que se organiza el desarrollo de juegos en la industria de los videojuegos está fuertemente influida por las continuas pruebas de la experiencia de los jugadores. Una estructura común en la industria es tener estas cuatro etapas o fases de trabajo en el desarrollo de un juego: idea, preproducción, producción y posproducción.

Las pruebas de juego se llevan a cabo en todas las etapas del proceso de desarrollo, y el resultado puede tener impacto en el producto, independientemente de la fase en la que se encuentre. Es decir, si en alguno de estos test el juego no cumple las expectativas, se debe retrotraer a fases anteriores.

Los desarrolladores intentan minimizar este riesgo haciendo hincapié en una fase inicial flexible y completa de la producción del juego (Cohendet y Simon, 2007; Schmalz, Finn y Taylor, 2014). Las empresas pueden tener varios productos potenciales en las fases de idea y preproducción y las pruebas de juego tempranas y frecuentes de estos, los prototipos, determinarán cuáles deben entrar en producción.

Hay algunas áreas específicas en el desarrollo de juegos en las que los requisitos son descritos de manera tradicional como una lista de metas fijas, objetivas y necesarias que los desarrolladores deben alcanzar. En los grandes proyectos de desarrollo, en los que suelen participar estudios de la AAA que trabajan con interesados externos —como editores o *publishers*—, los requisitos técnicos son más explícitos y estáticos. En esos casos, los requisitos parecen utilizarse como una forma de gestión del riesgo, ya que dan a los interesados la oportunidad de presentar sus expectativas sobre el desempeño de los desarrolladores, a los que luego se comprometen los desarrolladores (Stacey *et al.*, 2007).

Las producciones de juegos de la AAA requieren una gran financiación y suelen imponer mecanismos de control para reducir el riesgo financiero. Dado que algunas investigaciones informan de que el 65 % de los problemas en el desarrollo de juegos están relacionados con requisitos no especificados o ambiguos en el diseño de los mismos (Petrillo *et al.*, 2009) —lo que provoca retrabajos y baja productividad—, no debería sorprendernos que las franquicias de juegos de AAA repitan las fórmulas de éxito para minimizar el riesgo, por lo que muchos tienen mecánicas de diseño de juegos parecidos que dan lugar a experiencias de juego similares.

Como industria que invierte cantidades sustanciales de tiempo y sumas importantes de dinero en proyectos, lo ideal es que las decisiones de diseño se tomen en función de los resultados anteriores, la retroalimentación y la practicidad, a fin de reducir el riesgo y aumentar las posibilidades de éxito (Petrillo *et al.*, 2009).

Esta visión del juego como una experiencia que resulta de la creación de un juego por parte del diseñador y del jugador que lo consume es el núcleo del conocido marco de la MDA para el diseño de juegos (Hunicke *et al.*, 2004).

El marco MDA, visto en profundidad en el capítulo 2.1.1 y que a continuación recordaremos para presentar nuestro propio marco, presenta el análisis de juegos dividiéndolos en distintos componentes: la mecánica describe las acciones, comportamientos y mecanismos de control que se le dan al jugador; la dinámica describe el comportamiento en tiempo de ejecución de la mecánica que actúa sobre las entradas y las salidas del jugador a lo largo del tiempo; y la estética describe las respuestas emocionales deseables evocadas en el jugador, cuando interactúa con el sistema de juego.

MDA es un marco jerárquico en el que la mecánica apoya la dinámica de juego y esta trabaja para crear experiencias estéticas. La estética da un sentido más detallado a la palabra *diversión* al describir la experiencia del jugador, incluyendo requisitos estéticos como la fantasía, la narración, el desafío, la camaradería o el descubrimiento, arrojando luz sobre cómo y por qué diferentes juegos atraen a distintos jugadores, o a los mismos en diferentes momentos. Podemos encontrar más información sobre este marco de trabajo en el capítulo 4 de esta tesis.

Desde la formulación de la MDA, se han publicado algunos otros marcos y modelos de diseño de juegos, pero hasta donde sabemos ninguno puede considerarse una metodología. Los marcos de diseño de juegos son herramientas para descomponer y estudiar los juegos y estar mejor equipados para diseñar otros nuevos, promoviendo así el avance del diseño. Como indica Hunicke (2004), no existe una gran teoría unificada de videojuegos o una fórmula que detalle la combinación y proporción de elementos que resulten divertidos (Hunicke *et al.*, 2004).

El diseño del aprendizaje experimental intrínseco mediante juegos serios puede considerarse un problema aún más difícil que el diseño de juegos puros, ya que plantea requisitos adicionales al ya difícil problema del diseño de juegos.

Como se afirma en el libro sobre diseño de juegos educativos, encontrar el equilibrio entre los elementos de aprendizaje y de juego es una tarea difícil y, de alguna manera, un problema del tipo ¿qué fue primero, el huevo o la gallina?. Suele ocurrir que los diseñadores empiezan a visualizar sus objetivos pedagógicos y luego construyen el juego en torno a ellos, o bien diseñan un juego y después intentan infundirle elementos de aprendizaje. Según este autor, ambos enfoques tienen ventajas e inconvenientes, pero la mayoría de las metodologías que se encuentran en la literatura del diseño de *serious games* presuponen una fusión significativa del diseño de juegos y de instrucción para apoyar el aprendizaje experiencial intrínseco (Arnab *et al.*, 2014; Carvalho *et al.*, 2015). Por lo tanto, esos marcos de desarrollo tienen que basarse en una estrecha relación entre el material didáctico y el diseño del juego (Rosyid *et al.*, 2018).

En los últimos años, el número de documentos que proponen metodologías para el diseño, el análisis y la evaluación de *serious games* ha aumentado enormemente, superando con creces el número de metodologías para el diseño de juegos comerciales. También es un problema persistente en este campo de investigación el hecho de que esos estudios rara vez los realicen profesionales y expertos de la industria de los videojuegos o con su aportación, por lo que una gran parte de la literatura sobre el desarrollo de juegos rara vez tiene en cuenta las realidades cotidianas de las prácticas (Martin, 2018).

Según Czauderna y Guardiola (2019), la mayoría de los enfoques para el diseño de *serious games* favorecen una visión a vista de pájaro de los juegos y su diseño general, y no dejan que las pruebas de juego con miembros del público objetivo desempeñen un papel central para que los juegos educativos sean accesibles, utilizables y atractivos, como sí ocurre en el diseño de videojuegos modernos en la industria. Sin embargo, recientemente están surgiendo algunas propuestas serias que adoptan un enfoque más práctico y están influenciadas por la forma en que los juegos son desarrollados en la industria.

Czauderna y Guardiola (2019) proponen una metodología construida en torno al concepto de diseño de juegos centrado en el jugador, una práctica muy utilizada en el desarrollo de juegos de hoy en día (Hodent, 2018). Proponen su metodología en el contexto del desarrollo de *Antura y las Letras*, un juego móvil educativo dirigido a niños sirios de cinco a diez años refugiados en el Oriente Medio, donde el objetivo pedagógico es ayudar a los jugadores a adquirir los conocimientos más básicos de alfabetización: letras árabes,

ortografía y algo de vocabulario. Gracias a la colaboración en el proyecto de la organización sin ánimo de lucro Videojuegos sin Fronteras, la mayor parte del equipo de desarrollo estaba compuesto por experimentados desarrolladores de videojuegos que tiene más experiencia en el desarrollo de contenidos de entretenimiento que en contenidos educativos. *Antura* se construye alrededor de un número de minijuegos diseñados para presentar al jugador un desafío conectado a un objetivo pedagógico específico.

La metodología propuesta por Czauderna y Guardiola (2019) se vertebra a través de tres procesos:

1. Considerar el conocimiento de la didáctica de la materia en términos de objetivos de aprendizaje, así como de métodos de enseñanza apropiados.
2. Diseñar el juego para facilitar el aprendizaje a través de él.
3. Aplicar los métodos del diseño de juegos centrados en el jugador para evaluar los resultados.

Una idea clave de este enfoque es la construcción del juego como una colección de minijuegos y cómo esta elección de granularidad facilita el diseño en torno a objetivos de aprendizaje bien definidos.

Partiendo de este principio de granularidad, Silva (2019) describe una nueva metodología práctica para el diseño y desarrollo de *serious games*. Al igual que Czauderna y Guardiola (2019), este autor también propone un enfoque donde el juego se construye añadiendo mecánicas sucesivas que pueden tener un objetivo divertido, un objetivo de aprendizaje o una combinación de ambos.

Es interesante presentar esta distinción y aceptar que un juego educativo puede tener mecánicas que son puramente para aprender, otras solo para hacer la experiencia divertida y algunas otras que contribuyen al aprendizaje y a la diversión al mismo tiempo. Además, y con el fin de dar un diseño coherente al juego, antes de empezar a añadir las mecánicas de juego, la metodología propuesta consiste en seleccionar el género, junto con la historia, los escenarios y los personajes del juego. La selección del género de juego es muy relevante, ya que identifica una serie de mecánicas de juego que se encuentran en el género seleccionado.

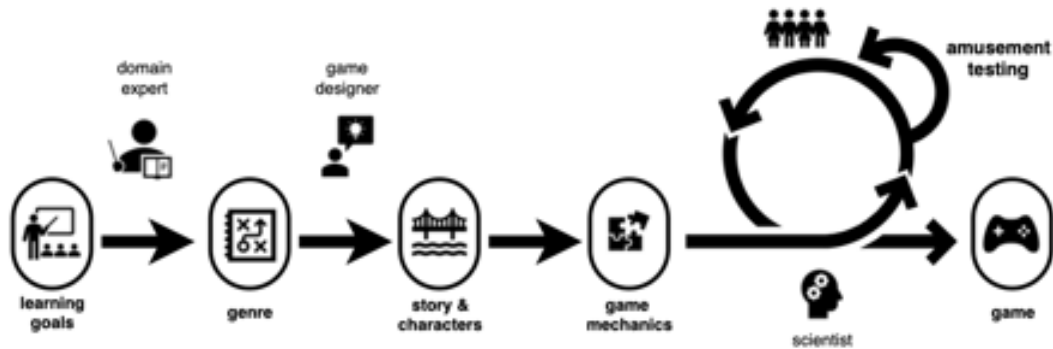
## 6.2. Marco de trabajo propio: “Chocolate con pepitas de brócoli”

Hemos desarrollado nuestro propio marco de trabajo, al que hemos llamado “Chocolate con pepitas de brócoli” en honor al trabajo de Bruckman (1999). Consideramos que es chocolate, ya que los niños que utilizan los juegos disfrutan de la experiencia. Por tanto, los juegos son sabroso chocolate. No obstante, como hemos podido comprobar en varios de los experimentos que hemos realizado, los jugadores son capaces de discernir las mecánicas educativas y las que son solo lúdicas. Por tanto, las pepitas de brócoli, representadas por las mecánicas educativas, no pueden ser ignoradas o “tragadas” sin ser percibidas. Pero lo único importante en esta gran metáfora culinaria es que el brócoli no estropee el chocolate, de manera que el juego siga siendo sabroso, aunque tenga chips de brócoli, que no parecen casar muy bien en la receta.

La metodología que proponemos amplía la de Silva (2019), puesto que incorpora dos tipos de evaluación (atractivo del juego e impacto educativo) y separa el diseño de la mecánica del juego y de la mecánica del aprendizaje. Proponemos concentrarnos primero en la jugabilidad y luego agregar el contenido de aprendizaje, o, adaptando el término acuñado por Bruckman (1999), pasar de “brócoli bañado en chocolate” a “chocolate con chips de brócoli”. Las Figuras 85 y 86 muestran los principales pasos de esta metodología:

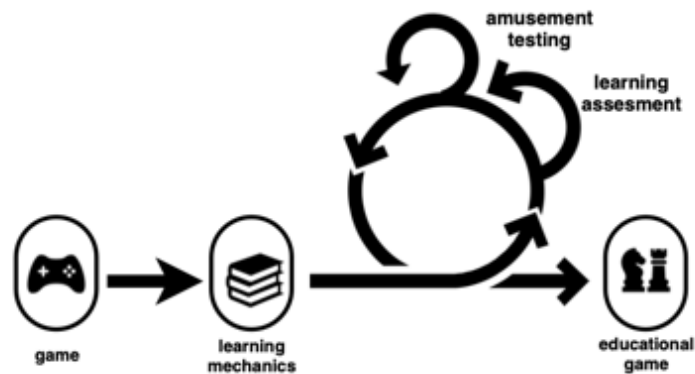
1. Elección del tema para el juego serio y los objetivos de aprendizaje asociados a él.
2. Elección de un género de juego que responda al tema y a los objetivos de aprendizaje definidos, teniendo en cuenta el público objetivo.
3. Creación de una historia para el juego, teniendo en cuenta el tema, los objetivos de aprendizaje, el público objetivo, el entorno de aprendizaje y el género. Vinculada a la historia está la creación de escenarios y personajes.
4. Iteración de la adición de la mecánica del juego, mientras se juega con los miembros del público objetivo para medir si el juego es accesible, utilizable y atractivo.
5. En cuanto el juego es validado, iteración de la adición de la mecánica de aprendizaje, mientras se evalúa tanto el impacto educativo como las pruebas.

Figura 85. Fase 1 del marco de trabajo “Chocolate con chips de brócoli”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 86: Fase 2 del marco de trabajo “Chocolate con chips de brócoli”.



Fuente: Elaboración propia.

El diseño centrado en el jugador, como se describe en Czauderna y Guardiola (2019), juega un papel central en nuestra metodología. A través de la aplicación de métodos de investigación social, como grupos de enfoque, observaciones y análisis (seguimiento del comportamiento de los jugadores en el juego), recogemos datos que, en cada iteración, se utilizan para mejorar el juego.

Debemos comprender que las Figuras 85 y 86 deberían conformar una sola. El último *game* que aparece en la Figura 85 es el primero en la 86. Mientras lo reflejado en la 85 se puede hallar en otros marcos de trabajo, la combinación de evaluación —no solo de las

mecánicas añadidas, sino también la diversión completa del juego— y el repensamiento tras implementar las mecánicas educativas hacen de este marco de trabajo algo novedoso.

### 6.3. Especificidades del este marco de trabajo

Es importante comprender que este marco está diseñado para llevarse a cabo bajo el amparo de una institución museística. En ningún caso debe entenderse que funcionaría igual si se desea realizar con otros *serious games*.

La especificidad de este marco también establece una de sus particularidades:: acotar el marco de acción del videojuego hace que el marco de trabajo no sea extensible a muchos otros ámbitos, pero permite desarrollar el videojuego educativo, labor que es, de por sí, bastante compleja.

La educación es una de las principales funciones de los museos, puesta en práctica por un personal dedicado y de interés para los conservadores, diseñadores de exposiciones y otros profesionales de los museos. Este interés que se muestra desde la institución favorece la parte más compleja del desarrollo de los *serious games* planteada en este marco de trabajo: la evaluación.

Es difícil contar con un equipo de trabajo que englobe muchas especialidades, sobre todo disponer de un componente que se dedique a la evaluación de los elementos educativos de los juegos. Por eso, si se dispone de profesionales del museo que puedan secundar al equipo con la evaluación, se facilitará la labor. Estos profesionales tendrán más claros los objetivos y las metas de los museos. También podrán secundar la evaluación, ayudando a comprobar si se están cumpliendo los objetivos.

Otra de las particularidades de este marco de trabajo es la gran disposición al repensamiento. En la metodología planteada, cuando la diversión se ve comprometida, el videojuego es sometido a un proceso de reestructuración. Esto puede suponer que, una vez llegada la fase final del desarrollo, en caso de obtener una evaluación negativa de la diversión, el juego puede llevarse al estadio anterior y establecer nuevas mecánicas que no mermen la diversión del usuario. Por ello, este marco de trabajo prioriza la diversión, pues se plantea como uno de los elementos clave para el juego, aunque no desmerece ni deja a un lado el elemento educativo (que sigue siendo la parte esencial del proyecto).

## 6.4. Obtención del marco de trabajo

Para la obtención de este marco de trabajo se plantearon una serie de reuniones con el equipo de PadaOne Games que debían ayudar a desarrollarlo.

Después del primer desarrollo en el Lázaro Galdiano, la reunión técnica con el equipo de desarrollo se centró en las siguientes preguntas:

- ¿Podemos acortar el tiempo de desarrollo de este tipo de juegos?
- ¿Existe una parte de la experiencia que podamos automatizar para próximos juegos?
- ¿Qué parte ha supuesto mayor tiempo de desarrollo?
- ¿Qué partes del juego favorecen la diversión?

Una vez establecidos los bloques modulares que se podían repetir en el siguiente juego, y visto que el tiempo de desarrollo del juego se podía acortar incluyendo la evaluación de la diversión en una etapa más temprana del desarrollo, se procedió a la ideación del nuevo videojuego.

Además, se estableció que la mayor parte del tiempo de desarrollo se utiliza en reimplementar las mecánicas que no son comprensibles para el usuario o que no resultan tan divertidas como pensaban los diseñadores.

También se estableció que la mecánica principal de los juegos será la búsqueda de obras y su reconocimiento por parte del juego, al más puro estilo búsqueda del tesoro.

El segundo desarrollo, que se realizará en el MNCN, se montará sobre la misma estructura ya disponible. Esto, en parte, reducirá el tiempo de desarrollo. Pero la evaluación temprana que se incluirá en las fases del desarrollo permitirá reparar en un problema de comprensión del argumento del juego, por lo que se planteará un reajuste de este.

La evaluación técnica *a posteriori* revelará en este caso algunas novedades, partiendo de las mismas premisas y de alguna más:

- ¿Podemos acortar el tiempo de desarrollo de este tipo de juegos?
- ¿Existe una parte de la experiencia que podamos automatizar para próximos juegos?

- ¿Qué parte ha supuesto mayor tiempo de desarrollo?
- ¿Qué partes del juego favorecen la diversión?

En este caso, la mayor parte del tiempo de desarrollo se invirtió en la creación artística del mundo que rodea la experiencia: los personajes, las cartelas, los botones y demás elementos de la UI<sup>87</sup>. La parte que se automatizó en la experiencia anterior ha funcionado y ha sido la base para el desarrollo del juego. Se ha verificado la evaluación temprana como una herramienta de utilidad.

Además de la evaluación técnica, se organizó un *focus group* con los educadores del museo, usuarios secundarios del juego. La pretensión de este tipo de dinámicas era extraer información sobre el uso del juego en las dinámicas de la noche y comprender las necesidades de los educadores.

Gracias a esta dinámica se comprendió que no se podían dejar fuera los contenidos educativos. Por eso, desde la evaluación comenzó un interés por los contenidos y la adquisición de conocimiento, y desde diseño se generaron nuevas mecánicas que permiten la adquisición de conocimiento factual.

Tras el desarrollo del tercer juego, en la evaluación técnica del desarrollo se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Somos capaces de determinar qué elementos gráficos son los mínimos necesarios para desarrollar una aventura tipo *Enigma*?
- ¿Podemos generarlos antes de desarrollar la aventura para acelerar el proceso?
- ¿Existe alguna limitación técnica para disminuir el proceso de creación?
- ¿La nueva mecánica está bien integrada en el juego?

Aunque a nivel técnico todas estas preguntas fueron respondidas de manera satisfactoria, todavía se notaba que la nueva mecánica del juego, pese a estar bien integrada a nivel técnico, era la que menos satisfacción producía en los jugadores. Este último dato se obtuvo gracias a las evaluaciones que, a estas alturas, ya estaban integradas en el juego.

Tras comprender que el conocimiento factual se adquiriría gracias a la nueva mecánica implementada, se llevó a cabo una entrevista con uno de los educadores que más había

---

<sup>87</sup> *User Interface*

utilizado el juego en sus dinámicas. De esta entrevista en profundidad, además de comprender que se estaba dando la adquisición de conocimiento factual, surgió un nuevo reto: la adquisición de conocimiento conceptual.

La adquisición del conocimiento conceptual será lo que motive el desarrollo del cuarto juego que se incluye en la tesis, tratando de hacerlo llegar a los usuarios a través de la narrativa del juego, de la acción de los educadores al utilizar el juego y de la propia exposición que visitaran los usuarios.

La evaluación de este juego no se pudo llevar a cabo debido a la aparición de la COVID-19, pero se pudo determinar que el tiempo de desarrollo había bajado una vez más y, por tanto, la creación del marco de trabajo de evaluación iterativa puede darse por terminada.

## **7. Conclusiones**



## 7. Conclusiones

El marco de trabajo desarrollado ha sido utilizado en varias ocasiones para desarrollar los juegos con los que trabaja PadaOne Games en diversos museos de Madrid. La repetición del proceso de desarrollo ha permitido que estableciésemos una dinámica de creación y comprobásemos si facilitaba el desarrollo de los juegos sin olvidar su finalidad.

Como hemos reflejado a lo largo del trabajo, una de las partes más complicadas es utilizar el contenido educativo que se desea incluir sin que este acabe con la diversión que se le supone a un videojuego. Quizás por ello, desde el principio, esta investigación se ha centrado en no estropear la diversión que se supone de un juego con el contenido educativo que se le añadía.

El hecho de agregar las mecánicas educativas y reevaluar la diversión después supone un esfuerzo extra para los desarrolladores que, en muchos casos, consideran su función terminada tras el desarrollo del videojuego, y no esperan a la evaluación para saber si el objetivo que se les propuso ha sido alcanzado.

Por tanto, podemos afirmar que, en términos de desarrollo de *serious games* para museos, el marco de trabajo presentado ha sido un éxito, ya que propone a los desarrolladores no solo una herramienta que les sirve para empezar a trabajar con un museo, sino que también les otorga la posibilidad de saber si el producto complace al museo y al cliente final, el jugador.

El hecho de que existan dos clientes finales —uno que hospeda el juego y tiene deseos sobre lo que este proyecta y otro que es el jugador, que disfruta del juego— complica el desarrollo. No obstante, una vez se ha tenido en cuenta y valorado cómo se va a hacer la aproximación siguiendo las pautas propuestas en este marco de trabajo, es posible lograr este doble objetivo.

Para una exposición más clara y detallada de las conclusiones, las ofreceremos a continuación, desde las más específicas y que ya se han expuesto en los apartados de los juegos, a las más generales relacionadas con la investigación, de las que quizás no se ha dejado claro el desarrollo.

## 7.1. Conclusiones a las hipótesis planteadas en los juegos

Estas son las hipótesis que planteamos para cada juego que debía desarrollarse desde PadaOne Games y que podemos encontrar en los apartados correspondientes (5, 5.1., 5.2. y 5.3.).

A continuación se repetirán las hipótesis planteadas para que su lectura y evaluación sea más fácil e intuitiva, siguiendo el orden de desarrollo de los juegos planteados.

### 7.1.1. *Enigma Galdiano*

#### *Hipótesis planteadas*

H1. La existencia de un elemento físico facilita y fomenta la relación padre-hijo a la hora de jugar.

H2. El juego resulta más divertido que la simple visita al museo.

H3. La inmersión del niño es buena.

H4. El soporte físico es una ayuda para resolver el juego.

#### *Conclusiones*

De las hipótesis planteadas para el juego, pudimos concluir que tres de ellas (H1, H2 y H3) son válidas para *Enigma Galdiano*.

No obstante, la H4 no se pudo demostrar. El soporte físico, que desde el diseño nos parecía una pieza clave de la interacción, en muchos casos supuso un problema para avanzar.

Estos resultados sirvieron para establecer un nuevo acercamiento al siguiente videojuego que se iba a desarrollar y, como veremos en el apartado 7.2., también plantearon una serie de cuestiones y preguntas que sirvieron para el desarrollo de la nueva metodología. Se tomará la decisión de excluir elementos físicos imprescindibles para el desarrollo de los juegos, de manera que la experiencia para el usuario sea completamente digital.

### **7.1.2. *Enigma Paleo 1***

#### *Hipótesis planteadas*

H1. El juego es divertido.

H2. La trama temporal se entiende sin problemas.

H3. Los niños se sienten identificados con los personajes.

#### *Conclusiones*

Durante el desarrollo de *Enigma Paleo 1*, y pese a las evaluaciones plasmadas en el apartado 5.2., se llevaron a cabo algunas evaluaciones no numéricas previas y tentativas. Para ello, a través de un sondeo conjunto con votaciones a mano alzada, se preguntó a los grupos y se tuvieron entrevistas personales con algunos de los jugadores.

En ese momento se detectó un problema con la H2 y un sesgo, ya que los jugadores parecían disfrutar más del hecho de utilizar un dispositivo electrónico que del juego *per se*.

Tratando de dejar a un lado el goce del uso de un dispositivo electrónico, se plantearon las cuestiones que podemos observar en el apartado 5.2. Además, se pudo apreciar que los niños no entendían la primera trama temporal que se planteó con el juego, ya que el hecho del avance de los siglos resulta dificultoso, y la inclusión de saltos temporales no ayuda a su afianzamiento.

De las preguntas planteadas en el apartado 5.2. no se puede colegir cómo se solucionó el problema de la comprensión temporal, pues se optó por seguir el orden de la exposición, sin saltos temporales. De esta manera se reforzó el concepto de *cronología* y se trató de enfatizar una de las cuestiones que más interesaba a los educadores del museo: el símil entre la edad de la Tierra y las 24 horas del día.

### **7.1.3. *Enigma Paleo 2***

#### *Hipótesis plateadas*

H1. Los niños entienden la trama de la historia.

H2. Los niños adquirirán conocimiento factual jugando al juego.

H3. Los niños utilizarán el diario para responder a las preguntas de los *quiz*.

H4. Los que utilicen el diario responderán mejor a las preguntas que los que no lo hagan.

### *Conclusiones*

En esta parte de la investigación, la comprensión de la aventura es de gran importancia para los desarrolladores, motivada por el interés de los educadores del museo, que refuerzan el interés de conocimiento no solo de la historia, sino también de los contenidos. Gracias al *focus group* que se realiza por primera vez con los educadores del museo también se establecen algunas de las prioridades de aprendizaje que se plantean en esta evaluación, como el hecho de que el juego presente conocimiento factual y la aparición de un diario en el mismo.

Estas cuestiones se comprenden como objetivos del juego, ya que se evalúan para satisfacer la necesidad que tiene PadaOne Games con el cliente final, el MNCN, y no porque supongan un interés científico, aunque se aprovechan para presentar trabajos científicos a revistas y congresos.

Es importante ver que la utilización del diario correlacionado con mejores respuestas es clave, pues el *quiz* y el diario son las principales herramientas educativas que se añaden al juego y, además, como podemos ver en el apartado 2.5.3., estas herramientas van en contra de la satisfacción de los usuarios.

#### **7.1.4. Enigma BIO**

##### *Hipótesis planteadas*

H1. Comprobar si se cumplen los objetivos de aprendizaje marcados.

H2. Evidenciar si se mantiene la diversión, pese al contenido educativo.

H3. Ver si el contenido educativo es percibido por los jugadores.

H4. Saber si los módulos son intercambiables en orden (minijuegos puros y secciones educativas).

*Conclusiones*

Esta última evaluación se vio truncada por la COVID-19. Por este motivo, no se pudieron llevar a cabo los experimentos que ya se tenían planteados para resolver estas hipótesis.

## 7.2. Conclusiones a las hipótesis planteadas para la investigación y el desarrollo de un marco teórico de trabajo

Desde PadaOne Games se ha utilizado el marco de trabajo de forma reiterada para el desarrollo de cada uno de los videojuegos que se plantean en esta tesis. La evolución del mismo ha tenido en cuenta un proceso que se ha tratado de plasmar en el apartado 6: la formulación de un nuevo marco de trabajo para diseño de *serious games* para museos.

