

**Universidad Nacional de la Plata
(UNLP)**

**Facultad de Informática
Escuela de Postgrado**



**Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de
*Serious Game***

Autor

Ing. Adolfo Tomás Spinelli

Directora

Dra. Stella Maris Massa

Codirector

Dr. Gustavo Rossi

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Tesis presentada para obtener el grado de Magíster en Ingeniería de Software

La Plata, Provincia de Buenos Aires, República Argentina

A los 15 días del mes de julio de 2022

Especialmente a mi madre Maria del Carmen (Q.e.p.d) y a mi esposa Laura que siempre confi3, a mi padre y a mis abuelos (Q.e.p.d), a mis hijos del coraz3n Marina y Gian, a mi nieto Santino, a mi hermano Enrique y a mi sobrino Joaqu3n.

Agradecimientos

Deseo enfatizar el esfuerzo de mis directores de tesis, la Doctora Stella Maris Massa y el Doctor Gustavo Rossi.

Al mismo tiempo quiero agradecer al Licenciado Alejandro Oliveros, a quién conocí al cursar la maestría. Sus asignaturas “Administración de Proyectos” y “Tópicos I”, han sido una fuente de permanente inspiración en esta tesis.

Deseo agradecer el apoyo y consejo del Grupo de Investigación en Tecnologías Interactivas (GTI) y del Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos (GIDI), de los cuales formo parte. Especialmente a los ingenieros Lucrecia Moro, Antonio Morcella y Franco Kühn. Quienes junto a los alumnos y becarios, aportaron el material de campo para esta tesis.

Al mismo tiempo deseo reconocer el apoyo del departamento de Informática de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP). Donde el Licenciado Carlos Rico y el ingeniero Felipe Evans (Q.e.p.d), siempre estuvieron predispuestos a resolver los problemas que pudieran surgir.

No quiero abandonar estos párrafos sin mencionar mi agradecimiento a las autoridades de la facultad, las cuales han recreado un clima de estudio que facilita el desarrollo de estos emprendimientos.

Por último dejo constancia que seguramente cometo olvidos imperdonables, por los cuales pido disculpas de antemano y aprovecho para agradecer a todos aquellos que me han ayudado y no menciono.

Adolfo Tomás Spinelli

Índice

1 El porqué de este trabajo.....	10
1.1 Introducción.....	10
1.2 Videjuegos y <i>serious game</i>	11
1.3 Especificación y elicitación.....	12
1.4 Objetivos del trabajo.....	14
1.4.1 Objetivos del plan de tesis.....	14
1.4.2 Notas sobre los objetivos.....	14
1.5 Metodología.....	15
1.6 Contenido del trabajo.....	16
2 Marco teórico.....	17
2.1 Juegos en la educación.....	17
2.2 Las tecnologías de información y la comunicación en la educación.....	19
2.3 Software educativo.....	20
2.4 Aprendizaje.....	21
2.4.1 Objetivos de aprendizaje.....	21
2.4.2 Como se aprende.....	22
2.4.3 Estrategias de aprendizaje.....	23
2.5 Objetos de aprendizaje.....	24
2.5.1 Atributos de los objetos de aprendizaje.....	25
2.5.2 Componentes y estructura de un objeto de aprendizaje.....	26
2.6 Videjuegos.....	26
2.6.1 Jugabilidad.....	27
2.6.2 Los videjuegos en un objeto de aprendizaje.....	28
2.6.2.1 Primer enfoque: utilizar la oferta existente.....	29
2.6.2.2 Segundo enfoque: desarrollar software educativo.....	29
2.6.2.3 Tercer enfoque: proveer herramientas para el docente.....	30
2.6.2.4 Un cuarto enfoque.....	30
2.7 <i>Serious game</i>	31

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

2.8 Mecánicas de juego.....	33
2.8.1 Agotamiento.....	34
2.8.2 Explotación.....	35
2.8.3 Pistas falsas.....	35
2.8.4 Factores humanos.....	35
2.9 Mecánicas de juego en los <i>serious game</i>	35
2.10 Procesos de desarrollo en videojuegos.....	36
2.10.1 Proceso unificado para el desarrollo de juegos.....	37
2.10.2 Desarrollo ágil de juegos.....	38
2.11 Procesos de desarrollo en <i>serious game</i>	39
2.11.1 Revisión sistemática.....	39
2.11.2 Mecánica, dinámica y estética.....	40
2.11.3 Diseño, juego, experiencia.....	42
2.12 Elicitación en un <i>serious game</i>	43
2.13 Requerimientos en un <i>serious game</i>	44
2.13.1 Narrativa.....	44
2.13.2 Estrategias de aprendizaje y <i>serious game</i>	47
2.13.3 Mecánicas de aprendizaje.....	48
2.13.4 Estrategias de aprendizaje en un <i>serious game</i>	48
2.13.4.1 Definición de estrategias de aprendizaje para <i>serious game</i>	49
2.13.5 Elicitación de mecánicas para un <i>serious game</i>	51
3 Construcción de un <i>Serious Game</i>	54
3.1 Proceso de desarrollo de un <i>serious game</i>	54
3.2 Documento de diseño de una hoja en <i>serious game</i>	57
3.3 Diseño de un <i>serious game</i>	57
3.3.1 Evaluación.....	62
3.3.1.1 Evaluación y Analíticas de Aprendizaje.....	63
3.3.2 La evaluación en “Entangled!”.....	65
3.3.3 Retroalimentación.....	66
3.3.3.1 Contenido de retroalimentación.....	67

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

3.3.3.2	Modalidad de retroalimentación.....	67
3.3.3.3	Momento de retroalimentación.....	67
3.3.3.4	Diferencias individuales.....	68
3.3.4	La retroalimentación en “Entangled!”.....	68
4	Trabajos Relacionados.....	70
4.1	Introducción.....	70
4.2	Procesos de desarrollo.....	71
4.3	Mecánicas para <i>serious game</i>	72
4.3.1	Mecánicas de aprendizaje.....	72
4.3.2	Mapeo: mecánicas de aprendizaje < > mecánicas de juego.....	72
4.4	Mecanismo de elicitación.....	73
5	El modelo de proceso para el desarrollo de <i>serious game</i>	74
5.1	Introducción.....	74
5.2	Modelo de proceso para el desarrollo de objetos de aprendizaje.....	74
5.3	Diseño centrado en el usuario.....	76
5.4	Líneas de producto de software.....	79
5.5	Modelo de diseño de videojuegos centrado en el jugador.....	83
5.6	Modelo de proceso de desarrollo para <i>serious game</i>	84
6	Elicitación en el modelo proceso para el desarrollo de <i>serious game</i>	87
6.1	Introducción.....	87
6.2	Roles.....	87
6.3	Requerimientos.....	91
6.4	Técnicas de elicitación.....	91
6.4.1	Construcción del léxico extendido del lenguaje.....	92
6.4.2	Otras técnicas de elicitación.....	96
6.4.3	Escenarios de Leite.....	97
6.4.4	Derivación de escenarios.....	98
6.4.5	Analíticas de aprendizaje.....	100
6.5	Mecanismo de elicitación.....	101
6.6	Los Entregables.....	102

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

7 El caso de estudio.....	104
7.1 Introducción.....	104
7.2 Especificación y elicitación.....	104
7.2.1 Cuestionario inicial.....	105
7.2.1.1 Caracterización de los jugadores:.....	106
7.2.1.2 Los géneros de juego:.....	107
7.2.1.3 Compromiso:.....	107
7.2.1.4 Plataformas:.....	107
7.2.1.5 Conclusión:.....	108
7.3 El ciclo 0.....	108
7.3.1 Tareas de capacitación.....	108
7.3.2 Caracterización del producto.....	109
7.3.2.1 Historia 1:.....	109
7.3.2.2 Historia 2:.....	109
7.3.3 El dominio.....	109
7.3.3.1 Entrevistas con los docentes.....	110
7.3.3.1.1 Analíticas de aprendizaje.....	110
7.3.3.2 Entrevistas a expertos en el dominio de energía.....	111
7.3.3.3 Los aportes de los jugadores.....	112
7.3.3.3.1 Mecánica, narrativa e historia.....	113
7.3.3.3.1.1 Mecánicas.....	113
7.3.3.3.1.2 Narrativa.....	114
7.3.3.3.1.3 Historia.....	115
7.3.4 Tareas de extensión e investigación.....	115
7.4 Más allá del ciclo 0.....	117
7.4.1 Ciclo 1.....	117
7.4.2 Ciclo 2.....	123
7.5 Resultados obtenidos.....	129
7.5.1 Mejoras posibles.....	130
7.5.1.1 Fortalezas.....	130

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

7.5.1.2 Debilidades.....	130
7.5.1.3 Mejoras sugeridas.....	130
8 Conclusiones y trabajos futuros.....	132
8.1 Conclusiones.....	132
8.2 Contribución del presente trabajo.....	133
8.3 Trabajos futuros.....	133
8.4 Palabras finales.....	134
9 Bibliografía.....	135
10 Apéndices.....	151
10.1 Trabajos del grupo, relacionados con esta tesis.....	151
10.2 Lista de figuras.....	152
10.3 Lista de acrónimos utilizados.....	155

1 El porqué de este trabajo

1.1 Introducción

La introducción de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en el ámbito educativo es una realidad palpable, sin embargo, durante décadas estuvieron relegadas a tareas administrativas. A partir de los ochenta el software incursiona en el ámbito del aprendizaje, constituyendo lo que se dio en llamar software educativo.

Internet y los múltiples medios interactivos que esta soporta, han generado una explosión informática. Esta dio lugar a nuevas teorías de aprendizaje que plantean la existencia de una brecha, entre los que manipulan eficazmente las herramientas TIC y aquellos apegados a los mecanismos tradicionales. Jenkins (2009) y Prensky (2001) son autores destacados en esta tendencia, ellos analizan el contexto y afirman que la forma de aprender ya no es la misma. Sostienen que las estrategias de aprendizaje tradicionales ya no son eficaces. Por tanto, es preciso adecuarlas o reemplazarlas, por estrategias que atraigan y generen compromiso. En esta línea sugieren el aprovechamiento de productos de software interactivo tales como los videojuegos (VJ).

La historia de los VJ en el aula es una cronología de debates a favor y en contra, que se ha dirimido (no sin controversia) a favor de estos, siendo su introducción en el aula lenta y dificultosa. Posiblemente, la falta de interés de la industria y algunas propuestas académicas no del todo eficaces, sean responsables de esta situación.

Salen y Zimmerman (2004) junto con Crawford (2003) caracterizan a los VJ como un software donde los jugadores participan en un conflicto artificial. Dicho conflicto está definido por reglas y transcurre dentro de una realidad simulada, donde el jugador aporta sus emociones.

Al analizar las razones por las cuales se juegan videojuegos Connolly et al. (2012) consideran que el placer, la competencia, la diversión, el desafío, la interacción social, la fantasía, la excitación, la percepción social y el flujo son las emociones o sensaciones que nos llevan al “estado flow”. Dicho estado definido por Csikszentmihalyi (1990), es aquel que transforma la actividad lúdica en un hecho placentero y deseable. Prensky (2001) apunta a estas motivaciones cuando propone a los VJ como herramienta de aprendizaje.

La industria de VJ nos provee de productos con mucho “estado *flow*”, pero los mismos no están pensados para la enseñanza. Además, el ámbito docente provee productos que enfatizan el aspecto pedagógico dejando de lado el “estado *flow*”. Los primeros atraen y activan el deseo de jugar, sin embargo, su inclusión en el aula resulta forzada. Pues requieren del docente un gran esfuerzo para construir una secuencia de aprendizaje. Las otras facilitan la labor docente, a costa del atractivo y esto es contraproducente.

La eficacia educativa del VJ radica en el compromiso que es capaz de generar en el estudiante y este compromiso es proporcional al atractivo del juego. La mejor manera de lograr un

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

VJ útil para el aprendizaje, resulta de combinar en forma equilibrada el “estado *flow*” con los objetivos pedagógicos.

Una forma de hacerlo es incorporar el concepto de serious game (SG), adaptando al mismo a las necesidades de aprendizaje. Para ello se puede aprovechar el *know-how* de la industria de VJ en general y de los SG en particular.

1.2 Videojuegos y *serious game*

VJ y SG no son sinónimos, incluso unos no evolucionan de los otros. Los VJ son piezas de software pensadas específicamente para el entretenimiento, donde se busca el máximo “estado *flow*”. Surgen con la popularización de los ordenadores en el siglo pasado, aunque reconocen antecedentes más tempranos.

En cambio, los llamados SG engloban un conjunto de aplicaciones que han evolucionado a lo largo de los años, partiendo de los juegos de mesa. Abt (1970) define a los SG como aquellos juegos cuyo objeto principal es capacitar en lugar de entretener.

Si se retira toda referencia al juego en la definición, se puede considerar a un SG como una herramienta o mecanismo de interacción social cuyo objetivo principal es capacitar a su audiencia. De manera que esta, adquiera un conocimiento o habilidad e incluso modifique su comportamiento frente a una situación dada.

El término parte de los juegos de mesa, pero sus aplicaciones se observan en innumerables ámbitos, donde se simula una realidad con fines de entrenamiento. De ese modo han proliferado los llamados simuladores que responden a las necesidades de capacitación, en las grandes corporaciones e instituciones estatales.

Estos productos inspiraron a la industria del juego y a medida que el costo del hardware bajó, junto con el mejoramiento de las técnicas de tratamiento de imagen, dieron lugar a los primeros VJ generando la industria multimillonaria de hoy.

Sin embargo, los SG y los VJ han transitado caminos separados, pues los VJ se orientan a atender una necesidad lúdica del consumidor. En tanto que la taxonomía de Sawyer y Smith (2008), informa que el ámbito de los SG se encuentra en las empresas y las instituciones públicas.

Estos proyectos tienen un alto costo y sus procesos de desarrollo son tradicionales. Se diseñan para perdurar y evolucionar en el tiempo, procurando el mayor realismo posible durante la sesión de capacitación.

En ellos el sujeto a capacitar está obligado a participar, pues será evaluado y su futuro profesional depende del resultado. En el caso de los VJ el producto debe atraer al jugador, despertando interés, deseo y compromiso.

Ambos hacen uso de la tecnología informática, sus técnicas y sus herramientas. Pero en los VJ no existe el imperativo del realismo, dando lugar a la fantasía. En ellos es preciso incorporar otras tecnologías, técnicas y herramientas, con el objeto de invocar la motivación innata frente al juego y maximizar la experiencia del jugador.

Combinar SG y VJ en una herramienta de aprendizaje, es una posible respuesta a los desafíos que implica la incorporación de las TIC, en el ámbito pedagógico. Es interesante considerar a los alumnos como potenciales compradores, pues estos productos capaces de generar “estado *flow*”, trascenderán el ámbito escolar potenciando su rol de aprendizaje. Como deja entrever Zyda (2005) al actualizar el concepto de SG.

Para ello la industria debe tener interés en generar una oferta variada y accesible a docentes y alumnos. Una contribución al mayor suceso de los VJ en el aula, puede ser la definición de un proceso de desarrollo de SG, partiendo de los procesos de desarrollo de VJ.

Un producto exitoso debe alcanzar los objetivos que se propone, para ello en su producción deben usarse modelos productivos comprobados. Estos modelos y las buenas prácticas que les dan soporte, surgen a partir del trabajo de profesionales, en este caso de la informática.

La oferta informática es muy variada y en constante crecimiento, por ello los modelos han de respetar las características comunes a todo producto de software y prestar especial atención a las necesidades específicas. Todo proceso de desarrollo comienza con la definición de lo que se desea construir, para qué se construye y como se ha de construir. Solo de esta manera se puede garantizar la calidad del producto, al comparar su comportamiento real contra lo que se espera de él.

El mecanismo de definición se conoce como especificación y basta lo mencionado previamente para comprender su importancia y necesidad. Dicho mecanismo está compuesto por actores, actividades e interacciones. Una actividad esencial dentro del mismo y materia del presente trabajo, es la actividad de elicitación.

1.3 Especificación y elicitación

Loucopoulos y Karakostas (1995), enumeraron los componentes del proceso de especificación, que resumieron en la figura 01.