Es importante recalcar que, como se muestra en la tabla 6, se ha utilizado el método *Action-Thinking* para desarrollar el modelo. Después del desarrollo de cada juego, se han realizado evaluaciones del proceso de creación y se ha medido el tiempo que ha transcurrido entre el inicio y el final del desarrollo.

Además, después del primer videojuego, en el MNCN se planteó un *focus group* con los educadores para buscar los objetivos que perseguía el videojuego y tratar de aunarlos con los del museo. Esta estrategia supuso un cambio de mentalidad en los desarrolladores, considerando la diversión lograda y centrándose en los objetivos planteados por el museo.

Los tiempos de desarrollo se vieron reducidos de forma drástica entre el segundo y el tercer juego, y también entre el tercero y el cuarto, siendo el tiempo de desarrollo para el primer juego casi un año, para el segundo nueve meses, según lo planeado, pero para el tercero solo seis meses de desarrollo. Para el cuarto, el tiempo de desarrollo descendió a cinco meses.

Esta disminución del tiempo de desarrollo no se debe exclusivamente a disponer de una plataforma de desarrollo más elaborada, sino que también está relacionada con la implementación del marco de trabajo que planteamos en esta investigación. El hecho de evaluar la obtención de conocimiento y la diversión mientras se lleva a cabo la creación disminuye el tiempo de desarrollo porque evita la reimplementación una vez concluido este.

De las hipótesis planteadas en esta esfera de la investigación, la única que se quedó pendiente fue probar que este marco de desarrollo de *serious games* es de utilidad fuera del ámbito de los videojuegos en museos.

### **7.3. Limitaciones y futuros desarrollos**

La llegada de la COVID-19 y la situación excepcional de estado de alarma impidió que se llevaran a cabo las evaluaciones que se tenían previstas para el último juego. Además, la posible utilización del marco de trabajo fuera del museo también se vio limitada por la pandemia. Por tanto, podemos afirmar que la principal limitación de la investigación ha sido la pandemia mundial.

Además, también ha habido algunas limitaciones propias del producto desarrollado. Al tratarse de una aplicación de uso comercial, no se han podido modificar variables como se hubiese hecho en una situación de laboratorio. El videojuego que se entregaba debía ser un producto completo, y eso limitaba los cambios que se podían hacer tras la evaluación.

Pese a ser una limitación, también ha sido una oportunidad, porque hemos podido utilizar las aplicaciones en situaciones reales, y la investigación realizada se ha enfrentado a problemas de empresa.

El futuro de la investigación pasa por validar el marco de trabajo para *serious games* fuera del ámbito museístico. También sería de gran interés probarlo en una empresa ajena a PadaOne Games, para comprobar que el marco de trabajo es independiente de las dinámicas de trabajo de la empresa.

## **8. Bibliografía**

## 8. Bibliografía

- Adorno, T. W. (1967). *Valéry proust museum. in memory of hermann von grab*. London: Neville Spearman.
- Akkerman, S., Admiraal, W. y Huizenga, J. (2009). Storification in History education: A mobile game in and about medieval Amsterdam. *Computers & Education*, 52, 449-459. doi:10.1016/j.compedu.2008.09.014
- All, A., Nuñez Castellar, E. P. y Van Looy, J. (2016). Assessing the effectiveness of digital game-based learning: Best practices. *Computers & Education*, 92-93, 90-103. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.007
- Amory, A., Naicker, K., Vincent, J. y Adams, C. (1999). The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311-321. doi:10.1111/1467-8535.00121
- Anand, V. (2007). A Study of Time Management: The Correlation between Video Game Usage and Academic Performance Markers. *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society*, 10 4, 552-559. doi: 10.1089/cpb.2007.9991.
- Anderson, C. (2004). An update on the effects of playing violent video games. *Journal of adolescence*, 27, 113-122. doi:10.1016/j.adolescence.2003.10.009
- Anderson, C. y Bushman, B. (2001). Effects of Violent Video Games on Aggressive Behavior, Aggressive Cognition, Aggressive Affect, Physiological Arousal, and Prosocial Behavior: A Meta-Analytic Review of the Scientific Literature. *Psychological science*, 12, 353-359. doi:10.1111/1467-9280.00366
- Aparício, A. y Silva, F. (2019). Arithmetic Bird: a game for training mathematical operations. *EAI Endorsed Transactions on Game-Based Learning*, 5, 159526. doi:10.4108/eai.11-7-2019.159526
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S. y De Gloria, A. (2014). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis: Mapping learning and game mechanics. *British Journal of Educational Technology*. doi:10.1111/bjet.12113
- Asociación española de empresas productoras y desarrolladoras de videojuegos y software de entretenimiento - DEV. (2020). Libro blanco: del desarrollo español de videojuegos. <https://dev.org.es/libroblancodev2020>
- Asociación española de videojuegos – AEVI. (2020). Anuario: La industria del videojuego en España. [http://www.aevi.org.es/web/wp-content/uploads/2021/04/AEVI\\_Anuario\\_2020.pdf](http://www.aevi.org.es/web/wp-content/uploads/2021/04/AEVI_Anuario_2020.pdf)
- Assmann, J. J. y Gallenkamp, J. V. (2009, 5-8 Jan. 2009). *Communication and Leadership Trustworthiness in Virtual Teams: An Empirical Comparison of the US and China*. Paper presented at the 2009 42nd Hawaii International Conference on System Sciences.
- Avedon, E. M. (1971). *The Structural Elements of Games*. New York: J.Wiley.
- Avila Pesantez, D. y Rivera, L. (2017). Approaches for Serious Game Design: A Systematic Literature Review. *Computers in Education Journal*, 8.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485-493. doi:10.1037/0894-4105.8.4.485
- Barajas Saavedra, A., Rodriguez, F., Muñoz-Arteaga, J., Salgado, R. y Collazos, C. (2014). *A serious game development process using competency approach. Case Study: Elementary School Math*. Paper presented at the INTERACCIÓN 2014.

- Puerto de la Cruz, Tenerife, SPAIN. Volume: ISBN 10: 84-697-1072-9, ISBN 13: 978-84-697-1072-2
- Barbosa, A. F. S., Pereira, P. N. M., Dias, J. A. F. F. y Silva, F. G. M. (2014). A New Methodology of Design and Development of Serious Games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014, 817167. doi:10.1155/2014/817167
- Barlett, C. P., Vowels, C. L., Shanteau, J., Crow, J. y Miller, T. (2009). The effect of violent and non-violent computer games on cognitive performance. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 96-102. doi:https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.07.008
- Bartle, R. (1996). Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs. *Journal of MUD Research*, 1, 19.
- Bartle, R. (2005). Virtual worlds: Why people play. *Massively Multiplayer Game Development 2*, 2, 3-18.
- Beale, K. (2011). *Museums at play : games, interaction and learning*. United Kingdom: MuseumsETC.
- Blasco, M. F. y Tercero, M. M. (2008). An experimental study of business simulation games as a marketing learning method: Training managers management marketing skills. *Journal of Organizational Change Management*, 13, 178-189.
- Bonfiglioli, R. (2018). Bit by Bit: How Video Games Transformed Our World by Andrew Ervin. *Internet Histories*, 2(3-4), 347-350. doi:10.1080/24701475.2018.1449621
- Borja-Villel, & Otros. (2014). Playgrounds, Revindicar la plaza. In. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía. Madrid: Síruela.
- Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R. y Schellens, T. (2010). Students' perceptions about the use of video games in the classroom. *Comput. Educ.*, 54, 1145-1156.
- Boyle, E., Hainey, T., Connolly, T., Gray, G., Earp, J., Ott, M. y Ribeiro, C. (2015). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*. doi:10.1016/j.compedu.2015.11.003
- Brand, S. (1972, 07-12-1972). Spacewar! *Rolling Stone*.
- Bruckman, A. (1999). *Can educational be fun?* Paper presented at the Game Developers Conference '99, San José C.A. <http://www.cc.gatech.edu/~asb/papers/bruckman-gdc99.pdf>
- Calleja, G. (2011). *In-Game: From Immersion to Incorporation*. The MIT Press.
- Cameron, B. y Dwyer, F. (2005). The effect of online gaming, cognition and feedback type in facilitating delayed achievement of different learning objectives. *Journal of Interactive Learning Research*, 16, 243-258.
- Camps-Ortueta, I., Deltell-Escolar, L. y Blasco-López, M.-F. (2021). New technology in Museums: AR and VR video games are coming. *Communication & Society*, 34, 193-210. doi:10.15581/003.34.2.193-210
- Camps-Ortueta, I., González-Calero, P. A., Quiroga, M. A. y Gómez-Martín, P. P. (2019). *Measuring Preferences in Game Mechanics: Towards Personalized Chocolate-Covered Broccoli*. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34644-7_2)
- Capriotti, P. y Losada-Díaz, J. (2018). Facebook as a dialogic communication tool at the most visited museums of the world. *El profesional de la información*, 27(3). doi:10.3145/epi.2018.may.17
- Carbonaro, M., Szafron, D., Cutumisu, M. y Schaeffer, J. (2010). Computer-game construction: A gender-neutral attractor to Computing Science. *Comput. Educ.*, 55, 1098-1111.
- Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Sedano, C. I., Hauge, J. B. y Rauterberg, M. (2015). An activity theory-based model for serious games analysis

- and conceptual design. *Computers & Education*, 87, 166-181. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.023>
- Carvalho, T., Allison, R. S., Irving, E. L., & Herriot, C. (2008). Computer gaming for vision therapy. *2008 Virtual Rehabilitation*, 198-204.
- Castelli, L., Corazzini, L., & Geminiani, G. (2008). Spatial navigation in large-scale virtual environments: Gender differences in survey tasks. *Computers in Human Behavior*, 24, 1643-1667. doi:10.1016/j.chb.2007.06.005
- Charsky, D., & Ressler, W. (2011). "Games are made for fun": Lessons on the effects of concept maps in the classroom use of computer games. *Computers & Education*, 56(3), 604-615. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.001>
- Chiang, Y., Cheng, C., & Lin, S. S. J. (2008, 17-19 Nov. 2008). *The Effects of Digital Games on Undergraduate Players' Flow Experiences and Affect*. Paper presented at the 2008 Second IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning.
- Chou, C., & Tsai, M.-J. (2007). Gender differences in Taiwan high school students' computer game playing. *Computers in Human Behavior*, 23, 812-824. doi:10.1016/j.chb.2004.11.011
- Claes, F., & Deltell, L. (2014). Museos sociales. perfiles museísticos en twitter and facebook. *El profesional de la información*, 23, 594-602. doi:10.3145/epi.2014.nov.06
- Claes, F., & Deltell, L. (2019). Museo social en España: redes sociales y webs de los museos estatales. *Profesional de la Información*, 18(3). doi:<https://doi.org/10.3145/epi.2019.may.04>
- Cohendet, P., & Simon, L. (2007). Playing across the Playground: Paradoxes of Knowledge Creation in the Videogame Firm. *Journal of Organizational Behavior*, 28, 587-605. doi:10.1002/job.460
- Coller, B. D., & Scott, M. J. (2009). Effectiveness of using a video game to teach a course in mechanical engineering. *Comput. Educ.*, 53(3), 900-912. doi:10.1016/j.compedu.2009.05.012
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Connolly, T. M., Stansfield, M., & Hainey, T. (2011). An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation. *Comput. Educ.*, 57(1), 1389-1415. doi:10.1016/j.compedu.2011.01.009
- Cuetos, F., Arribas, D., & Ramos, J. L. (2016). *PROLEC-SE-R*. Madrid: TEA.
- Cuetos Vega, F., Rodríguez Díez, B., & Ruano, E. (2000). *Prolec : batería de evaluación de los procesos lectores de los niños de educación primaria*. Madrid: TEA.
- Czuderna, A., & Guardiola, E. (2019). The Gameplay Loop Methodology as a Tool for Educational Game Design. *Electronic Journal of e-Learning*, 17, 207-221. doi:10.34190/JEL.17.3.004
- Daneva, M. (2014). *How Practitioners Approach Gameplay Requirements? An Exploration into the Context of Massive Multiplayer Online Role-Playing Games*. IEEE 22nd International Requirements Engineering Conference (RE), pp. 3-12. doi:10.1109/RE.2014.6912242.
- de Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds: a review of game-based learning*. Recuperado de [http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport\\_v3.pdf](http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf)

- de Lope, R. P., López Arcos, J. R., Medina-Medina, N., Paderewski, P. y Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano. *Entertainment Computing*, 18, 1-14. doi:<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.005>
- de Haan, J., Reed, W. M. y Kuwada, K. (2010). The effect of interactivity with music video game on second language vocabulary recall. *Language Learning & Technology*, 14, 74-94.
- DeLeeuw, K. E. y Mayer, R. E. (2011). Cognitive consequences of making computer-based learning activities more game-like. *Computers in Human Behavior*, 27(5), 2011-2016. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.05.008>
- Deltell, L. y Claes, F. (2020). Wikipedia y los museos de la Subdirección General de Bellas Artes. *Arte, individuo y sociedad*, 32, 1085-1104.
- DeMaria, R. y Wilson, J. (2002). *High Score! The Illustrated History of Electronic Games*. United States: McGraw-Hill, Inc.
- Despain, W. y Acosta, K. (2013). *100 Principles of Game Design*. United States: New Riders.
- Dickens, L. y Watkins, K. (1999). Action Research: Rethinking Lewin. *Management Learning - MANAGE LEARNING*, 30, 127-140. doi:[10.1177/1350507699302002](https://doi.org/10.1177/1350507699302002)
- Djaouti, D., Alvarez, J., Jessel, J.-P. y Rampnoux, O. (2011). *Origins of Serious Games*. London: Springer London.
- Dubois, E. y Nigay, L. (2000). Augmented Reality: Which Augmentation for Which Reality? *Designing Augmented Reality Environments*. doi:[10.1145/354666.354695](https://doi.org/10.1145/354666.354695)
- Dye, M. W. G. y Bavelier, D. (2010). Differential development of visual attention skills in school-age children. *Vision Research*, 50(4), 452-459. doi:[10.1016/j.visres.2009.10.010](https://doi.org/10.1016/j.visres.2009.10.010)
- Eastin, M. (2006). Video Game Violence and the Female Game Player: Self- and Opponent Gender Effects on Presence and Aggressive Thoughts. *Human Communication Research*, 32, 351-372. doi:[10.1111/j.1468-2958.2006.00279.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2006.00279.x)
- Engström, H., Berg Marklund, B., Backlund, P. y Toftedahl, M. (2018). Game development from a software and creative product perspective: A quantitative literature review approach. *Entertainment Computing*, 27, 10-22. doi:<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.02.008>
- Ervin, A. (2017). *Bit by Bit: How videogames transformed our world* (First Edition ed.) United States: Hachette Book Group, Inc.
- Fan, J., McCandliss, B., Sommer, T., Raz, A. y Posner, M. (2002). Testing the Efficiency and Independence of Attentional Networks. *Journal of cognitive neuroscience*, 14, 340-347. doi:[10.1162/089892902317361886](https://doi.org/10.1162/089892902317361886)
- Felicia, P. y Pitt, I. (2007). Evaluating the effect of personality on the design of educational games. *European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2007*, 79-88.
- Feng, J., Spence, I. y Pratt, J. (2007). Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition. *Psychological science*, 18, 850-855. doi:[10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x)
- Fu, F.-L., Su, R.-C. y Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101-112.
- Fullerton, T. y Swain, C. (2008). Game Design Workshop (Second Edition). In T. Fullerton & C. Swain (Eds.), *Game Design Workshop (Second Edition)* (pp. 453). Boston: Morgan Kaufmann.

- Gentile, D. y Gentile, J. (2008). Violent Video Games as Exemplary Teachers: A Conceptual Analysis. *Journal of Youth and Adolescence*, 9, 127-141. doi:10.1007/s10964-007-9206-2
- Gibson-Bond, J. (2017). *Introduction to Game Design, Prototyping, and Development: From Concept to Playable Game with Unity and C# (2nd Edition)*. United States: Addison-Wesley Professional.
- Gitter, S. A., Ewell, P. J., Guadagno, R. E., Stillman, T. F. y Baumeister, R. F. (2013). Virtually justifiable homicide: The effects of prosocial contexts on the link between violent video games, aggression, and prosocial and hostile cognition. *Aggressive Behavior*, 39(5), 346-354. doi:10.1002/ab.21487
- Glaser, A. Y., Hall, C. B., Uribe, S. J. I. y Fried, M. P. (2005). The effects of previously acquired skills on sinus surgery simulator performance. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 133(4), 525-530. doi:10.1016/j.otohns.2005.06.022
- Goldberg, L. R. (1993). The structure of phenotypic personality traits. *American Psychologist*, 48(1), 26-34. doi:10.1037/0003-066X.48.1.26
- González Calero, P. A., Quiroga, M. Á., Camps-Ortueta, I. y Gómez-Martín, P. P. (2018). *Hacia la personalización de las aventuras culturales*. Paper presented at the XVIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial (CAEPIA 2018) Granada, España
- González Sánchez, J. L. (2010). *Jugabilidad: Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Spain: Universidad de Granada.
- Granek, J. A., Gorbet, D. J. y Sergio, L. E. (2010). Extensive video-game experience alters cortical networks for complex visuomotor transformations. *Cortex*, 46(9), 1165-1177. doi:https://doi.org/10.1016/j.cortex.2009.10.009
- Greitemeyer, T., Agthe, M., Turner, R. y Gschwendtner, C. (2012). Acting prosocially reduces retaliation: Effects of prosocial video games on aggressive behavior. *European Journal of Social Psychology*, 42(2), 235-242. doi:10.1002/ejsp.1837
- Griffiths, M. y Davies, M. (2002). Excessive online computer gaming: Implications for education. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 379-380. doi:10.1046/j.0266-4909.2002.00248.x
- Habgood, J. y Ainsworth, S. (2011). Motivating Children to Learn Effectively: Exploring the Value of Intrinsic Integration in Educational Games. *The Journal of the Learning Sciences*, 20, 169-206. doi:10.1080/10508406.2010.508029
- Hainey, T., Connolly, T. y Boyle, E. (2009). A Survey of Students' Motivations for Playing Computer Games: a Comparative Analysis of Three Studies in Higher Education. In M. Pivec (Ed.), (pp. 154-163). Academic Conferences and Publishing Limited (ACPIL).
- Hainey, T., Connolly, T., Boyle, E., Wilson, A. y Razak, A. (2016). A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education. *Computers & Education*, 102. doi:10.1016/j.compedu.2016.09.001
- Hainey, T., Connolly, T. M., Stansfield, M. y Boyle, E. A. (2011). Evaluation of a game to teach requirements collection and analysis in software engineering at tertiary education level. *Comput. Educ.*, 56(1), 21-35. doi:10.1016/j.compedu.2010.09.008
- Halpern, D. y Wai, J. (2007). The world of competitive Scrabble: Novice and expert differences in visuopatial and verbal abilities. *Journal of experimental psychology. Applied*, 13, 79-94. doi:10.1037/1076-898X.13.2.79

- Hannig, A., Kuth, N., Özman, M., Jonas, S. y Spreckelsen, C. (2012). eMedOffice: A web-based collaborative serious game for teaching optimal design of a medical practice. *BMC Medical Education*, 12(1), 104. doi:10.1186/1472-6920-12-104
- Harr, R., Buch, T. y Hanghøj, T. (2008). Exploring the discrepancy between educational goals and educational game design (165-174). *ECGBL. Barcelona*.
- Hernández Toribio, M. I. y Deltell Escolar, L. (2021). Museos y comunicación online (Twitter) : un análisis pragmático. In *Nuevos discursos en el español contemporáneo. - (Visor lingüística ; 27)*. Madrid: Visor Libros.
- Hodent, C. (2018). *The gamer's brain : how neuroscience and UX can impact video game design*. Florida: CRC Press.
- Hogle, N., Widmann, W., Ude, A., Hardy, M. y Fowler, D. (2008). Does Training Novices to Criteria and Does Rapid Acquisition of Skills on Laparoscopic Simulators Have Predictive Validity or Are We Just Playing Video Games? *Journal of Surgical Education*, 65, 431-435. doi:10.1016/j.jsurg.2008.05.008
- Hooper-Greenhill, E. (1994). *Museums and Their Visitors*. United Kingdom: Routledge, Heritage Series.
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S. y Dam, G. (2007). Learning History by Playing a Mobile City Game. *European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2007*.
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S. y Dam, G. (2008). Cognitive and affective effects of learning History by playing a mobile game. *Sigecom Exchanges*, 2008, 207-212.
- Huizinga, J. (1938). *Homo Ludens*. Netherlands: Penguin Random House LLC.
- Hunicke, R., Leblanc, M. y Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. *AAAI Workshop - Technical Report, 1*.
- Hurkmans, H. L., Ribbers, G. M., Streur-Kranenburg, M. F., Stam, H. J. y van den Berg-Emons, R. J. (2011). Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8(1), 38. doi:10.1186/1743-0003-8-38
- Ivory, J. D. y Kalyanaraman, S. (2007). The effects of technological advancement and violent content in video games on players' feelings of presence, involvement, physiological arousal, and aggression. *Journal of Communication*, 57(3), 532-555. doi:10.1111/j.1460-2466.2007.00356.x
- Jenkins, H. (2003). Transmedia Storytelling: Moving Characters from Books to Films to Video Games Can Make Them Stronger and More Compelling. MIT Technology Review.
- Jensen, E. A. (2016). Evaluating indicator-based methods of 'measuring long-term impacts of a science center on its community'. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(1), 60-64. doi:10.1002/tea.21297
- Joiner, R., Iacovides, J., Owen, M., Gavin, C., Clibbery, S., Darling, J. y Drew, B. A. (2011). Digital Games, Gender and Learning in Engineering: Do Females Benefit as Much as Males? *Journal of Science Education and Technology*, 20, 178-185.
- Jonassen, D. H. y Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47(1), 61-79. doi:10.1007/BF02299477
- Jouriles, E., McDonald, R., Kullowatz, A., Rosenfield, D., Gomez, G. y Cuevas, A. (2009). Can Virtual Reality Increase the Realism of Role Plays Used to Teach College Women Sexual Coercion and Rape-Resistance Skills? *Behavior therapy*, 40, 337-345. doi:10.1016/j.beth.2008.09.002

- Kalmpourtzis, G. (2018). *Educational Game Design Fundamentals: A Journey to Creating Intrinsically Motivating Learning Experiences*. Florida: CRC Press.
- Karakus, T., Inal, Y. y Cagiltay, K. (2008). A descriptive study of Turkish high school students' game-playing characteristics and their considerations concerning the effects of games. *Comput. Hum. Behav.*, 24(6), 2520–2529. doi:10.1016/j.chb.2008.03.011
- Karle, J. W., Watter, S. y Shedden, J. M. (2010). Task switching in video game players: Benefits of selective attention but not resistance to proactive interference. *Acta psychologica*, 134 1, 70-78.
- Kasomoulis, A., Vayanou, M., Katifori, A. y Ioannidis, Y. (2016). MagicHOLO: A Collaborative 3D experience in the museum. 1-6. doi:10.1145/3003733.3003813
- Ke, F., Xie, K., & Xie, Y. (2015). Game-based learning engagement: A theory- and data-driven exploration. *British Journal of Educational Technology*, 47. doi:10.1111/bjet.12314
- Kebritchi, M., Hirumi, A. y Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Comput. Educ.*, 55(2), 427–443. doi:10.1016/j.compedu.2010.02.007
- Kent, S. L. (2001). *The Ultimate History of Video Games: From Pong to Pokemon--the Story behind the Craze That Touched Our Lives and Changed the World*. California: Prima Communications, Inc.
- Kirriemuir, J. y McFarlane, A. (2004). *Literature Review in Games and Learning*. Malasya: FutureLab.
- Klopfer, E., Osterweil, S. y Salen, K. (2009). *Moving learning games forward*. MIT. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00593085>.
- Knight, J. F., Carley, S., Tregunna, B., Jarvis, S., Smithies, R., de Freitas, S. y Mackway-Jones, K. (2010). Serious gaming technology in major incident triage training: A pragmatic controlled trial. *Resuscitation*, 81(9), 1175-1179. doi:10.1016/j.resuscitation.2010.03.042
- Kolb, D. A. a. (2015). *Experiential learning : experience as the source of learning and development*: Second edition. Upper Saddle River, New Jersey : Pearson Education, Inc.
- Kotler, N. G., Kotler, P. y Kotler, W. I. (2008). *Museum marketing and strategy : designing missions, building audiences, generating revenue and resources* (2nd ed.) New York: Jossey-Bass.
- Lavender, T. J. (2008). *Homeless: it's no game - measuring the effectiveness of a persuasive videogame*. [Tesis de doctorado] Carleton University.
- Lazzaro, N. (2004). *Why we Play Games: Four Keys to More Emotion without Story*.
- Lazzaro, N. (2004). *4 Keys 2 Fun*. Recuperado de: <http://www.xeodesign.com/research/> (Fecha de acceso:11/08/2022).
- Lindh, J., Hrastinski, S., Bruhn, C. y Mozgira, L. (2008). Computer-based business simulation games as tools for learning: A comparative study of student and teacher perceptions. *Proceedings of the European Conference on Games-based Learning, 2008*, 267-274.
- Liu, C.-C., Cheng, Y.-B. y Huang, C.-W. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57(3), 1907-1918. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.002>
- Losada-Díaz, J. C. y Capriotti, P. (2015). La comunicación de los museos de arte en Facebook: comparación entre las principales instituciones internacionales y españolas. . *Palabra Clave*, 18(3), 889-904. doi:10.5294/pacla.2015.18.3.11

- Lucia, A., Francese, R., Passero, I. y Tortora, G. (2009). Development and evaluation of a virtual campus on Second Life: The case of SecondDMI. *Computers & Education*, 52, 220-233. doi:10.1016/j.compedu.2008.08.001
- Maass, A., Kollhörster, K., Riediger, A., MacDonald, V. y Lohaus, A. (2011). Effects of violent and non-violent computer game content on memory performance in adolescents. *European Journal of Psychology of Education*, 26, 339-353.
- Macklin, C. y Sharp, J. (2016). *Games, Design and Play: A detailed approach to iterative game design*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Mainer, B. (2020). Fotografía del videojuego: una nueva economía en la sociedad digital. *Telos*.
- Marklund, B. B., Engström, H., Hellkvist, M. y Backlund, P. (2019). What Empirically Based Research Tells Us About Game Development. *The Computer Games Journal*, 8, 179 - 198.
- Martin, P. (2018). The intellectual structure of game research. *Game Studies*, 18.
- Matharu, G., Mishra, A., Singh, H. y Upadhyay, P. (2015). Empirical Study of Agile Software Development Methodologies. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, 40, 1-6. doi:10.1145/2693208.2693233
- Mathiak, K. A., Klasen, M., Weber, R., Ackermann, H., Shergill, S. S. y Mathiak, K. (2011). Reward system and temporal pole contributions to affective evaluation during a first person shooter video game. *BMC neuroscience*, 12, 66. doi:10.1186/1471-2202-12-66.
- Miller, M. y Hegelheimer, V. (2006). The SIMs Meet ESL Incorporating Authentic Computer Simulation Games into the Language Classroom. *Interactive Technology and Smart Education*, 3(4), 311-328.
- Ministerio de Cultura y Deporte de España (2021). Anuario de Estadísticas Culturales 2021. Museos y colecciones museográficas, 37-291.
- Murphy-Hill, E., Zimmermann, T. y Nagappan, N. (2014). *Cowboys, ankle sprains, and keepers of quality: how is video game development different from software development?* Paper presented at the Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering, Hyderabad, India. <https://doi.org/10.1145/2568225.2568226>
- Nadolski, R., Hummel, H., Brink, H., Hoefakker, R., Sloomaker, A., Kurvers, H. y Storm, J. (2008). *EMERGO: methodology and toolkit for efficient development of serious games in higher education*. *Simulation & Gaming* 39(3):338-352. doi:10.1177/1046878108319278
- Nelson, M. R., Yaros, R. A. y Keum, H. (2006). Examining the Influence of Telepresence on Spectator and Player Processing of Real and Fictitious Brands in a Computer Game. *Journal of Advertising*, 35(4), 87-99. doi:10.2753/JOA0091-3367350406
- Nielsen, L. (2019). *Personas-User focused design*. London: Springer Limited.
- Nomura, T., Miyashita, M., Shrestha, S., Makino, H., Nakamura, Y., Aso, R. y Tajiri, T. (2008). Can Interview Prior to Laparoscopic Simulator Training Predict a Trainee's Skills? *Journal of Surgical Education*, 65(5), 335-339. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2008.07.008>
- Nte, S. y Stephens, R. (2008). Videogame aesthetics and e-Learning: A retro-looking computer game to explain the normal distribution in statistics teaching. 2008, 341-348.
- O'Shea, Z. y Freeman, J. (2019). *Game design frameworks: where do we start?* The Fourteenth International Conference on the Foundations of Digital Games (FDG '19). San Luis Obispo, California, United States