En ella aparecen dos actores: el usuario e implícitamente el ingeniero de requerimientos:

- El usuario representa a todos los interesados en lograr el éxito del producto, los *stakeholders*.
- El ingeniero de requerimientos (RE) representa aquellas personas vinculadas con el equipo de desarrollo, que han de extraer los requerimientos para construir la especificación definitiva.
 - En un artefacto de software tradicional, existen dos tipos de requerimientos, aquellos que describen los aspectos funcionales (relacionados con el comportamiento esperado) y los no funcionales que describen aspectos del entorno que condicionan el diseño, el desarrollo y la futura operación del sistema (como son los aspectos legales, del hardware, económicos, del ambiente, límites tecnológicos, entre otros).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

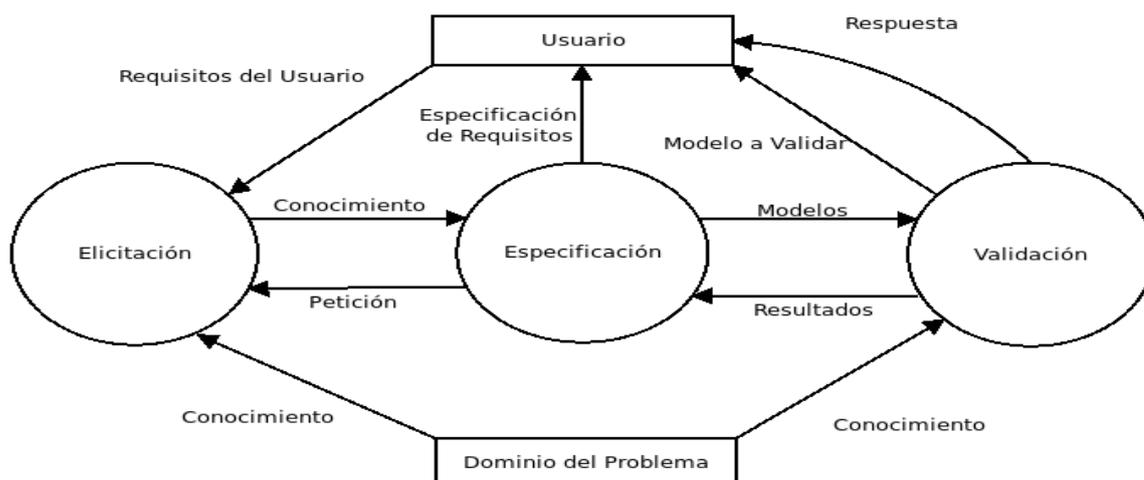


Figura 01: Componentes del Proceso de Especificación (Fuente: Loucopoulos y Karakostas, 1995, figura 2.1).

- Los requerimientos tienen origen en tres fuentes:
 - **El dominio del problema:** Todo artefacto de software viene a reemplazar una actividad o mejorarla, cubrir una necesidad, resolver un problema específico o reemplazar un artefacto antiguo. Un software simula un fenómeno con un comportamiento específico (por ejemplo: “el cálculo de la antigüedad es el 1 % por cada año de servicios”), el conjunto de estas reglas constituye el dominio del problema.
 - **El usuario:** El usuario provee requerimientos propios (como desea que el sistema funcione), requerimientos del dominio (su conocimiento sobre este) y aporta los condicionamientos externos que conoce.
 - **Condicionamientos Externos:** Están constituidos por todas aquellas restricciones de cualquier origen (legales, físicas o de existencia ideal), que limitan el diseño del artefacto deseado.

El RE interroga al usuario o consulta la documentación que describe el fenómeno para obtener los requerimientos, a esta actividad se la denomina elicitación. A medida que transcurre el proceso de especificación, la enumeración de los requerimientos funcionales y no funcionales constituye la especificación del producto. Esta especificación debe validarse para garantizar que represente fielmente el producto a construir, carezca de ambigüedad, contradicciones y repeticiones.

Este mecanismo de especificación es de naturaleza iterativa donde las actividades y actores, dan y reciben una constante retroalimentación basada en las fuentes (dominio y contexto del problema). La iteración ha de continuar hasta que el listado cubra todos los requerimientos que describen el fenómeno a modelar. Situación que ocurre cuando los encargados de validar consideran que existe, un documento de especificación útil para pasar a la etapa de diseño.

Los procesos de desarrollo tradicionales comienzan con la fase es la especificación; sin embargo, es difícil interpretar las necesidades del usuario desde el comienzo y no se puede garantizar una especificación perfecta. Estas circunstancias conspiran contra la calidad de los

productos finales, por ello aparecen nuevos procesos de desarrollo como las metodologías ágiles (Chin, 2004), (Gottesdiener, 2007) y (Keith, 2007). Estas metodologías buscan a través de sus procesos de desarrollo, que la especificación continúe a lo largo de la producción, tomando permanentemente en cuenta la opinión del usuario.

1.4 Objetivos del trabajo

En 1.1 se indica el interés en contribuir a la definición de herramientas y buenas prácticas para el desarrollo de SG para el aula. En consonancia con las líneas de trabajo del grupo GTI.

1.4.1 Objetivos del plan de tesis

En esa línea el 16 de marzo del 2016 se presenta ante la escuela de postgrado de la Facultad de Informática de la Universidad de La Plata, un plan de trabajo para el desarrollo de la presente tesis.

En dicho plan de tesis se propusieron los siguientes objetivos generales y específicos:

- **Objetivo General:** proponer un Proceso de Elicitación de requerimientos para *serious game*, que tome en cuenta los tres niveles de especificación: pedagógico, del juego y del software.
- **Objetivos específicos:**
 - Determinar las tareas y secuencias que han de conformar el proceso de Elicitación de requerimientos de los *serious game*,
 - Elaborar una estrategia para la definición de requerimientos de los *serious game*,
 - Desarrollar un trabajo de campo en el que se analizará la viabilidad y posibilidades del Proceso de Elicitación de requerimientos para *serious game*.
 - Establecer las técnicas de Validación de requerimientos,

Como parte integrante de dicho plan de tesis y dentro su cronograma de actividades se prevé un trabajo de campo consistente en el desarrollo de un *serious game* denominado: Power down the Zombies (surgido en un proyecto del 2015 y descrito en el capítulo 7). En dicha aplicación se ha de implementar el mecanismo de elicitación a definir, el cual será evaluado, determinando debilidades, fortalezas y caminos futuros.

1.4.2 Notas sobre los objetivos

Carece de sentido un mecanismo de elicitación sin un proceso de especificación y un modelo de proceso de desarrollo que los contenga. Se puede definir un mecanismo de elicitación nuevo, para un proceso de especificación existente, dentro de un modelo de desarrollo que también exista. No es el caso del presente trabajo, pues el grupo GTI apuesta a la definición de un modelo de desarrollo específico para SG para el aula. Tomar una decisión como esta implica hacerse algunas preguntas:

- ¿Es necesario un modelo específico?

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- ¿En caso de ser necesario, el proceso de especificación debe ser también específico?
- ¿Y el mecanismo de elicitación?

A los efectos del objetivo de esta tesis podríamos considerar estas preguntas como cuestiones ya resueltas. Sin embargo, constituyen el fundamento de algunas decisiones importantes. Por ello en este trabajo se considera conveniente:

- Determinar previamente si es preciso definir un modelo de proceso para el desarrollo de SG para el aula. O se pueden utilizar los modelos existentes con o sin modificaciones.
- Determinar si es necesario definir un mecanismo específico de elicitación para luego si corresponde:
 - Caracterizar y definir el mecanismo de elicitación.
 - Evaluar el mecanismo definido. Destacando sus fortalezas y debilidades

1.5 Metodología

Para cumplimentar los objetivos enumerados se planifican las siguientes actividades:

- Realizar una búsqueda bibliográfica, sobre los modelos de procesos para el desarrollo de VJ, la caracterización de los requerimientos relacionados con los VJ y los mecanismos de elicitación en uso.
- Realizar una revisión sistemática tendiente a establecer si existe una respuesta posible a las preguntas:
 - ¿Bastan pequeñas modificaciones a dichos procesos o es necesario generar una evolución específica para los SG?
 - ¿Los requerimientos de un SG son tan diferentes, al punto que justifican un mecanismo de elicitación específico, o se pueden utilizar los existentes?

A partir de los resultados obtenidos se procede a:

- Analizar el modelo de proceso para desarrollo de *serious game* (MPDSG) propuesto por Evans, F. (2016) y sus componentes, para caracterizar el proceso de especificación y el mecanismo de elicitación.
- Definir el mecanismo de elicitación sugerido por el presente trabajo.
- Realizar una implementación del MPDSG incluyendo el mecanismo descrito, en el desarrollo de un SG denominado Power The Zombies.
- Evaluar el comportamiento del mecanismo en la prueba, estableciendo las fortalezas y debilidades de la propuesta.

Con estas actividades se cumplimentan los objetivos recomendados; sin embargo, conviene aclarar que la implementación del trabajo de campo, quedará acotado a los recursos disponibles.

1.6 Contenido del trabajo

El capítulo 2 presenta el desarrollo de videojuegos con valor educativo y propone usar para ello el concepto de *serious game*, prestando atención a los trabajos académicos sobre el tema. En la sección 2.10 se comentan los documentos obtenidos mediante la revisión sistemática, muchos de los cuales son enumerados en el capítulo 4 y constituyen soporte a los capítulos 5 y 6. Tomando este punto de partida, el capítulo 3 completa la descripción de los procesos de elicitación y desarrollo que existen en la industria de VJ. Estos capítulos buscan responder si es necesario adecuar un proceso de desarrollo existente o sugerir uno nuevo. Pues no tiene sentido encarar una investigación sin conocer el sustento de la misma y constatar si el problema que se plantea ha sido o no resuelto. Y si ha sido resuelto analizar si admite un nuevo enfoque.

El capítulo 4 enumera aquellos artículos que han sido relevantes en el desarrollo de la presente tesis, centrandó la atención a los aspectos específicos, que aportan.

El capítulo 5 describe el Modelo de Proceso para el Desarrollo de Serious Game (MPDSG) cuyo mecanismo de especificación incluye como actividad de elicitación, el procedimiento objeto de la presente tesis, el cual se describe en el capítulo 6. El capítulo 7 describe un caso de estudio, con énfasis en la actividad de elicitación. Este caso de estudio consiste en el desarrollo del *serious game* “Power Down The Zombies”. En el cual se ha utilizado el proceso MPDSG.

Por último completan el trabajo un capítulo 8 donde se incluyen las conclusiones y recomendaciones sobre futuros trabajos.

2 Marco teórico

2.1 Juegos en la educación

Según la real academia española: “Un juego es un ejercicio recreativo o de competición con reglas establecidas previamente, en el cual se gana o se pierde” (RAE, 2023). Las actividades lúdicas buscan divertir a quienes juegan, en todas existen desafíos a vencer y de lograrlo generalmente se gana. El juego clásico llamado Monopolio o Estanciero (figura 02) constituye un ejemplo: donde se escenifica un mundo virtual con reglas que determinan los comportamientos posibles y las diferentes maneras de lograr los objetivos impuestos.



Figura 02: Juego del Estanciero (Fuente: ToyCo Company, 2023).

Aprovechar el juego como herramienta educativa no es una novedad, Groos (1899) define que la naturaleza del juego es biológica e intuitiva y que prepara al niño para desarrollar sus actividades en la etapa adulta. En 1924 Vigotsky,

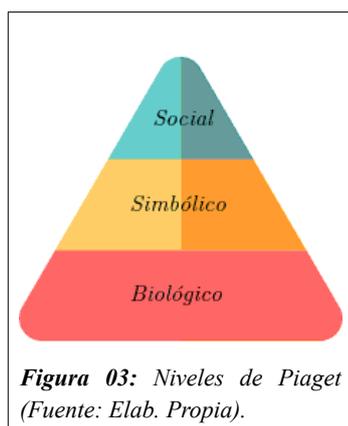


Figura 03: Niveles de Piaget (Fuente: Elab. Propia).

expone su teoría del aprendizaje en el segundo congreso de Psico-Neurología en Rusia. Donde completa la visión de Groos al agregar los fenómenos sociales y culturales, que el niño debe adquirir para integrarse socialmente. También en 1933 se refiere específicamente al juego como herramienta educativa (Vigotsky, 1967). Por su parte Piaget (1969) toma los enfoques anteriores y discrimina tres niveles de aprendizaje dentro del juego (figura 03); el básico (biológico), el simbólico (aprendizaje abstracto) y el juego basado en reglas (aprendizaje social).

Ganar o perder despierta emociones en el jugador como resultado de un cúmulo de sentimientos que le surgen a lo largo de la partida. Las emociones son un elemento principal en toda actividad lúdica y la base del entretenimiento. Según Koster (2013) las emociones que el juego despierta, le proveen al jugador mientras gana o pierde, una retroalimentación positiva. Que en conjunto con los desafíos, la motivación social, emocional e intelectual, potencian el interés y la experiencia lúdica. Al conjunto de emociones y sentimientos descriptos, se lo llama motivación intrínseca, concepto nacido de la psicología e interpretado por muchos autores, entre ellos:

- Jiménez-Sánchez (2003) afirma que “Estar motivado intrínsecamente es asumir un problema como reto personal. Es enfrentarlo solo por el hecho de hallar su solución, sin que haya esperanza o anhelo de recompensa externa por hacerlo”.
- Deci y Ryan (2008) afirman que “Es la inclinación innata de comprometer los intereses propios y ejercitar las capacidades personales para, de esa forma, buscar y dominar los desafíos

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

máximos [...] La motivación intrínseca emerge de manera espontánea de las necesidades psicológicas orgánicas, la curiosidad personal y los empeños innatos por crecer”.

Al observar el compromiso del jugador y su interacción con el juego, Csikszentmihalyi (1990) describe un estado psicológico al que llama “estado flow”. El cual se manifiesta como estado de ánimo caracterizado por la concentración enfocada y el elevado disfrute durante las actividades intrínsecamente interesantes. Que según Schernoff et al. (2003), son aquellas que despiertan motivaciones intrínsecas (Figura 04).

Al observar la evolución histórica de los juegos, podemos ver claramente los enfoques de Groos (1899), Vigotsky (1967) y Piaget (1969). Pues aun sin una definición precisa del estado *flow*,

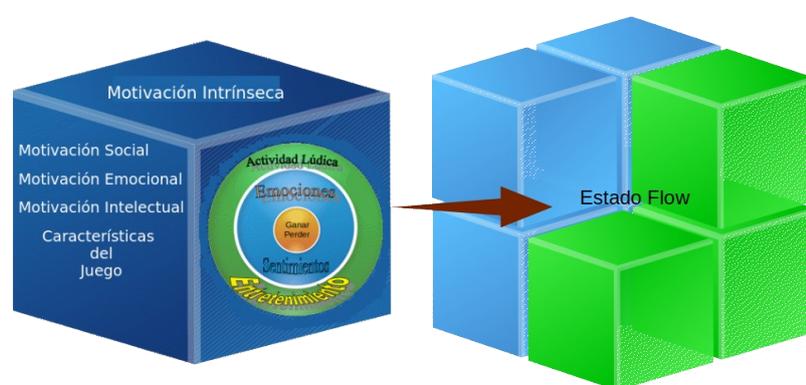


Figura 04: El estado flow y sus componentes. (Fuente: Elab. Propia).

este ha sido utilizado a lo largo de la historia en numerosos juegos. Uno de ellos es el “Cerebro Mágico” (figura 05) cuyo desafío consiste en demostrar el conocimiento del jugador en un tema específico, aprovechando como disparador la competencia entre los jugadores, las emociones que la

potencian (orgullo, etc.) y la interacción social. Y si observamos

el mundo animal, todos los animales en su infancia se capacitan jugando. Basta con ver un felino al acecho y comparar sus técnicas con los juegos entre

hermanos, este es el punto de partida de Groos (1899). En el caso del hombre podemos citar, los juegos de correr y alcanzar.

Que no son otra cosa que una preparación para la disciplina castrense (figura 06). Y si analizamos el entrenamiento

militar, lo podemos asimilar

con un juego más realista y exigente (con mayor estado *flow*). También podemos verlo en los juegos

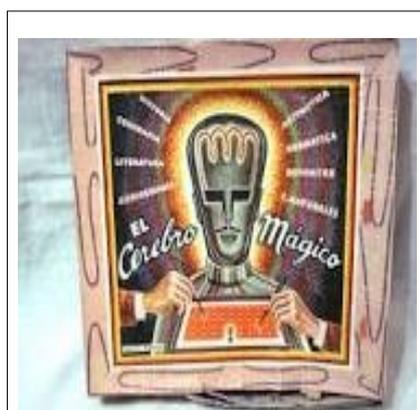


Figura 05: Cerebro Mágico (Fuente: Balbacha SAIC, 1952).



Figura 06: Entrenamiento Militar (Fuente: Ejercito Argentino, 2023).

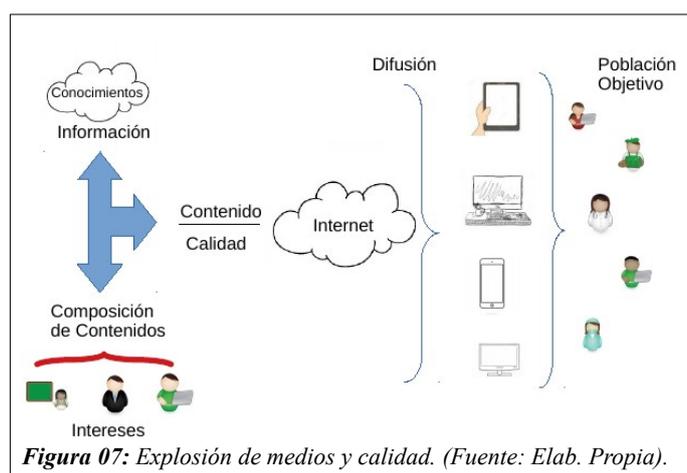
con un juego más realista y exigente (con mayor estado *flow*). También podemos verlo en los juegos

destinados a las mujeres donde se trata de privilegiar lo que en su momento se consideraba su rol en la sociedad. Cuando la sociedad creció en complejidad, aparecieron los juegos de mesa como una forma de simularla y al mismo tiempo capacitar a los infantes y adolescentes en las nuevas reglas sociales. Por ejemplo el juego de la oca o el ya mencionado monopolio.

La fundamentación académica del uso del juego como herramienta pedagógica, también es temprana. Aunque seguramente existan textos más antiguos, podemos citar el “Método para dar a conocer y enseñar a pronunciar a los niños las letras, los números, las señales de puntuación y algunas sílabas por medio de los juegos de la Perinola o de los dados”. Este texto data de 1790, cuya autoría se atribuye al P.D. Jaime Roig y Benet, vicario de la Real Cartuja de Porta.

2.2 Las tecnologías de información y la comunicación en la educación

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) participan hace tiempo en el proceso educativo, hoy es frecuente que actúen como soporte para la administración e implementación de



políticas para el área. Por otra parte, las redes sociales y la explosión de dispositivos para el intercambio de información, constituyen un vehículo formidable. Los tímidos esfuerzos de divulgación del conocimiento mediante afiches o televisión, han sido reemplazados por mecanismos cada vez más interactivos. Lamentablemente en virtud de la contraposición de intereses, la veracidad y calidad no está asegurada. De modo que los mensajes no siempre contribuyen positivamente a un aprendizaje adecuado

(Figura 07).

Jenkins (2009) considera que la explosión multimedia exige nuevas competencias y habilidades, en particular en el campo docente. En tanto que Prensky (2001) enfrenta al nativo digital (estudiante competente en tecnología), con el inmigrante digital (la escuela tradicional). Y concluye que el uso de los métodos tradicionales es un camino al fracaso, que provocará solo el desinterés. Reforzando estos argumentos podemos considerar el enfoque de Echeverría Ezponda (1999), el cual propone la existencia de un tercer entorno educativo. Este se agrega al primer entorno (el natural) y el segundo (el urbano). Este entorno se da dentro internet, donde ocurre el intercambio de información e interconexión de dispositivos. Este escenario permite pensar en una escuela virtual donde la infraestructura física y lógica quede a cargo de docentes y estudiantes en condiciones de aprovecharla.

2.3 Software educativo

En este tercer entorno el soporte para la actividad docente va de la mano con la infraestructura y el software educativo. Según Marqués-Graells (1996) software educativo es todo programa de ordenador cuya finalidad específica es facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Quedan excluidos de esta definición aquellos programas de uso comercial que aunque tengan alguna función didáctica, no son construidos específicamente con esta finalidad. Un programa educativo debe tratar un contenido educativo, facilitando una información estructurada, dentro de un entorno interactivo y de fácil uso. Marqués-Graells (1996) enumera como software educativo a los tutoriales, las bases de datos, los simuladores, los editores y las planillas de cálculo. Este autor considera que el docente como parte de su actividad pedagógica, debe fomentar la investigación e interacción con las herramientas informáticas. Hoy estos conceptos han adquirido una visión más amplia, como la de Ledo et al. (2010) que incluye los VJ como medio de aprendizaje, tal como sugieren Jenkins (2009) y Prensky (2001).

Jenkins (2009) analiza la convivencia de los seres humanos con las nuevas tecnologías, principalmente las aplicaciones multimedia e Internet. E identifica un conjunto de habilidades sociales y competencias, que se transmiten a través de cualquier actividad multimedia, en particular los VJ:

- **Jugar:** Experimentar con lo que nos rodea como una forma de resolución de problemas.
- **Actuación:** Adoptar identidades alternativas para el propósito de la improvisación y el descubrimiento
- **Simulación:** Interpretar y construir modelos dinámicos de los procesos del mundo real.
- **Apropiación:** Mezclar con sentido el contenido nuevo y viejo de los medios de comunicación.
- **Multitarea:** Explorar el ambiente y cambiar el enfoque según sea necesario para tener en cuenta detalles sobresalientes.
- **Cognición Distribuida:** Interactuar de manera significativa en entornos sociales, artificiales y herramientas que expanden el conocimiento.
- **Inteligencia Colectiva:** Compartir conocimientos y comparar material con otros hacia una meta común.
- **Juicio:** Evaluar la fiabilidad y credibilidad de la información de diferentes fuentes.
- **Navegación Transmedia:** Seguir el flujo de historias e información a través de múltiples modalidades.
- **Trabajo en la red:** Buscar, sintetizar y difundir información.
- **Negociación:** Viajar a través de las diversas comunidades, discernir y respetar múltiples perspectivas y comprender y seguir normas alternativas.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Por su parte Prensky (2001) menciona cinco niveles de aprendizaje relacionados con el juego:

- **Como:** Consiste en aprender a través de las acciones y decisiones que exige el juego.
- **Que:** Consiste en aprender y jugar con las reglas que gobiernan al juego (que se puede hacer respecto al contexto).
- **Por Qué:** Motivación para aprender estrategias, tácticas y trucos para ganar el juego.
- **Donde:** Ambiente del juego que constituye un contexto social (físico o histórico), que el jugador aprende porque lo necesita para su juego.
- **Cuando:** Consiste en el mecanismo implícito en todo juego que obliga al jugador a tomar decisiones y considerar su conveniencia o moralidad.

Estos niveles pueden o no estar presentes y en su conjunto llevan a aprender diversas habilidades y conocimientos a través de la jugabilidad e inmersión. Se trata de representar la forma en que el individuo afronta problemas del mundo real y brindarle la posibilidad de aprender de su experiencia, al intentar resolver la situación. Para alcanzar un nivel es necesario dominar una o más competencias, la articulación de estos elementos se puede considerar un proceso de aprendizaje.

Interpretando a Prensky (2001) se puede decir que la aparición de los medios interactivos, han cambiado la forma en que se aprende. A tal punto que este afirma que los medios de enseñanza tradicionales están condenados al fracaso, por no generar interés y motivación. Por eso apuesta a los VJ como una herramienta multimedia en la que apoyarse para los contextos de aprendizaje. Estos contextos al incorporar VJ en las aulas proveen una componente lúdica, que atrae a los estudiantes. En ellos el uso del software no es una obligación, sino un deseo, lo cual también contribuiría a recrear el tercer entorno planteado por Echeverría Ezponda (1999). En este sentido recordemos la caracterización de Salen y Zimmerman (2004) en conjunto con Crawford (2003).

2.4 Aprendizaje

Según la real academia española aprendizaje es: “La acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otra cosa”, También considera aprendizaje el proceso por el cual se adquiere el conocimiento y la práctica para que se transforme en una adquisición duradera. (RAE, 2023). Todo proceso es un conjunto de actividades planificadas para alcanzar una meta, que en este caso son los objetivos de aprendizaje.

2.4.1 Objetivos de aprendizaje

Según Charur (1994) definir los objetivos de aprendizaje, es una habilidad básica del docente. Esta habilidad consiste en describir la competencia a adquirir por el alumno y como será evaluada. La propuesta de Charur busca reducir el número de objetivos de aprendizaje, realizando una mezcla adecuada de objetivos informativos y formativos. Los objetivos informativos son aquellos que permiten conocer, comprender y aplicar la competencia a adquirir. Los formativos son

aquellos que formalizan el conocimiento implícito en la competencia, la ubican dentro de una escala de valores y dentro del contexto social. Al mismo tiempo dimensiona su importancia en la labor profesional futura.

2.4.2 Como se aprende

Tanto Prensky (2001) como Jenkins (2009) apuestan a un entorno tecnológico donde tendrá lugar el aprendizaje. En particular proponen como medio el uso de videojuegos, aunque son conscientes que el aprendizaje debe tomarse en cuenta en su diseño.

A partir de 1940 se suceden diversas teorías que intentan explicar el aprendizaje, es decir el mecanismo por el cual se aprende. Estas teorías se enmarcan en el movimiento pedagógico denominado constructivismo, en este enfoque Rojas et al. (2014), caracterizan la actividad docente por:

- Centrarse en el aprendizaje, creando condiciones que propicien el aprendizaje.
- Relacionar los contenidos con las necesidades, intereses o experiencias cercanas al alumno.
- Lograr que el alumno disfrute el aprendizaje y se vuelva autodidacta.

• Es atributo del docente elegir el enfoque, sin embargo, aparte se debe considerar su eficacia. Esta dimensión no está ligada a la calidad de la teoría, sino a su implementación, en ese sentido conviene prestar atención al enfoque de Pozo y Perez Echeverria (2009). Los autores afirman que un aprendizaje eficaz se basa en orientar a la comprensión, descartar la repetición, fomentar la aplicación de los conocimientos en situaciones nuevas y evitar la realización de ejercicios ya conocidos.

Un aprendizaje como el descrito por Pozo y Perez Echeverria (2009) se contrapone con el aprendizaje repetitivo. El cual requiere menos tiempo y recursos, incluso su evaluación consiste en establecer el grado de fidelidad entre el resultado obtenido y el resultado correcto. Por estas razones el aprendizaje repetitivo es especialmente atractivo en situaciones donde los recursos son escasos.

El aprendizaje basado en la comprensión, también llamado significativo o constructivo requiere del aprendiz autonomía para descubrir y aplicar nuevos conocimientos en un entorno de incertidumbre. De la otra mano exige del docente ser capaz de proveer un entorno de aprendizaje acorde y favorecer en el alumno la adquisición de las competencias y habilidades necesarias. En este entorno de aprendizaje, el profesor enfrenta a los alumnos con problemas nuevos. Los que deberán resolver con conocimientos adquiridos y aquellos que han de descubrir con orientación de los docentes. En este contexto el primer paso es comprender el problema, pues comprender y resolver son dos facetas del aprender. Esto no significa descartar la transmisión tradicional del conocimiento, imprescindible para adquirir las competencias y habilidades necesarias.

Pozo y Perez Echeverria (2009) destacan la necesidad de formar al docente para generar en los alumnos la mecánica de comprensión y resolución de problemas. Pues no se busca la reproducción exacta de una información, sino comprender que significa y su relación con otros

conocimientos. Aprender significativamente solo ocurre cuando se dispone de conocimientos previos relevantes para relacionar la información y paralelamente debe existir una labor del docente que aporte actividades de aprendizajes que activen la acción.

Aplicar un aprendizaje como el que describen Pozo y Perez Echeverria (2009) implica evaluar el aprendizaje a través de las decisiones de los estudiantes y la calidad de sus soluciones frente a situaciones nuevas. Es necesario que la difusión del conocimiento sea claro y organizado en forma jerárquica, para que las interacciones sean evidentes. Además de organizar el conocimiento a impartirlo, el docente debe ayudar a los alumnos a relacionar los contenidos nuevos con los previos. No obstante esta ayuda no debe impedir, sino fomentar la búsqueda (no dar todo resuelto).

La evaluación del aprendizaje por comprensión implica evaluar el desempeño del alumno al resolver problemas basados en situaciones nuevas. Una manera de determinar el grado de dominio de capacidades y habilidades, es el uso de mecanismos de evaluación continua. Esta permite valorar la predisposición del estudiante para buscar nueva información y su participación en clase al elaborar las soluciones. También debe tenerse en cuenta que no basta comprender y resolver problemas utilizando los conocimientos adquiridos. Es preciso que los alumnos sean capaces de emplearlos en contextos inciertos y en continuo cambio.

Según Polya (1945) para resolver un problema se debe definir una meta, seleccionar la técnica adecuadas, planificar la acción, ejecutarla y por último evaluar el resultado. Si de esta evaluación surge que se ha cumplido la meta el problema ha sido resuelto. Ante esta definición cabe preguntarse cuando estamos frente a un ejercicio (aprendizaje repetitivo) o un problema (aprendizaje comprensivo). Según Lester (1983) un problema es una tarea que una persona o grupo necesitan resolver y para la cual no tienen un camino directo que lleve a su solución. En contraposición los ejercicios son tareas más o menos complicadas en función de nuestros conocimientos y nuestras experiencias, pero sabemos cómo debemos afrontarlos y resolverlos.

El enfoque de Pozo y Perez Echeverria (2009) es particularmente útil para el diseño de SG en el aula, pues plantea la necesidad de resolver problemas en condiciones de incertidumbre. Utilizando conocimientos previos, investigando nuevas relaciones y mecanismos de evaluación. Aspectos que deben contar estos productos.

2.4.3 Estrategias de aprendizaje

Aún existe controversia (Llera, 2003) sobre el significado de las estrategias de aprendizaje, aunque hay acuerdo en que consisten en la ligazón entre los procesos de aprendizaje (los modos en que se aprende, descritos en las teorías) y las técnicas que se usan. Están constituidas por una secuencia de actividades, que a su vez son secuencias de técnicas. La responsabilidad de su planificación es del docente y las actividades que la componen buscan que el estudiante adquiera un conocimiento o habilidad. Cada una de ellas deben contar con la información necesaria para llevarlas a cabo y su relación con el contexto. Para su elaboración debe recurrirse a las teorías del aprendizaje (como el estudiante aprende), seleccionar el tipo de aprendizaje que se va a utilizar y por último planificar las actividades incluyendo las técnicas adecuadas.

Citando a Universia (2019) las técnicas individuales de aprendizaje se pueden agrupar en aquellas asociadas al aprendizaje repetitivo: tomar apuntes, fragmentar el contenido, subrayar las palabras clave, leer, recitar en voz alta, dibujar, asociar ideas con imágenes o números. Y aquellas asociadas a la lectura comprensiva: almacenar, clasificar, procesar y relacionar la información. Renglón aparte merecen las técnicas grupales que involucran a un conjunto de alumnos guiados por uno o más docentes con el objeto de aprender determinado contenido, por ejemplo: resolución de casos, *BrainStorming*, *Focus Group*. Aprendizaje colaborativo (enseñarse unos a otros).

La forma en que se aprende es un dominio desconocido para los diseñadores de software, esta tesis trata en 2.4, algunos aspectos relevantes. Los que considera necesarios para entender las estrategias de aprendizaje. Como ya se dijo, el desarrollo de SG es multidisciplinario y el dominio del aprendizaje es uno más de aquellos conocimientos ajenos al mundo informático. No obstante resulta interesante tomar el enfoque de Pozo y Perez Echeverria (2009) respecto del aprendizaje, para construir estrategias eligiendo una mezcla de técnicas adecuadas al SG a diseñar.

2.5 Objetos de aprendizaje

Lograr que el uso de VJ en el aula constituya una experiencia útil en el aprendizaje, no es una tarea sencilla. El VJ debe ser parte o constituir un Objeto de Aprendizaje (OA), estos objetos contienen un objetivo pedagógico, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación.

Existen numerosas definiciones de OA, por citar algunas:

- Allier (1998): “la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, actividades de aprendizaje y una evaluación”.
- IEEE-LTSC (2002): en su borrador de trabajo v41 sobre metadatos en objetos de aprendizaje (LOM) afirma que: “un objeto de aprendizaje es definido como cualquier entidad —digital o no— que puede ser usada para aprender, enseñar o capacitar (training),”.
- Wiley (2009): Incorpora el concepto de reutilización en la definición de la IEEE-LTSC.
- Chan (2002): como miembro de la Comisión Académica del CUDI (Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet) afirma que: Un objeto de aprendizaje es una entidad informativa digital que se corresponde (representa) con un objeto real, creada para la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, y que cobra sentido en función de las necesidades del sujeto que lo utiliza.
- Garcia Aretio (2005) expresa que: Los OAS son archivos digitales o elementos con cierto nivel de interactividad e independencia, que podrían emplearse o ensamblarse, sin modificación previa, en diferentes situaciones de enseñanza-aprendizaje, sean estas similares o desiguales entre sí y que deberían disponer de las indicaciones suficientes para su referencia e identificación.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Sicilia y Alonso (2009) afirmaron que la esencia de los OAS son los metadatos. Al eliminar este elemento podría hablarse genéricamente de “diseño de recursos digitales educativos”.
- La comunidad “Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje” (APROA), proyecto del Fondef de la Universidad Nacional de Chile extiende la definición de Allier y definen un OA como: La mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación. El cual puede ser desarrollado con tecnologías de información y comunicación de manera de posibilitar su reutilización, su operación conjunta, accesibilidad y duración en el tiempo (APROA, 2009).