- Oh, S., So, H.-j. y Gaydos, M. (2017). Hybrid Augmented Reality for Participatory Learning: The Hidden Efficacy of the Multi-User Game-based Simulation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 11, 115-127. doi:10.1109/TLT.2017.2750673
- Orvis, K. A., Horn, D. B. y Belanich, J. (2008). The roles of task difficulty and prior videogame experience on performance and motivation in instructional videogames. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2415-2433. doi:10.1016/j.chb.2008.02.016
- Ozanne, J. L. y Saatcioglu, B. (2008). Participatory Action Research. *Journal of Consumer Research*, 35(3), 423-439. doi:10.1086/586911
- Padilla Zea, N. (2011). *Metodología para el diseño de videojuegos educativos sobre una arquitectura para el análisis del aprendizaje colaborativo*. [Tesis en Ingeniería Informática] Universidad de Granada, Granada.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12. doi:https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004
- Pasin, F., & Giroux, H. (2011). The impact of a simulation game on operations management education. *Comput. Educ.*, 57(1), 1240-1254. doi:10.1016/j.compedu.2010.12.006
- Petri, G. y Gresse von Wangenheim, C. (2016). How to Evaluate Educational Games: a Systematic Literature Review. *Journal of Universal Computer Science*, 22, 992.
- Petrillo, F., Pimenta, M., Trindade, F. y Dietrich, C. (2009). What went wrong? A survey of problems in game development. *Computers in Entertainment*, 7. doi:10.1145/1486508.1486521
- Poels, K., Ijsselstein, W. A., Kort, Y. d. y Iersel, B. V. (2010). Digital Games, the Aftermath: Qualitative Insights into Postgame Experiences. In *Evaluating User Experience in Games - Concepts and Methods* (pp. 149-163).
- Prange, S., Müller, V., Buschek, D. y Alt, F. (2017). Quakequiz: a case study on deploying a playful display application in a museum context. 49-56. doi:10.1145/3152832.3152841
- Ravaja, N., Turpeinen, M., Saari, T., Puttonen, S. y Keltikangas-Järvinen, L. (2008). The psychophysiology of James Bond. *Phasic emotional responses to violent video game events*, 8(1), 114-120. doi:10.1037/1528-3542.8.1.114
- Rieber, L. P. (1996). Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations, and Games. *Educational Technology Research and Development*, 44, 43 - 58.
- Riegelsberger, J., Counts, S., Farnham, S. D. y Philips, B. C. (2007, 3-6 Jan. 2007). *Personality Matters: Incorporating Detailed User Attributes and Preferences into the Matchmaking Process*. Paper presented at the 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07).
- Rosenberg, D., Depp, C. A., Vahia, I. V., Reichstadt, J., Palmer, B. W., Kerr, J. y Jeste, D. V. (2010). Exergames for subsyndromal depression in older adults: a pilot study of a novel intervention. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 18(3), 221-226. doi:10.1097/JGP.0b013e3181c534b5
- Ross, M. (2004). Interpreting the new museology. *Museum and Society*, 2. doi:10.29311/mas.v2i2.43

- Rossiou, E. y Papadakis, S. (2008). Applying online multiplayer educational games based on generic shells to enhance learning of recursive algorithms: Students' preliminary results. *2008*, 373-382.
- Rosyid, H. A., Palmerlee, M. y Chen, K. (2018). Deploying learning materials to game content for serious education game development: A case study. *Entertainment Computing*, 26, 1-9. doi:<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.01.001>
- Russell, W. y Newton, M. (2008). Short-Term Psychological Effects of Interactive Video Game Technology Exercise on Mood and Attention. *Educational Technology & Society*, 11, 294-308.
- Salminen, M. y Ravaja, N. (2008). Increased oscillatory theta activation evoked by violent digital game events. *Neuroscience Letters*, 435(1), 69-72. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.02.009>
- Sandifer, C. (1997). Time-based behaviors at an interactive science museum: Exploring the differences between weekday/weekend and family/nonfamily visitors. *Science Education*, 81(6), 689-701. doi:10.1002/(SICI)1098-237X(199711)81:6<689::AID-SCE6>3.0.CO;2-E
- Sawyer, B. y Smith, P. (2008). Serious games taxonomy. *Paper presented at the serious games summit at the game developers conference, San Francisco, USA*, 23-27.
- Schell, J. (2008). *The art of game design: a book of lenses*: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Schmalz, M., Finn, A. y Taylor, H. (2014). *Risk Management in Video Game Development Projects*. 47th Hawaii International Conference on System Sciences, 2014, pp. 4325-4334, doi: 10.1109/HICSS.2014.534.
- Schönbrodt, F. D. y Asendorpf, J. B. (2011). Virtual social environments as a tool for psychological assessment: Dynamics of interaction with a virtual spouse. *Psychol Assess.* 23(1):7-17. doi: 10.1037/a0021049. PMID: 21280959.
- Schwabe, G., Goth, C. y Froberg, D. (2005). *Does Team Size Matter in Mobile Learning?* International Conference on Mobile Business (ICMB'05), 2005, pp. 227-234, doi: 10.1109/ICMB.2005.35.
- Shaffer, D. (2006). *How Computer Games Help Children Learn*. New York: Palgrave Macmillan. doi: <https://doi.org/10.1057/9780230601994>
- Shepherdson, N. (1993). Carmen is everywhere! *Boy's Life*, 83, 88.
- Silva, F. (2019). Practical Methodology for the Design of Educational Serious Games. *Information*, 11, 14. doi:10.3390/info11010014
- Simon, N. (2006). What is museum 2.0? Recuperado de <http://museumtwo.blogspot.com/2006/12/what-is-museum-20.html> (Fecha de acceso (11/08/2022)).
- Simon, N. (2010). *The participatory museum* (M. 2.0 Ed.).
- Sookhanaphibarn, K. y Chatuporn, U. (2013). *Expanding the Experience of Museum Visitors with a Social Application on Facebook*. Paper presented at the The Seventh International Conference on Digital Society, Nice, France.
- Stacey, P., Brown, A. y Nandhakumar, J. (2007, 3-6 Jan. 2007). *Making Sense of Stories: the development of a new mobile computer game*. Paper presented at the 2007 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'07).
- Stefanidis, D., Korndorffer, J. R., Sierra, R., Touchard, C., Dunne, J. B. y Scott, D. J. (2005). Skill retention following proficiency-based laparoscopic simulator training. *Surgery*, 138(2), 165-170. doi:10.1016/j.surg.2005.06.002
- Stefanidis, D., Scerbo, M. W., Sechrist, C., Mostafavi, A. y Heniford, B. T. (2008). Do novices display automaticity during simulator training? *American journal of surgery*, 195(2), 210-213. doi:10.1016/j.amjsurg.2007.08.055

- Sturm, W. y Willmes, K. (2001). On the Functional Neuroanatomy of Intrinsic and Phasic Alertness. *NeuroImage*, 14, S76-84. doi:10.1006/nimg.2001.0839
- Styhre, A., Szczepanska, A. y Remneland Wikhamn, B. (2018). Consecrating video games as cultural artifacts: Intellectual legitimation as a source of industry renewal. *Scandinavian Journal of Management*, 34, 22-28. doi:10.1016/j.scaman.2017.11.003
- Subiela, T. (2019). *El "Wow factor". Experiencias de aprendizaje en la asignatura Taller I: Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. V Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red.
- Suh, S., Kim, S. W. y Kim, N. J. (2010). Effectiveness of MMORPG-based instruction in elementary English education in Korea. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(5), 370-378. doi:10.1111/j.1365-2729.2010.00353.x
- Sward, K., Richardson, S., Kendrick, J. y Maloney, C. (2008). Use of a Web-Based Game to Teach Pediatric Content to Medical Students. *Ambulatory pediatrics : the official journal of the Ambulatory Pediatric Association*, 8, 354-359. doi:10.1016/j.ambp.2008.07.007
- Takatalo, J., Häkkinen, J., Kaistinen, J. y Nyman, G. (2011). User Experience in Digital Games. *Differences Between Laboratory and Home*, 42(5), 657-674. doi:10.1177/1046878110378353
- Vahed, A. (2008). *The Tooth Morphology Board Game: An Innovative Strategy in Tutoring Dental Technology Learners in Combating Rote Learning*. 2nd European Conference on Games Based Learning (ECGBL).
- Valiño, G. (2002). La relación juego y escuela: Aportes teóricos para su comprensión y promoción. *Revista Conceptos*, 77(2). Boletín de la Universidad del Museo Social Argentino.
- VandenBerghe, J. (2017). Engines Of Play Case Study: Relic Entertainment. Recuperado de <https://www.darklorde.com/engines-play-case-study-relic-entertainment/>
- Wagensberg, J. (2017). *Teoría de la creatividad: Eclósión, gloria y miseria de las ideas*: Barcelona: Grupo Planeta.
- Wan, C.-S. y Chiou, W.-B. (2007). The motivations of adolescents who are addicted to online games: A cognitive perspective. *Adolescence*, 42, 179-197.
- Wang, A. I. y Nordmark, N. (2015, 2015//). *Software Architectures and the Creative Processes in Game Development*. Paper presented at the Entertainment Computing - ICEC 2015, Cham.
- Weibel, D., Wissmath, B., Habegger, S., Steiner, Y. y Groner, R. (2008). Playing online games against computer- vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment. *Computers in Human Behavior* 24(5), 2274-2291.
- Wijers, M., Jonker, V. y Kerstens, K. (2008). *MobileMath: the Phone, the Game and the Math*. 2nd European Conference on Games Based Learning (507-517.).
- Witcomb, A. (2003). Re-imagining the museum: beyond the mausoleum. *H-Net Reviews*.
- Yalon-Chamovitz, S. y Weiss, P. (2008). Virtual reality as a leisure activity for young adults with physical and intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 29, 273-287. doi:10.1016/j.ridd.2007.05.004
- Yaman, M., Nerdel, C. y Bayrhuber, H. (2008). The effects of instructional support and learner interests when learning using computer simulations. *Computers & Education*, 51, 1784-1794. doi:10.1016/j.compedu.2008.05.009
- Yip, F. y Kwan, A. (2006). Online vocabulary games as a tool for teaching and learning English vocabulary. *Educational Media International*, 43. doi:10.1080/09523980600641445

---

Zorrilla, M. y Vargas C, N. A. (2008). El juego en la infancia. *Revista chilena de pediatría*, 79, 544-549. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062008000500014&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062008000500014&nrm=iso)

## **9. Anexos**

---

## **9. Anexos**

### **9.1. Documentos de diseño**

Como nos parece relevante el documento de diseño que se siguió durante el desarrollo de *Enigma Paleo*, añadiremos en este apartado los capítulos 1 y 2. Se trata de un documento de trabajo real que siguió la empresa PadaOne, por lo que el formato no se adapta al de la tesis. En él se puede apreciar el ritmo de trabajo, cómo se tomaban las decisiones de incluir y desestimar las fases, y en qué se centraban los diseñadores. No se aprecian los cambios que sufrió el documento en labores como la escritura del guion, pues no han quedado reflejados.

## Capítulo 1

Personajes: Anning, Neand y Pérez, en negrita la primera vez que aparecen

100

[Anning][intro01]

¡Hola! ¿Tú también has venido por el puesto de ayudante de paleontólogo? ¡Bien!

[Anning][intro02]

El aparato que tienes entre las manos te servirá para descubrir los secretos del museo. Aquí lo llamamos <color=#FFFFFF>Paleolupa</color>

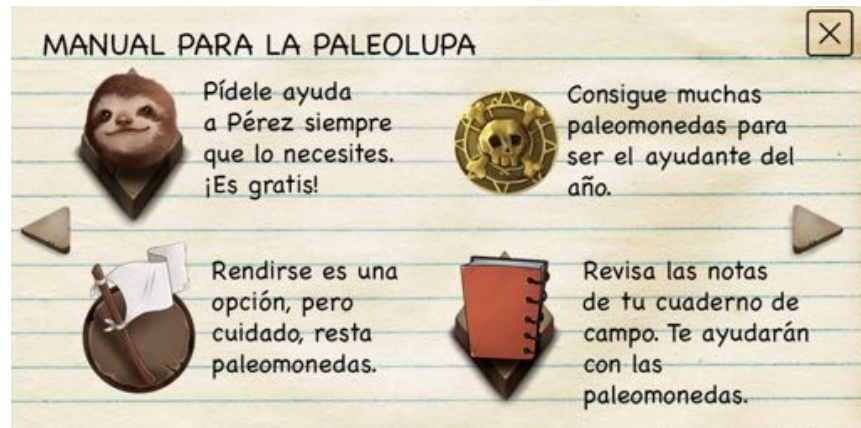
[Anning][intro03]

Prueba su funcionamiento apuntando a la cara de mi ayudante peludo en el cartel de la entrada

[help]: Prueba la paleolupa apuntando a la cara de Pérez en el cartel de la entrada

[AR: En el cartel de la entrada donde sale la cara del Oso Pérez en plan "Se buscan ayudantes para el museo"]

[AR: al reconocerse el cartel salta la primera página del cuaderno de campo que es una imagen con un tutorial del juego]



[Anning][exito01]

¡Bien hecho, tus primeras paleomonedas! Te propondré algunos retos para que así puedas conseguir más y demostrar tu valía.

[Anning][exito02]

Últimamente los ayudantes me están saliendo un poco perezosos ...

101

[Anning][intro01]

Para empezar, sube a la zona del Paleozoico y consigue que tu paleolupa identifique algunos fósiles

[Anning][intro02]

Encuentra una **Brachiopoda Strophomena (21:15)**, un **Calamopora Spongites (21:40)** y una **Ammonitida Ammonitina Perisphinctidae (21:54)**

[help]: En la zona del Paleozoico encuentra una **Brachiopoda Strophomena (21:15)**, un **Calamopora Spongites (21:40)** y una **Ammonitida Ammonitina Perisphinctidae (21:54)**

[AR: Brachiopoda Strophomena (1) y página de cuaderno al reconocerla]

**BRACHIOPODA STROPHOMENA**

Los Brachiopodos son invertebrados marinos.

Son distintos de los Bivalvos (almejas) ya que su concha está formada por dos valvas de distinto tamaño, forma y ornamentación. Viven en los fondos fijados por un tubo llamado "pedículo" por el que se sujetan.

De 2.000 géneros fósiles descritos, sólo quedan unos 70 en la actualidad. El género Strophomena vivió entre los periodos Ordovícico y Silúrico.

[AR: Calamopora Spongites (2) y página de cuaderno al reconocerla]

**CALAMOPORA SPONGITES con GRAPTOLITOS**

La Calamopora Spongites es una especie extinta de coral tabulado, vivieron en la era Paleozoica entre los periodos Ordovícico y Permico.

Son característicos de aguas poco profundas y casi siempre coloniales.

Los Graptolitos también fueron invertebrados marinos coloniales del Paleozoico inferior.

[AR: Ammonitida Perisphinctidae (3) y página de cuaderno al reconocerla]

**AMMONITIDA PERISPINCTIDAE**

Grupo de Ammonites que vivió en el Jurásico superior, suelen tener tamaños grandes y a veces gigantes. Se cree que tenían el cuerpo con bandas coloreadas en blanco y rojo. La concha de los Ammonites tiene forma espiral, abierta o cerrada y está dividida en una serie de cámaras. La concha posee varias cámaras internas pequeñas y una grande donde se alojó el animal, llamada cámara habitación. A medida que el animal crece se van creando nuevas cámaras, por lo cual cada cámara representa un estado de crecimiento del animal.

Hasta 3 metros

102

[Anning][intro01]

En el <color=#FFFFFF>cuaderno de campo</color> tienes información sobre los especímenes que has encontrado, a ver si has aprendido algo ...

[Quiz] ¿Para qué le sirve el pedúnculo a la Brachiopoda?

- Es un culo chiquitito
- Para aromatizar el mar
- **Para sujetarse al fondo marino**
- Para comer

103

[Neand][intro01]

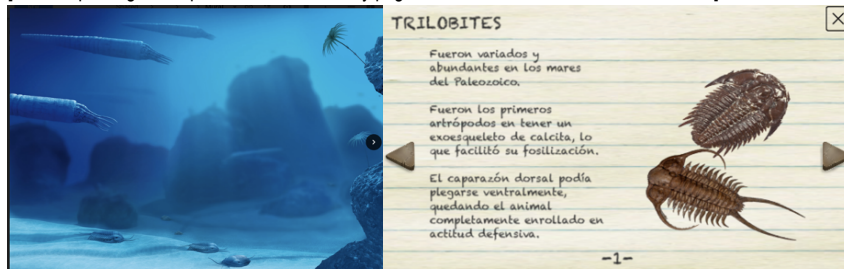
¡Otro aprendiz de ayudante! Yo soy Neand, el ayudante del ayudante. ¡Tienes una paleolupa, con eso puedes viajar al pasado!

[Neand][intro02]

Usa la paleolupa en las <color=#FFFFFF>Huellas de Locomoción (21:15)</color> debajo del gran dibujo de los Icnofósiles de Trilobites y ya verás ...

[help]: Las <color=#FFFFFF>Huellas de Locomoción</color>, bajo el gran dibujo de los Icnofósiles de Trilobites.

[AR: campo mágico del paleozoico submarino y página del cuaderno al encontrar el trilobites]



104

[Anning][intro01]

Si has encontrado las Ammonitidas no te costará responder a esta pregunta

[Quiz]: ¿Cuánto puede llegar a medir una Ammonitida Perisphinctidae?

- Más o menos, el tamaño de un pie, 30 centímetros
- Como una persona adulta, 1,80 metros
- **El tamaño de un elefante macho, 3 metros**
- 30 metros, en realidad es un dinosaurio disfrazado

105

[Neand][intro01]

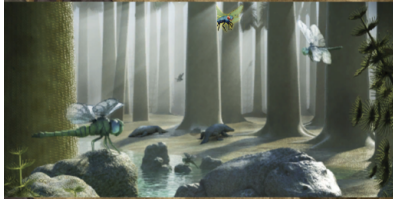
Además la paleolupa te permite mezclar el pasado con el presente

[Neand][intro02]

La Meganeura, antepasado de la libelula, anda suelta por el dibujo de La Conquista de la Tierra,  
¡CÁZALA!

[help]: Apunta con la paleolupa al gran dibujo de La Conquista de la Tierra

[AR: escena del "duende" con la meganeura]



---

106

[Anning][intro01]

Pérez, ¿has terminado de empaquetar las cajas con fósiles que te pedí?

[Pérez][intro02]

Claro Doctora, el oso Pérez siempre listo, ahora mismito los traigo ...

[Pérez][intro03]

¡Aprendiz de ayudante, ayúdame! Encuentra los <color=#FFFFFF>Pteridospermales (22:07)</color> con tu paleolupa que los vamos a empaquetar

[help]: Encuentra los <color=#FFFFFF>Pteridospermales (22:07)</color>

[AR: Pteridospermales (4) y página de cuaderno al reconocerla]



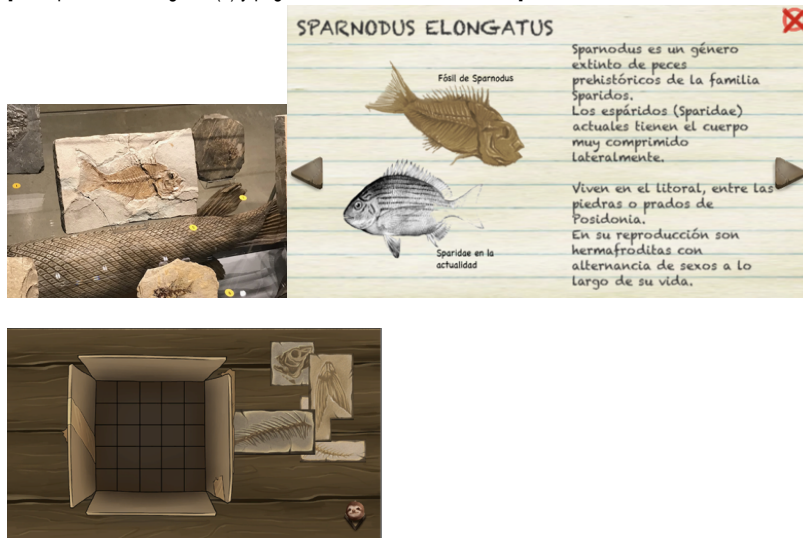
107

[Pérez][intro01]

Vamos perezoso, ahora necesito un `<color=#FFFFFF>Sparnodus Elongatus (21:09)</color>` para completar otra caja

[help]: Encuentra un `<color=#FFFFFF>Sparnodus Elongatus (21:09)</color>`

[AR: Sparnodus Elongatus (6) y página de cuaderno al reconocerla]



108

[Anning][intro01]

Veo que has conocido a Pérez, ¿has aprendido algo con él?

[Quiz]: ¿De qué cambia un Sparnodus a lo largo de su vida?

- De domicilio, constantemente
- De afiliación política
- De tamaño, puede inflarse y desinflarse a su antojo
- **De sexo, es hermafrodita**

109

[Pérez][intro01]

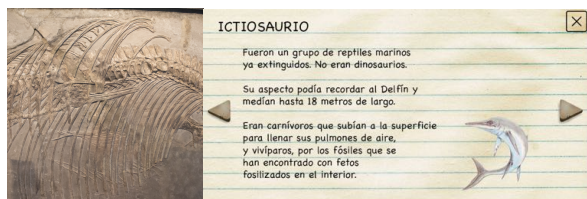
¡Por los pedúnculos de mi abuela! Le di una patada al ictiosaurio, corre ayúdame a colocarlo antes de que la doctora se dé cuenta

[Pérez][intro02]

Encuentra el <color=#FFFFFF>ictiosaurio (a las 22:41)</color> con tu paleolupa

[help] Encuentra el <color=#FFFFFF>ictiosaurio (a las 22:41)</color>

[AR: Ictiosaurio (7) y página de cuaderno al reconocerla]



110

[Neand][intro01]

¿Quieres ver un ictiosaurio en movimiento? Usa tu paleolupa en el panel submarino del jurásico inferior ...

[help] Usa la paleolupa en el panel del ictiosauro

[AR: campo mágico del ictiosauro]



111

[Anning][intro01]

Una última pregunta antes de concluir ...

[Quiz]: Los ictiosaurios

- **Eran carnívoros**
- Tenían branquias para respirar
- Ponían huevos como los reptiles
- Eran herbívoros como los reptiles

---

112

[Anning][intro01]

Y hasta aquí llega tu primera prueba como aprendiz de ayudante del Museo Nacional de Ciencias Naturales

[Pérez][mensaje01]

Con ese puñadito de paleomonedas te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Ayudante

Principiante</color>!

[Neand][mensaje02]

Con ese buen puñado de paleomonedas te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Ayudante

Pedante</color>!

[Anning][mensaje03]

Con ese montonazo de paleomonedas que has rapiñado te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Brillante

Ayudante</color>!

[Anning][exito01]

Es hora de despedirse. Vuelve pronto, aún te quedan muchos enigmas por descubrir ...

## Capítulo 2



200

[Anning][intro01]

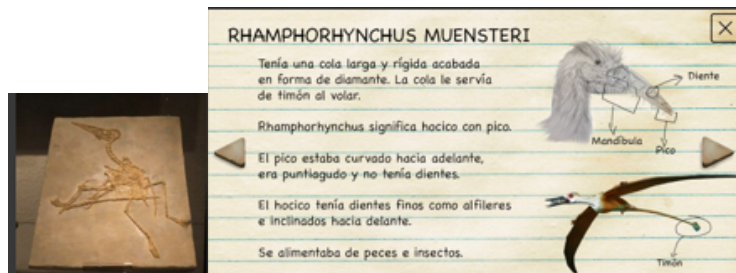
Hola de nuevo. Vamos a explorar la zona de los dinosaurios.

[Anning][intro02]

Encuentra un <color=#FFFFFF>Cráneo de Carnotauro (22:41)</color>, un <color=#FFFFFF>Rhamphorhynchus muensteri (22:41)</color> y un <color=#FFFFFF>Montsecosuchus depereti (22:41)</color>

[help]: Encuentra un <color=#FFFFFF>Cráneo de Carnotauro (22:41)</color>, un <color=#FFFFFF>Rhamphorhynchus muensteri (22:41)</color> y un <color=#FFFFFF>Montsecosuchus depereti (22:41)</color>

[AR: (3 en el mapa) y página de cuaderno al reconocerla]



[AR: Montsecosuchus depereti (3 en el mapa) y página de cuaderno al reconocerla]



[AR: Cráneo de Carnotauro (4 en el mapa) y página de cuaderno al reconocerla]



201

[Anning][intro01]

Qué bonito y peligroso el Carnotauro, sabes...

[Quiz] ¿Qué significa Carnotauro?

- Carne de Cañón
- Devora Carne
- Toro Encarnado
- **Toro Carnívoro**

202

[Neand][intro01]

¡Cuidado! Hay dinosaurios sueltos por el museo

[Neand][intro02]

Apunta con la paleolupa al esqueleto del carnotauro, y ten cuidado que no te muerda ...

[help]: Apunta con la paleolupa al esqueleto del carnotauro

[AR: escena 360° del carnotauro]



203

[Anning][intro01]

Pérez, he revisado las cajas y los dinosaurios no están en ellas.

[Pérez][intro02]

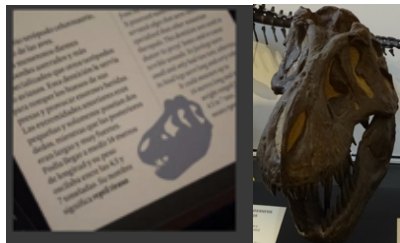
Mire bien Doctora, estoy segurito que los incluí...

[Pérez][intro03]:

¡ Ayudante ! Busca el cráneo del <color=#FFFFFF>Tyranosaurio</color>, y mételo en una caja, rápido.