El presente trabajo adopta la definición dada por Massa (2013), la cual extiende la definición de APROA, incorporando al contenido como uno de los atributos de los OA.

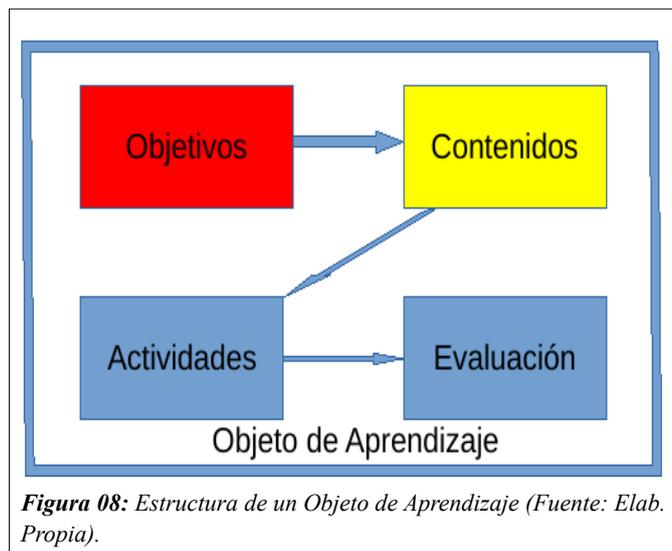
2.5.1 Atributos de los objetos de aprendizaje

A partir de las definiciones precedentes y en particular los aportes de Massa (2013) se pueden enumerar las principales características, atributos y estructura de un OA. La existencia de estas en un OA pueden considerarse indicadores de calidad:

- Reutilización: capacidad para ser usado en contextos y propósitos educativos diferentes y para adaptarse y combinarse dentro de nuevas secuencias formativas.
- Contenidos: Conjunto de definiciones, explicaciones, artículos, videos, entrevistas, lecturas, opiniones, explicaciones, escenarios, casos, proyectos, fuentes o referencias entre otros que guían al estudiante para alcanzar los objetivos.
- Operación conjunta: capacidad de integración en estructuras y sistemas (plataformas educativas) diferentes. Posibilidad de ser exportados e importados, sin problemas de compatibilidad.
- Accesibilidad: facilidad para ser identificados, localizados a través de un etiquetado con diversos descriptores o metadatos.
- Durabilidad: vigencia de la información de los objetos con información sobre tiempos y recomendaciones de actualización.
- Ser Escalables: capacidad de integración en estructuras más complejas o extensas dentro del dominio de aprendizaje para el que fueron creados.
- Capacidad de Evolución: capacidad para construir nuevos OAS derivados de él. Posibilidad de actualización o modificación por medio de la colaboración de la comunidad de desarrollo de OA, aumentando sus potencialidades.
- Claridad de contenidos: Capacidad para explicarse a sí mismo y posibilitar experiencias de aprendizaje integral.
- Granularidad: Término relacionado con el tamaño y el nivel de agregación. A menor tamaño mayor será la granularidad, ya que permite integrarlo en diferentes escenarios de aprendizaje.

2.5.2 Componentes y estructura de un objeto de aprendizaje

El valor pedagógico del OA está presente en su estructura interna compuesta por los componentes esquematizados en la figura 08:



Objetivos: Expresan las metas de aprendizaje propuestas.

Contenidos: Conjunto de definiciones, explicaciones, artículos, videos, entrevistas, lecturas, opiniones, explicaciones, escenarios, casos, proyectos, fuentes o referencias entre otros, que guían al estudiante para alcanzar los objetivos.

Actividad de aprendizaje: tareas que debe llevar a cabo el estudiante y que contribuyen a alcanzar los objetivos propuestos.

Evaluación: actividades emprendidas por los

docentes y estudiantes con el propósito de proveer información para ser usada como una retroalimentación útil, para modificar y mejorar las actividades de enseñanza y aprendizaje en las que están implicados (William & Black, 1998).

La estructura interna de un OA se complementa con un conjunto de información externa, esto son sus metadatos. Es decir la información acerca del contenido del objeto (su temática, empleo, autor, etc.). Esta información debe estar estructurada y esto debe guardar una distribución y un orden. Los metadatos se pueden ver como “datos estructurados acerca de datos”. La IEEE-LTSC (2002), los define como “información sobre un objeto, sea este físico o digital” y la Australian Government Information Management Office (AGIMO, 2004) los define como “información estructurada que es creada específicamente para describir un recurso”.

2.6 Videojuegos

La aparición de los VJ a mediados del siglo XX, llevó a la recreación de los juegos analógicos como VJ. Por otro lado, propició el surgimiento de nuevos paradigmas que explican como nos divertimos y basándose en estos, se han desarrollado infinidad de nuevos VJ. Al analizar las razones por las cuales se juegan VJ, Connolly et al. (2007) consideran que esto se debe al placer, la competencia, la diversión, el desafío, la interacción social, la fantasía, la excitación, la percepción social y el flujo.

Estas son las emociones o sensaciones que nos llevan al “estado *flow*” definido por Csikszentmihalyi (1990), transformando la actividad lúdica en un hecho placentero y deseable. Por su parte Murray (1997) define la sensación que sentimos en dicho estado, como inmersión, la cual describe como: “la sensación de sumergirse completamente en otra realidad [...] que acapara toda

nuestra atención y aparato sensorial.”. No todos los VJ permiten alcanzar el “estado *flow*” y aquellos que lo alcanzan no lo hacen en igual medida. Hamari y Koivisto (2014) encuentran que la experiencia del jugador es crucial, para alcanzar el máximo “estado *flow*” en el menor tiempo. Y esta depende del grado de inmersión y concentración que proponga el VJ.

2.6.1 Jugabilidad

Estos aspectos y sensaciones son las propiedades que describen la experiencia del jugador, ante un producto cuyo objetivo principal es divertir y entretener. A esto González-Sánchez (2010) lo denomina “jugabilidad” o “gameplay” y la considera como la medida de satisfacción de los jugadores ante un juego. Lo que permite establecer una correcta experiencia del usuario dentro del medio interactivo, en este caso el VJ. La Experiencia del Usuario (UX) es el conjunto de sensaciones, sentimientos o emociones, que se producen durante el manejo de un sistema interactivo. Los VJ son sistemas interactivos concebidos para explotar al máximo la experiencia del usuario, pues su principal objetivo es explotar distintas emociones del usuario y asegurar el entretenimiento. La experiencia del usuario deriva en experiencia del jugador (PX), pues se enriquece por la propia naturaleza lúdica de estos sistemas. Aprovechando las características que dan identidad al juego, como pueden ser reglas, objetivos, interfaz gráfica, sistemas de diálogo, etc., las cuales hacen único cada videojuego.

Lazzaro (2007), enumera las principales diferencias entre los objetivos de la UX y la PX:

- **Objetivos de UX:**
 - Realizar una tarea eficientemente,
 - Eliminación de posibles errores,
 - Recompensa Externa: Trabajo Realizado,
 - Fácil de Aprender e Intuitivo,
 - Reducción de la carga de Trabajo,
 - Asume que la tecnología debe ser humanizada.
- **Objetivos (PX):**
 - Entretener el máximo tiempo posible,
 - Divertir superando obstáculos,
 - Recompensa Interna: Diversión,
 - Nuevas cosas por Aprender y Descubrir,
 - Incrementar mecánicas y metas de juego,
 - El jugador tiene que ser retado por la tecnología.

A la hora de analizar la jugabilidad, además de la calidad de gráficos y sonido, se debe tener en cuenta las mecánicas del juego y a la PX. Pues Nacke (2009) asevera que la jugabilidad se

relaciona más con el diseño que con la implementación. Al analizar la PX, resulta útil tomar en cuenta los atributos que utiliza González-Sánchez (2008) para caracterizarla:

- **Efectividad:** el grado de precisión y completitud que los usuarios/jugadores alcanzan en las metas propuestas por el contexto aportado por el VJ.
- **Eficiencia:** refleja la cantidad de recursos invertidos por los usuarios/jugadores para obtener las metas buscadas teniendo en cuenta la efectividad alcanzada. Este factor está determinado por la facilidad de aprendizaje y la inmersión.
- **Seguridad/Prevención:** nivel aceptable de riesgo para la salud del jugador, o los datos de este, en el contexto aportado por el VJ.
- **Satisfacción:** grado de satisfacción de los usuarios/jugadores, para ello se evalúan atributos tales como: si es agradable, atractivo, placentero, confortable, confiable, motivador, emocionante y sociable.
- **Flexibilidad:** es el grado con el que el videojuego se puede usar en distintos contextos posibles o por los distintos perfiles de jugadores y de juego existente

2.6.2 Los videojuegos en un objeto de aprendizaje

A priori el rol de un videojuego dentro de un OA se encuentra restringido a constituir una actividad de aprendizaje, junto a las secuencias en papel, el software educativo y los artefactos multimedia (videos, sonido, páginas web, programas de TV, radio o la combinación de todos ellos). Sin embargo, dada su naturaleza se puede transformar en un OA completo, pues construidos como un SG han de incluir objetivos, contenidos, actividades y evaluación. La construcción de un SG con características de OA, nos exige tener en cuenta los intereses de los actores (Docentes, Estudiantes y Administración) como apuntan Spinelli & Massa (2018a):

- **Docentes:** La secuencia didáctica debe cubrir los contenidos deseados. Fácil de usar y permitir la evaluación de la secuencia y de los estudiantes
- **Estudiantes:** La secuencia debe ser divertida y debe atrapar, para que aprendan sin la intención de hacerlo.
- **Administración:** Que el efecto positivo producido por el uso de las nuevas técnicas, justifique los recursos físicos y humanos utilizados.

Dado que los intereses mencionados se contraponen en alguna medida, su armonización es condición necesaria (aunque no suficiente) para garantizar el éxito:

- La administración debe contar con mecanismos de evaluación que le permitan establecer la eficacia en el aprendizaje de los nuevos medios, para ello deben existir métricas adecuadas al efecto.
- También debe estar en condiciones de evaluar la oportunidad, planificar la acción y administrar eficazmente los recursos físicos y humanos involucrados.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Los estudiantes son los receptores y solo ellos dan la medida del éxito en el esfuerzo. Entonces lo que se les ofrece debe ser de su agrado, por lo cual es preciso conocer que les divierte y atrapa.
- Los docentes deben elegir la herramienta multimedia, en este caso el videojuego. De manera que cubra los intereses de las otras partes y al mismo tiempo sus propios intereses.

Lamentablemente, ninguno de los actores domina todas las capacidades y habilidades necesarias para construir un videojuego. Su construcción requiere de múltiples recursos físicos y humanos, esto justifica por sí solo la dificultad de introducir en el aula estos medios de aprendizaje. No obstante dado el interés en aprovechar estas nuevas técnicas, han surgido cuatro enfoques que se describen a continuación.

2.6.2.1 Primer enfoque: utilizar la oferta existente

En este caso la inmersión se supone asegurada; sin embargo, es preciso ubicar un VJ que trate centralmente el contenido que se desea. Que lo trate de forma adecuada y que su dinámica permita crear una secuencia de aprendizaje. Esto es difícil de lograr y muchas veces no se consigue. En este escenario la secuencia y la evaluación dependen del docente y esta construcción puede afectar en forma negativa la jugabilidad e inmersión del juego.

Al momento de considerar esta alternativa, es necesario tener en cuenta las controversias respecto al valor de los videojuegos en la formación de las personas. Sea por aspectos morales o por su valor pedagógico. Al respecto vale consignar que, pesar de los argumentos en pro y en contra, la revisión sistemática de Connolly et al. (2012), refleja que la opinión académica ha zanjado la discusión en favor de los VJ. De cualquier manera es justo decir que esta controversia se concentra en los VJ concebidos como un vehículo de entretenimiento. Nunca se ha dudado de la utilidad de los mismos cuando su intención primaria es la docencia. Sin embargo, estos últimos nunca han sido populares entre los estudiantes, lo cual merma sustancialmente su eficacia pedagógica.

Es atractivo el uso de VJ comerciales en el aula, porque requiere escasa o nula capacitación del docente. En este caso es un elemento más, como un mapa y el docente construye la actividad alrededor del mismo. Este enfoque reduce el rol del VJ a ser soporte de una actividad de aprendizaje, dentro del OA. Garantiza la jugabilidad e inmersión para el estudiante y no implica costos de desarrollo para la administración. Sin embargo, es nula o forzada su integración con los mecanismos de evaluación y su eficacia depende de factores ajenos al VJ.

2.6.2.2 Segundo enfoque: desarrollar software educativo

Consiste en construir un software (VJ o no) que trate un tema específico, En este caso se especifica considerando las necesidades del docente, adecuando el producto a una secuencia de aprendizaje y evaluación. Si bien en esta línea hay casos de notable éxito, para ello es necesario un contexto donde programadores y docentes son buenos diseñando software inmersivo y jugable. Aun así la repercusión será limitada y esto afecta la capacidad del enfoque para imponer a los VJ como

un medio de aprendizaje. En este enfoque no participa la industria del VJ, la iniciativa surge de los docentes y de proyectos de investigación con interés pedagógico.

2.6.2.3 Tercer enfoque: proveer herramientas para el docente

El docente tradicionalmente diseña, propone, implementa y evalúa las tareas en el aula. Entonces es natural dotarlo de herramientas, para que en caso de necesidad pueda construir un VJ. En esa línea se han desarrollado una serie de *Frameworks* tales como; Emergo (Nadolski, 2007), Edos (Tran, 2010), Marfisi-Schottman (2010) o Savie (Sauvé, 2009). Estos se basan en componentes que representan a un elemento posible del juego; un personaje, una herramienta, una acción o un mecanismo de interacción con el jugador. La idea es que el docente construya su videojuego conectando componentes, ajustándolos a sus necesidades y diseñando la historia, la secuencia de aprendizaje así como la evaluación. Esto facilita la producción a costa de una baja inmersión y jugabilidad, pues estas dependen de los componentes y de como se combinan. La inmersión y jugabilidad de cada componente depende de su diseño, pero la jugabilidad e inmersión del VJ depende de la combinación en el producto. Dado que la selección y combinación de los componentes es decisión del docente y este no es un diseñador de videojuegos, nada garantiza un producto final con un balance adecuado entre lo lúdico y el aprendizaje. Aunque el resultado es mejor que en el enfoque anterior, sigue siendo pobre si queremos que el estudiante juegue por decisión propia y no por obligación curricular. Por otro lado, también en este caso el rol del VJ dentro del OA no varía.

2.6.2.4 Un cuarto enfoque

El desarrollo de VJ integrados en OA no ha sido de interés comercial; sin embargo, es evidente que existe una demanda insatisfecha. Dada la expansión de la industria de VJ y los capitales que esta dispone, de existir dicho interés esta demanda podría cubrirse fácilmente. Sin embargo, no basta la existencia de una demanda, es preciso que existan procesos de desarrollo capaces de elaborar productos útiles y eficaces a costos razonables. Uno de los principales inconvenientes es que la temática depende del docente, el cual debe definir los objetivos y construir su OA para un tema específico.

Esta dificultad es solo un problema de enfoque, porque se puede ofrecer al docente un conjunto de VJ que respondan a temas de uso frecuente. Entonces se puede esperar que ante una oferta de videojuegos inmersivos pensados para el aprendizaje, estos trascenderán el ámbito escolar, convirtiéndose en una herramienta de aprendizaje social. Para que esto suceda la industria debe contar técnicas y buenas prácticas para construir OA. Esto es VJ que incluyan los objetivos pedagógicos, las secuencias de aprendizaje y la evaluación.

2.7 *Serious game*

Los SG de Abt (1970) evolucionan desde el tablero a una implementación informática y a raíz de ello Zyda (2005) amplía la definición a los VJ que entretienen y capacitan. Los ámbitos de uso de SG se resumen en la Figura 09 que describe la taxonomía de Sawyer & Smith (2008).

Figura 09: Taxonomía de Sawyer y Smith, Fuente: Sawyer & Smith, 2008, diapositiva 28.

	Salud	Publicidad	Formación	Educación	Ciencia e Investigación	Producción	Juego como Empleo
Gobiernos y ONG	Educación para la salud y Respuesta a problemas de salud masivos	Juegos políticos (Campañas de partidos políticos)	Formación de empleados	Información pública	Investigación Recogida de datos / Planificación	Planificación de políticas y Estrategias	Diplomacia / Estudios de opinión
Defensa	Rehabilitación y bienestar psicológico	Reclutamiento y propaganda	Formación de apoyo a los soldados	Educación en la escuela y en el hogar	Juegos de guerra / Planificación	Planificación de la guerra e Investigación de armamento	Mando y Control
Sistemas de Salud	Ciberterapia / Exergaming	Política de salud pública y Campañas de concienciación social	Juegos formativos para profesionales de la salud	Juegos para la educación de los pacientes y para la gestión de la enfermedad.	Visualización y Epidemiología	Diseño y Fabricación de biotecnologías	Planificación y Logística de planes de salud pública
Marketing y comunicaciones	Publicidad de tratamientos médicos	Publicidad, marketing con juegos, publicidad indirecta (publicidad por emplazamientos)	Uso de productos	Información de productos	Estudios de opinión	Machinima (corto de animación que usa un videojuego)	Estudios de opinión
Educación	Informar sobre enfermedades y riesgos sanitarios	Juegos sobre temática social	Formación de profesorado / Entrenamiento de competencias específicas	Aprendizaje	Ciencias de la Computación y Reclutamiento	Aprendizaje P2P. Constructivismo	Formación a distancia
Empresas	Información a empleados del sistema sanitario y Bienestar para los empleados.	Educación y Concienciación del cliente.	Formación de empleados.	Formación continua y Cualificación profesional	Publicidad / Visualización.	Planificación estratégica.	Mando y Control
Industria	Prevención de riesgos laborales.	Ventas y contratación	Formación de empleados	Formación profesional	Optimización mediante simulación	Diseño Nano/Biotech	Mando y Control

En ella se observa que solo uno de estos espacios está dedicado al aprendizaje formal, sin embargo, trabajos como los de Urquidi y Aznar (2015), avalan su eficacia para adquirir habilidades en dicho ámbito.

Los SG descritos en esta taxonomía se caracterizan porque se construyen a pedido de empresas u organismos, los cuales cuentan con una necesidad de capacitación específica. En estos casos el objetivo pedagógico viene establecido por quien encarga el desarrollo. Estas organizaciones cuentan con un presupuesto importante, para su desarrollo se utilizan procesos de desarrollo tradicionales. En este caso la especificación, el análisis y el diseño se realizan en las primeras fases. De modo que se establece con claridad la presentación de contenidos, la evaluación del aprendizaje y de la herramienta. Un SG de estas características es una aplicación que modela de forma realista, las situaciones y acciones de capacitación. Sus escenarios simulados se pueden alterar, así como evaluar el desempeño del estudiante y la herramienta en forma manual y automática. Es importante destacar que estos SG no motivan por una necesidad lúdica, no hay una necesidad intrínseca. La

inmersión la provee el realismo, en tanto que existe una necesidad externa al juego que es la capacitación laboral.

Si prestamos atención a las características de un SG tradicional, vemos que contempla un objetivo pedagógico, tiene embebidas las secuencias de aprendizaje y de evaluación. En suma son una alternativa para empaquetar, un objeto de aprendizaje en un videojuego, para que esto ocurra es preciso adecuar los procesos de desarrollo de los SG tradicionales (por ejemplo un simulador militar), para utilizarlos en la construcción de SG para el aula:

- **En un SG tradicional:**
 - **El Contenido:** Reproduce la física de situaciones reales, que si bien pueden ocurrir, su representación a escala real resulta onerosa o imposible. Se busca un SG pensado para perdurar en el tiempo, que nos permita capacitar o entrenar en una situación específica.
 - **El Estado *Flow*:** La inmersión busca que el jugador sienta que vive una situación real. Pero el piloto está obligado a participar, por ello el resto de los elementos del estado *flow* no tienen una presencia importante.
 - **Modelo de Proceso de Desarrollo:** En este caso los Modelos de proceso para el desarrollo son los tradicionales, a cargo de instituciones o empresas con grandes presupuestos.
- **SG para el aula:**
 - **El Contenido:** Reproduce la física de situaciones reales posibles, relacionadas con un contenido de formación destinado a estudiantes, que parte de las políticas educativas y contenidos. Estos SG evolucionan según las necesidades pedagógicas.
 - **El estado *Flow*:** Se busca el máximo estado *flow* para que el jugador desee jugar, pues no está obligado a hacerlo y es a través del juego que acontece el aprendizaje.
 - **Modelo de Proceso de Desarrollo:** En este caso los procesos de desarrollo deben tener bajos costos y permitir la evolución del producto, con el fin de facilitar su inserción en el aula.

Adecuar las técnicas de análisis y diseño tradicionales en el desarrollo de SG, implica incorporar aspectos de los procesos utilizados por la industria de VJ. Que están caracterizados por: el uso de métodos ágiles, un enfoque centrado en el jugador y un especial interés en maximizar el estado *flow*. La industria de los videojuegos ha trabajado mucho para determinar los factores que maximizan la experiencia del jugador. Algunos son ajenos al videojuego en sí, tales como la publicidad, los torneos, etc. Pero otros son parte del mismo; como la estética y los desafíos que atraen al jugador y lo incitan a jugar. Estos descriptos en forma de patrones se los denominan mecánicas de juego (GM).

2.8 Mecánicas de juego

Este concepto es desarrollado por Cook (2006) y mejorado por Koster (2013). La GM son descritas como sistemas o simulaciones basadas en reglas. Reglas que facilitan y alientan al usuario a explorar y aprender, las propiedades de su espacio de posibilidades utilizando mecanismos de retroalimentación.

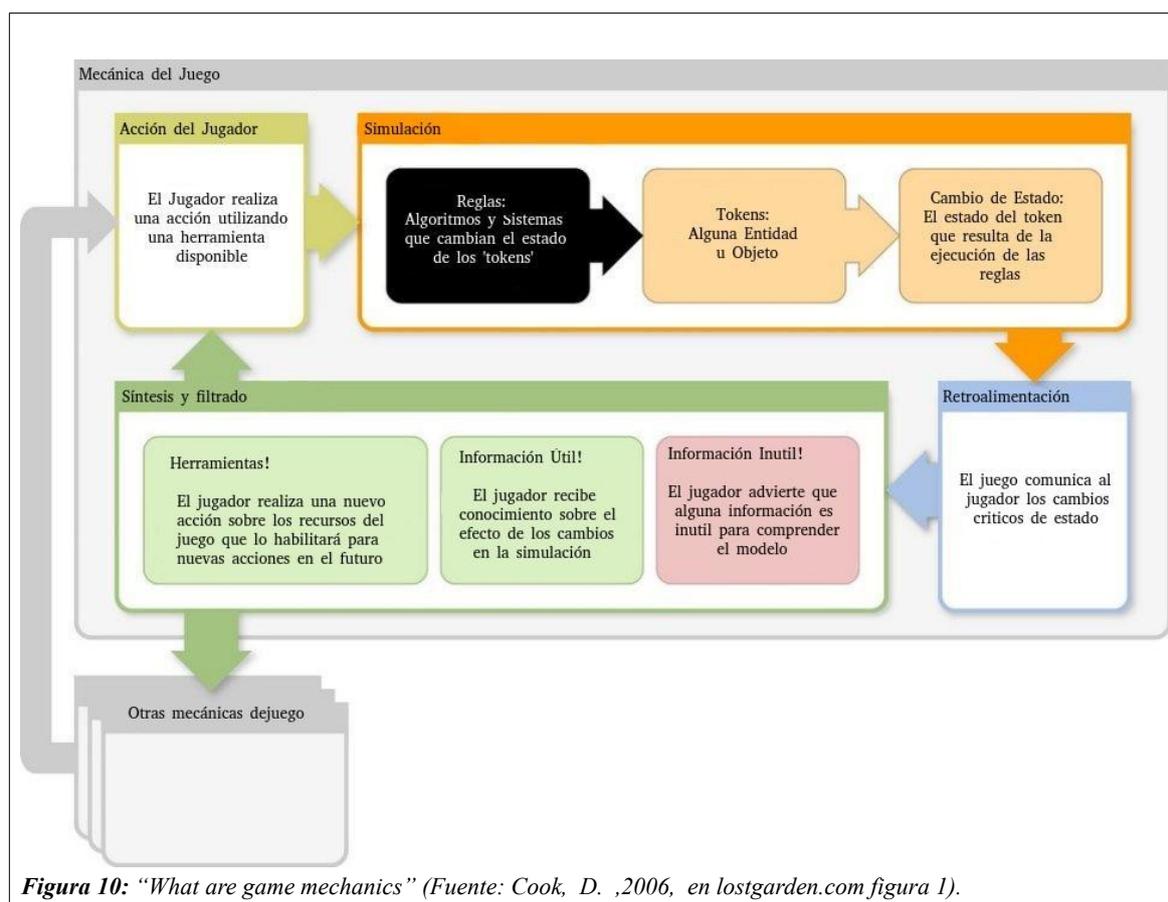


Figura 10: "What are game mechanics" (Fuente: Cook, D., 2006, en lostgarden.com figura 1).

Las GM dan vida al videojuego al punto que podemos verlo como una red donde interactúan entre sí. En la figura 10 se observan los componentes que las integran según Cook (2006). Es una definición simple, pero ofrece una buena cantidad de información sobre como funcionan los juegos y cómo podemos mejorarlos

Cook (2006) sostiene que toda mecánica comienza con una acción del jugador. En la realidad simulada del juego, conviven objetos (tokens) y las reglas causales que afectan a sus estados. El jugador no conoce esas reglas, es una "caja negra" cuyo contenido debe descubrir y aprender a medida que realiza acciones y observa los cambios de estado. En este proceso de observación, el jugador debe catalogar y seleccionar la información que recibe. Al mismo tiempo debe ser capaz de establecer y recordar ante cada acción, que otras acciones del juego se habilitan o inhabilitan. Esto ocurre durante la retroalimentación, originada en la interacción del jugador con el

juego. Las mecánicas interactúan entre sí, de modo que la retro alimentación, también está presente entre ellas.

Las mecánicas además de las reglas que gobiernan los cambios de estado de sus tokens, también obedecen a reglas de comportamiento que son transversales a todas las mecánicas. Estas reglas constituyen el contexto en el cual actúan las mecánicas (por ejemplo las leyes físicas que gobiernan el mundo virtual del juego). En otras palabras cuando disparamos una mecánica, el resultado final dependerá de los estados iniciales que presentan los tokens afectados por la misma y de las reglas que se disparan. Intuitivamente, se ve que dos mecánicas que comparten entidades total o parcialmente, se afectan mutuamente y es un ámbito donde debe existir retro alimentación.

El jugador utiliza su memoria de largo plazo para almacenar la información obtenida en el juego, esperando que al conocer cada vez mejor el comportamiento del mismo mejore su actuación. Cook (2006) ve al contexto como una mecánica que engloba a las demás, consistente en una jerarquía temporal que asiste los bucles de retro alimentación rápidos (control básico) y lentos. Según él, existen infinitas maneras o patrones de vincular mecánicas de juego.

Supongamos que existe una caja negra con un botón oculto, que si se presiona el número correcto de veces arroja mil monedas de plata. Esto no es un juego es un artefacto extraño, para convertirlo en juego se debe:

- **Fomentar el descubrimiento:** generar un camino que permita al jugador descubrir el botón (somos curiosos y apretaremos el botón).
- **Fomentar la exploración:** informar al jugador que su acción tiene efecto (por ejemplo un contador de veces en que presionó el botón: provee retro alimentación y depende del jugador interpretarla).
- **Proporcionar dominio de la herramienta:** informar sobre el resultado por ejemplo publicar una nota: ¡Pago: 1,000, monedas!.

Hemos convertido el artefacto en un juego de azar, la diferencia es que el juego está diseñado explícitamente para fomentar el aprendizaje del jugador. Esta situación es común a todos los juegos, cada mecánica contiene técnicas que fomentan el aprendizaje y esto se potencia al sumar GM.

Se debe tener presente que el juego o la mecánica no fomentan el aprendizaje, es el mecanismo de retro alimentación y el compromiso del jugador el que lo lleva adelante. Por eso es imprescindible fomentar ese compromiso a través del “estado *flow*”. Cook (2006) destaca que en el diseño de una mecánica de juego, deben tenerse en cuenta ciertos aspectos que afectan su funcionamiento: El agotamiento, la explotación, las pistas falsas y los factores humanos.

2.8.1 Agotamiento

Ocurre cuando el jugador ha descubierto el comportamiento principal de la caja negra, de modo tal que la información adicional que recibe no lo motiva. Esto puede ser prematuro, pues

pueden existir otros desafíos más adelante. Es importante detectar la tasa de agotamiento para retrasar este efecto lo más posible, a veces esta tasa es predecible, otras veces hay que recurrir a estudios empíricos. Existen múltiples factores que afectan al agotamiento, tales como la personalidad de los jugadores, su historia personal y las recompensas futuras. Los primeros dos factores dependen de una comprensión profunda de la psicología del público al cual se destina el juego. El último lo controla el diseñador y se puede refinar mediante prototipos, observando el comportamiento del jugador frente a estos (Cook, 2006).

2.8.2 Explotación

Es la contra cara del agotamiento aquí el jugador continúa ejercitando una mecánica, porque a pesar del dominio alcanzado en ella considera que sigue aportando valor. Este efecto genera una sensación de placer adicional en el jugador, que lo motiva a iniciar nuevas sesiones del mismo juego. Aun cuando posea el dominio absoluto, sobre todo cuando existe la competencia con otros jugadores. Sin embargo, un juego cuenta con varias mecánicas y cada sesión de juego aporta nuevas situaciones dependiendo de los resultados alcanzados, entonces al diseñar se debe equilibrar este efecto para evitar que se privilegien solo algunas partes del juego (Cook, 2006).

2.8.3 Pistas falsas

Se puede inducir en el jugador la percepción de la existencia de comportamientos e incluso mecánicas completas, que en realidad son inexistentes. Estas “pistas falsas” pueden constituirse en una herramienta para aumentar el compromiso. Esta información no tendrá impacto en el juego y muy poco en la vida del jugador, pero le producirá placer al descubrir su falsedad aumentando el estado *flow*. Sin embargo, como somos rápidos para descubrir y recordar pistas falsas, conviene usarlas con moderación (Cook, 2006),

2.8.4 Factores humanos

Una GM involucra elementos sociales, narrativos y emocionales junto a los problemas analíticos que plantea. Todos los aspectos de la experiencia humana que tienen un impacto en nuestra capacidad de procesar y aprender a partir de los estímulos, caen potencialmente dentro del dominio del juego. Esta definición se adapta a los juegos actuales, pero es más amplia. Está destinada a fomentar la exploración del aprendizaje humano y orientadas a detectar los mecanismos de retro alimentación que impactan el aprendizaje sobre las emociones humanas como el amor, el odio o la espiritualidad (Cook, 2006).

2.9 Mecánicas de juego en los *serious game*

La efectividad de los SG como herramientas de aprendizaje y/o entrenamiento se apoya en su nivel de inmersión visual, sonora y emocional. El usuario obtiene este nivel inmersión, gracias a un ambiente de interactividad constante apoyado en las GM. Ya se vio que las GM utilizan

estrategias de aprendizaje y compromiso, para que el jugador se haga con el dominio del producto mientras juega. Sin embargo, para que estas sean compatibles con el aprendizaje en el aula, es preciso incorporar a las mismas los contenidos pedagógicos y los mecanismos de evaluación.

Zyda (2005) afirma que un SG debe contar con historia, arte y actividades para educar o instruir (pedagogía), impartiendo así conocimientos o habilidades. Al tiempo que subraya la necesidad de subordinar la pedagogía a la historia, pues el entretenimiento viene primero. El entretenimiento proviene del equilibrio entre jugabilidad e inmersión, que no es otra cosa que el “estado *flow*” de Csikszentmihalyi (1990). Este destaca la necesidad de un reto que se alcanza demostrando un conocimiento o habilidad, cuyo dominio se logra a través del mismo juego. Por otro lado, González-Tardón (2006) destaca que una sesión de juego provoca emociones eventualmente contrapuestas: interés, felicidad, humor, sorpresa, ansiedad, hostilidad, asco, ira, tristeza y amor. Las cuales se podrían aprovechar para propiciar y potenciar el aprendizaje como destaca González y Blanco (2008).