[help]: Encuentra el <color=#FFFFFF>cráneo del Tyranosaurio</color>

[AR: Tyranosaurio y página de cuaderno al reconocerla]



204

[Anning][intro01]

El reptil tirano, un gran animal, pero sabes...

[Quiz] ¿Cuántos dedos tiene el tyranosaurio en las patas delanteras?

- Sólo 2.
- 4 dedos.
- 5, como los humanos.
- No tenía, tenía muñones.

205

[Neand][intro01]

¿No te aburres de ayudar al lento de Pérez?

[Neand][intro02]

Te propongo un juego en el <color=#FFFFFF>Mural de Fauna Sudamericana</color> ...

[help]: Encuentra el <color=#FFFFFF>Mural de Fauna Sudamericana</color>

[AR: Diferencias mural Fauna Sudamericana]



// Fuera 206

[Pérez][intro01]:

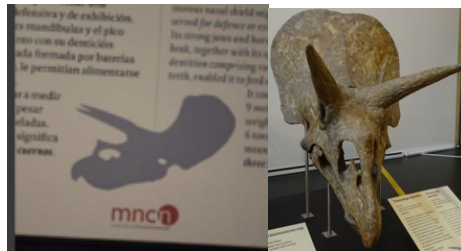
¿Dónde estabas? No te entretengas, luego dicen que yo soy perezoso...

[Pérez][intro02]

Encuentra el cráneo del <color=#FFFFFF>Triceratops</color> para completar la última caja.

[help]: Encuentra el <color=#FFFFFF> cráneo del Triceratops </color>

[AR: Triceratops (6) y página de cuaderno al reconocerla]



// fuera 207

[Anning][intro01]

¿Has aprendido algo empaquetando?

[Quiz] ¿Cómo eran los dientes del Triceratops?

- Puntiguados como alfileres.
- De sierra para masticar los huesos de sus víctimas.
- Planos para masticar hierba.
- No tenían, le llaman el desdentado.

208

[Pérez][intro01]

Oh, oh ...

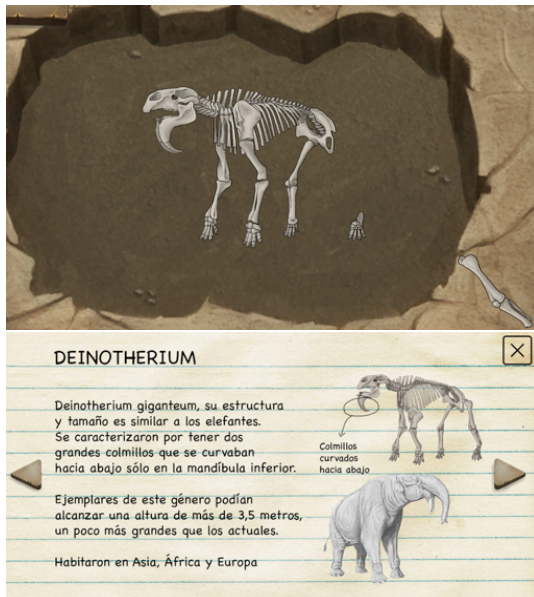
Se me ha caído la caja con los huesos del Deinotherium

[Pérez][intro02]

Encuentra el <color=#FFFFFF>Deinotherium</color> y ayúdame a colocar los huesos

[help]: Encuentra el <color=#FFFFFF>Deinotherium</color>

[AR: Deinotherium y página de cuaderno al reconocerlo]



209

[Anning][intro01]

¿Qué tal vas en geografía? ¿Podrías decirme...

[Quiz] ¿Dónde habitaron los Deinotherium?

- En Asia, en Europa y en África
- En América, en Europa y en África
- En Asia, en Europa y en Oceanía
- En la Luna, son extraterrestres.

---

210

[Neand][intro01]

Pérez es pequeño y perezoso, pero deberías ver a su abuelo.

[Neand][intro02]

Encuentra al `<color=#FFFFFF>Megatherium</color>` y ya verás.

[help]: Encuentra el `<color=#FFFFFF>Megatherium</color>`

[AR: Megatherium en una escena en 360°, falta el megatherium en 3D]





211

[Pérez][intro01]

¿Has visto qué guapo mi abuelo?

Es muy inquieto...

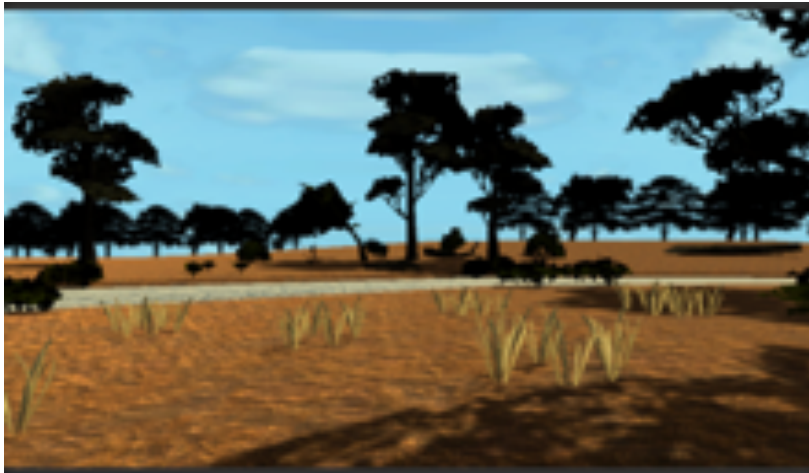
[Pérez][intro02]

Ve al mural del <color=#FFFFFF>Yacimiento de Batallones</color> y encuentra el animal que no pertenece a ese lugar.

[help]: Encuentra el mural del <color=#FFFFFF>Yacimiento de Batallones</color>

[helpinside]: ¿Quieres salir sin encontrar el Megatherium?

[AR: Campo mágico y página del cuaderno del Megatherium]



---

212

[Anning][intro01]

y una preguntita para terminar ...

[Quiz] El esqueleto del Megatherium...

- Es más viejo que matusalen.
- No es anatómicamente correcto.
- No es auténtico.
- Pertenece a otro museo.

---

213

[Anning][intro01]

Y hasta aquí llega tu primera prueba como aprendiz de ayudante del Museo Nacional de Ciencias Naturales

[Pérez][mensaje01]

Con ese puñadito de paleomonedas te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Ayudante  
Principiante</color>!

[Neand][mensaje02]

Con ese buen puñado de paleomonedas te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Ayudante  
Pedante</color>!

[Anning][mensaje03]

Con ese montonazo de paleomonedas que has rapiñado te has ganado el título de ... ¡<color=#00ffff>Brillante  
Ayudante</color>!

[Anning][exito01]

Es hora de despedirse. Vuelve pronto, aún te quedan muchos enigmas por descubrir ...

## Eliminados del capítulo 2

[Pérez][intro03]

¡Ayudante! Encuentra el [Edmontosaurio](#) y a empaquetar

[help]: Encuentra el [cartel del Edmontosaurio](#)

[AR: Edmontosaurio (4) y página de cuaderno al reconocerla]

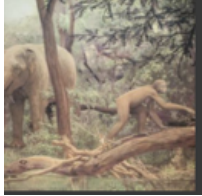


### Capítulo 3

---

301

Busca el Mural de Selvas en el segundo piso.



302

Busca el esqueleto de [Australopithecus](#) en la zona de Homininos.



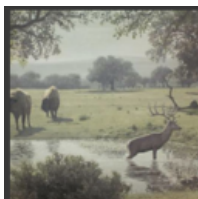
303

Busca un grupo de [Dientes de Hominido](#) en el Segundo Piso.



304

Busca en el mural de [Latitudes Medias](#).



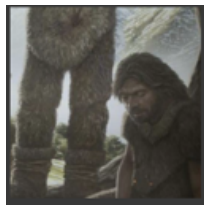
305

Busca una [Figura de León](#).



306

Busca el <color=#FFFFFF>Mural con las costumbres Neanderthales</color> y devuelve los objetos del Neanderthal a su época.



campo mágico inexistente ...

### Capítulo 3

#### Advertencia

Esta aplicación hace uso de Realidad Aumentada, es importante prestar atención a los alrededores para evitar golpes o tropiezos mientras se mira la pantalla.

## 9.2. Documento técnico de desarrollo

CA P	ETAP A	FASE	PANE LS	Historia	ALIAD O	TEXTOS	TRACKABLE	AYUDA	ÉXITO
1	0	Infopanel	4	El jugador ha encontrado a la Paleolupa de la Dr. Anning y debe encontrar a su Ayudante en el Museo.	Anning	<i>"Si estás leyendo esto has encontrado mi <color=#FFFFFF>Paleolupa</color>".</i>	Imagen de Portada en el Hall	Busca al Ayudante Pérez en la <color=#FFFFFF>Entrada de la zona de Paleontología</color> y apúntale con tu Lupa.	¡Hola! Soy el <color=#FFFFFF>Ayudante Pérez</color>. ¿Estás buscando a la <color=#FFFFFF>Doctora?
			Anning	<i>"Soy la <color=#FFFFFF>Doctora Anning</color> y trabajo en el <color=#FFFFFF>Museo Nacional de Ciencias Naturales</color>".</i>					
			Anning	<i>"Busca en la <color=#FFFFFF>Entrada de la zona de Paleontología</color> al <color=#FFFFFF>Ayudante Pérez</color> y apúntale con ella."</i>					
			Anning	<i>"¡Puede parecer <color=#FFFFFF>peludo</color> para ser un Ayudante pero sabrá que hacer!"</i>					

1	Gymkhana	6	El Ayudante Pérez le pide ayuda al jugador a cambio de ayudarle a encontrar a la Doctora.	Pérez	Pues la <color=#FFFFFF>Doctora</color> ha desaparecido sin dejar rastro. Me ha dejado esto patas arriba y no encuentro mi <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> >... Veo que tu llevas una.	Brachiopoda Strophonema(9) [1], Calamopora Spongites [2], Ammonitida Perisphinctidae (6) [3]	Busca los fósiles de <color=#FFFFFF>Ammonitida Perisphinctidae</color>, <color=#FFFFFF>Calamopora Spongites</color> y <color=#FFFFFF>Brachiopoda Strophonema</color> en la zona del <color=#FFFFFF>Paleozoico</color> r>.	Esa <color=#FFFFFF>Meganeura</color> viva que has encontrado es un problema ¡No pertenece a este tiempo!
				Pérez	Con la <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> > podrás analizar algunos especímenes y ver el pasado. ¡Tengo una idea!			
				Pérez	Tengo que categorizar unos fósiles del <color=#FFFFFF>Paleozoico</color> r>. ¡Ayúdame y te ayudaré a encontrar a la <color=#FFFFFF>Doctora</color>!			
				Pérez	Tendrás que ir al primer piso y encontrar la zona del <color=#FFFFFF>Paleozoico</color> r>. Allí tendrás que apuntar con la lupa a los fósiles.			
				Pérez	Tienes que encontrar un <color=#FFFFFF>Ammonitida Perisphinctidae</color>, un <color=#FFFFFF>Calamopora Spongites</color> y una <color=#FFFFFF>Brachiopoda Strophonema</color>.			
				Pérez	Si me necesitas, dale a mi preciosa cara y apareceré. ¡Palabra de Ayudante!			

	2	Campo Mágico	4	El jugador ha encontrado o especímenes vivos de animales prehistóricos en el Museo y el Ayudante le pide que los devuelva a su momento con la Lupa. El jugador usa la Lupa y puede observar el pasado, devolviendo a los especímenes.	Pérez	El espécimen es del<color=#FFFFFF>Carbonífero</color>... ¿Crees que la <color=#FFFFFF>Doctora Anning</color> puede estar allí? ¡Tendremos que comprobarlo!	Imagen del Carbonífero	Ve a la imagen del <color=#FFFFFF>Pantano del Carbonífero </color> y apunta con tu <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> a ella.	Ve a la imagen del <color=#FFFFFF>Pantano del Carbonífero </color> y apunta con tu <color=#FFFFFF>Paleolupa </color> a ella.	¿Los has devuelto todos! La <color=#FFFFFF>Doctora</color> > no estaba, pero he encontrado algo.
					Pérez	Tu <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> > te permite ver un momento del pasado y devolver la <color=#FFFFFF>Meganeura</color>.				
					Pérez	Ve a la imagen del <color=#FFFFFF>Pantano del Carbonífero </color> y apunta con tu <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> a ella.				
					Pérez	¡<color=#FFFFFF>Carbonífero</color> allá vamos!				
3	Empaquetar	4	El Ayudante ha encontrado una nota	Pérez	En el <color=#FFFFFF>Carbonífero</color> había una nota de la <color=#FFFFFF>Doctora</color>. ¡Leámosla!	Ammonitida Arietitidae [3]	Busca el fósil de <color=#FFFFFF>Ammonitida Arietitidae</color> en la <color=#FFFFFF>Vitrina 3</color>, la de	¿Ya? Así no hay quién aproveche para echarse la siesta... Digo... Buscar a la Doctora.		

			de la Doctora donde habla de su investigación del espécimen de su tatarabuela. Mientras el Ayudante investiga el jugador realiza las tareas del Perezoso.	Anning	<i>"Aún sigo buscando el espécimen de mi tatarabuela..."</i>		<color=#FFFFFF>Trilobites y Ammonites</color>	
				Pérez	Falta el resto del mensaje... La tatarabuela de la Doctora, Marie Anning fue la primera paleontóloga.			
				Pérez	Tenemos que encontrar el fósil que dice. Pero tengo muchas tareas pendientes...			
				Pérez	¡Tengo otra idea! Yo investigo el paradero de la Doctora mientras tu me ayudas con mis tareas.			
				Pérez	Necesito que encuentres y empaquetes un fósil de Ammonitida Arietitidae. Esta justo aquí, en Trilobites/Ammonites.			
4	Empaquetar	1	El Ayudante le encarga una tarea al jugador, mientras investiga el paradero de la Doctora.	Pérez	El siguiente fósil de la lista es el <color=#FFFFFF>Sparnodus Elongatus</color> en la <color=#FFFFFF>Vitrina 6</color>, la de <color=#FFFFFF>Peces</color>.	Sparnodus Elongatus (5) [5]	Encuentra un <color=#FFFFFF>Sparnodus Elongatus</color> en la <color=#FFFFFF>Vitrina 5</color>, la de <color=#FFFFFF>Peces</color>.	Con esa van dos... Tampoco corre prisa ¿eh?
5	Empaquetar	1	el paradero de la Doctora. (Aquí podríamos meter el personaje	Pérez	El siguiente fósil es un <color=#FFFFFF>Equinodermata Crinoidea</color>, en la <color=#FFFFFF>Vitrina 5</color>, la del <color=#FFFFFF>Mesozoico</color>.	Equinodermata Crinoidea [7]	Busca la <color=#FFFFFF>Equinodermata Crinoidea</color>, en la <color=#FFFFFF>Vitrina 5</color>, la del <color=#FFFFFF>Mesozoico</color>.	Ese era fácil... Veamos la lista.

	6	Empaquetar	1	del Conservador)	Pérez	El último fósil es un <color=#FFFFFF>Pteridospermales</color>, un helecho fosilizado en la <color=#FFFFFF>Vitrina 6</color>, <color=#FFFFFF>Mesozoico</color>.</td>         </td> <td>Pteridospermales [6]</td> <td>Busca un &lt;color=#FFFFFF&gt;Pteridospermales&lt;/color&gt;, un helecho fosilizado, en la &lt;color=#FFFFFF&gt;Vitrina 6&lt;/color&gt;, &lt;color=#FFFFFF&gt;Mesozoico&lt;/color&gt;.&lt;/td&gt;         &lt;/td&gt; <td>Vaya, vaya... ¿Tu no quieres trabajar de esto? Por que tienes madera de ayudante... ¿Lo pillas?</td> </td>	Pteridospermales [6]	Busca un <color=#FFFFFF>Pteridospermales</color>, un helecho fosilizado, en la <color=#FFFFFF>Vitrina 6</color>, <color=#FFFFFF>Mesozoico</color>.</td>         </td> <td>Vaya, vaya... ¿Tu no quieres trabajar de esto? Por que tienes madera de ayudante... ¿Lo pillas?</td>	Vaya, vaya... ¿Tu no quieres trabajar de esto? Por que tienes madera de ayudante... ¿Lo pillas?
	7	Infopanel	4	El fósil tiene piezas que han desaparecido, por lo que el Ayudante le pide al jugador que las encuentre y las coloque de vuelta en su lugar.	Pérez	Mientras me echabas una mano, he conseguido localizar un espécimen que descubrió la tatarabuela de la <color=#FFFFFF>Doctora</color>, el primer <color=#FFFFFF>Ictiosaurio</color>.</td>         </td> <td rowspan="3">Chelonia Caparazón (1) [8]</td> <td rowspan="3">Busca la &lt;color=#FFFFFF&gt;Chelonia&lt;/color&gt;, en la &lt;color=#FFFFFF&gt;Vitrina 8&lt;/color&gt;, la de &lt;color=#FFFFFF&gt;Reptiles&lt;/color&gt;.&lt;/td&gt;         &lt;/td&gt; <td rowspan="3">¡Aquí están los huesos del &lt;color=#FFFFFF&gt;Ictiosaurio&lt;/color&gt;! ¿Quién lo habrá hecho?</td> </td>	Chelonia Caparazón (1) [8]	Busca la <color=#FFFFFF>Chelonia</color>, en la <color=#FFFFFF>Vitrina 8</color>, la de <color=#FFFFFF>Reptiles</color>.</td>         </td> <td rowspan="3">¡Aquí están los huesos del &lt;color=#FFFFFF&gt;Ictiosaurio&lt;/color&gt;! ¿Quién lo habrá hecho?</td>	¡Aquí están los huesos del <color=#FFFFFF>Ictiosaurio</color>! ¿Quién lo habrá hecho?
					Pérez	Pero alguien le ha quitado partes y las ha cambiado por huesos de una <color=#FFFFFF>Chelonia</color>. ¡Tenemos que arreglarla!			
					Pérez	Busca el fósil de la <color=#FFFFFF>Chelonia</color> en la <color=#FFFFFF>Vitrina 8</color>, la de <color=#FFFFFF>Reptiles</color>.</td>         </td>			
8	Reconstruir	1		Pérez	Ahora tenemos que colocar las piezas bien.	Fósil de Ictiosaurio	Busca el <color=#FFFFFF>Marco con huesos</color> encima del	¡Arreglado! Que buen equipo hacemos. Espera... ¿Has oído eso?	

						Busca al Ictiosaurio más grande del museo, en la vitrina 9, y busca un marco cuadrado encima de él.		<color=#FFFFFF>Ictiosaurio</color> y analízalo con la Lupa.	¡Hay un Neanderthal escondido entre los fósiles!
2	0	Gymkhana	8	Un Neanderthal aparece y huye de la zona, dejando una nota de la Doctora y varios especímenes donde se encuentran pedazos del diario de la doctora.	Neand	¡Oh! ¡OH OH OH!	Cráneo de Carnotauro, Esqueleto Muensteri Rhamphorhynchus, Esqueleto Montsecosuchus depereti	Busca un <color=#FFFFFF>Cráneo de Carnotauro</color>, un <color=#FFFFFF>Muensteri</color> y un <color=#FFFFFF>Montsecuchus</color> en las Vitrinas cerca del Mural del Cocodrilo.	Ya tenemos las tres partes de la nota. ¡Leámosla!
					Pérez	¡El neanderthal ha salido corriendo!			<i>"Había cogido prestada la Paleolupa de Pérez para investigar el espécimen completo, pero alguien me la ha robado..."</i>
					Pérez	Con lo rápido que iba, no se ha dado cuenta de que se ha caído esta nota... ¡Es de la Doctora!			<i>"Ahora estoy atrapada en el pasado y no puedo volver..."</i>
					Anning	<i>"Había cogido prestada la Paleolupa de Pérez para..."</i>			¡Pues tenemos un problema grande! Ese <color=#FFFFFF>Neanderthal</color> es el que ha estado poniendo el museo patas arriba.
					Pérez	¡Ahá! Así que ahí estaba mi Paleolupa. Ah, si, la Doctora también...			
					Pérez	La Doctora Anning está atrapada en algún momento del pasado sin mi Paleolupa. Y seguro que el <color=#FFFFFF>Neanderthal</color> sabe algo.			
					Pérez	Según la Paleolupa hay rastro del <color=#FFFFFF>Neanderthal</color> en tres especímenes muy cerca de aquí.			
					Pérez	Busca un <color=#FFFFFF>Cráneo de Carnotauro</color>, un <color=#FFFFFF>Muensteri</color> y un			

					<color=#FFFFFF>Montsecuchus</color>. ¡Rápido!			
1	Infopanel	2	Siguiendo el rastro del Neanderthal, el jugador descubre la Paleolupa robada. Mientras la reparan siguen el rastro del neanderthal.	Pérez	Ahora que sé que alguien está usando mi <color=#FFFFFF>Paleolupa</color> podemos localizarla...	Mural La Gran Catastrofe	Busca el Mural de <color=#FFFFFF>La Gran Catástrofe</color>.	¡Aquí está! Pero ese bruto la ha roto.Me tocará repararla. Todo el día trabajando...
				Pérez	Los últimos datos indican que el <color=#FFFFFF>Neanderthal</color> vió una gran pelea entre dos dinosaurios. ¡Busca por el museo la puerta!			Por cierto, hablando de trabajo...
2	Empaquetar	3	El jugador sigue el rastro al Neanderthal, mientras empaqueta y arregla fósiles de dinosaurio	Pérez	Puede ser que a cierto ayudante se le haya olvidado preparar unos fósiles que tenía que enviar...	Edmontosaurus	Busca el cartel del <color=#FFFFFF>Edmontosaurio</color>, y analízalo con la Paleolupa.	i <color=#FFFFFF>Edmontosaurus</color> enviado!
				Pérez	Yo mientras trataré de reparar la <color=#FFFFFF>Paleolupa</color>.			
				Pérez	Busca el cartel del <color=#FFFFFF>Edmontosaurio</color>, y analízalo con la Paleolupa. Empezaremos con ese.			
3	Empaquetar	1	.	Pérez	¡Ahora toca el <color=#FFFFFF>Tyranosaurus</color> que tiene al lado!	Tyranosaurus	Busca el cartel del <color=#FFFFFF>Tyranosaurio</color>, y analízalo con la Paleolupa.	¡Ya tenemos preparado el Tyranosaurus!

	4	Empaquetar	1		Pérez	Por último necesitaré el <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Triceratops&lt;/color&gt;</code> que tienes cerca.	Triceratops	Busca el cartel del Triceratops, y analízalo con la Paleolupa.	¡Muy bien! Tenemos suerte, la Doctora no está muy lejos.
	5	Reconstruir	2	Localizan a la doctora en el Deinotherium y tras arreglar el Fósil consiguen rescatarla.	Pérez	El último espécimen que investigaba la Doctora era un <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Deinotherium&lt;/color&gt;</code> .	Deinotherium	Busca el cartel del <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Deinotherium&lt;/color&gt;</code> y analízalo con la Paleolupa.	¡Tu Paleolupa ha detectado algo! ¡Un viajero en el tiempo!
					Pérez	Tenemos un esqueleto enorme incompleto justo aquí al lado. ¡Comprobemoslo!			
	6	Infopanel	5	Tras aparecer, la Doctora explica la situación y pide al jugador que la ayude a cerrar las puertas al pasado y arreglar los destrozos del	Anning	¡Por fin! Pensaba que me quedaría atrapada en el tiempo para siempre...	Fauna Sudamericana	Busca el Mural de Fauna Sudamericana, en la primera planta.	Pérez: ¡Puerta cerrada! Aquí hay especímenes que no pertenece a este tiempo...
					Anning	¡Muchas gracias por rescatarme! ¡Y por completar el <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Deinotherium&lt;/color&gt;</code> ! Llevo meses investigando donde estaban las partes perdidas.			Pérez: Deberían estar en el antoguo Yacimiento de Batallones ¡Devolvamoslos a su momento!
					Pérez	¡Ahora tenemos que hacer algo con el <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Neanderthal&lt;/color&gt;</code> suelto por el museo!			

			Nenaderthal.	Anning	La Paleolupa dice que hay un portal abierto a <color=#FFFFFF>Sudamerica</color> en uno de los murales de esta planta.			
				Anning	¡Busca el mural de <color=#FFFFFF>Fauna Sudamericana</color>! No podemos dejar al <color=#FFFFFF>Neanderthal</color> aquí...			
				Anning	Ve al <color=#FFFFFF>Yacimiento de Batallones</color> y devuelve los especímenes a su momento.			
7	Campo Mágico	2	Ahora tenemos que devolver a los especímenes a su momento. Al terminar la actividad, el Neanderthal aparecerá y huirá al piso de arriba.	Anning	Tendrás que viajar al pasado y devolverlos. Busca la puerta en el <color=#FFFFFF>Yacimiento de Batallones</color>.	Yacimiento de Batallones		Pérez: Hemos estado practicando. Soy muy buen profesor...¡Cuidado!