Portnow & Floyd (2008) afirman que al tratar el contenido pedagógico como un juego se puede asumir que el interés mejora el aprendizaje, en esto coincide con Hecker (2010), Blair (2011), García Mundo et al. (2014), Bossolasco et al. (2015) y Fanfarelli & McDaniel (2015) entre otros. Esta presunción que manifiestan los autores se apoya en que los SG necesitan crear una motivación intrínseca, para que los jugadores aprendan en lugar de forzar el aprendizaje. La idea consiste en combinar la experiencia del juego y la motivación intrínseca, embebiendo los objetivos de aprendizaje (contenido y evaluación) sin afectar la inmersión y la jugabilidad. En esto se encuentra trabajando la iniciativa de la comunidad europea: Realising an Applied Gaming Eco-System (RAGE) como describe Becker et al. (2015), el cual busca involucrar a la industria en la producción de SG. Para que esto suceda, es necesario dotar a la industria de herramientas para producir SG eficaces y a costos asequibles. Una forma de abordar el desafío, consiste en analizar las propuestas del ámbito de los VJ y de los SG, tanto en procesos de desarrollo, como en su fase de especificación. Dado el objetivo del presente trabajo, el análisis de referencia hará hincapié en el mecanismo de elicitación, pues buena parte del éxito radica en la definición de los requerimientos.

2.10 Procesos de desarrollo en videojuegos

González-Sánchez (2010) en su tesis doctoral y otros autores (Rollings & Morris (2003), Callele et al. (2005) y Bethke (2003)), sostienen que el desarrollo de videojuegos consta de tres fases: preproducción, producción, y postproducción. Si bien los autores no acuerdan que actividades pertenecen a cada fase, en general mencionan que:

- **En la Preproducción:** Se desarrolla el diseño conceptual y se definen aspectos no tangibles o poco elaborados, que luego se utilizarán para la especificación y planificación del videojuego. Un entregable de esta fase podría ser la versión de diez páginas del documento de diseño de videojuegos (GDD) propuesto por Rogers (2010).

- **En la Producción:** El esfuerzo se centra en el diseño y construcción del videojuego, finalizando esta fase con el lanzamiento del producto. Durante esta fase se va actualizando y detallando el GDD hasta llegar a su versión final (Rogers, 2010).
- **En la Postproducción:** Ocurren la corrección de errores, ajustes y mejoras.

La industria de videojuegos, no ha establecido y adoptado una metodología que englobe todo el proceso de desarrollo y asegure su calidad (González-Sánchez, 2010). Sin embargo, existen muchos esfuerzos por mejorar la fase de producción buscando optimizar las tareas desde una óptica de agilidad, tratando de disminuir los tiempos para lograr testear el producto lo antes posible. Algunos de los procesos sugeridos son el proceso unificado para juegos (GUP) (Flood, 2003) y el Desarrollo ágil de juegos (Keith, 2007).

2.10.1 Proceso unificado para el desarrollo de juegos

Este proceso denominado GUP en inglés, toma como base el proceso unificado racional (RUP) para aprovechar la comunicación de los equipos y el desarrollo iterativo (Jacobson et al., 1999). Dicha metodología consiste en un proceso de desarrollo de software que junto a otras herramientas, constituye la metodología estándar más utilizada para el análisis, diseño, implementación y documentación de sistemas orientados a objetos. El RUP no es un sistema con pasos firmemente establecidos, es un conjunto de metodologías adaptables al contexto y las necesidades de cada organización. Se apoya en seis principios: adaptar el proceso al cliente, equilibrar las prioridades entre los *stakeholders* (partes interesadas en el desarrollo), desarrollo iterativo (complejidad creciente), trabajo colaborativo, enfoque en la calidad y el re uso de componentes.

El ciclo de vida en RUP es una implementación del desarrollo en espiral que organiza las tareas en fases y varias iteraciones dentro de ellas. Existen cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición. En las fases de inicio y elaboración, se procura comprender el problema, determinar la tecnología a usar, establecer el alcance del proyecto, la detección y tratamiento de riesgos críticos y definir la arquitectura. En la construcción por cada iteración se toman algunos casos de uso se refina el análisis y diseño de los mismos, se los implementa y prueba utilizando un proceso de cascada. Las iteraciones terminan cuando no hay más casos de uso y en consecuencia se posee una nueva versión del producto. En la fase de transición se pretende garantizar que se tiene un producto preparado para su entrega a la comunidad de usuarios. Como se puede observar en cada fase participan todas las disciplinas, pero dependiendo de la fase el esfuerzo dedicado por cada disciplina varía.

El RUP dentro de cada iteración de construcción mantiene el proceso tradicional de cascada, en cambio, el GUP introduce la programación extrema (Letelier & Penadés, 2006). La programación extrema es una metodología ágil y como todas ellas son una alternativa a los procesos tradicionales de desarrollo. En particular para proyectos pequeños o que modifican sus requisitos frecuentemente durante el desarrollo. Beck (1990), describe la filosofía, las prácticas y el ciclo de vida de la programación extrema. Destacando como principales características: la comunicación y

retro alimentación constante entre el cliente y los equipos de desarrollo, la comunicación fluida entre las partes, la búsqueda de soluciones simples y el coraje para enfrentar los cambios.

2.10.2 Desarrollo ágil de juegos

Keith (2007) propone utilizar procesos ágiles de desarrollo de software (Chin 2004) con el fin de recibir una retroalimentación del usuario e involucrar el testeo de errores en forma temprana. Para su implementación usa Scrum (Takeuchi & Nonaka, 1986), tal como se vio al tratar GUP los procesos ágiles de gestión de proyectos son una alternativa a los procesos tradicionales. En particular en aquellos proyectos donde la especificación de requerimientos es dinámica y el entorno incierto.

El origen de la incertidumbre puede ser interno (alcance, cronograma, costo) en este caso es más o menos controlable por el director del proyecto. En cambio, si es externo (entorno comercial, competencia, estrategia comercial) no es tan controlable. Ambos aspectos son críticos e interactúan entre sí generando cambios en los requerimientos del producto. Estas incertidumbres se reducen a medida que las empresas adquieren madurez y se dedican a un conjunto de proyectos similares, en este entorno los procesos tradicionales se desenvuelven adecuadamente.

Sin embargo, esto no es así cuando los proyectos presentan un alto grado de incertidumbre, ya sea por sus características inherentes, por qué son realizados por primera vez, por la madurez de la empresa, porque requieren recursos críticos o por las urgencias (errores de planificación o decisiones erróneas). En estos casos los procesos ágiles son particularmente útiles para gestionar la incertidumbre que se genera.

Dentro de este marco, Keith (2007) propone a Scrum como proceso ágil para implementar su proceso de desarrollo ágil de juegos.

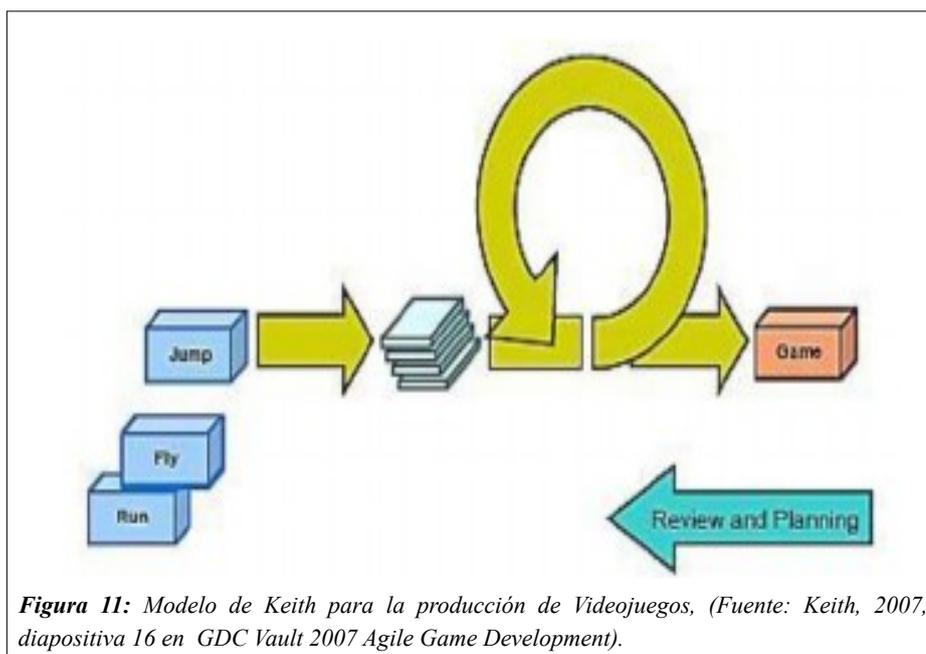


Figura 11: Modelo de Keith para la producción de Videojuegos, (Fuente: Keith, 2007, diapositiva 16 en *GDC Vault 2007 Agile Game Development*).

Scrum es un proceso ágil caracterizado por gestionar la inestabilidad, sugiere la autogestión de equipos, fases de desarrollo superpuestas, aprendizaje múltiple, control sutil, y transferencia de aprendizaje dentro de la organización. Estas piezas conforman un rápido y flexible proceso para el desarrollo de nuevos productos. Partiendo de este enfoque, Keith (2007) propone realizar un gran esfuerzo inicial para obtener una versión básica del producto, sobre la cual ya se pueda testear y obtener una retroalimentación. A partir de la cual se mejora y completa el producto en siguientes iteraciones. Tal cual describe la figura 11.

2.11 Procesos de desarrollo en *serious game*

Como se menciona en la sección 2.7 los procesos de desarrollo para SG, son tradicionales y soportados por grandes presupuestos. Situación que no puede replicarse para productos pensados en el aula, los cuales tienen características que los asimilan a los VJ. Ante esta realidad surge naturalmente la idea de adecuar los procesos de desarrollo para VJ a la construcción de SG. Esto exige responder las siguientes preguntas: ¿bastan pequeñas modificaciones a dichos procesos o es necesario generar una evolución específica para los SG?, ¿Los requerimientos de un SG son tan diferentes, al punto que justifican un mecanismo de elicitación específico, o se pueden utilizar los existentes? Para obtener respuestas sobre estas cuestiones, se llevó adelante una revisión sistemática (Spinelli & Massa, 2019) con los siguientes ejes:

- Determinar que características de los procesos de desarrollo, propuestos para el diseño y construcción de VJ se aplican a SG.
- Qué tipos de requerimientos de un SG, sus atributos y mecanismos de elicitación son citados por la bibliografía.

2.11.1 Revisión sistemática

En Spinelli & Massa (2019) se explicita la metodología de la revisión, la cual luego de sucesivos filtros arroja 14 artículos de acceso libre. Estos documentos se comentan en esta sección, se incluyen en el capítulo 4 y aportan a los capítulos 5 y 6. Fueron publicados entre el 2007 y el 2019, en ellos se destaca que las metodologías y herramientas son escasas y no específicas (De Lope et al., 2017). Además, no garantizan que los SG producidos con ellas sean eficaces en el aprendizaje (Gunter et al., 2008) y (Mariais et al., 2011). Los modelos de proceso están en desarrollo y no son centrados en el usuario. En general los modelos propuestos no están descriptos en detalle y no están pensados para el desarrollo de SG. No obstante existen propuestas para el desarrollo de juegos para el aula, como el modelo de proceso “Diseño, Juego y Experiencia” (DPE) o las herramientas: Emergo (Nadolski, 2007), Edos (Tran, 2010), El Proceso Marfisi-Schottman (2010) o Savie (Sauvé, 2009).

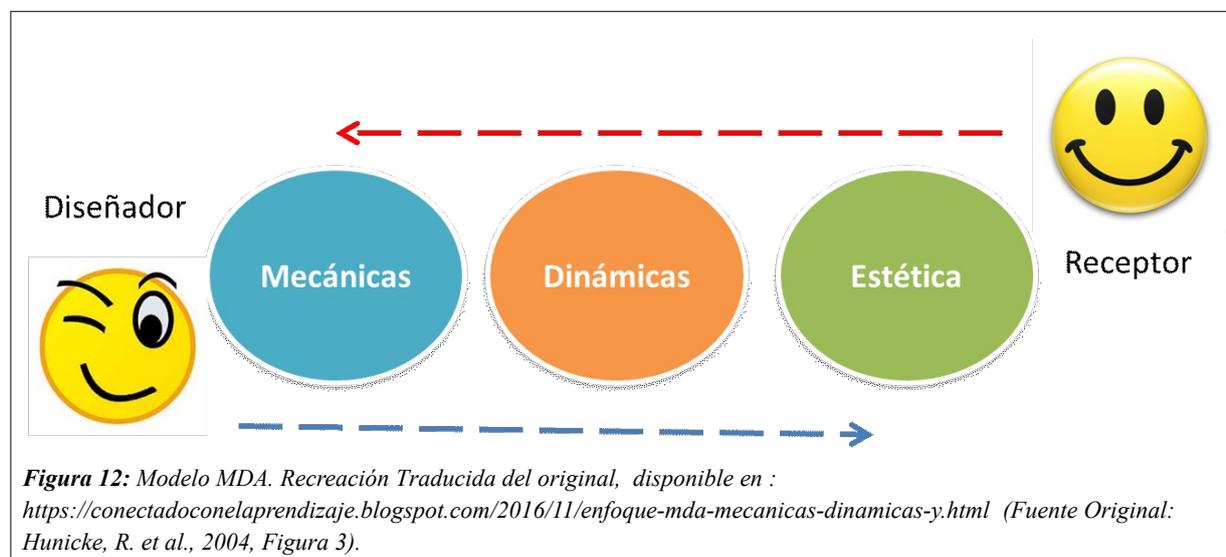
En la revisión existe consenso en la necesidad de definir una Mecánica de Aprendizaje (LM), también existe consenso en la necesidad de relacionar la GM con las LM. A esta relación se la ha dado en llamar modelo LM-GM y esta se puede ver como una mecánica para serious game

(SGM). La relación entre ambas mecánicas quedaría reflejada mediante un mapeo. También existe consenso en la necesidad de un equilibrio entre la diversión y el aprendizaje, al punto de considerar que el aprendizaje debe pasar desapercibido si se desea un SG eficaz. Al momento de concluida la revisión existen varias propuestas de mapeo sin una respuesta contundente. Tampoco existe una respuesta contundente para definir una LM.

Estas carencias sumadas al hecho que los procesos de desarrollo mencionados privilegian el contenido pedagógico a la diversión (mayor detalle en el siguiente capítulo 3), justifican llevar adelante la definición de un modelo de proceso de desarrollo que provea un adecuado equilibrio entre estas facetas. Basándose en estos elementos es opinión del GTI, que un modelo de proceso para el desarrollo de SG en el aula. Sería una contribución para interesar a la industria de VJ en estos productos y en función de ello potenciar su difusión y eficacia. En opinión de Spinelli & Massa (2019) solo los modelos conocidos como MDA (Mecánica Diseño y Estética) y su extensión el DPE (Diseño Juego y Experiencia) describen el proceso de diseño del juego, la estrategia de aprendizaje y la experiencia del jugador.

2.11.2 Mecánica, dinámica y estética

El MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*) es un marco de desarrollo propuesto por Hunicke et al. (2004), que implementa una metodología iterativa y de refinamiento sucesivo para el diseño de VJ. Este marco presta atención a la implementación de los cambios y la naturaleza de la experiencia de usuario, constituyendo una guía para que el proceso creativo asegure la calidad. El modelo considera que los juegos son creados por técnicos y consumidos por jugadores. Estos últimos los compran, usan y eventualmente desechan, como cualquier otro producto de consumo. Al mismo tiempo asume que a diferencia de otros productos de entretenimiento, el consumo de VJ es relativamente impredecible. Pues la cadena de eventos que ocurren durante el juego y como afecta este a la demanda, son desconocidos al momento de terminar el producto. Considera que un juego se define a través de las interacciones que ocurren en él, lo cual constituye su comportamiento. Al enfocarse en las interacciones se facilita el diseño, el estudio y el desarrollo del producto.



Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

El MDA identifica tres componentes que deben existir en el juego: Reglas, Sistema y Diversión, y las relaciona con sus contrapartes en el diseño: Mecánica, Dinámica y Estética (Figura 12) las cuales, en el modelo son un ida y vuelta entre el diseñador y el jugador:

- **La mecánica:** describe los componentes particulares del juego, a nivel de representación de datos y algoritmos.
- **La dinámica:** describe el comportamiento en tiempo de ejecución de las mecánicas que actúan sobre las entradas de los jugadores y de todas las salidas a lo largo del tiempo.
- **La estética:** describe las respuestas emocionales deseables en el jugador, cuando este interactúa con el juego.

Se puede considerar estos componentes como vistas separadas, pero vinculadas por causa y efecto. Desde la perspectiva del diseñador, la mecánica genera el dinamismo conduciendo a la experiencia estética. Desde el punto de vista del jugador la estética le permite ver la dinámica y operar la mecánica. En el diseño de VJ es preciso tener en cuenta ambas perspectivas, para identificar las consecuencias de los cambios. Esto implica realizar un diseño con énfasis en la estética, que refleje la experiencia del usuario (jugador). Lo cual implica tener en cuenta los factores que hacen divertido el juego tales como: sensación, fantasía, drama, desafío, marco social, descubrimiento, autoconocimiento y sumisión (pasatiempo).