3	0	Infopanel	5	El jugador, la Doctora y el Ayudante descubren al Neanderthal en el piso de arriba.	Neand	¡AHHH! ¡BUUUUUH!	Mural ARDIPITHECUS RAMIDUS Selvas	Busca el Mural de Selvas en el segundo piso.	
					Pérez	¡Será ladrónzuelo! ¡Ha salido corriendo al piso de arriba!			Anning: ¡Lo has encontrado!
					Anning	¡Esperad! Parecía asustado... Seguramente no sabe lo que pasa y sólo quiere volver a casa...			
					Anning	Cuando me robó la Paleolupa, estaba investigando un espécimen de <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Deinotherium&lt;/color&gt;</code> ... Arriba hay uno.			
					Anning	Busca en el Mural cerca del fósil. Puede que esté allí. ¡Y sé amable! ¡Está asustado!			
	1	Reconstruir	7	El neanderthal confiesa que ha estado jugando por el	Neand	¡OH! ¡UH!	Esqueleto de Lucy	Busca el esqueleto de <code>&lt;color=#FFFFFF&gt;Australophitecus&lt;/color&gt;</code> en la zona de Homininos.	¡Muy bien! ¿Quién te ha enseñado a hacer esto?
					Anning	¡Aquí está! Pero no entiendo nada de lo que dice...			Volvamos con Pérez a ver si ha conseguido algo.
					Neand	¿UH? ¡DUH! ¡DABUM!			

			museo y es el culpable de los destrozos. La última cosa que rompió fue un fósil de Antecessor y tenemos que repararlo.	Pérez	Yo entiendo Neanderthal. Es cuestión de velocidad, consistencia, tono... ¿Eso es un trozo de hueso?				
				Neand	¡AH! ¡AH! ¡DUM DUM!				
				Pérez	Es un trozo de esqueleto de <color=#FFFFFF>Australophitecus </color>... ¿Podrías llevarlo a su sitio mientras enseño al Neanderthal a explicarse?				
				Anning	¡Te ayudaré! Busca el esqueleto de <color=#FFFFFF>Australophitecus </color> en la zona de Homininos. Tenemos que arreglarlo.				
	2	Empaquetar	8	El jugador tiene que encontrar algunos objetos que el Neanderthal ha perdido para convencerlo de que	Neand	¡HOLA! ¡ME LLAMO NEAND!	Dientes de Homo	Busca un grupo de <color=#FFFFFF>Dientes de Hominido</color> en el Segundo Piso.	Anning: A eso se refería... Ugh.
					Pérez	He conseguido enseñarle algo... Pero no controla el volumen.			
					Neand	¡YO SENTIR ROBAR LUPA! ¡YO PERDIDO!			
					Neand	¡QUERER VOLVER A CASA! ¿TÚ AYUDAR NEANDERTHAL SU CASA?			

			vuelva a su tiempo.	Pérez	Según me ha contado, apareció aquí pero ha perdido sus cosas mientras buscaba la forma de volver.			
				Anning	Entonces tendrás que ir con el Neanderthal a encontrar sus cosas mientras nosotros preparamos el viaje. ¿Qué necesitas Neand?			
				Neand	¡COLLAR BONITO! ¡DIENTES!			
				Anning	Los Neanderthales eran caníbales. Busca algo en las vitrinas de Homo Sapiens con lo que el Neanderthal se pueda hacer un collar.			
3	Empaquetar	2		Neand	¡PINCHAR! ¡RICO!	ECOSISTEMAS DE LATITUDES MEDIAS	Busca en el mural de <color=#FFFFFF>Latitudes Medias</color>.	Pérez: No sé como ha sido capaz de traerse tantas...
				Pérez	Creo que lo siguiente son herramientas de caza. Busca en el mural de <color=#FFFFFF>Latitudes Medias</color>			

	4	Empaquetar	2		Neand	¡PIELES! ¡LEÓN!	FIGURAS	Busca una <color=#FFFFFF>Figura de León</color>.	Pérez: ¡A eso se refería! Pieles para abrigarse. Con eso debería tenerlo todo.
					Pérez	El Neanderthal habrá dejado algo junto a una figura de león. Pero aquí arriba no hay... Tendrás que explorar. Busca una <color=#FFFFFF>Figura de León</color>.			Anning: Con eso tenemos todos los utensilios del Neanderthal. Ya puede volver a su época.
	5	Campo Mágico	4	El jugador debe enviar todos los objetos al pasado junto con el Neanderthal	Anning	La puerta que lleva al Neanderthal está al final, junto a la zona de Enterramientos Neanderthales.	Mural Neanderthales	Busca el <color=#FFFFFF>Mural con las costumbres Neanderthales</color> y devuelve los objetos del Neanderthal a su época.	Neand: ¡MUCHAS GRACIAS! ¡ADIOS! ¡ADIOS!
					Pérez	Eso no es muy alentador...			Pérez: ¡Lo has conseguido! Si ya sabía yo que tenías madera de Ayudante...
					Neand	¡VOLVER! ¡CASA!			Anning: ¡Muchas gracias por tu trabajo! Has ordenado y arreglado los especímenes del museo, me has salvado y has arreglado este entuerto.
					Pérez	Busca el Mural con las costumbres Neanderthales y devuelve los objetos del Neanderthal a su época.			Pérez: Doctora. ¡Yo creo que se merece un premio!
								Anning: Tienes razón. Te nombro (SEGUN PUNTUACIÓN) del Museo Nacional de Ciencias Naturales.	



### **9.3. Congresos**

Durante el período comprendido entre 2018 y 2022 se han llevado a cabo diversas presentaciones del trabajo de investigación en congresos nacionales e internacionales. Como parte relevante de la tesis, a continuación incluiremos los resúmenes de las presentaciones y los artículos que se escribieron y que están publicados en sus actas. Mantendremos el formato que se utilizó para las publicaciones y el idioma original.

## Hacia la personalización de las aventuras culturales

Pedro A. González Calero  
*Facultad de Informática*  
*Universidad Complutense de Madrid*  
 Madrid, Spain  
 pedro@fdi.ucm.es

María Angeles Quiroga  
*Facultad de Psicología*  
*Universidad Complutense de Madrid*  
 Madrid, Spain  
 maquirog@ucm.es

Irene Camps  
*Facultad de Ciencias de la Información*  
*Universidad Complutense de Madrid*  
 Madrid, Spain  
 icamps@ucm.es

Pedro P. Gómez-Martín  
*Facultad de Informática*  
*Universidad Complutense de Madrid*  
 Madrid, Spain  
 pedrop@fdi.ucm.es

**Resumen**—El objetivo de este trabajo es sentar las bases que permitan generar juegos que se adapten a los jugadores. En particular, un tipo de juegos que hemos venido en llamar *aventuras culturales*, juegos de pistas en museos que sirven como vehículos de aprendizaje.

El primer paso para ello es ser capaces de caracterizar qué tipos de actividades del juego son más adecuadas para cada tipo de niño. Dependiendo de cuestiones como la edad, el sexo, el estilo cognitivo y la capacidad.

En este artículo describimos un juego de pistas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, describimos cómo lo hemos instrumentalizado para recoger datos acerca de su uso y presentamos las primeras conclusiones que podrían servir de base a la generación de versiones personalizadas del juego.

**Index Terms**—personalización, juegos serios

### I. INTRODUCCIÓN

Los museos se enfrentan al reto de convertir con éxito su conocimiento y autoridad institucional en experiencias significativas y atractivas para audiencias heterogéneas. En ese sentido, en los últimos años hemos asistido a la proliferación de proyectos que aplican tecnologías digitales en el entorno físico del museo, incluyendo las aplicaciones de la realidad virtual, la realidad aumentada y distintas formas de gamificación [6][2].

El trabajo que aquí presentamos extiende trabajo previo en lo que hemos denominado “aventuras culturales”. Las aventuras culturales son básicamente juegos de pistas en dispositivos móviles que se desarrollan en instituciones culturales integrando elementos de reconocimiento de imágenes, realidad aumentada y virtual y que integran mecánicas de juego extraídas de las aventuras gráficas clásicas como la saga *Monkey Island* [3]. En ellas, el jugador vive una aventura virtual que le lleva a visitar distintos lugares e interactuar con diferentes personajes mientras va desentrañando una sucesión de enigmas. Una de las principales conclusiones que hemos sacado de analizar el uso de nuestras aventuras culturales es que la experiencia de los visitantes podría mejorar si fuésemos

capaces de personalizar el juego en base a sus intereses, sus conocimientos previos o incluso su estilo cognitivo [1].

El acceso personalizado a los contenidos es un reto no solo para nuestros juegos, sino que en esencia es un reto al que debe enfrentarse el museo moderno. El museo ha de comunicarse y hablar con un conjunto diverso de audiencias, desde el visitante casual, hasta el turista, el experto o el visitante recurrente. Los objetos de un museo cuentan muchas historias, y los conservadores sólo pueden colocar en las cartelas de las obras el contenido básico de interés para la mayoría de los visitantes. Al personalizarlos, lo que buscamos es que nuestros juegos cuenten una historia adecuada para ese visitante concreto en un momento dado.

La investigación en personalización de contenidos para juegos serios es un área incipiente que está ganando interés entre la comunidad científica en los últimos años. Una vez que se ha aceptado que los juegos digitales son un instrumento adecuado para otras aplicaciones más allá del puro entretenimiento, en formación y comunicación se está planteando la cuestión de cómo personalizar los juegos serios para aumentar su efectividad. En este sentido, encontramos trabajos que demuestran que la efectividad de los juegos serios mejora con la personalización y otros que avanzan en la definición de instrumentos para facilitar dicha personalización.

Dentro del primer grupo, en [4] se muestran los primeros resultados que confirman que personalizar las estrategias de un juego serio que promueve los hábitos saludables en base a la personalidad del jugador mejora su efectividad. Estos resultados preliminares fueron luego respaldados por un estudio empírico con más de 500 sujetos que efectivamente demuestra que la efectividad de las distintas estrategias usadas en el juego depende del tipo de jugador [5].

Por lo que se refiere al trabajo en instrumentos que faciliten la construcción de juegos personalizados, en [12] se avanza en la definición de un marco conceptual que permita alinear estilos de juego con mecánicas de juego, de forma que sea posible personalizar un juego teniendo en cuenta características de su público objetivo. Aplicando estas ideas a los juegos serios, en [11] se describe un marco genérico

Financiado parcialmente por el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (TIN2017-87330-R)

para la personalización de juegos serios donde se utilizan los elementos de los sistemas de recomendación para definir los aspectos personalizables en un contexto de gamificación.

El trabajo que aquí presentamos es un primer paso en la búsqueda de un marco operacional que nos facilite la construcción de aventuras culturales personalizadas. En primer lugar, hemos instrumentalizado nuestros juegos para que recojan información sobre todos los aspectos relevantes de su uso. Esto nos permite llevar a cabo experimentos con usuarios a través de los cuales buscamos determinar los parámetros que mejor caracterizan la efectividad de nuestros juegos, y en base a ellos seleccionamos las mecánicas de juego más adecuadas para cada tipo de jugador.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma. En el siguiente apartado describimos algunas ideas generales sobre estilos cognitivos y capacidades intelectuales que pueden afectar al uso del juego. En el apartado III se describe el juego que hemos desarrollado para el Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. En el apartado IV se describe la instrumentalización que se ha hecho del juego para generar los datos necesarios para el experimento, descrito en el apartado V. Finalmente en el apartado VI presentamos las conclusiones y el trabajo futuro.

## II. ESTILOS COGNITIVOS Y CAPACIDADES INTELLECTUALES

Los estilos cognitivos describen las diferencias individuales en los modos de conocer (percibir, atender, recordar, tomar decisiones [7]). Dan cuenta, por ejemplo, de por qué cuando estás escayolado ves muchas más personas escayoladas por la calle de lo habitual. En este ejemplo, la atención focal está guiada por los elementos internos de la persona (deseos, expectativas, preocupaciones) de modo que focaliza su atención en personas escayoladas (es como si resaltaran dentro del contexto).

Los estilos cognitivos describen por lo tanto diferencias cualitativas que están presentes tempranamente a lo largo del desarrollo (4-6 años). Esto implica que pueden valorarse ya en la infancia. Además son independientes de la capacidad intelectual.

Entre los estilos cognitivos más estudiados está el estilo cognitivo Reflexividad-Impulsividad descrito por J. Kogan [8]. Esta dimensión psicológica describe las diferencias en la forma de resolver problemas con ambigüedad en la respuesta. Es decir, problemas de comparación visual cuya solución no es evidente sino que requiere un proceso sistemático de formulación de hipótesis, chequeo, y finalmente respuesta. A modo de ejemplo, esto es lo que ocurre cuando has de buscar la figura que es igual al modelo, entre 6 alternativas posibles que difieren en uno o más aspectos del modelo. En la resolución de estos problemas se pueden observar 2 formas distintas de resolverlos: (1) Impulsiva: se echa un vistazo a las alternativas y se elige la aparentemente igual a partir de un detalle seleccionado (se tarda poco tiempo pero se comete muchos errores); (2) Reflexiva: se elige un detalle de la figura modelo y se chequean las demás descartando las que sean diferentes, con las que queda se chequea otro elemento de la

figura y de nuevo se descartan las que difieren del modelo en este aspecto; así se sigue hasta que sólo queda una alternativa posible (se tarda más tiempo pero no se cometen errores).

Además de estas dos maneras cualitativamente diferentes, se han identificado otras dos maneras de resolver estos problemas que difieren en capacidad: (1) lentos-inexactos, tardan mucho tiempo y aun así cometen muchos errores (el tiempo extra invertido no ayuda a resolver el problema) y (2) rápidos-exactos, son muy rápidos pero a pesar de ello apenas cometen errores (la rapidez en la respuesta no conlleva no haber contemplado las diversas alternativas sino que se basa en rapidez de procesamiento).

Las pruebas que componen nuestras aventuras culturales incluyen problemas que involucran diferentes capacidades intelectuales y es por ello que nos interesa establecer la relación entre dichas capacidades, la efectividad del juego y la satisfacción del jugador.

## III. EL JUEGO

El juego sobre el cual hemos realizado el experimento es un juego de pistas que se desarrolla en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) y pertenece a la saga Enigma Madrid<sup>1</sup>. Estos juegos han sido creados y desarrollados para jugarse de forma presencial en el Museo, ya que necesitan que la cámara del dispositivo móvil en que se juegan reconozca objetos del museo por lo que no es posible jugar a los mismos de forma remota.

La dinámica principal del juego es la búsqueda y reconocimiento de piezas. Las piezas han sido cuidadosamente seleccionadas para marcar el itinerario que se desea en la exposición "Evolución de la vida" en el MNCN, de manera que los usuarios deberán usar el juego en orden por las vitrinas, a la vez que observan la evolución de la vida en la Tierra. Su herramienta principal será una "paleolupa", que no es más que la *tablet* del museo que usarán para reconocer las piezas que el juego les vaya solicitando.

La trama argumental explica que el grupo de la Doctora Anning, formado por la doctora y sus dos ayudantes, está buscando añadir un tercer ayudante al equipo y para ello se están llevando a cabo una serie de pruebas en el museo. La persona que juega adopta el rol de aprendiz de ayudante y tratará de conseguir unirse al equipo formado por Anning, Pérez y Neand, que se presentan en la Figura 1.

A modo de tutorial se pide al usuario que encuentre el cartel de la entrada en el que está dibujado Pérez, el perezoso con bata blanca. Una vez localizado el cartel, el juego invita a trasladarse hasta la zona de Paleontología donde comienza una búsqueda múltiple de tres objetos.

En la que se entiende como la primera prueba, a los usuarios se les facilita el nombre de los tres objetos a localizar (una *Brachiopoda Strophonema*, un *Calamopora Spongites* y una *Ammonitida Ammonitina Perisphinctidae*), y se les da una pista visual incluyendo el perfil de los objetos en la pantalla de búsqueda. En cualquier momento se les permite acceder a la

<sup>1</sup> <http://www.padaonegames.com/enigma/>



Figura 1. Personajes del juego

ayuda, que vuelve a mostrar los nombres de las piezas, sin penalizarles por ello. En todo momento es posible rendirse en caso de no encontrar el objeto que se está buscando.

Cada vez que se encuentra una pieza, esta se registra en el diario de campo, una herramienta disponible en todo momento para que el jugador la consulte. El diario de campo, que se muestra en la Figura 2, será esencial en la siguiente prueba.

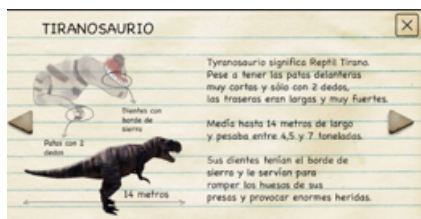


Figura 2. Página del Diario

Cuando el jugador ha encontrado las tres piezas deberá enfrentarse a una prueba verbal de conocimiento en forma de pregunta de respuesta múltiple cuya respuesta podrá encontrar en el diario de campo. En esta prueba se dispone de un tiempo limitado para responder a la pregunta. Si el tiempo se agota y no se ha escogido ninguna de las opciones esta prueba se dará por concluida con resultado erróneo. El diario de campo estará disponible durante la prueba y se registrará cada vez que el jugador la consulte. A partir de este momento, las pruebas que respondan a esta estructura las llamaremos pruebas de *quiz*.

La tercera prueba puede entenderse como una prueba en dos partes, primero se repetirá la estructura inicial de búsqueda guiada verbalmente, usando la *paleolupa*, esta vez sin apoyo visual de la silueta de la pieza, aunque sí se ofrece la posibilidad de consultar la ayuda para recordar el nombre del objeto a encontrar. Una vez encontrada dicha pieza se lanzará la segunda fase de la prueba. Rendirse también está a disposición del jugador y también lanzará la segunda parte de la prueba.

Esta fase consiste en un escenario 360° en el cual el usuario puede navegar utilizando un joystick electrónico que aparece en la pantalla, como se muestra en la Figura 3. El

reto es encontrar los trilobites, que han sido reconstruidos y emplazados en su medio natural, de esta manera se pretende que el usuario sea capaz de trasladar los fósiles encontrados al que se cree que fue su entorno. En esta segunda fase también existe la posibilidad de rendirse si no se encuentran los especímenes. Una vez finalizada esta fase se premiará al jugador con una nueva página del diario de campo. A este tipo de pruebas nos referiremos como “campos mágicos”.



Figura 3. Escena 360°

La cuarta prueba vuelve a ser una prueba de *quiz*, esta prueba verbal de conocimiento es de mayor dificultad puesto que hace referencia a una página del diario que no se acaba de encontrar, sino a una encontrada en la primera prueba. De este modo se anima al jugador a utilizar la ayuda del diario de campo.

La quinta prueba también se compone de dos fases, la primera es una búsqueda verbal guiada, la segunda es un reto de habilidad: cazar a la Meganeura. Utilizando realidad aumentada en la cámara de la *tablet*, hacemos que un objeto virtual, es este caso una especie de libélula prehistórica llamada Meganeura, se mueva entre los árboles de un mural del museo, como se muestra en la Figura 4. El reto consiste en pulsar con el dedo sobre la imagen en movimiento, como si la cazáramos. A esta prueba nos referiremos como “meganeura”.

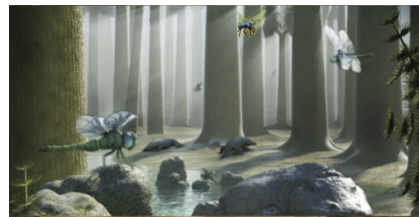


Figura 4. Meganeura

La sexta prueba es, de nuevo, una prueba en dos fases, la búsqueda guiada verbalmente usando la *paleolupa*, con su correspondiente ayuda disponible y la posibilidad de rendirse, que lanzará la siguiente fase igual que en la prueba anterior. A partir de este momento cada vez que la estructura se repita sólo se hará referencia a la misma como búsqueda guiada verbalmente.

En este caso, tras la búsqueda guiada verbalmente se iniciará un nuevo reto, se trata de lo que, de ahora en adelante, denominaremos *empaquetado*. La prueba consiste en 4 piezas que deben encajarse entre sí dentro de una caja, como se muestra en la Figura 5. Para este juego no hay opción de rendirse, si no consigues avanzar no podrás terminar con la aventura.



Figura 5. Empaquetado 4 piezas

La séptima prueba repite la búsqueda guiada verbalmente como primera fase y, como segunda fase repetimos de nuevo un empaquetado. De nuevo se dispone de 4 piezas que deben empaquetarse dentro de una caja simulando el trabajo que hacen los paleontólogos cuando mandan piezas a otros museos.

La octava prueba vuelve a ser un quiz, en esta ocasión sí preguntamos por conocimientos que se han obtenido en la etapa anterior.

La novena prueba está diseñada en dos fases, la primera es la conocida búsqueda visual con soporte verbal, pero la segunda no se había presentado hasta el momento. Se trata de una reconstrucción de un esqueleto, para ello el jugador dispone de piezas que están a la derecha y que podrá incluir en el esqueleto para completarlo, como se muestra en la Figura 6. Las piezas no sólo tienen que ubicarse en la posición correcta, además deben rotarse hasta obtener la rotación adecuada. Para apoyarse en la búsqueda del lugar de los huesos, el usuario dispone del modelo real en el museo, que le ayudará a determinar dónde pueden ir los huesos de los que dispone. A esta prueba nos referiremos como “esqueleto”.



Figura 6. Reconstrucción del esqueleto

La décima prueba enlaza con la octava en contenido pero en nada más, si bien el animal que se busca en ambas pruebas es el mismo en el primero se encuentra el esqueleto y en la segunda se busca su recreación visual en un mural del museo.

La décima prueba enlaza un reconocimiento visual guiado verbalmente con otro campo mágico en el cual el usuario puede navegar utilizando un joystick electrónico que aparece en la pantalla. El reto es encontrar, en este caso, un ictiosaurio, en el escenario hay más de uno que han sido reconstruidos y emplazados en su medio natural, de esta manera se pretende que el usuario sea capaz de trasladar los fósiles encontrados al que se cree que fue su entorno. En esta segunda fase también existe la posibilidad de rendirse si no se encuentran los especímenes. Una vez finalizada esta fase se premiará al jugador con una nueva página del diario de campo.

Para terminar el juego se cierra con una undécima prueba, que vuelve a ser un quiz. En este caso se le pregunta al usuario por la página del diario obtenida en la prueba anterior.

Al final del juego, integrado en la propia aplicación, se lanza un cuestionario de satisfacción para que los usuarios puedan evaluar cuánto les ha gustado cada uno de los tipos de pruebas que han realizado durante el juego. Para que sea más claro qué prueba se está evaluando, se incluyen imágenes de cada una de ellas.

#### IV. RECOGIDA DE DATOS

Los datos se han recogido automáticamente instrumentalizando el juego con medidas del tiempo empleado en realizar cada una de las pruebas así como el resultado obtenido en ellas. Para ello, la aplicación se apoya en la conectividad de las *tablets* del museo, que tienen acceso a internet a través de *Eduroam*<sup>2</sup>.

El *motor de ejecución* de la aplicación está jerarquizado de modo que, por ejemplo, cuando se lanza el juego se pone en marcha una aventura, que lanza, de manera secuencial, pruebas (sección III), que lanzan, en orden, *etapas* (por ejemplo primero la búsqueda guiada verbalmente y luego el escenario 360°). Esa jerarquía se mantiene en la recogida de datos, de tal forma que se almacena una secuencia de métricas de cada prueba, y para cada una se guardan los datos de sus etapas. Toda la información se almacena internamente durante la ejecución, se *serializa* en formato JSON<sup>3</sup> y envía a un servidor.

La aplicación del servidor, desarrollada en NodeJS, almacena todas las métricas recibidas, enriqueciéndolas con información adicional como la marca de tiempo. Los datos crudos recopilados son procesados posteriormente para “*aplanarlos*” y reestructurarlos como un archivo csv de acuerdo a las necesidades particulares de las medidas experimentales.

<sup>2</sup>Eduroam (EDUcation ROAMing) es un servicio de *roaming* para investigadores, profesores y estudiantes que les proporciona acceso a internet cuando están en instituciones diferentes a las suyas (<https://www.eduroam.org/>).

<sup>3</sup>*JavaScript Object Notation*, un formato de intercambio de información jerárquica ligero, fácil de leer y escribir por humanos, y a la vez sencillo de interpretar y generar de forma automática.

## V. DEFINICIÓN DEL EXPERIMENTO

## V-A. La muestra

Los grupos de niños y niñas que completan a la vez el juego constan de 10 a 14 participantes que juegan al juego hasta completarlo sin limitaciones de tiempo. La actividad se desarrolla en la parte del museo en la que está diseñado el juego. Pese a que no hay distracciones propias del museo, puesto que los experimentos se llevan a cabo cuando este está cerrado al público, los sujetos pueden verse afectados por el desempeño de sus compañeros u otros niños que se encuentran en el museo pero realizando otras actividades, así como por las madres o padres voluntarios que los acompañan o los educadores del museo. Esta vulnerabilidad a la distracción se verá reflejada en los tiempos que emplean para resolver las actividades del juego.

La muestra está formada por 30 sujetos con media de edad 9,4 años. (17 sujetos de 9 años y 13 de 10 años). De los 30 sujetos, 14 son chicos y 16 chicas. Se trata de una muestra homogénea puesto que todos acuden al mismo colegio donde cursan cuarto de primaria.

Todos los niños usaron, de manera individual, una tablet (Lenovo TAB3 10 Plus).

## V-B. Resultados

Debido a la escasa muestra de la que disponemos hasta el momento solamente realizaremos análisis descriptivos, los datos serán tratados con SPSS.

La satisfacción es una de las variables que más nos interesa analizar en profundidad. Esta variable contaba con tres valores pero la hemos dicotomizado para ganar potencia, se agrupan de la siguiente manera: “me ha gustado” (carita sonriente) y “no me ha gustado” (en la que se incluye carita triste y cara neutra). Hemos tratado de recoger la satisfacción de los usuarios preguntando por cada uno de los tipos de prueba que han realizado. Los resultados se presentan la Figura 7.

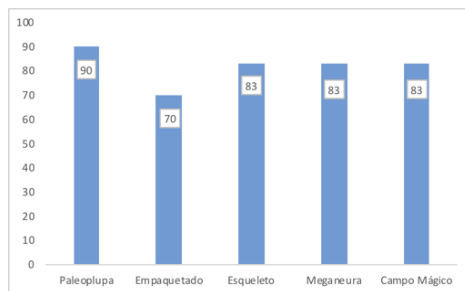


Figura 7. Porcentaje de satisfacción de cada tipo de actividad

Además, es interesante ver si existen diferencias entre las respuestas de satisfacción dependiendo del sexo de los participantes. Los resultados obtenidos se incluyen en la Figura 8.

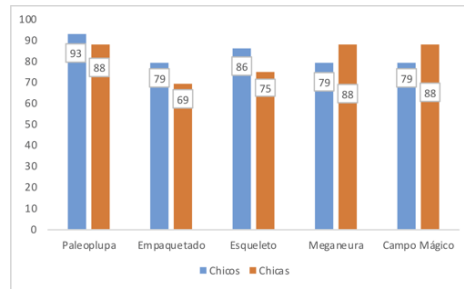


Figura 8. Porcentaje de satisfacción de cada tipo de actividad para cada sexo

Aunque por el momento las diferencias no son estadísticamente significativas, la tendencia observada muestra que a los chicos les gusta más la paleoplupa, el empaquetado y los esqueletos mientras que a las chicas les gustan más las actividades meganeura y campo mágico. Este patrón diferente de satisfacción entre chicos y chicas muestra que los chicos prefieren actividades instrumentales mientras que las chicas prefieren actividades expresivas.

La satisfacción con el juego puede variar también según la edad. Pese a que nuestra muestra es bastante homogénea (9-10 años), hemos analizado si se observa algún patrón diferente entre los niños de 9 y los de 10 años. Para ello, de nuevo realizamos análisis descriptivos de tablas cruzadas y los resultados, sin ser estadísticamente significativos, apuntan hacia una dirección: a los niños de 9 años les resultan más atractivos los juegos de menor complejidad y que más se repiten en el juego como son la paleoplupa, que obtiene un 94% de aceptación frente al 85% que obtiene entre los niños de 10 años; o los campos mágicos, que obtienen un 94% entre los de 9 años frente a un 69% entre los de 10 años. Sin embargo, las pruebas con mayor dificultad como es la reconstrucción de los esqueletos que implican colocación y rotación de las piezas gustan más entre los niños de 10 años (85% frente a 76%). Estos datos apuntan a la necesidad de valorar la dificultad de cada juego por edad de modo que puedan configurarse combinaciones de juegos adecuados a cada una.

Otros aspectos interesantes que pueden influir en la satisfacción son tener la posibilidad de rendirse o de consultar la ayuda. En el primer caso, ninguno de los jugadores que consiguió completar el juego se rindió. Esto da a entender que rendirse es una acción no deseada que generaría insatisfacción, puesto en algunos casos el jugador estuvo más de 20 minutos buscando el fósil, hasta que lo encontró.

En el caso de la ayuda, dicotomizamos la variable “número de veces que se consulta la ayuda”, transformándola en “se consulta” o “no se consulta” la ayuda. Este análisis sólo puede realizarse en los problemas de búsqueda visual guiada verbalmente usando la paleoplupa. En general, los niños han utilizado las ayudas en gran medida: 51% en la segunda y

tercera búsquedas, 78 % en la cuarta, 67 % en la quinta, 63 % en la sexta, 57 % en la séptima y 74 % en la octava.

Al relacionar la satisfacción global con el uso de ayudas a lo largo del juego, los resultados muestran que, de los 27 niños que puntuaron con un "me gusta mucho" la aplicación, la mitad (51 %) utilizaron ayudas en algún momento. Esto indica, que el uso de la ayuda se integra como parte del juego y no parece influir en la satisfacción de los usuarios. Por tanto, parece que la satisfacción no está relacionada de forma inversa con el uso de la ayuda. No obstante, de nuevo hemos de ser cautos dado el reducido tamaño muestral analizado.

#### VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Hasta el momento se ha analizado el juego en un pequeño grupo ( $N = 30$ ) de niños de 9 y 10 años, en cuanto a la satisfacción que genera. Los resultados indican claramente que el juego en su conjunto ha gustado mucho tanto a los niños como a las niñas, en sus cinco componentes: paleolupa, empaquetado, esqueleto, meganeura y campo mágico.

Curiosamente, chicos y chicas tienen preferencias distintas en estas 5 actividades: los chicos prefieren las actividades más instrumentales (predominio de la acción) mientras que las chicas prefieren actividades más expresivas (predominio de la estética y la emoción). Es interesante que esta dimensión de diferenciación, evaluada habitualmente en adultos [10] pueda detectarse ya en la edad escolar. No obstante las actividades que prefieren las chicas también son menos complejas, por lo que en futuros trabajos habremos de considerar si a igualdad de capacidad, niños y niñas difieren en preferencias. Los resultados obtenidos por edad apuntan en la misma dirección: los de menor edad prefieren los juegos menos complejos.

En cualquier caso, el grupo analizado es muy pequeño y por tanto los resultados, siendo muy prometedores, han de tomarse con cautela.

En los próximos trabajos analizaremos la dificultad de cada juego para cada edad así como la posible incidencia del estilo cognitivo en la resolución de los problemas de búsqueda visual guiada verbalmente, como ya hemos hecho en trabajos previos [9].

A medida que avancemos en la comprensión de los distintos factores que afectan a la satisfacción seremos capaces de elaborar "itinerarios" por edad, como un primer paso hacia la personalización de nuestras aventuras culturales.

#### REFERENCES

- [1] Irene Camps-Ortueta et al. "Combining augmented reality with real maps to promote social interaction in treasure hunts". In: *CoSECivi*. Vol. 1957. CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, 2017, pp. 131–143.
- [2] Panayiotis Koutsabasis. "Empirical Evaluations of Interactive Systems in Cultural Heritage: A Review". In: *International Journal on Computational Methods in Heritage Science* 1.1 (2017), pp. 100–122.
- [3] *Monkey Island*. Lucas Arts. San Francisco, CA, 1998.
- [4] Rita Orji, Regan L. Mandryk y Julita Vassileva. "Improving the Efficacy of Games for Change Using Personalization Models". En: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 24.5 (2017), 32:1-32:22. DOI: 10.1145/3119929. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3119929>.
- [5] Rita Orji, Gustavo Fortes Tondello y Lennart E. Nacke. "Personalizing Persuasive Strategies in Gameful Systems to Gamification User Types". En: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2018, Montreal, QC, Canada, April 21-26, 2018*. Ed. por Regan L. Mandryk y col. ACM, 2018, pág. 435. DOI: 10.1145/3173574.3174009. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3173574.3174009>.
- [6] Ioannis Paliokas and Stella Sylaiou. "The use of serious games in museum visits and exhibitions: A systematic mapping study". In: *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-Games 2016*. 2016.
- [7] M.A. Quiroga. "Diferencias individuales en la interrelación cognición-emoción: los estilos cognitivos". En: *Psicología de la diversidad humana*. Ed. por J. Sánchez-Cánovas y M.P. Sánchez-López. Fundación Ramón Areces, 1999.
- [8] M.A. Quiroga y J. Forteza. "La Reflexividad-Impulsividad: Estado de la cuestión y análisis de las características psicométricas del MFF20". En: *Investigaciones Psicológicas* 5 (1988), págs. 97-124.
- [9] M.A. Quiroga y col. "The Measurement of Intelligence in the XXI Century using Video Games". En: *The Spanish Journal of Psychology* 19.e89 (2016), págs. 1-13.
- [10] S. Sonja y T. Rigotti. "Instrumentality and Expressiveness at Work". En: *Organisationspsychologie* 3 (2014), págs. 111-124.
- [11] Gustavo Fortes Tondello, Rita Orji y Lennart E. Nacke. "Recommender Systems for Personalized Gamification". En: *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP 2017, Bratislava, Slovakia, July 09 - 12, 2017*. Ed. por Mária Bieliková y col. ACM, 2017, págs. 425-430. ISBN: 978-1-4503-5067-9. DOI: 10.1145/3099023.3099114. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3099023.3099114>.
- [12] Gustavo Fortes Tondello y col. "A Framework and Taxonomy of Videogame Playing Preferences". En: *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY 2017, Amsterdam, The Netherlands, October 15-18, 2017*. Ed. por Ben A. M. Schouten y col. ACM, 2017, págs. 329-340. ISBN: 978-1-4503-4898-0. DOI: 10.1145/3116595.3116629. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3116595.3116629>.

tercera búsquedas, 78 % en la cuarta, 67 % en la quinta, 63 % en la sexta, 57 % en la séptima y 74 % en la octava.

Al relacionar la satisfacción global con el uso de ayudas a lo largo del juego, los resultados muestran que, de los 27 niños que puntuaron con un "me gusta mucho" la aplicación, la mitad (51 %) utilizaron ayudas en algún momento. Esto indica, que el uso de la ayuda se integra como parte del juego y no parece influir en la satisfacción de los usuarios. Por tanto, parece que la satisfacción no está relacionada de forma inversa con el uso de la ayuda. No obstante, de nuevo hemos de ser cautos dado el reducido tamaño muestral analizado.

#### VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Hasta el momento se ha analizado el juego en un pequeño grupo ( $N = 30$ ) de niños de 9 y 10 años, en cuanto a la satisfacción que genera. Los resultados indican claramente que el juego en su conjunto ha gustado mucho tanto a los niños como a las niñas, en sus cinco componentes: paleolupa, empaquetado, esqueleto, meganeura y campo mágico.

Curiosamente, chicos y chicas tienen preferencias distintas en estas 5 actividades: los chicos prefieren las actividades más instrumentales (predominio de la acción) mientras que las chicas prefieren actividades más expresivas (predominio de la estética y la emoción). Es interesante que esta dimensión de diferenciación, evaluada habitualmente en adultos [10] pueda detectarse ya en la edad escolar. No obstante las actividades que prefieren las chicas también son menos complejas, por lo que en futuros trabajos habremos de considerar si a igualdad de capacidad, niños y niñas difieren en preferencias. Los resultados obtenidos por edad apuntan en la misma dirección: los de menor edad prefieren los juegos menos complejos.

En cualquier caso, el grupo analizado es muy pequeño y por tanto los resultados, siendo muy prometedores, han de tomarse con cautela.

En los próximos trabajos analizaremos la dificultad de cada juego para cada edad así como la posible incidencia del estilo cognitivo en la resolución de los problemas de búsqueda visual guiada verbalmente, como ya hemos hecho en trabajos previos [9].

A medida que avancemos en la comprensión de los distintos factores que afectan a la satisfacción seremos capaces de elaborar "itinerarios" por edad, como un primer paso hacia la personalización de nuestras aventuras culturales.

#### REFERENCES

- [1] Irene Camps-Ortueta et al. "Combining augmented reality with real maps to promote social interaction in treasure hunts". In: *CoSECivi*. Vol. 1957. CEUR Workshop Proceedings. CEUR-WS.org, 2017, pp. 131–143.
- [2] Panayiotis Koutsabasis. "Empirical Evaluations of Interactive Systems in Cultural Heritage: A Review". In: *International Journal on Computational Methods in Heritage Science* 1.1 (2017), pp. 100–122.
- [3] *Monkey Island*. Lucas Arts. San Francisco, CA, 1998.
- [4] Rita Orji, Regan L. Mandryk y Julita Vassileva. "Improving the Efficacy of Games for Change Using Personalization Models". En: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 24.5 (2017), 32:1-32:22. DOI: 10.1145/3119929. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3119929>.
- [5] Rita Orji, Gustavo Fortes Tondello y Lennart E. Nacke. "Personalizing Persuasive Strategies in Gamified Systems to Gamification User Types". En: *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2018, Montreal, QC, Canada, April 21-26, 2018*. Ed. por Regan L. Mandryk y col. ACM, 2018, pág. 435. DOI: 10.1145/3173574.3174009. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3173574.3174009>.
- [6] Ioannis Paliokas and Stella Sylaiou. "The use of serious games in museum visits and exhibitions: A systematic mapping study". In: *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-Games 2016*. 2016.
- [7] M.A. Quiroga. "Diferencias individuales en la interrelación cognición-emoción: los estilos cognitivos". En: *Psicología de la diversidad humana*. Ed. por J. Sánchez-Cánovas y M.P. Sánchez-López. Fundación Ramón Areces, 1999.
- [8] M.A. Quiroga y J. Forteza. "La Reflexividad-Impulsividad: Estado de la cuestión y análisis de las características psicométricas del MFF20". En: *Investigaciones Psicológicas* 5 (1988), págs. 97-124.
- [9] M.A. Quiroga y col. "The Measurement of Intelligence in the XXI Century using Video Games". En: *The Spanish Journal of Psychology* 19.e89 (2016), págs. 1-13.
- [10] S. Sonja y T. Rigotti. "Instrumentality and Expressiveness at Work". En: *Organisationspsychologie* 3 (2014), págs. 111-124.
- [11] Gustavo Fortes Tondello, Rita Orji y Lennart E. Nacke. "Recommender Systems for Personalized Gamification". En: *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP 2017, Bratislava, Slovakia, July 09 - 12, 2017*. Ed. por Mária Bieliková y col. ACM, 2017, págs. 425-430. ISBN: 978-1-4503-5067-9. DOI: 10.1145/3099023.3099114. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3099023.3099114>.
- [12] Gustavo Fortes Tondello y col. "A Framework and Taxonomy of Videogame Playing Preferences". En: *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY 2017, Amsterdam, The Netherlands, October 15-18, 2017*. Ed. por Ben A. M. Schouten y col. ACM, 2017, págs. 329-340. ISBN: 978-1-4503-4898-0. DOI: 10.1145/3116595.3116629. URL: <http://doi.acm.org/10.1145/3116595.3116629>.

## Measuring preferences in game mechanics: towards personalized chocolate-covered broccoli

Irene Camps<sup>[0000-0002-2635-9041]</sup>, Pedro A.  
González-Calero<sup>[0000-0002-9151-5573]</sup>, María Angeles  
Quiroga<sup>[0000-0003-4542-2744]</sup>, and Pedro P. Gómez-Martín<sup>[0000-0002-3855-7344]</sup>

Universidad Complutense de Madrid, Spain  
{pagoncal, icamps, maquirog, pedrop}@ucm.es

**Abstract.** When developing educational games we face the problem of finding the right design for making the learning activities as intrinsic to the game mechanics as possible. Nevertheless, in many cases it is not possible to fully integrate the learning content into the game play, resulting in the well known “chocolate-covered broccoli” game design. The long term goal of the work presented here is to determine whether a personalized selection of game mechanics for the playful part, the game mechanics around the learning part of the game, can improve the satisfaction of the player and therefore make the whole learning experience more enjoyable. The first step towards that goal is to obtain a model for the preferences of game mechanics for a particular type of game, and later use that model to guide the selection of game mechanics.

In this paper, we present *Enigma MNCN* a treasure hunt for mobile devices designed for the National Museum of Natural Sciences of Spain and some experimental results intended to identify preferences for game mechanics in that type of game across demographic variables. The main finding of these experiments is that preferences in game mechanics get shadowed when combined with a mostly disliked learning mechanic.

**Keywords:** Serious games · Informal learning · Games in museums · Games for education · Augmented Reality.

### 1 Introduction

The current challenge for museums is how to successfully turn their institutional knowledge and authority into meaningful, engaging experiences by leveraging the appropriate technological media in the context of their physical settings, and for heterogeneous audiences [10]. In order to solve this problem, a growing number of initiatives integrating serious games, gamification, augmented reality and virtual reality through mobile devices have appeared in the last years [9,6].

In this paper we present results from a project that intends to promote informal learning in a natural history museum through a treasure hunt type of game. The game incorporates image recognition, mini-games, 3D virtual reconstructions and augmented reality elements, being part of a growing number of

initiatives that seek to exploit the use of augmented reality and related technologies in informal science learning sites [4].

As designers of educational games we face the problem of designing just a new version of the well known “chocolate-covered broccoli”, a term first introduced by Amy Bruckman in a presentation at the Developers Game Conference in 1999 [1]. Actually, she used the term “dipped-covered broccoli” for an approach used when combining learning content with gameplay where the gaming element of the product is used as a separate reward or sugar-coating for completing the educational content. This is an intrinsic problem of educational games. Although digital games may be capable of providing activities which are intrinsically motivating in their own right, it is critical to consider the effect of adding learning content to an intrinsically motivating game [5].

Ideally the learning goals in an educational game should be attained through activities that are intrinsic to the game play. For certain subjects or learning goals the use of intrinsic game mechanics with learning purposes can be straightforward, for example when the game serves as some kind of simulator of the target content. On the other hand, some types of learning content are very hard to turn into game mechanics, such as factual knowledge, as the one we want to include in our game for a Natural History museum. Therefore, either we accept that games are just adequate for certain types of learning content or we accept some broccoli in our game recipes.

*Enigma MNCN* is a treasure hunt for mobile devices designed for the National Museum of Natural Sciences (referred to by its Spanish acronym MNCN) in Madrid, one of the oldest museums of Natural History in Europe and the most important in Spain. This is the second game in the Enigma saga<sup>1</sup>, after *Enigma Galdiano* released in 2016 and designed to be played at the Lázaro Galdiano Museum in Madrid [2].

*Enigma MNCN*, described in more detail in Section 2, is designed for kids from 8 to 12 years old. The kid plays as a Paleontologist apprentice who has to find some objects in the collection and solve some puzzles and quizzes along the way. The learning content in the game is provided through a field notebook with images and textual information about pieces in the museum, which pages are revealed as goals in the game are fulfilled. In order to make the reading of the field notebook more intrinsic to the game, we include quizzes which answer is included in one of the pages of the notebook, usually the last one that was revealed.

*Enigma MNCN* includes a number of mini-games and treasure hunt mechanics, the *chocolate*, in order to cover a reading task, the *broccoli*. The long term goal of the work presented here is to determine whether a personalized version of the playful part, the game mechanics around the learning part of the game, can improve the satisfaction of the player and therefore make the whole learning experience more enjoyable. Keeping up with the metaphor, we want to determine whether a personalized chocolate recipe can make the chocolate-covered broccoli taste better. The first step towards that goal is to obtain a model for

<sup>1</sup> <http://www.padaonegames.com/enigma/>

the preferences of game mechanics for this particular type of game, so that we can later use that model to guide the selection of game mechanics.

In this paper we present the different game mechanics included in *Enigma MNCN* and the results of several experiments trying to determine the preferences for those game mechanics among kids from 8 to 12, based on age and gender. We run experiments with two different versions of the game, the full version including the learning component (field notebook), and a reduced one without the learning component, in order to measure the variability in preferences for game mechanics in a treasure hunt game versus an educational version of the game. The main finding of these initial experiments is that preferences in game mechanics get shadowed when combined with a mostly disliked learning mechanic. We can detect significant differences in preferences for game mechanics when evaluating those preferences in the purely playful version of the game, but those differences get blurred when measured in the educational version, with broccoli (i.e., reading tasks) added in.

The rest of the paper runs as follows. Next Section describes the game mechanics in *Enigma MNCN*. Section 3 details the experimental set-up along with the results from the experiments and our conclusions about those results. Finally, Section 4 presents related work and concludes the paper.

## 2 Enigma MNCN

*Enigma MNCN* is a treasure hunt for mobile devices designed to be played at the National Museum of Natural Sciences of Spain, in Madrid. The players, kids between 8 and 12 years, are committed to become the new assistant of Dr. Anning, one of the paleontologist in the museum, helped by two of her current assistants: Pérez and Neand. The three of them, depicted in Figure 1 will alternatively propose new challenges that will let the kid to demonstrate her merits to join the team. The theme of the exposition where the game is played is the evolution of life on Earth, from the first micro-organisms to Homo Sapiens, through a collection of fossils, skeletons, reconstructions and illustrations that recreate the life on Earth at different points in time.

The core game mechanic in *Enigma* uses the camera of a mobile device to recognize an object in the museum (we use Vuforia<sup>TM</sup> and Unity 3D<sup>TM</sup> as underlying technology). The object to be found is indicated to the player with its scientific name, such as *Brachiopoda Strophonema*, *Calamopora Spongites* or *Ammonitida Ammonitina Perisphinctidae*. We want the kids to pay attention to the signs in the exposition and make sense of the organization of the objects, where, for example, every fossil from the *Ammonitida* family is in the same showcase. Once the name of the object to be found has been read, the mobile turns into “search mode” becoming the “Paleo lens” in the game, as depicted in Figure 2.

In some search tasks of the game just one object has to be found while in others we provide up to three different names of objects that have to be found in any order. Depending on the complexity of the search we can also provide a



Fig. 1. Enigma MNCN characters

hollow silhouette of the target object in order to facilitate its identification. Since the player will typically forget the exact name of the object, she can ask Pérez, our friendly sloth, to remind her the name (see the sloth in the right bottom of Figure 2).

As an additional clue, we can also provide the time depicted in the showcase of the object to be found. The exposition uses the well known metaphor of mapping the history of Earth into 24 hours, so for example first fossils appear at 5:36 am and humans at 11:58 pm. Once the camera is pointing at the target object, it will be recognized and the task will have been fulfilled. We do not use QR codes but the actual objects in the collection. Since kids are usually unfamiliar with this technology, the game begins with a tutorial explaining: how the Paleo lens can be used to recognize objects in the museum; that you can ask Pérez to remind you the name of the object; and that it is possible to give up and quit a search if you can not make the Paleo lens to see it (kids almost never give up in their searches).



Fig. 2. Paleo lens while searching

In addition to the Paleo lens searches we have 4 different types of mini-games in *Enigma MNCN*: Packaging, Skeletons, AR Hunt and Magic Fields. Every mini-game comes after a Paleo lens search and usually relates somehow to the object just found. This serve to give some context for the mini-game, since we know where is the kid in the museum and we can use in the mini-game those elements in front of her.

*Packaging*, Figure 3 left, is a puzzle game where the kid has to put all the pieces appearing to the right of the box, inside of the box. Following the narrative of the game, the kid is helping the museum by packaging some fossils that need to be sent to another museum. The fossils in the mini-game are similar to those in the showcase in front of the kid.

*Skeletons*, as *Packaging*, also require visual-spatial skills to be solved. As shown in Figure 3 right, a partial skeleton is provided on the left with some missing bones on the right. The goal is to place the bones at the right positions. To provide and contextualize the task, the game has taken the kid in front of that same skeleton in the museum (a *Deinotherium* in the example of Figure 3), so that she can look at the original to get inspiration.



Fig. 3. Packaging and skeletons

*Magic fields* are 3D reconstructions of prehistoric life. The Museum already displays large panels with illustrations of prehistoric life (an example is depicted in Figure 4 left). A *magic field* is a 3D scene that is loaded after a search task that has led the player in front of the illustration panel, making that illustration come alive. The goal in the mini-game is to move around the 3D scene, through the gyroscope of the mobile device, and find a particular prehistoric animal, which usually corresponds to an skeleton we have seen before in the game.

*AR hunts* use augmented reality technology to insert an image of a prehistoric animal into one of the illustration panels of the museum, as shown in Figure 4 left where a *Meganeura*, an extinct insect from the Carboniferous period, is moving around the illustration as seen through the camera of the device. The goal is to capture the moving animal by tapping it.

For the educational version of the game we add two more elements: the field notebook and the quizzes.



Fig. 4. AR hunt and Magic field

The field notebook plays the role of the notebook of Dr Anning, where the paleontologist is writing down some of the main facts about the pieces she find, which are actually the ones that we found in the game. After every search, one more page, as the one showed in Figure 5 left, is added to the initially empty notebook. In order to motivate the kids to read the contents of the notebook we include a new game mechanic: the quizzes.

The quizzes, as the one showed in Figure 5 right, are multiple choice questions with a humorous tone where there is only one right answer. There is time limit to answer the question of 30 seconds, but the kid can stop the timer by opening the field notebook and reading it. Every time, the right answer to the quiz is provided in the notebook.

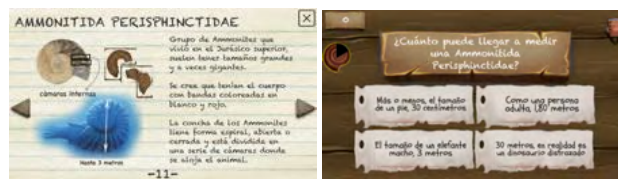


Fig. 5. Field notebook and quiz

The first version of the game used for the experiments consists of 8 stages, where each stage includes a search or multi-search and a mini-game, roughly including two mini-games of each type. In average it takes between 20 and 25 minutes to complete this version of the game. The educational version includes, in addition, 4 quizzes, every 2 or 3 stages, and adds between 7 and 8 more minutes to the gameplay time.

### 3 Experiments and Results

#### 3.1 Experimental set-up

The experiments are run in the museum, when it is closed to the general public. In every run of the experiment we have a group of between 10 and 14 kids playing the game individually, using the same type of device, a Lenovo<sup>TM</sup> TAB3 10 Plus, provided by the museum. The choice of the size of the group seeks to find a balance between the effort to run the experiments and the bias from having more people playing the game at the same time. Imagine that if you see five kids pointing their devices at the same point then maybe you should be pointing there too. In our experience, the variability in the time that the kids need to find the first objects alleviates this bias, and they quickly distribute among the different searches.

In the game we collect metrics obtained during game play, including data such as the time spent in every task, whether the task is successful or not, and how many times did the player make use of the help. Although the game is implemented in Unity 3D which offer some functionality for metrics collection, we have developed our own system that collects the metrics of interest and send them, at the end of every task in the game, as JSON files to a server where they are made persistent. The opinion of the kids about the game play mechanics are collected at the end of the game, and also made persistent as metrics in the server for later analysis.

For the experiments described in this paper, satisfaction is our main variable. We collect satisfaction data through a questionnaire integrated at the end of the game. On the questionnaire there is a question for every mechanic included in the game, with an image from the game to remind the kid what mechanic is she being asked for (see Figure 6). Answers are given by selecting among a smiley, a neutral or a sad face, to make it more appealing for kids. Since most of the answers were smiley faces, we decided to dichotomize the answers into “positive” (smiley face) and “negative” (sad or neutral face), in order to increase the power in our analysis.

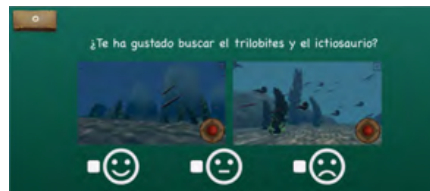


Fig. 6. Satisfaction questionnaire

We ran two sets of experiments. The first one with the treasure hunt game without learning mechanics (puzzles and field notebook), and the second one with the full version of the educational game.

### 3.2 First experiment: treasure hunt game

The sample of the first experiment consisted of 30 subjects with an average age of 9.4 years ( $SD=0.56$ , 17 subjects of 9 years and 13 of 10 years). Of the 30 subjects, 14 were boys and 16 girls. We consider it a specially homogeneous sample since they all attended fourth grade at the same school. Due to the small size of the sample on this experiment, we decided to run only non-parametric analysis.

Average satisfaction was above 80%, an encouraging result for the game, but our main goal was to determine whether we can detect differences in preferences for the different mechanics. For this purpose we have analyzed differences in preferences based on gender, Figure 7, and age, Figure 8.

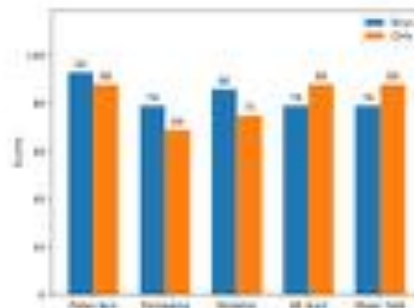


Fig. 7. First experiment: differences by gender

Although results are not statistically significant ( $p$  values higher than .05 for each chi square analysis run), we can observe that boys have a larger preference than girls for the Puzzle lens, packaging and skeleton mechanics, while girls tend to prefer All hunt and magic fields. Considering the type of activities in the game mechanics we can conclude that boys prefer instrumental activities, focused on action, while girls tend to prefer expressive activities, focused on aesthetics and emotion. It is interesting to see this tendency, usually observed in adults [11], to appear in young kids.

Regarding age, even with such a little age difference, we can observe some differences between 9 and 10 year old kids, as shown in Figure 77 right. Again

Trends personalized chocolate-covered biscuits

9

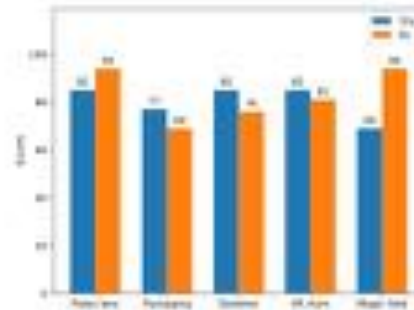


Fig. 8. First experiment: differences by age

not statistically significant results point in the direction that 9 year old kids find more enjoyable less complex mechanics, such as Puzzle items and magic fields, while 10 year old kids tend to prefer skeletons or packaging that require a more complex problem solving abilities.

These initial results made us think in the possibility of finding some correlation between game mechanic preferences and demographic data such as age and gender.

### 3.3 Second experiment: educational treasure hunt

A total of 213 children participated in the second experiment. A part of them did not finish the game ( $N = 28$ , which is 13%), and from the remaining 185 an additional 30% ( $N = 36$ ) were outside of the established age range. Therefore, the results refer to a sample of 149 subjects, in the age range from 5 to 12 ( $M = 9.60$ ,  $SD = 1.17$ ). Of those 73 were boys and 76 were girls.

Average satisfaction is again above 80%, as shown in Figure 9, except for the additional learning mechanic: quizzes. Regarding differences based on gender we can observe in Figure 10 that differences are at most of 3 percentage points, or 4 in the case of quizzes, what does not introduce any significant difference.

Higher variability can be observed when considering age differences, as shown in Figure 11. Nevertheless, again the differences are not statistically significant, as shown by the results of Pearson's chi-squared test ( $\chi^2$ ) in Table 1.

Our hypothesis is that although differences in preferences for game mechanics can be observed just by considering demographic data as study 1 shows, such differences mostly disappear when adding a mechanic that has a much lower acceptance index, and therefore make the rest of mechanics equally acceptable in comparison.

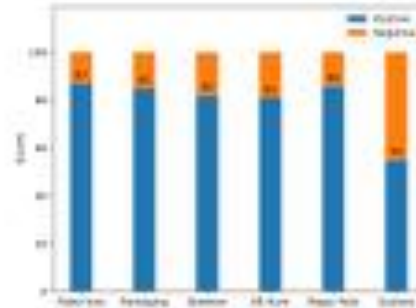


Fig. 8. Selection by game mechanic

	8y		9y		10y		13-12y		$\chi^2$	p
	POS	NEG	POS	NEG	POS	NEG	POS	NEG		
Puzzle-like	30	3	33	2	43	9	23	2	4.26	.24
Packaging	11	2	20	8	45	7	21	4	0.24	.87
Skeleton	9	4	31	8	43	9	21	4	2.56	.66
JN-based	30	2	31	4	41	11	20	3	1.63	.45
Magic field	30	3	31	3	44	8	33	2	2.52	.67
Quizzes	2	9	20	15	20	23	14	9	2.88	.28

Table 1. Pearson's chi-squared test ( $\chi^2$ ) on age differences

#### 4 Related work and conclusions

Research on personalized content for serious games is a growing area of interest. Once it has been accepted that digital games are an appropriate instrument for applications beyond pure entertainment, in training and communication, the question of how to personalize serious games is being raised to increase their effectiveness. In this sense, we find works that show that the effectiveness of serious games improves with personalization in adults, and others that advance in the definition of instruments to facilitate such customization.

In [7] some initial results are provided showing the importance of tailoring games for change in the context of a game designed to improve healthy eating habits. Tailoring the game design to players' personality type improved the effectiveness of the game, as was later shown in [8] with a large-scale study of more than 500 participants whose results reveal that people's gamification use

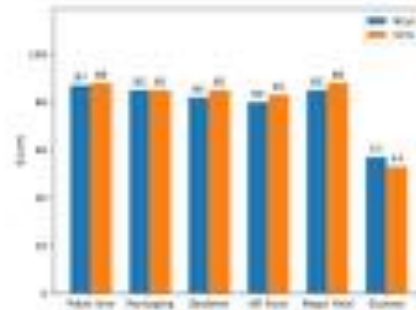


Fig. 16. Second experiment: difference by gender

types play significant roles in the perceived persuasiveness of different strategies in serious games.

Regarding related work on instruments designed to facilitate the construction of customized games, in [13] a conceptual framework of player preferences based on game elements and game playing styles is presented. Such framework can be used by designers to create games that are tailored to their target audience. Applying those ideas to serious games, [12] presents a general framework for personalized gameful applications using recommender systems, by describing the different building blocks of a recommender system (users, items, and transactions) in a personalized gamification context.

In this paper we have presented some initial results of experiments conducted in order to determine whether a model for game mechanics preferences can be found for an specific type of games: treasure hunts in museums with educational purposes for children. We have experimentally analyzed differences in preferences based on demographics, which are easier to measure than other potentially more informative differences such as temperament or cognitive capacities that we plan to measure in the future. Accepting that in some situations it is not possible to find an intrinsic game mechanic that serve the learning purposes of an educational game, our goal is to find if by tailoring the selection of accompanying game mechanics we can improve the whole educational experience.

For this purpose, we first ran a set of experiments with a non-educational version of the game, and obtained initial values of variability in preferences along age and gender axes. Although not statistically significant, we found some indication of the existence of a preference model.

In a second run of experiments, with a larger population, we measured again preferences for game mechanics, but using the full educational version of the

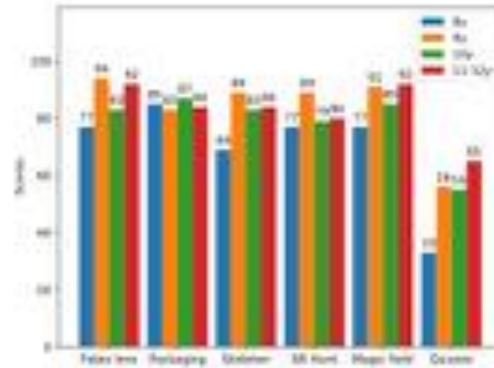


Fig. 11. Second experiment: differences by age

game. In this case differences in preference for game mechanics were hardly measurable, consolidating our initial results.

Our hypothesis is that although differences in preferences for game mechanics can be observed just by considering demographics data, such differences mostly disappear when adding a mechanic that has a much lower acceptance value, and therefore make the rest of mechanics equally acceptable in comparison. This effect resembles the "contrast effect" from Psychology, or the "contrast principle" as defined by [5]. We need to collect additional data in order to test this hypothesis, and we will do in future work.

Also as future work, we want to measure the effect of the time spent with the educational content, in our case reading the field notebook in the game, both in terms of the quality of the answers for the quizzes in the game, and for the general satisfaction of the player. It would be a positive result if we could demonstrate that making use of the educational content in the game promotes learning, and does not decrease the quality of the playful experience.

## 5 Acknowledgments

We are very grateful to the personnel at the National Museum of Natural Sciences in Madrid for their support and assistance in designing and evaluating *Ergona Genesis*, in particular to Luis Barroca and Pilar López. We also thank the anonymous reviewers for their insightful comments and suggestions.

This work is partly supported by the Spanish Ministry of Economy, Industry and Competitiveness (TEC2017-87130-B).

## References

1. Bruckman, A.: Can educational be fun? In: presented at the Game Developers Conference '99, San Jose, CA. (1999), <http://www.cc.gatech.edu/~asb/papers/bruckman-gdc99.pdf>
2. Camps-Ortueta, I., Rodríguez-Muñoz, J.M., Gómez-Martín, P.P., González-Calero, P.A.: Combining augmented reality with real maps to promote social interaction in treasure hunts. In: CoSECivi. CEUR Workshop Proceedings, vol. 1957, pp. 131–143. CEUR-WS.org (2017)
3. Cialdini, R.B.: *Influence: The Psychology of Persuasion*, Revised Edition. Harper Business (2006)
4. Goff, E.E., Mulvey, K.L., Irvin, M.J., Hartstone-Rose, A.: Applications of augmented reality in informal science learning sites: a review. *Journal of Science Education and Technology* **27**(5), 433–447 (Oct 2018). <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9734-4>
5. Habgood, J., Ainsworth, S.: Motivating children to learn effectively: Exploring the value of intrinsic integration in educational games. *The Journal of the Learning Sciences* **20**, 169–206 (04 2011). <https://doi.org/10.1080/10508406.2010.508029>
6. Koutsabasis, P.: Empirical Evaluations of Interactive Systems in Cultural Heritage: A Review. *International Journal on Computational Methods in Heritage Science* **1**(1), 100–122 (2017)
7. Orji, R., Mandryk, R.L., Vassileva, J.: Improving the efficacy of games for change using personalization models. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* **24**(5), 32:1–32:22 (2017), <http://doi.acm.org/10.1145/3119929>
8. Orji, R., Tondello, G.F., Nacke, L.E.: Personalizing persuasive strategies in gameful systems to gamification user types. In: Mandryk, R.L., Hancock, M., Perry, M., Cox, A.L. (eds.) *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2018, Montreal, QC, Canada, April 21-26, 2018*. p. 435. ACM (2018), <http://doi.acm.org/10.1145/3173574.3174009>
9. Paliokas, I., Sylaiou, S.: The use of serious games in museum visits and exhibitions: A systematic mapping study. In: *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-Games 2016* (2016)
10. Roussou, M., Pujol, L., Akrivi, K., Angelik, C., Sara, P., Vayanou, M.: The museum as digital storyteller: Collaborative participatory creation of interactive digital experiences. In: *MW2015: Museums and the Web* (2015)
11. Sonja, S., Rigotti, T.: Instrumentality and expressiveness at work. *Organisation-spsychologie* (3), 111–124 (2014)
12. Tondello, G.F., Orji, R., Nacke, L.E.: Recommender systems for personalized gamification. In: Bieliková, M., Herder, E., Cena, F., Desmarais, M.C. (eds.) *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization, UMAP 2017, Bratislava, Slovakia, July 09 - 12, 2017*. pp. 425–430. ACM (2017), <http://doi.acm.org/10.1145/3099023.3099114>
13. Tondello, G.F., Wehbe, R.R., Orji, R., Ribeiro, G., Nacke, L.E.: A framework and taxonomy of videogame playing preferences. In: Schouten, B.A.M., Markopoulos, P., Toups, Z.O., Cairns, P.A., Bekker, T. (eds.) *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, CHI PLAY 2017, Amsterdam, The Netherlands, October 15-18, 2017*. pp. 329–340. ACM (2017), <http://doi.acm.org/10.1145/3116595.3116629>

## 9.4. Artículos publicados

# COMMUNICATION & SOCIETY

### Miscellaneous

#### Irene Camps-Ortueta

<https://orcid.org/0000-0002-2635-9041>  
icamps@ucm.es  
Universidad Complutense de Madrid

#### Luis Deltell Escolar

<https://orcid.org/0000-0002-5230-1409>  
ldeltell@ucm.es  
Universidad Complutense de Madrid

#### María Francisca Blasco López

<https://orcid.org/0000-0002-6660-3571>  
fblasco@ucm.es  
Universidad Complutense de Madrid

#### Submitted

October 15th, 2019

#### Approved

November 26th, 2020

© 2021

Communication & Society

ISSN 0214-0039

E ISSN 2386-7876

doi: 10.15581/003.34.2.193-210

[www.communication-society.com](http://www.communication-society.com)

2021 – Vol. 34(2)

pp. 193-210

#### How to cite this article:

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, L. & Blasco López, M.ª F. (2021). New technology in Museums: AR and VR video games are coming. *Communication & Society*, 34(2), 193-210.

## New technology in Museums: AR and VR video games are coming

### Abstract

Museums have gone through a modernization process which has seen the adoption of new technologies in what they offer visitors. Within the framework of the new critical museology, these organizations have been transformed into places of encounter and experience, the key tools in this change being socialization and play. Gamification are now intrinsic to collections and are a way of inviting visitors to share new museum experiences through the latest technology such as AR (Augmented Reality) and VR (Virtual Reality). In this way, the museum becomes a playground and a space for creativity (Borja-Ville *et al.*, 2014). In this research, we focus on what we consider to be an important link between the three central aspects of museum change: sociability, gamification and virtualization; and the growing interest in museums for videogames. Our aim is to reach a better understanding of the AR and VR video games developed for museums and how these technologies can not only motivate visitors' interest but also improve their learning skills. Our analysis focuses of literature published between 2015 to 2018 and follows the analytic structure established by Connolly *et al.* (2012) with additional features related to learning experience, platforms, and the use of technologies (VR and AR). The general aim is to map the interest of the research community in the field of museum-developed video games, more specifically those that use augmented and virtual reality.

### Keywords

Video games, museums, tourism, visitors, learning experiences.

### 1. Introduction

It is pertinent to remember that since the middle of the 20<sup>th</sup> century, museology has undergone a process of continuous change and the resulting alteration to the very idea of "the museum" has been enormous. Indeed, museums have gone through a wholesale modernization and what has been termed the "museum-mausoleum" (Adorno, 1967, p. 175), that is, old-fashioned museum centers, have become open and plural spaces of exchange and shared knowledge. In the new critical museology, these organizations are transformed into places of encounter and experience. Simon (2006) proposes that the museum should be a place of social and virtual encounter, where the story is constructed by dialogue, pluralistically. This reinforces Eileen Hooper-Greenhill's statement: "The histories of the museum successes and failures demonstrate that the use of knowledge is contingent upon other power practices" (1992, p. 193). Since the beginning of the

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, L. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

20<sup>th</sup> century, that some changes must occur in museums has seemed certain although, at the same time, they remain difficult to predict. As Simon J. Knell (2004, p. 12) points out:

The future contexts of collecting will almost certainly change as much as they have in the last twenty-five years. Some changes, such as in available technologies, are more predictable, but where political and social forces operate change is always an unknown. However, we can expect the era of accountability to continue, so change will continue to present risks to long-term institutions. The recent past tells us that museums can expect no assurances of having a future unless they too change in order to demonstrate their relevance.

Socialization and play have been key tools in the process of museum change. Gamification is now intrinsic to many collections and is a way of inviting visitors to share new museum experiences through the latest technology such as AR (Augmented Reality) and VR (Virtual Reality). Indeed, some artists build their sculptures, so that visitors have to play their way through them, as is the case with Carsten Höller's huge slides that sometimes take the viewer right through his constructions. Here, and in other contexts, play invites us to enter the museum or space of creation (Borja-Villel *et al.*, 2014).

In addition, the importance of using virtual spaces (social networks, websites, and others) is recognized as a way to enable the free construction of a given collection's story (Capriotti & Losada-Diaz, 2018; Losada-Diaz & Capriotti, 2015; Claes & Deltell, 2014). The goal of museums is no longer just to build a large collection, but above all to formulate a story in collaboration with visitors and communities (Kotler, 2008) so overcoming the traditional boundaries of these institutions (Sookhanaphibarn & Chatuporn, 2013).

In this paper, we focus on what we consider to be a link between the central aspects of this movement for change in museums: sociability, ludification, and virtualization; and how museums have grown increasingly interested in videogames.

Over the last twenty years, interest in the world of video games has grown not only in museums but also amongst researchers. A search of the Association for Computing Machinery Digital Library (ACMDL) database shows the high number of publications that have appeared in the most important academic journals since the 1990s. Indeed, it could be said that since 1990 growth in this sector has been exponential.

The most remarkable fact is that video game research is still such a new field. Society is consuming more and more videogames, we just need to look at the numbers: according to Stroz *et al.* (2015), by 2015 the video games market was worth 56 billion dollars to the global economy and a year later, in 2016, the value of the global market had increased 8.5%, representing a growth of around 99.6 billion dollars. Thus, from a research point of view, this relatively unexplored area is a hot topic.

Although the popularity of video games saw important growth towards the end of the 20<sup>th</sup> century and at the beginning of the current one, it was the arrival of the smartphone and other new mobile devices which allow the user to play anywhere that drove the industry into exponential growth rates. In 2016, 144 million users were using their phones to play games, which means that eight out of ten people with a mobile phone were using it for gaming (Styhre *et al.*, 2018).

Play is generally considered part of life learning (Rieber, 1996) and thus has greatest significance for younger age groups. This is the reason the educational establishment has shown such interest in integrating play into the learning process. That interest is becoming more solid with the arrival of new technologies such as the internet, personal computers, and mobile phones. Furthermore, new models of play for learning have been made possible due to access to those technologies (Amory *et al.*, 1999). The idea of Serious Games (SGs) arises directly from the interest in integrating play into learning, bringing together the world of video games and education. Educators, institutions, and researchers are attracted by the SG concept (Djaouti *et al.*, 2011).

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, I. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

Our research will involve detailed consideration of articles published in high-impact journals in the period 2015–2018 that have a particular focus on AR and VR in museum-developed video games. Through this work we hope to reach a better understanding of the use of video games in museums and how they can not only motivate visitor interest, but also improve learning skills. Amongst the many avenues of interest to explore is discovering whether video games increase the time visitors spend in the museum and if, for instance, visitor satisfaction increases with the use of video games.

Our general aim is to map research interest in the area of video games developed for museums, specifically those that use augmented reality. Two further aims spring from this general objective, these being: to understand the role of AR in video games used in museums and to place these AR games in relation to Serious Games in terms of the research interest in this topic within the time period 2016–2018.

## 2. Literature Review

### 2.1. Video games

The two key innovations in video game development are Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR). These technologies were released in the nineties and have had their difficulties since then. AR and VR are often mistakenly thought to be the same thing, but it is important to understand each of them separately. While VR tries to reproduce the tangible world in a virtual model and place the user inside this digital environment (Dubois & Nigay, 2000), AR expands reality with digital artefacts. Usually, AR adds relevant visual, textual, or sonic information to the physical world through a device.

According to Dubois & Nigay (2000) there are 4 classes of AR. This classification is derived from the two main characteristics of AR: *task focus* and *nature of augmentation*. These characteristics can be thought of as defining two orthogonal classification axes each of which has two values. Combinations of the two values of task focus with the two values of nature of augmentation define four classes as illustrated in Table 1:

**Table 1:** Four types of AR systems.

Task Focus	Nature of augmentation	
	Execution	Evaluation
Virtual Object	(1) Media Blocks	(2) Realistic Graphics
Real Object	(3) Digital Desk	(4) Augmented Museum

Source: Dubois and Nigay (2000).

“Media blocks and more generally tangible user interfaces (1) augment the execution phase by defining new modalities involving real objects” (Dubois & Nigay, 2000). As an example, these modalities enable the user to manipulate virtual objects as multimedia documents. “Augmented evaluation for interacting with virtual objects (2) refers to realistic graphics on-screen and output modalities that mimic real world feedback” (Dubois & Nigay, 2000). Augmented execution in the real world (3) corresponds to systems that enable the user to perform new actions on real objects that would not be possible without a computer. Augmented evaluation in the real world (4) involves superimposing visual information onto real objects.

Our research is quite restrictive in terms of the field of action in which it is developed: only includes video games at museums. Since 1970, critical museology has provoked a revolution in museum centers and collections that has changed the nature and role of museums fundamentally. As pointed out by Ross (2015), what used to be exclusive institutions that emphasized differences in social class have become inclusive and welcoming to the public at large.

The vision of critical museology is to move away from exhibitions as collections of objects to a focus on the discourse constructed between exhibits, the museum space, and the visiting public. Museums have lost their elitist character and turned into centers of art and creation. The process of modernisation instigated by this paradigm shift has resulted in not only better collections, but also better ways of exhibiting them and, above all, a better exchange with visitors (Ross, 2015) and a new relationship with technology and the virtual.

At the end of the nineties, two important social changes occurred: the appearance of mobile phones as personal devices used for leisure (Amory *et al.*, 1999), and an increase in the interest of families in taking their children to museums (Hooper-Greenhill, 1994). These factors pushed museums to incorporate the use of video games, virtual reality and augmented reality into their curatorial repertoire (Claes & Deltell, 2019).

The effects of games on users are a broad field of research and numerous studies have been conducted seeking to demonstrate not only their good but also their bad effects (Ke, 2009). Despite the interest in this subject, the available literature is somewhat fragmentary and lacking in coherence due to insufficient systematization in the study of video games.

Video games in museums are no exception to this general observation. Our research takes inspiration from Paliokas and Sylaiou's (2016) article "The Use of Serious Games in Museum Visits and Exhibitions: A Systematic Mapping Study", which contains a systematic and exhaustive review of the field. The work provides an overview of how this type of game has been used by museums to promote knowledge transfer. This article also highlights the lack of structure in the study of video games in museums and the absence of a standard model for this research.

## 2.2. Categorization of Games

Games that incorporate AR technology are not yet widespread and, as discussed, there is no standardized way to categorize them. For this reason, we will take as a reference the taxonomy proposed by Connolly *et al.* (2012) and adapt it to our study. In this way, our analysis aims to be more rigorous and as a result we hope to reach a better understanding of these AR games.

One feature that can be used to categorize video games is the intention with which a particular game has been created. This generates three categories: pure entertainment (commercial game); a Game for Learning (GFL); or a Serious Game (SG). Although GFL and SGs are used as synonyms in many cases, SGs go beyond GFL, because they aim to change players' behavior through training and are often designed to address the specific needs of various specialized disciplines business, industry, marketing, medicine, and politics (Sawyer & Smith, 2008).

Another important characteristic of video games, inherited from traditional games and the theory of play (Rieber, 1996), is known as the general purpose of the game (Paliokas & Sylaiou, 2016). General purpose of the game has 2 categories: to teach or to entertain.

On the other hand, video games are also part of the entertainment industry. Presented to general public as one more leisure option, growing out of the cinema and television, they are a new medium for entertainment with a novel format: one allowing more active input from the consumer. Video games present an opportunity for digitalizing well-known games as well as for creating new, as yet unknown ones (Skalski *et al.*, 2011).

Another feature that can be used for game classification focuses on gameplay, or game genre. This classification is mainly employed for commercial games; however, it is also applicable to GFL and SGs. Following Connolly *et al.* (2012) and earlier work by Herz (1997), it is possible to define seven game genres: action games (reaction games such as shooters), adventure games (based on puzzle solving to advance through a digital world), fighting games, puzzle games, role-playing games, sports games, and strategy games. The additional category

of simulation is also recognized by Connolly *et al.* (2012) and while it is not strictly a game genre, we will use it.

A further option involves categorizing games according to the device on which they are played, or the environment in which they take place. As Connolly *et al.* (2012) discuss, games can now be played on mobile devices (phones and tablets), PCs, on consoles, online, in VR or using some combination of these. For museums, each of these formats has a set of technical and/or spatial challenges to overcome such as the constant updating of mobile devices; where to locate PCs within the museum space; the limitations of virtual reality glasses; and so on.

### 3. Method

Our analysis of papers published in high-impact journals from 2015 to 2018 will follow the analytic structure established on Connolly *et al.* (2012) with additional features related to learning experience and platforms.

#### 3.1. Data Analysis

The following elements of data collection and analysis will be used to achieve a set of detailed objectives including an understanding of the durability of museum-developed video games and how time influences their presence in museums in addition to differentiating these video games, following the classification established by Connolly *et al.* (2012), as: Serious Games (SGs), Games For Learning (GFL) or entertainment. Furthermore, we will establish what kind of study, or evaluation has been carried out on each of the video games, catalogue the video games studied according to the genre to which they belong (Herz, 1997) and determine which distribution platform the games are aimed at. We will also clarify how many of these games are currently active and whether they are accessible to the general public. Where possible, we will also look at whether playing the video game extends the average visit duration and whether it promotes additional learning compared to non-gamified museum visits.

#### 3.2. Data Collection

The databases consulted for this work included: ACM DL (Association for Computing Machinery Digital Library), ASSIA (Applied Social Sciences Index and Abstracts), BioMed Central, Cambridge Journals Online, Child Data Index to Theses, Oxford University Press (journals), Science Direct, EBSCO (consisting of Psychology and Behavioral Science, PsycINFO, SocINDEX Library, Information Science and Technology Abstracts, CINAHL, ERIC (Education Resources Information Center), Ingenta Connect, Infotrac (Expanded Academic ASAP), Emerald, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), Computer Society Digital Library (CDSL).

#### 3.3. Search Terms

In order to make the search manageable, we limited our search terms to the following four: "Museum," "Museums," "Videogames" and "Videogame." Where advanced searching was available logic operators were included and the search terms entered as: "*Museums & Video Games*"; "*Museums*"; "*Videogames*." Whenever possible, year of publication was established in advanced (i.e., from 2015). Also, when possible, it was specified that search terms should appear in the abstract of articles.

We chose not to include the search terms VR, AR, Virtual Reality, Augmented Reality, VR & Museums, AR & Museums, etc. While these terms are interesting, it was felt that they should be left for consideration in future work.

#### 3.4. Inclusion and exclusion criteria

Even with such a narrow search, not all search results were relevant to our work. Thus, it was necessary to establish certain inclusion and exclusion criteria to determine which of the articles were suitable for analysis.

Papers were excluded if they involved discussions or analysis of:

- Games aimed at the inclusion of disabled people. This was because such games are not designed for the general public, although they can also play them, and they are too limited by their context.
- Games which do not interact with the museum as their main mechanism, or those which are so self-contained that they do not need the museum for gameplay (i.e., Pokémon Go would be considered self-contained in this way as it can be played inside a museum but does not involve interaction with its collections or exhibits).
- A purely theoretical approach.
- Other applications for interaction with the museum but which did not involve any game element such as audio guides, interactive tours, etc.
- Non-digital games. Museums have many strategies to attract the attention of visitors, especially the smallest ones, however games that involve pencil and paper, while of vital importance for museums, are not relevant to the state of the art we are considering here.
- Those that do not require a physical presence in the museum (virtual tours from home). These kinds of games are increasingly widespread, and despite being technologically close to the games we are analyzing, the lack of physical contact with the museum justifies their exclusion.

Papers were included if they involved discussions or analysis of:

- Other applications that, although not being specific games, incorporated some form of gamification (audio guides with a scoring system, interactive activities that encourage visitors to find certain exhibits, amongst other activities).
- Audio guides with AR or VR systems.
- The use of AR in museums generally although not in a gaming context.

#### 4. Results

##### 4.1. Review findings

Fifteen museum games were analyzed using a data analysis proforma that we developed, based on previous research by Conolly *et al.* (2012) and Paliokas and Sylaiou (2016). Of the 21 articles analyzed, 15 were fully or partially developed game; 2 were gamified audio guides; 1 was focused on AR as a good strategy for museums with limited budgets; 1 was an analysis of the pros and cons of digital audio guides vs traditional ones; and 2 suggested innovative approaches to attracting more visitors to museums, either through new activities (including new AR and VR exhibits) or modernizing existing activities through technology.

Only 2 out of 15 games described in the papers we analyzed are currently active: InhabitatVR (Ji & Wakefield, 2018) and The Ojoo and the Action Bound (Ioannou & Kyza, 2017). The 21 articles included in our study are summarized in Table 2 which also shows which articles dealt with games developed for specific museums.

Camps-Ortueta, I., Dellell Escolar, L., & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

**Table 2.** Summaries of the 21 articles analyzed.

Article	Author(s)	Game	Aim of the article	Summary
Small Group Learning with Games in Museums: Effects of Interactivity as Mediated by Cultural Differences	Apostolellis y Bowman (2015)	C-Olive	To know the impact of interactivity on learning in collaborative game play, during museum visits.	The aim of the article is not persuaded because the experiments were conducted into a laboratory and not at the museum. Nevertheless, those results show learning when using the game.
The Ocean Game: Assessing Children's Engagement and Learning in a Museum Setting Using a Treasure-Hunt Game	Cesário y col. (2017)	The Ocean Game	Learning comparison between traditional tours against gamified tours. Giving special importance to participation and enjoyment.	Visitors show more satisfaction when the exhibition has a video game. Knowledge about the content of the exhibition decreases when they play The Ocean Game. There are significant differences between boys and girls learning, boys learn more than girls.
Shredding with Mom and Dad: Intergenerational physics gaming in a children's museum	Dietmeier y col. (2017)	Skating Game	Presents the idea of a game to show the basic physics law through construction.	The game has not been developed but it shows the idea of a construction process that will focus on physics laws and how they run.
Hybrid Augmented Reality for Participatory Learning: The Hidden Efficacy of Multi-User Game-Based Simulation	Oh y col. (2018)	Afract	Create and analyze a 2 steps AR experience: using firstly a video game and then a simulation.	With a pre-post structure it seems important the order of the 2 steps into the experience, being better to play after the simulation. Sample is too small for generalization (20 players).
Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum	P. Schofield y col. (2018)	Viking VR	Discussion of the future of VR experiences related to cultural heritage. Focused on design, development and authorship.	Based on the Vikings VR experience in Yorkshire, it resembles some of the problems founded like: Audio problems (museums are louder than what we think), overheat of the VR devices.
Survival at the Museum: A Cooperation Experiment with Emotionally Expressive Virtual Characters	Torre y col. (2018)	Lunar Survival Task	Determine if an IA with smiley face is more trustable than one with a neutral face.	More than 500 visitors determined that yes, IA with smiley face and neutral tone is more trustable than others.