Si bien no hay una teoría de juegos o fórmula que detalle la combinación y proporción que estos elementos han de tener para asegurar diversión. Los mismos nos permiten considerar porque diferentes juegos atraen a diferentes jugadores o a los mismos jugadores en diferentes momentos. Si consideramos un juego de competencia, la estética va de la mano de la emoción al vencer al desafío, esto permite establecer un modelo estético, que se potencia mediante información sobre el progreso para que no decaiga el interés.

Necesitamos de la dinámica para recrear la experiencia estética, pues son las interacciones de los usuarios y los sentimientos que estas y sus efectos generan. Los que han logrado el objetivo estético, por ejemplo el paso del tiempo y conocer que hace el oponente son aspectos que aumentan la sensación de desafío. Las interacciones y efectos que vemos en la dinámica, no son otra cosa que el resultado de la mecánica. Donde las diferentes acciones, comportamientos y controles, son mecanismos proporcionados al jugador. Entonces ajustar la mecánica de un juego, nos ayuda a ajustar su dinámica. En este ajuste se refina el juego para obtener un funcionamiento armónico de las tres vistas. Su objeto es equilibrar sus aportes, ubicar problemas, aportar soluciones y maximizar la jugabilidad.

El MDA es una herramienta iterativa de diseño y refinamiento, donde en cada ciclo se puede diseñar objetivos y anticipar el impacto de los cambios. Por otra parte, al moverse entre los tres niveles de abstracción, se puede analizar el comportamiento dinámico de los sistemas de juego. Entender los juegos como sistemas dinámicos, nos ayuda a desarrollar técnicas para el diseño iterativo y la mejora continua. Permitiendo controlar los resultados no deseados y refinar los comportamientos deseados.

2.11.3 Diseño, juego, experiencia

El marco de diseño DPE (*Design, Play, Experience*), está inspirado en el marco MDA. Lo propuso Winn (2009), como una herramienta para el diseño de *serious game*. Presenta un enfoque de diseño formal, apuntando al aprendizaje, la narrativa, la historia, el juego, la experiencia del usuario y los componentes tecnológicos del mismo.

Sin perjuicio de ampliar más adelante, en este contexto narrativa e historia no son conceptos similares, la primera describe los cambios de estado a lo largo del juego expresados a través de sus mecánicas.

En tanto que la historia, describe el argumento que transitan los personajes. Se puede afirmar que todo juego cuenta con narrativa, pero no necesariamente cuenta una historia.

El DPE proporciona un lenguaje común, un método de análisis y un proceso de diseño. Asume que construir un SG exitoso, implica la convergencia de los intereses académicos, el contenido que se desea impartir y la necesidad de lograr un juego atractivo. A esta convergencia la denomina “el corazón del diseño de SG”. Este planteo evoca al modelo TPACK descrito por

Mishra & Kohler (2006), el cual sugiere la superposición de estos componentes, de forma tal que el resultado sea algo más que la suma de sus partes (Figura 13). Lograr este resultado requiere de un trabajo interdisciplinario. Lo cual constituye un importante desafío y fuente de tensiones entre las partes.

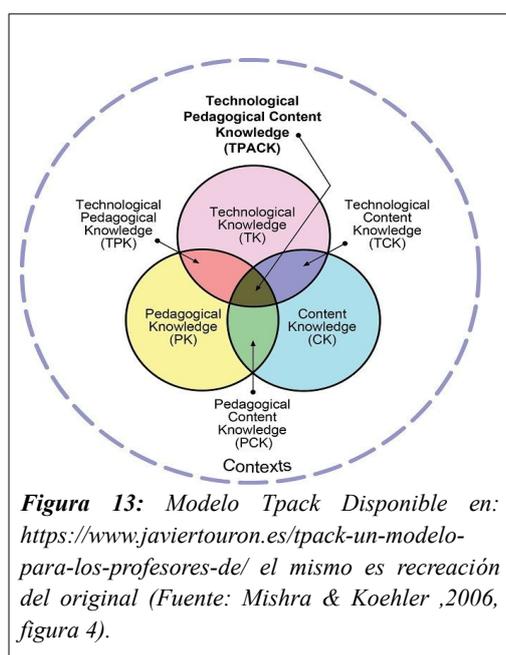


Figura 13: Modelo Tpack Disponible en: <https://www.javiertouron.es/tpack-un-modelo-para-los-profesores-de/> el mismo es recreación del original (Fuente: Mishra & Koehler ,2006, figura 4).

Estas aumentan en la medida que los SG apuntan a objetivos de aprendizajes más complejos. Pues no es lo mismo aprovechar el juego del ahorcado para el aprendizaje de ortografía, que utilizar un mundo virtual para aprender consumo inteligente de energía.

En el marco de desarrollo MDA, el diseñador solo controla la mecánica del juego. Con un proceso iterativo ajusta la relación entra esta, la dinámica y la estética. Teniendo en cuenta el punto de vista del jugador, pues está pensado para el desarrollo de VJ. En cambio, el DPE se orienta al desarrollo de SG, por lo que enfatiza lo

pedagógico.

Winn (2009) incluye los objetivos desde el principio (en términos de experiencia) y los usa para evaluar el proceso de diseño. Este proceso iterativo contempla ciclos constituidos por cinco capas:

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- **Capa de aprendizaje:** En ella se establecen los objetivos en términos de contenido, pedagogía y evaluación. Para lograrlo se recurre a las teorías y estrategias de aprendizaje, con el fin de determinar cuál combinación se ha de implementar a través de las mecánicas.
- **Capa de historia del juego:** Hay dos perspectivas, la del diseñador y la del jugador. La primera propone los personajes y el ambiente, en busca de la inmersión y el compromiso. La segunda es dinámica y la crea el jugador mientras juega.
- **Capa de juego:** Es el MDA, pero enfocado en las emociones que disparan al jugador la mecánica y la dinámica. Con el objeto de evaluar su contribución en el aprendizaje.
- **Capa de experiencia del usuario:** Esta capa es la dedicada al diseño de la interfaz, donde el diseñador debe buscar los medios para que la estética se traduzca en experiencia del jugador.
- **Capa Tecnológica:** La plataforma de implementación afecta a todo el diseño, pues la tecnología a utilizar (desktop, móviles), condiciona a las otras capas. Constituyen un condicionamiento inflexible que debe tenerse en cuenta como un marco de referencia en todo el proceso.

Salvo la última capa que condiciona todo el diseño y no se puede alterar, las otras se influyen unas a otras. Pues los objetivos de aprendizaje condicionan, la historia, el juego y la experiencia a lograr, del mismo modo con cada una de las otras capas, Por ello el proceso iterativo ha de buscar el balance entre ellas, realizando los ajustes necesarios en cada ciclo.

Aunque el MDA y especialmente el DPE son un buen punto de partida para definir un modelo de proceso para SG, con las características que pretende el GTI. Es cierto que no abundan en detalles sobre el mecanismo de elicitación, aunque realizan precisiones sobre los atributos a relevar y las características a tener en cuenta. Conviene entonces ocuparse con más detalle de los requerimientos en un SG para el aula.

2.12 Elicitación en un *serious game*

Dado lo expuesto en el último párrafo de la sección 2.11, no se tienen precisiones, pero sí se puede caracterizar el mecanismo. Pues al describir el modelo de proceso y sus componentes, todos ellos se relacionan con las metodologías ágiles, lo cual es normal por lo expuesto respecto a la naturaleza de los procesos desarrollo de videojuegos.

Entonces el mecanismo de elicitación de nuestro modelo no puede escapar a la regla y debe derivar de las metodologías ágiles. Un buen punto de partida es el artículo de Rivadeneira Molina et al. (2013) donde comparan seis metodologías ágiles:

- Agile Project Management (APM)
- Crystal Methods
- Dynamic System Development Methods (DSDM)
- Extreme Programming (XP)

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Scrum
- Test Driven Development

Dicho trabajo destaca que solo APM, Scrum y XP, se ocupan de las etapas iniciales de un proyecto definiendo prácticas y artefactos.

Todas las metodologías ágiles son iterativas y buscan mediante ciclos cortos de desarrollo, entregar a los usuarios y clientes versiones cada vez más potentes del producto. Para ello requieren que en cada ciclo exista una comunicación constante con los *stakeholders* y mecanismos ágiles para determinar que se debe realizar en el ciclo. Estas metodologías realizan al comienzo de cada ciclo una documentación informal (Historia de Usuario, Guía de Modificaciones) donde se plasman los requerimientos, las prioridades y los consensos. Todos ellos logrados a través de la interacción con los *stakeholders*. En principio para no afectar la agilidad no existen mecanismos formales de trazabilidad o documentación. En cada metodología se definen roles para llevar adelante la relación con los *stakeholders* y dirigir el desarrollo dentro del ciclo y en todo el proyecto.

Cao y Ramesh (2008) junto a Gottesdiener (2007), sugieren un conjunto de prácticas para aplicar a la gestión de requerimientos:

- Asegurar la participación del cliente. Negociar los requerimientos explícitos.
- Definir la trazabilidad de los requerimientos
- Gestionar los cambios de requerimientos.
- Iterar-Inspeccionar-Adaptar.
- Construir prototipos y demostraciones.
- Realizar talleres de colaboración.

Rivadeneira Molina et al. (2013) en su artículo, manifiestan que a resultas de los datos obtenidos mediante revisión bibliográfica y encuestas a los desarrolladores, han establecido líneas de investigación orientadas a formalizar el modelado de requerimientos mediante diagramas de ULM y otras técnicas relacionadas. Con ello aspiran a fomentar prácticas donde sin perder la agilidad, existan técnicas formales para el modelado de requerimientos, en conjunto con un mecanismo de documentación y trazabilidad. Estas ideas y las de Cook (2006) sobre GM, son un soporte para la propuesta del mecanismo de elicitación del MPDSG, pues los diagramas de ULM y el enfoque de Cook, son formas de describir escenarios e interacciones, lo cual es central en dicho mecanismo

2.13 Requerimientos en un *serious game*

2.13.1 Narrativa

Según la real academia española el concepto se asocia a la prosa, al relato o la novela (RAE, 2023). Estos productos literarios se caracterizan por contar una historia real o ficticia. Donde los

eventos transcurren en un espacio de tiempo lineal, ambientados en una época y contexto específico. Los VJ no cuentan en todos los casos con una historia ambientada en un contexto temporal. Y definitivamente el tiempo no transcurre linealmente, pues depende del jugador y de las mecánicas del juego.

Cabe preguntarse: ¿El videojuego cuenta con narrativa?, esta cuestión ha generado un debate a principios del siglo 21. Algunos como Arseth (1997), sostienen que la comunicación mediada por computadoras no es un campo fértil para el análisis narrativo. Los que apoyan esta tesis se hicieron llamar “Ludologistas” y en contraposición aquellos que opinaban lo contrario se hicieron llamar “Narratologistas”. Ambas visiones se complementaron como apunta la obra “Semiótica dei Videogiochi” de Maietti (2017).

De este intercambio de ideas surge que los VJ tienen una narrativa, donde se describen sus eventos desde la perspectiva de su mecánica. Esto es la descripción de los cambios de estado que ocurren en sus componentes mientras se juega. De modo tal que todo juego posee una narrativa, pero no todos tienen una historia. El VJ conocido como PONG carece de historia, pero basta el marcador de puntos para dotarlo de narrativa. Esta provee una experiencia cognitiva, emocional y sensorial, donde el individuo se sumerge en una secuencia de eventos articulada como una narración.

Una experiencia de este tipo se la conoce como vivencia narrativa (Collantes, 2013), la misma está presente tanto en los relatos como en los juegos. En los primeros, el oyente es un sujeto pasivo, en los segundos el jugador es un protagonista a través de sus decisiones y acciones.

El desarrollo argumental consiste en gestionar el argumento del VJ, donde coexisten:

- **El desarrollo de personajes:** la transformación personal y psicológica que sufren los personajes del juego.
- **La historia:** el marco argumental, es decir, el contexto en que se desenvuelven los personajes.
- **La narrativa:** la descripción de los sucesivos cambios de estado que han de ocurrir a lo largo del VJ, cuando el jugador acciona una mecánica y la percepción por parte de este de dichos cambios.

En un SG es necesario relacionar la narrativa con el aprendizaje, pues el mismo debe formar parte de la mecánica del juego. Con el objeto de relacionar la narrativa y el aprendizaje, Broeckhoven et al. (2015) y Marchiori et al. (2011) proponen el uso de lenguajes específicos de dominio (DSL) para describir las narrativas. Al hacerlo apuestan a lograr un mecanismo descriptivo que involucre a todos los interesados en el diseño. Estos lenguajes son pequeños, generalmente declarativos y ofrecen poder expresivo enfocado en un dominio de problema particular. Son derivados de las ideas de Kolovos et al. (2006) y Gray et al. (2007). Pueden verse como lenguajes de especificación, con la particularidad que sus sentencias se ven implementadas en subrutinas de biblioteca. Esto permite construir la aplicación a partir de la especificación.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Broeckhoven et al. (2015) propone al lenguaje ATTAC-L, como mecanismo de descripción. Los lenguajes DSL aunque describen con claridad la narrativa, carecen de mecanismos para describir la relación entre los cambios de estado y el aprendizaje. Por ello ATTAC-L hace uso de IMP o Protocolo de Mapeo de Intervenciones (Key Bartholomew et al., 1998). El IMP busca determinar los cambios de comportamiento, que debe realizar un jugador para adquirir un conocimiento. Formalizando dicho comportamiento en una matriz de cambio, invocada en ATTAC-L al describir la narrativa.

Para construir la matriz de cambio IMP utiliza un proceso iterativo donde, en cada ciclo:

- Definen objetivos de aprendizaje y su alcance, estableciendo los resultados deseados y su prioridad.
- Se determinan los comportamientos del jugador que favorecen los objetivos de aprendizaje, construyendo con ellos la matriz de cambio.
- Se buscan los métodos de intervención probados que promuevan los cambios de comportamientos deseados.
- Se utiliza la información obtenida anteriormente para desarrollar un plan de intervención y validar la información obtenida.

En esta misma línea Marchiori et al. (2011), propone un lenguaje visual de dominio específico (DSVL). La idea consiste en aprovechar las técnicas visuales para representar el flujo narrativo, incorporando mecanismos que permitan la definición de interacciones complejas. La propuesta de Marchiori et al. (2011) se complementa con una amplia paleta de situaciones educativas, incluidas en el lenguaje propuesto.

Los autores citados buscan con sus aportes, que los educadores sean los hacedores de los SG a usar en el aula. Por ello sus propuestas se enfocan en mecanismos que no involucren conocimientos técnicos importantes. Los lenguajes DSL se pueden pensar como herramientas de desarrollo basadas en prototipos, como el diseño evolutivo (Ampatzidou & Gugerell, 2018). Donde los interesados en el diseño puedan visualizar el resultado de sus propuestas, evitando confusiones y malos entendidos.

La metodología Emergo (Nadolski et al., 2007) es otro exponente de esta línea. Dicha metodología modela situaciones reales que incluyen secuencias de aprendizaje. Las cuales implican toma de decisiones, resolución de problemas, inteligencia, razonamiento y otras habilidades cognitivas. Representadas mediante componentes reutilizables.

Otros modelos, como los descritos por Arnab et al. (2015), Carvalho et al. (2015), Gunter et al. (2008) y Mariais et al. (2011), proponen desde diferentes puntos de vista la construcción de tablas de criterios y componentes reutilizables (plantillas de mecánicas y patrones). En esa línea Mestadi et al. (2018) propone una arquitectura de diseño, dentro de la iniciativa RAGE (Becker et al., 2015) (*Realising an Applied Gaming Eco-System*). Esta arquitectura se basa en la construcción de componentes, donde la especificación del dominio y los contenidos de aprendizaje, se diseñen en

forma genérica. Con el objeto de reutilizarlos y al mismo tiempo permitir que los expertos en dominio y educación trabajen en forma independiente del resto.

Todos estos enfoques son aportes que contribuyen a lograr mejores SG. Sin embargo, los productos así generados no garantizan la inmersión y jugabilidad. Pues se focalizan en el docente como constructor y este tiene conocimientos técnicos y de diseño limitados.

Este tipo de productos quedan relegados a su uso en el aula, supervisados por el docente que los ha construido. Los estudiantes no los van a jugar en otro contexto. De tal suerte que la baja motivación de la audiencia, ha de conspirar contra la eficacia de la herramienta.