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, L., & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

<p><b>Inhabitat: An Imaginary Ecosystem in a Children's Science Museum</b></p>	<p>Ji y Wakefield (2018)</p>	<p>Inhabitant VR</p>	<p>Artistic and visual experience with the pretention of teaching children about ecosystems and their relations.</p>	<p>The game had several design problems and it was hard to try on visitors. Sample was small and the user experience was not satisfying.</p>
<p><b>QuakeQuiz – A Case Study on Deploying a Playful Display Application in a Museum Context</b></p>	<p>Prange y col. (2017)</p>	<p>QuakeQuiz</p>	<p>1. Accomplish interaction between strangers.                  2. Get to a global public.                  3. Full integration on the current exhibition.</p>	<p>2 experiments were conducted looking for the perfect installation. People have had to answer surveys about different subjects as: Demography, gameplay, usability, tablet position in the room and general user experience.</p>
<p><b>Multitouch NetLogo for Museum Interactive Game</b></p>	<p>Martin (2018)</p>	<p>NetLogo</p>	<p>Presentation of the idea for a game related with modelling.</p>	<p>There was no experimentation, but it assembles the video game to a board game.</p>
<p><b>Treasure codes: augmenting learning from physical museum exhibits through treasure hunting</b></p>	<p>Ng y col. (2018)</p>	<p>Kualalumpur Treasure Hunt</p>	<p>Measure the impact of the game into families visitors.</p>	<p>That research shows a very splitted sample, only 84 subjects and 5 groups. Also, the app is evaluated in 3 different parts. Results are positive for learning only in 1 out of 3 of the parts. The inner feeling of the families is to learn with the visit. The time spent into the museum is longer with the game.</p>
<p><b>Mobile family learning in the science museum</b></p>	<p>Ayudhya y Vavoula (2017)</p>	<p>The Museum Pool</p>	<p>Development and evaluation of a mobile app for families visiting a science museum in Thailand. The app was designed to help adults in family groups to support children's learning during the visit while learning about new science concepts and ideas themselves.</p>	<p>Findings suggest that the app:                  1. Significantly increased family dwell time.                  2. Provided an additional platform for family interactions.                  3. Amplified learning outcomes.</p>
<p><b>The role of gamification in activating primary school students' intrinsic and extrinsic motivation at a museum</b></p>	<p>Ioannou y Kyza (2017)</p>	<p>The Ojoo and the Action Bound</p>	<p>Intrinsic and extrinsic motivation of the primary students when using a mobile phone with and without gamified platforms. Using those 2 platforms in class and at the museum.</p>	<p>It is detected a better learning experience with the gamified experience. Extrinsic motivation was also better with the gamified experience.</p>

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, L., & Blasco López, M.<sup>a</sup> F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

<b>MagicHOLO - A Collaborative 3D experience in the museum</b>	Kasomoulis y col. (2016)	MagicHOLO	Accomplish interaction between strangers through holograms.	There is no experimentation on that paper, it only presents the idea and details about the development of that technology.
<b>From remote sensing to a serious game: Digital reconstruction of an abandoned medieval village in Southern Italy</b>	Gabellone y col. (2017)	LiDar Yrsium	Creation of a Serious Game using a 3D medieval town reconstruction.	Exposes how was the process of reusing a 3D reconstruction for the implementation of a Serious Game.
<b>Seek out katipunan: A Mobile Augmented Reality for Museum Visualization</b>	C. R. Colcol y col. (2017)	Seek Out Katipunan	Attract more people into the museum using new technologies.	15 visitors were interviewed about their impressions. It establishes an initial point for future research.
<b>An Initial Framework for a Museum Application for Senior Citizens</b>	Rodrigues and col. (2016)	-	Adaptation of an audio guide on the phone for elder people.	It shows the necessity of experiments to determine the success of the app. Relates the interesting process of development.
<b>ARtLens: Enhancing Museum Visitors' Engagement with African Art</b>	Pollalis and col. (2018)	-	Enhance learning and engagement with museum's collections.	Evaluation of the app ArtLens for interactive goggles into a very preliminary state, only 3 subjects had used the artifact.
<b>A survey on developing personalized content services in museums</b>	Kosmopoulos and Styliaras (2018)	-	State of art about personalization of museum visits.	A general vision about museum visit personalization, how they evolved from audio guides to BYOD's. Exposure of the main problems: localization, costs, actualization and desires; the unicity of client, personalized data...
<b>Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach</b>	Dieck y Jung (2017)	-	How can AR help to small museums with small budget.	All the good reasons why a small museum should invest into AR.

Camps-Ortueta, I., Dellell Escolar, L. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

<p><b>The Augmented House Museum: Co-Exploring Tangible Interaction to Increase Engagement with Heritage in House Museums</b></p>	<p>Classe (2017) -</p>	<p>1. What are the challenges and opportunities for designing interactive exhibits in the specific context of House Museums?                  2. How may the museum volunteers be included in the process of designing interactive exhibits for House Museums?                  3. How can tangible interaction engage visitors with heritage at HMs?</p>	<p>An exhibition was placed at the museum, it was interactive.                  The experience was satisfactory and the conclusion is that more actions like that are needed in house museums.</p>
<p><b>Phone vs. Tangible in Museums: A Comparative Study</b></p>	<p>Petrelli y O'Brien (2018)</p>	<p>Understand how visitors react to new technologies at museums and establish the better digital approach for museums.</p>	<p>Visitors prefer tangible objects to apps. Key to appreciation and engagement is the match between the personal visiting style and the interaction that better affords that style.</p>

Source: Own elaboration.

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, I. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

#### 4.2. Game intention and purpose

The 15 games from the articles we analyzed have been categorized according to Connolly *et al.* (2012) with the focus on the intentionality behind their creation. In this way, 8 games are SGs, 8 are GFL and 5 are entertainment games. It is interesting to compare this categorization with classification according to the general purpose of the game. This classification system generally has only 2 categories, but as a result of our review, we suggest the addition of 2 more categories: artistic creation and research. These purposes are apparent from observations within the articles studied and are established by the authors of the games themselves. Our classification, including these two new categories, is shown on Table 3 alongside that of Connolly *et al.* (2012) and Herz's (1997) genre classification scheme.

**Table 3:** Classification of games.

General Information		Herz (1997)		Conolly et al. (2012)
Author(s)	Name of the game	Genre	Game purpose	Game intention
Apostolellis and Bowman (2015)	C-Olive	Cooperative	Learn	GFL
Cesário et al. (2017)	The Ocean Game	Treasure Hunt	Learn	GFL
Dietmeier et al. (2017)	Skating Game	Construction	Learn	GFL
Oh et al. (2018)	Arfract	Puzzle	Learn	SG
Schofield et al. (2018)	Viking VR	Simulation	Entertain	Entertainment
Torre et al. (2018)	Lunar Survival Task	Cooperative	Research	Entertainment
Ji and Wakefield (2018)	Inhabitant VR	Simulation	Artistic Creation	Entertainment
Prange et al. (2017)	QuakeQuiz	Cooperative	Learn	GFL
Martin (2018)	NetLogo	Cooperative	Learn	GFL
Ng et al. (2018)	Kulalumpur Treasure Hunt	Treasure Hunt	Learn	GFL
Ayudhya and Vavoula (2017)	The Museum Pool	Treasure Hunt	Learn	Entertainment
Joannou and Kyza (2017)	The Ojoo and the Action Bound	Puzzle	Learn	GFL
Kasomoulis et al. (2016)	MagicHOLO	Cooperative	Entertain	Entertainment
Gabellone et al. (2017)	LiDar Yrsum	Simulation	Learn	SG
Colcof et al. (2017)	Seek Out Katipunan	Treasure Hunt	Learn	GFL

Source: Own elaboration.

It is important to note that game purpose and the intention of a game are not the same; for instance, The Museum Pool (Ayudhya & Vavoula, 2017) was designed with the purpose that participants should learn something, but the game's intention is entertainment.

#### 4.3. Game genre

As shown in Table 3 three different genres are represented among the games studied here including: Cooperative (5 games); Treasure Hunt (5 games); and Simulation (3 games).

Genre is an important classification for videogames because it helps determine not only esthetic questions but also the mechanics of the game. For instance, if the game genre is "cooperative" we understand that the game is focused on making players cooperate and will preclude solo play mode.

It is worth pointing out that none of the papers we looked at in this study explored the possibilities of shooting games, sports games or fighting games in the museum environment. This undoubtedly reflects how some genres are more suitable than others for specific contexts.

#### 4.4. Game evaluation method

Two methods predominate in the evaluation of video games in museums, one is qualitative research, and the other is the use of surveys. Only two of the articles used quantitative analysis such as correlation, or other statistical methods as part of their game evaluation. One of these was Apostolellis and Bowman's (2015) assessment of the C-Olive game which was conducted in a closed, controlled environment. The other was that of Ng *et al.* (2018) which evaluated the

Kuala Lumpur Treasure Hunt. A third study that could also be considered quantitative is that by Torre *et al.* (2018) which used a Randomized Controlled Trial (RCT) to assess the Lunar Survival Task game.

**Table 4:** Study Design.

General Information Game Title	Study Design					
	Qualitative	Correlational	Quasi-Experimental	RCT	Survey	Descriptive Study
C-Olive		x			x	
The Ocean Game	x		x		x	
Skating Game						
Arfract			x (ab testing)			
Viking VR					x	
Lunar Survival Task				x		
Inhabitant VR	x					
QuakeQuiz	x				x	
NetLogo						x
Kualalumpur Treasure Hunt	x	x	x (ab testing)		x	
The Museum Pool	x		x		x SUS	
The Ojoo and the Action Bound			x (pre-post)		x	
MagicHOLO						x
LiDar Yrsum						x

Source: Own elaboration.

It should be noted that quantitative research into museum video games is extremely difficult because it would ideally require a controlled social environment. One issue in a number of the articles that we studied was that participants in the test sample did not match the target audience for which the game was designed, or that these two populations were confused. Another problem was that of sample size. Many studies we looked at involved samples that were too small to obtain statistically valid results.

Finally, it is hard for us to make comparisons between these museum video game studies due to the widely differing priorities of the researchers who produced this body of work. Through our analysis of this work, we distinguished 3 main parameters used to assess the various video games: usability, user satisfaction, and learning. It is not useful to compare research focusing on one of these parameters with that focusing on another because there is nothing to compare between them.

#### 4.5. Distribution platform

According to Dieck & Jung (2017), mobile phones and tablets are the favorite platforms used for videogames in museums. Out of the 21 articles we analyzed, 9 offer mobile based solutions; 5 offer computer solutions; 2 offer VR solutions; and 1 considers a holographic solution using HoloLens. The remaining 4 articles did not mention a platform.

There is a great deal of interest in bringing new technologies into museums, not only among content creators but also among museum curators. The hope is that museums investing in this type of innovation will be able to attract a younger audience. Generally, it is the museum itself that determines the platform on which they want to present a given video game to the public.

#### 4.6. Visitor satisfaction and duration of the visit

Visitor satisfaction was measured for 7 out of the 15 games, and one article mentions measuring satisfaction in future research. In all cases, researchers concluded that players found the games to be satisfactory and 3 out of the 15 articles showed that games improved levels of visitor satisfaction with the museum in general. Even in this very specific area of visitor satisfaction, it must be pointed out that it was measured differently in all the studies we looked at and, therefore, it is difficult to make comparisons between findings.

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, I. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

Only 3 video games examined resulted in visitors spending more time in the museum, these were: *QuakeQuiz*, *Kuala Lumpur Treasure Hunt*, and *The Museum Pool*. However, visit duration is not always a good measure of success. It is quite common that a video game is included in a museum as an extra activity and as visitors often plan to spend a maximum time at the museum, time spent on a video game often detracts from time spent with other exhibits.

#### 4.7. Learning

Learning is a very broad topic covering a wide range of aspects, from psychology to education, and this field of research can be approached in many different ways. There is some research concerning learning and video games in museums, but, as yet there are no standardized models for measuring how video games with AR affect the learning of museum visitors.

Taking Beale (2011) as starting point, there are several different types of learning and a video game developed for a museum may address, or not, any of these. Some authors, such as Yiannoutsou and Avouris (2012), suggest a direct association between the type of learning offered by a videogame and the game's genre. We believe that this statement is not entirely accurate since, while the intrinsic nature of a game's genre can trigger a particular kind of learning –a collaborative game might plausibly result in users learning collaboration skills– it is a mistake to assume that this will happen.

The significant learning in museum video games is that directly related to the institution for which it was designed. Here again, there are different kinds of learning to be considered: traditional, or factual learning (relying on the recall of certain facts in the short, medium, and long term); and more informal, or meaningful learning (depending on the intrinsic and extrinsic characteristics of the player).

Table 4 shows a breakdown of data examined for the 15 games studied. As can be appreciated, not all fields were completed in all studies showing how different studies focused on different aspects of the video games. This does not aid comparison between studies.

### 5. Discussion and Conclusions

There is clearly significant research interest in the topic of videogames in museums. Our literature search found 21 articles relevant to this field published in the last 3 years. These articles come from a broad range of disciplines (marketing, education, computing, among others). Of the 21 articles, 15 concerned a totally or partially developed video game designed for a museum but only 2 of these remain currently active. The fact that only 2 are still active highlights one of the main problems with video games in museums, that is, while there is interest from researchers, the potential market is small.

Most of the games analyzed were Serious Games or Games For Learning. It seems that museum curators and game developers work, organically, towards a common idea: museums are for learning and so, the video games they host must be, somehow, a gateway to knowledge. This can be a misapprehension, but it is the one that comes naturally.

**Table 5:** Other relevant aspects of the game.

Game Title	Do players learn?	Still active?	Measures satisfaction?	Increases time of visit?
C-Olive	Yes	No	No	Missing data
The Ocean Game	Missing data	No	Yes	Missing data
Skating Game	Yes	Under implementation	No	Missing data
Arfract	Yes	No	Yes	No
Viking VR	Missing data	No (temporary exhibition)	No	No
Lunar Survival Task	Missing data	No	No	Missing data
Inhabitant VR	Missing data	No	No	Missing data
QuakeQuiz	Contradictory data	No	Yes	Yes
NetLogo	Missing data	No	Future project	Future project
Kulalumpur Treasure Hunt	Missing data	No	Yes	Yes
The Museum Pool	No	No	Yes	Yes
The Ojoo and the Action Bound	Yes	Yes	Yes	No
MagieHOLO	Missing data	No	No	Missing data
LiDar Yrsum	Missing data	No	No	Missing data
Seek Out Katipunan	Missing data	No	Yes	Missing data

Source: Own elaboration.

The research community are motivated to design video games for museums because it provides them with an opportunity to experiment with the new capabilities of a new technology. This is definitely the case for AR, which is at the incipient stage of its development and has some limitations with regards to its implementation. The potential benefits of AR offer exciting research possibilities. In spite of the comments of Ayudhya and Vavoula (2017), AR can provide a better understanding of museum exhibits because it enables the enhancement of physical objects with additional external information, as discussed by both Apostolellis & Bowman (2015) and Oh *et al.* (2018).

According to the data we have collated, it is clear that visitor interest increases where museums provide gaming experiences. Whenever satisfaction is evaluated it is found that people appreciate the inclusion of games in museum exhibits. However, 7 out of the 15 articles in our study did not measure visitor satisfaction.

Results from our review suggest that museum games have a short lifespan and, in fact, the majority of them are never released to the general public, remaining purely as artifacts for research. Whenever they are released for public use, games do not remain alive for very long because of the difficulties associated with maintaining them. New mobile phones, for instance, are released all the time, and technology quickly becomes obsolete. The cost of maintaining a game is therefore too high for most museums. Another reason for the short lifespan of video games in museums is their rigid structure. For example, it is very common for museum exhibits to go on tour, and it is hard for game play to adapt to the absence of a specific exhibit that may constitute the main clue in a game.

The type of visitor is another factor to consider when designing and implementing video games for museums. Many visitors will be independent, but a large number will come on educational visits as part of a school or university course. This latter type of visitor, students, may have low motivation for visiting the museum as they are forced to be there. Groups of students are also usually guided by a curator and they have a fixed time to spend in the museum. In contrast, the independent visitor is at the museum in their free time and can spend any amount of time that they wish to on their visit, freely taking part in museum activities. Their motivation for visiting museum exhibitions is likely to be high. Thus, it is easy to see how these two types of visitor would give quite different feedback about the museum.

It is not easy to determine how many of the 55,000 museums (*Museums of the World 2017*, 2017) in the world are focused on art and how many on science. We suspect, however, that there are more dedicated to science since this subject area encompasses such a broad range

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, L. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

of disciplines: from engineering to physics, including all natural and social sciences. This inequality is reflected in the fact that we find more museum video games related to science than art.

The main conclusion of this research is that there is a lack of any standardized structure when it comes to evaluating museum videogames. Although there have been a significant number of studies in this area, as yet no standardized research model has been developed. The lack of a standard model can be explained by the nature of the subject. This is an area of study where it is often difficult to determine what should be measured: evaluating a game that aims to promote collaboration or one whose aim is to create art requires a very different approach.

What is clear, however, is that video games are an important part of the new image that museums are looking for. Young people are attracted to technology applied to new contexts. Researchers are equally keen to use pluralistic, technological strategies to make museum spaces that are designed for co-creation and promote participation between museums and their visitors. Indeed, it is a perfect research field because it is so full of new dynamics that need to be investigated.

As another tool of critical museology, the video game definitively puts paid to Adorno's (1967) conceptualization of the museum-mausoleum by offering the visitor a more playful and shared museum experience. Furthermore, and by way of a final conclusion, we believe that video games in museums will eventually become part of museum collections rather than being simply about them.

### References

- Adorno, T. W. (1967). Valéry Proust museum. in memory of Hermann von Grab. In T. W. Adorno (Ed.), *Prisms* (S. Weber Trans.) (pp. 175-185). Cambridge, MA: MIT Press.
- Amory, A. (1999). The use of computer games as an educational tool: identification of appropriate game types and game elements. *British Journal of Educational Technology*, 30(4), 311-321. <https://www.doi.org/10.1111/1467-8535.00121>
- Apostolellis, P., & Bowman, D. A. (2015). Small Group Learning with Games in Museums: Effects of Interactivity As Mediated by Cultural Differences. In *Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 160-169). IDC '15. Boston, Massachusetts: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/2771839.2771856>
- Ayudhya, W. S. N. & Vavoula, G. (2017). Mobile Family Learning in the Science Museum. In *Proceedings of the 16<sup>th</sup> World Conference on Mobile and Contextual Learning* (pp. 221-228). mLearn 2017. Larnaca, Cyprus: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3136907.3136948>
- Beale, K. (Ed.), (2011). *Museums at play: Games interaction and learning*. Edinburgh: MuseumsEtc.
- Borja-Villel, M. et al. (2014). *Playgrounds. Revindicar la plaza. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía*. Madrid: Siruela.
- Capriotti, P. & Losada-Díaz, J. (2018). Facebook as a dialogic communication tool at the most visited museums of the world. *El Profesional De La Información*, 27(3), 642-650. <https://www.doi.org/10.3145/epi.2018.may.17>
- Cesario, V. et al. (2017). The Ocean Game: Assessing Children's Engagement and Learning in a Museum Setting Using a Treasure-Hunt Game. In *Extended Abstracts Publication of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 99-109). CHI PLAY '17 Extended Abstracts. Amsterdam: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3130859.3131435>
- Claes, F. & Deltell, L. (2014). Museos sociales. perfiles museísticos en Twitter y Facebook 2012-2013. *El Profesional De La Información*, 23(6), 594-602. <https://www.doi.org/10.3145/epi.2014.nov.06>
- Claes, F. & Deltell, L. (2019). Museo social en España: redes sociales y webs de los museos estatales. *El profesional de la información*, 28(3). <https://www.doi.org/10.3145/epi.2019.may.04>

- Colcol, C. R. *et al.* (2017). *Seek out Katipunan: a mobile augmented reality for museum visualization*. <https://www.doi.org/10.1145/3162957.3162980>
- Connolly, T. M. *et al.* (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers and Education*, 59, 661-686. <https://www.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Dieck, M., Tom, C. & Jung, T. H. (2017). Value of augmented reality at cultural heritage sites: A stakeholder approach. *Journal of Destination Marketing and Management* 6.2., Special edition on Digital Destinations, 110-117. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2017.03.002>
- Dietmeier, J. *et al.* (2017). Shredding with mom and dad: intergenerational physics gaming in a children's museum. In *FDG. DIS '17 Companion: Proceedings of the 2017 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems (2017)* (pp. 1-4). Edinburgh: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3102071.3106365>
- Djaouti, D. *et al.* (2011). Origins of Serious Games. In M. Minhua, A. Oikonomou & C. Lakhmi (Eds.), *Jain Serious Games and Edutainment Applications* (pp. 25-43). London: Springer. [https://www.doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9\\_3](https://www.doi.org/10.1007/978-1-4471-2161-9_3)
- Dubois, E. & Nigay, L. (2000). Augmented Reality: Which Augmentation for Which Reality? In *Proceedings of DARE 2000 on Designing Augmented Reality Environments* (pp. 165-166). DARE '00. Elsinore: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/354666.354695>
- Gabellone, F. *et al.* (2017). From remote sensing to a serious game: Digital reconstruction of an abandoned medieval village in Southern Italy. In *Journal of Cultural Heritage* 23. *Beyond the modern landscape: Earth Observation to see the unseen* (pp. 63-70). <https://www.doi.org/10.1016/j.culher.2016.01.012>
- Herz, J. C. (1997). *Joystick Nation: How Videogames Ate Our Quarters, Won Our Hearts, and Rewired Our Minds*. Boston, MA: Atlantic/Little, Brown.
- Hooper Greenhill, E. (1992). *Museums and the Shaping of Knowledge*. London: Routledge. <https://www.doi.org/10.4324/9780203415825>
- Hooper-Greenhill, E. (1994). *Museums and Their Visitors*. London. Routledge. <https://www.doi.org/10.4324/9780203415160>
- Ioannou, I. & Kyza, E. A. (2017). The Role of Gamification in Activating Primary School Students' Intrinsic and Extrinsic Motivation at a Museum. In *Proceedings of the 16<sup>th</sup> World Conference on Mobile and Contextual Learning* (pp. 8:1-8:4). mLearn, Larnaca, Cyprus: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3136907.3136925>
- Ji, H. H. & Wakefield, G. (2018). Inhabitat: An Imaginary Ecosystem in a Children's Science Museum. *Leonardo*, 51(4), 343-348. [https://www.doi.org/10.1162/leon\\_a\\_01641](https://www.doi.org/10.1162/leon_a_01641)
- Kasomoulis, A. *et al.* (2016). MagicHOLO: A Collaborative 3D Experience in the Museum. In *Proceedings of the 20<sup>th</sup> Pan-Hellenic Conference on Informatics* (pp. 74:1-74:6). PCI '16. Patras: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3003733.3003813>
- Ke, F. (2009). *Gaming and Simulations: Concepts, Methodologies, Tools and Applications*. I. Management Association. <https://www.doi.org/10.4018/978-1-60960-195-9>
- Knell, S. (Ed.). (2004). *Museums and the Future of Collecting*. London: Routledge. <https://www.doi.org/10.4324/9781315248561>
- Kosmopoulos, D. & Styliaras, G. (2018). A survey on developing personalized content services in museums. *Pervasive and Mobile Computing*, 47, 54-77. <https://www.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pmcj.2018.05.002>
- Kotler, N.-G., Kotler, P. & Kotler, W. I. (2008). *Museum marketing and strategy: designing missions, building audiences, generating revenue and resources*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Losada-Díaz, J. C. & Capriotti, P. (2015). La comunicación de los museos de arte en Facebook: comparación entre las principales instituciones internacionales y españolas. *Palabra Clave*, 18(3), 889-904. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5241926.pdf>

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, I. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

- Martin, K. (2018). *Multitouch NetLogo for Museum Interactive Game*. In *Companion of the 2018 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing* (pp. 5-8). CSCW '18, Jersey City, NJ: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3272973.3272989>.
- Museums of the World 2017* (2017). Berlin, Boston: De Gruyter Saur. Retrieved from <https://www.degruyter.com/view/product/479786>
- Ng, K. H., Huang, H. & O'Malley, C. (2018). Treasure codes: augmenting learning from physical museum exhibits through treasure hunting. In *Personal and ubiquitous computing. 22.4* (pp. 739-750). <https://www.doi.org/10.1007/s00779-018-1126-5>
- Oh, S., So, H. & Gaydos, M. (2018). Hybrid Augmented Reality for Participatory Learning: The Hidden Efficacy of Multi-User Game-Based Simulation. In *IEEE Transactions on Learning Technologies 11.1* (pp. 115-127). <https://www.doi.org/10.1109/TLT.2017.2750673>
- Paliokas, I. & Sylaiou, S. (2016). The use of serious games in museum visits and exhibitions: A systematic mapping study. In *8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications, VS-Games 2016* (pp. 1-8). <https://www.doi.org/10.1109/VS-GAMES.2016.7590371>
- Pirelli, D. & O'Brien, S. (2018). Phone vs Tangible in Museums: A Comparative Study. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 112:1-112:12). CHI '18, Montreal: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3173574.3173686>
- Pollalis, C. et al. (2018). ARTLens: Enhancing Museum Visitors' Engagement with African Art. In *DIS '18 Companion: Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems* (pp. 195-200). <https://www.doi.org/10.1145/3197391.3205435>
- Prange, S. et al. (2017). QuakeQuiz: a case study on deploying a playful display application in a museum context. In *MUM '17: Proceedings of the 16th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia* (pp. 49-56). <https://www.doi.org/10.1145/3152832.3152841>
- Rieber, L. P. (1996). Seriously Considering Play: Designing Interactive Learning Environments Based on the Blending of Microworlds, Simulations, and Games. In *Educational Technology Research and Development 44.2* (pp. 43-58). <https://www.doi.org/10.1007/BF02300540>
- Rodrigues, J. M. F. et al. (2016). An Initial Framework for a Museum Application for Senior Citizens. In *Proceedings of the 7th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 414-421). DSAL 2016, Vila Real: ACM. <https://www.doi.org/10.1145/3019943.3020002>
- Ross, Max (2015). Interpreting the new museology. *Museum and Society 2.2*, 84-103. Retrieved from <https://www108.lamp.le.ac.uk/ojs1/index.php/mas/article/view/43>
- Schofield, G. et al. (2018). Viking VR: Designing a Virtual Reality Experience for a Museum. In *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference (DIS '18)* (pp. 805-815). New York: Association for Computing Machinery. <https://www.doi.org/10.1145/3196709.3196714>
- Simon, N. (2006). *What is museum 2.0?* Retrieved from <http://museumtwo.blogspot.com.es/2006/12/what-is-museum-20.html>
- Skalski, P. et al. (2011). Mapping the road to fun: Natural video game controllers, presence, and game enjoyment. *New Media & Society, 13*(2), 224-242. <https://www.doi.org/10.1177/1461444810370949>
- Storz, C., Riboldazzi, F. & John, M. (2015). Mobility and innovation: A cross-country comparison in the video games industry. *Research Policy, 44*(1), 121-137. <https://www.doi.org/10.1016/j.respol.2014.07.015>
- Styhre, A., Szczepanska, A. M. & Remneland-Wikhamn, B. (2018). Consecrating video games as cultural artifacts: Intellectual legitimation as a source of industry renewal. *Scandinavian Journal of Management, 34*(1), 22-28. <https://www.doi.org/10.1016/j.scaman.2017.11.003>.

Camps-Ortueta, I., Deltell Escolar, I. & Blasco López, M.ª F.  
**New technology in Museums: AR and VR video games are coming**

- Sawyer, B. & Smith, A. (October 2008). Keynote address. In *The second European conference on games-based learning* (pp. 16-17). Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Sookhanaphibarn, K. & Chatuporn, U. (2013). Expanding the Experience of Museum Visitors with a Social Application on Facebook. In *ICDS 2013 The Seventh International Conference on Digital Society* (pp. 74-80).
- Torre, I. *et al.* (2018). Survival at the Museum: A Cooperation Experiment with Emotionally Expressive Virtual Characters. <https://www.doi.org/10.1145/3242969.3242984>
- Yiannoutsou, N. & Avouris, N. (2012). Mobile games in Museums: from learning through game play to learning through game design. *Museum Education and New Media*, 23, 79-86.
- Witcomb, A. (2003). *Re-imagining the museum: beyond the mausoleum*. London: Routledge. <https://www.doi.org/10.1111/j.2151-6952.2004.tb00369.x>