Un SG realmente eficaz debe ser atractivo, inmersivo y educativo, donde los objetivos de aprendizaje están inmersos en la mecánica del juego. Partiendo de esta premisa, Marchiori et al. (2011) identifica dos facetas a tener en cuenta: la diversión y la educación, que deben estar presentes desde el comienzo del diseño. Es decir a partir de la especificación, donde se deben establecer los requerimientos del juego y educativos. Incluyendo la descripción de su interacción y proveer el balance juego/aprendizaje.

En ese orden Carvalho et al. (2015) y Arnab et al. (2015), destacan la necesidad de contar con nuevos marcos teóricos que además de tratar la motivación o el aprendizaje, incluyan la integración de ambas facetas. Sin embargo, no se aportan líneas claras para lograr una integración efectiva entre diversión y aprendizaje (Broeckhoven et al., 2015). Ni métodos formales para identificar la eficacia de la integración durante la fase de diseño (Gunter et al., 2008).

2.13.2 Estrategias de aprendizaje y *serious game*

La relación entre las estrategias de aprendizaje y el SG pueden tomar la forma:

- Que el VJ sea un accesorio más dentro de la estrategia (en el caso de utilizar VJ de tipo comercial),
- Implementar una parte de la estrategia a través de un software educativo,
- Brindar Herramientas tales como Emergo, para que el docente instrumente parte de su estrategia.
- Construir un SG parametrizado dedicado a una temática específica, donde el docente pueda parametrizar los diferentes aspectos de la estrategia.

Hasta ahora el escenario de desarrollo de los SG, se ajusta en gran medida al tercer apartado donde el docente tiene el rol principal. Esto es adecuado para los modelos de desarrollo descritos por Gunter et al. (2008) y Marchiori et al. (2011) o herramientas como Emergo (Nadolski et al., 2007), pues el docente puede construir la secuencia de aprendizaje, mientras construye el juego. Este enfoque conspira contra la inmersión y la jugabilidad, transformando la construcción de SG en una tarea artesanal.

Lograr el uso masivo de SG en el aula, requiere que la industria cuente con herramientas capaces de construir productos donde exista un balance eficaz entre diversión y el aprendizaje. Para ello es necesario dentro de ciertos límites, parametrizar la actividad del docente. En este contexto Arnab et al. (2015). Propone la definición de mecánicas de aprendizaje (LM). Este autor parte de la existencia de las mecánicas de juego (GM) e incorpora el concepto de LM, que define como el conjunto de tareas, actividades, objetivos o relaciones que el estudiante/jugador debe cumplimentar para adquirir un conocimiento o habilidad.

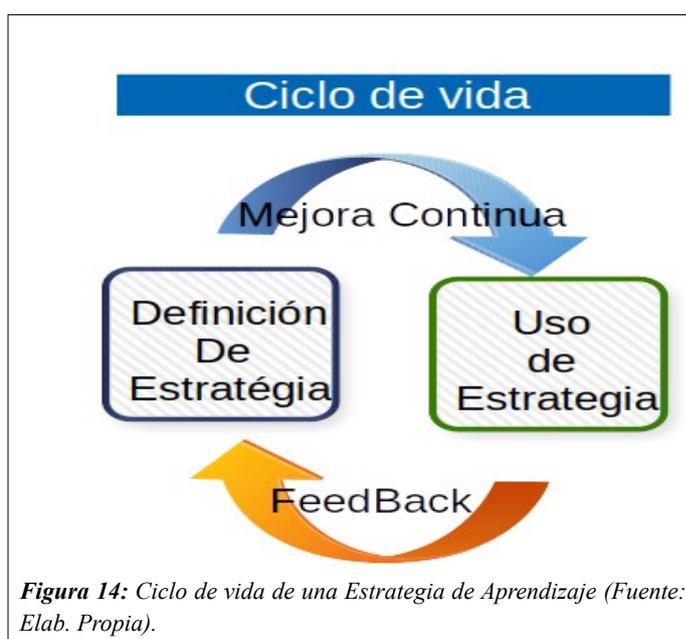
2.13.3 Mecánicas de aprendizaje

Las LM deben tener en cuenta los siguientes atributos:

- La estrategia de aprendizaje: se pretende describir los contenidos y la forma en que el estudiante se capacitará mientras juega. Su definición requiere el trabajo compartido de expertos docentes, expertos del dominio (Arnab et al., 2015) y del juego, abarcando todas las teorías educativas (Gunter et al., 2008).
- La retroalimentación: necesaria para que el estudiante comprenda el concepto envuelto en el contenido y las razones del éxito o el fracaso de las decisiones que adopta Gunter, et al. (2008) y Slimani, et al. (2016).
- La repetición: la posibilidad de repetir en forma ilimitada las sesiones de juego, como soporte del aprendizaje (Mestadi et al., 2018) y (Slimani, et al., 2016).
- Y la evaluación: mecanismos que permitan evaluar el progreso de los estudiantes mediante el uso de analíticas del aprendizaje, considerando los principios educativos (Mariais et al., 2011).

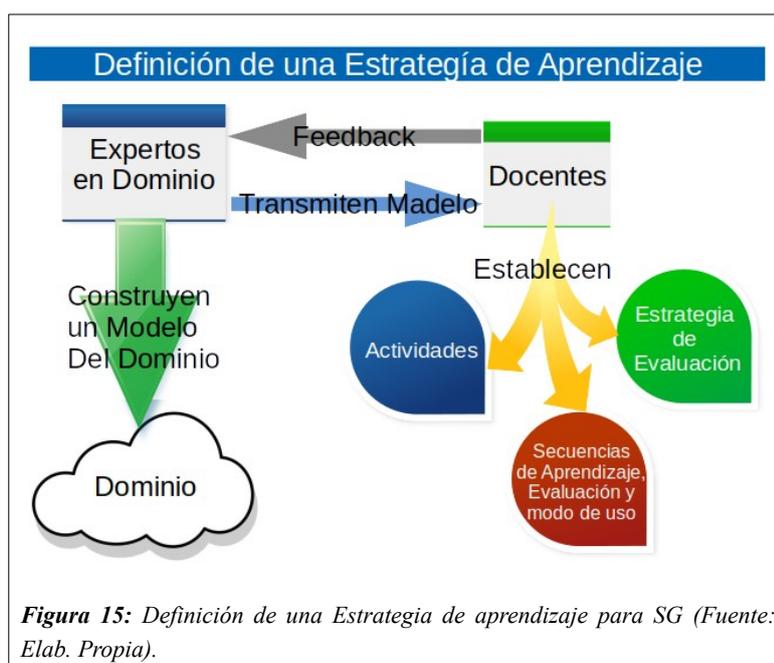
2.13.4 Estrategias de aprendizaje en un *serious game*

Las estrategias de aprendizaje no son exclusivas de los SG, en el ámbito académico continuamente se lleva adelante el diseño de actividades para estimular el aprendizaje. El ciclo de vida en una estrategia de aprendizaje, consiste en un ciclo iterativo (Figura 14). Donde a partir de una definición básica, los docentes mejoran continuamente la propuesta. En función de las evaluaciones de campo, en este ciclo de mejora continua hay dos fases de particular importancia: la definición y el uso de la estrategia.



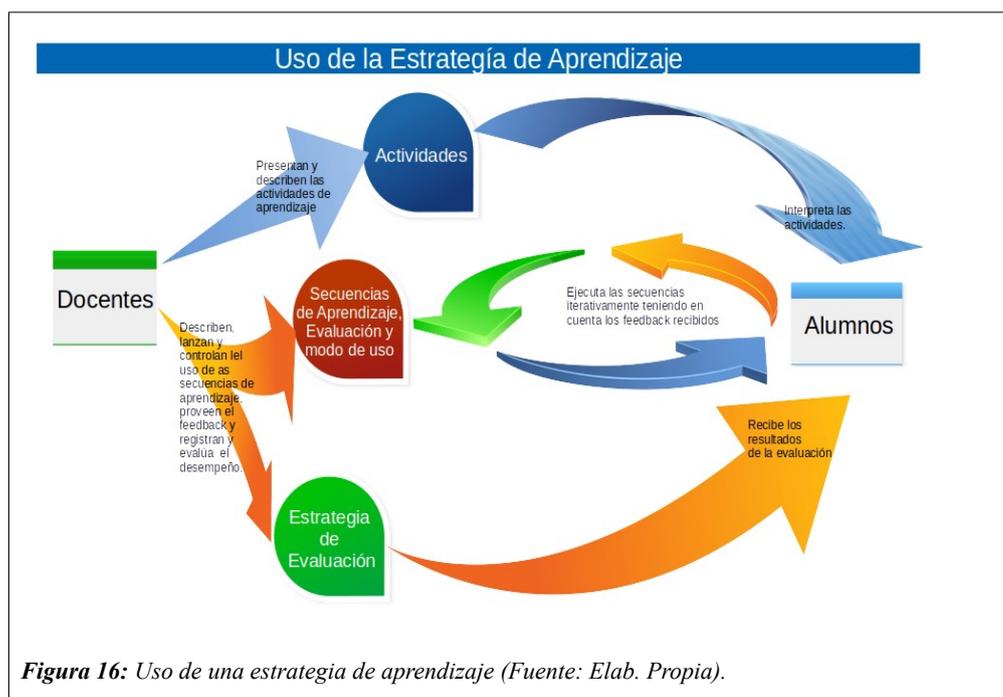
2.13.4.1 Definición de estrategias de aprendizaje para *serious game*

Al definir una estrategia de aprendizaje, primero se debe establecer que contenidos pretendemos que el estudiante aprenda (Figura 15). Luego es necesario conocer el modelo de dominio que describe el contenido, para lo cual los docentes deben valerse de la opinión de los expertos en ese dominio. Los que son capaces de construir e interpretar dicho dominio, son la fuente de conocimiento del docente, aquellos que han de transmitirles ese saber. Esta relación Experto/Docente es un ida y vuelta, de la cual deben surgir las habilidades y competencias que el estudiante debe demostrar haber adquirido.



Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Estas habilidades y competencias se reflejan en el conjunto de actividades incluidas en la secuencia de aprendizaje. Estas actividades: puzzles, cuestionarios, debates, buscan que el alumno adquiera el conocimiento a través de su interacción con la actividad propuesta. El conjunto de actividades, contenidos y criterios de evaluación, apoyados en la teoría del aprendizaje, constituyen una estrategia y su formalización corre a cargo del docente. El criterio de evaluación es aquel que según el docente determina el grado de comprensión alcanzado por el estudiante, el cual se refleja en las métricas y parámetros que han de registrarse.



Cuando una estrategia de aprendizaje se pone en marcha, los docentes presentan a sus estudiantes las actividades a desarrollar, la secuencia de aprendizaje, el criterio de evaluación y su modo de uso (Figura 16). En este instante los estudiantes son un sujeto pasivo, que se limita a interpretar las actividades que ha de desarrollar. Cuando el docente lanza la ejecución de la estrategia, los estudiantes se transforman en sujetos activos que interactúan entre sí llevando adelante las actividades. Mientras tanto el docente controla que se cumpla la secuencia de aprendizaje, brinda las retroalimentaciones necesarias y registra los parámetros de evaluación.

Terminada la secuencia el docente evalúa la actuación de sus estudiantes basándose en los criterios de evaluación y los parámetros registrados, brindando el resultado a los mismos. Las estrategias de aprendizaje así descriptas y usadas, son útiles en toda actividad tradicional en el aula. Y por ende también lo serán para la definición de las mecánicas de aprendizaje para SG, desarrollados según las metodologías descriptas en Gunter et al. (2008) y Marchiori et al. (2011).

Sin embargo, en el ámbito de los SG esto no es suficiente, para lograr jugabilidad e inmersión. Es preciso que la retroalimentación surja de las decisiones tomadas por el jugador y este pueda repetir la acción tantas veces como quiera (aunque implique repetir todo el juego). Si nuestra estrategia cumple con estos requisitos y contempla el registro de eventos que permita utilizar

analíticas de aprendizaje, se puede decir que la misma es a su vez una mecánica de aprendizaje (LM), como apuntan Arnab et al. (2015), Gunter et al. (2008), Mariais et al. (2011), Mestadi et al. (2018) y Slimani et al. (2016).

Las GM y las LM interactúan entre sí de modo que Mestadi et al. (2018) y Strzalkowski & Symborski (2016) presentan su modelo LM-GM donde introducen el concepto de mapeo, aunque reconocen que no existe un marco o modelo para descubrir y entender cómo relacionar a ambas. El tríptico LM, GM y mapeo, constituyen la mecánica de SG o SGM. Esta mecánica refleja las relaciones complejas entre pedagogía, aprendizaje, entretenimiento y diversión. Esta visión es compartida por Carvalho et al. (2015), Marchiori et al. (2011) y Mestadi et al. (2018), que incluyen el modelo de especificación LM-GM dentro de sus modelos de diseño. En el punto 3.1 diversos autores proponen variaciones de lenguajes DSL para llevar adelante el mapeo, sin embargo, dichos trabajos no describen un mecanismo para especificar una SGM. Un punto de partida razonable para tal fin, es observar como se especifica la GM en el ámbito de los VJ, para luego ver en que forma se puede hacer lo propio con las LM y el mapeo.

2.13.5 Elicitación de mecánicas para un *serious game*

Antes de analizar los mecanismos existentes en un VJ, conviene caracterizar el mecanismo de elicitación que se está buscando. Mestadi et al. (2018) y Strzalkowski & Symborski (2016) junta a Ampatzoglou & Stamelos (2010) y Catalano et al. (2014), indican que existen pocos trabajos referidos a la ingeniería de requerimientos en VJ en general y de SG en particular. Tampoco se advierten evidencias de metodologías, directrices y mejores prácticas, pensadas para el desarrollo de productos eficaces. Donde se consideren en conjunto las secuencias de aprendizaje, los procesos formativos y la evaluación de su impacto.

En ese sentido algunas líneas de acción son las propuestas por:

- Seager et al. (2011) que proponen la identificación de tareas que impliquen adquirir un conocimiento o habilidad, mediante entrevistas, diagramas de tareas, auditoría del conocimiento y entrevistas de simulación. Con el objeto de obtener una descripción detallada de los componentes, los desafíos, el conocimiento subyacente, los procesos de pensamiento y la estructura de objetivos.
- De Troyer & Janssens (2014) que proponen un esquema de reuniones plenarias de *stakeholders* (incluidos los jugadores/estudiantes), donde se debaten un conjunto de escenarios planteados mediante una herramienta participativa. La cual aporta una lista de puntos a considerar, al tiempo que ayuda a encontrar respuestas y trazabilidad de las decisiones adoptadas
- Mestadi et al. (2018) aportan respecto al balance juego/aprendizaje, el uso de dos enfoques:
 - El endógeno (contenido y gameplay juntos): Donde se utiliza un motor de juego para simular el dominio y sobre él se construye el juego.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- El exógeno (primero un modelo de contenido y luego el gameplay): Donde primero se construye un modelo cognitivo y sobre este, un sistema experto para utilizarlo como base en la construcción de las mecánicas de juego.

Las propuestas existentes son una expresión de las falencias que existen, las mismas destacan la necesidad de un balance entre diversión y aprendizaje. Pero no describen como lograrlo, no obstante arriban a importantes conclusiones y consensos:

- Los procesos de desarrollo de SG, han de ser iterativos, evolutivos, colaborativos, centrados en el jugador y multidisciplinarios.
- Es necesario lograr un diseño que permita introducir los contenidos pedagógicos y de evaluación sin afectar a la inmersión.
- Aprovechar los avances de la industria de VJ, en la identificación de las mecánicas de juego (GM)
- Identificar las mecánicas por las cuales se aprende (LM) a través de las teorías de aprendizaje.
- Establecer una técnica de mapeo que nos permita describir la interacción entre la GM y la LM, lo que constituirá la mecánica del SG (SGM), fundamento del balance entre diversión y aprendizaje.

Los puntos enumerados indican que partiendo de la mecánica de juego (GM) y las mecánicas de aprendizaje (LM), es posible establecer su interacción. También nos indican que conocidas estas relaciones, se podría especificar la mecánica del *serious game* (SGM), apoyándose en Jenkins (2009) y Prensky (2001).

La búsqueda bibliográfica no ha arrojado trabajos que permitan identificar con seguridad las relaciones entre los diferentes componentes:

- Existe unos conjuntos de mecánicas de juego de probada eficacia para obtener el “Estado *Flow*”. Pero no hay evidencia de trabajos que describen un proceso sistemático capaz de identificar las relaciones de una mecánica dada, con los trabajos de Jenkins (2009) y Prensky (2001).
- Existen múltiples teorías de aprendizaje que describen el proceso de adquisición de conocimiento a través de las acciones que se deben ejercer sobre el aprendiz y las reacciones de este. Pero no hay evidencia de trabajos que nos describan la forma de establecer cuáles son las acciones a acometer por el aprendiz para adquirir un conocimiento dado, siendo esto de suma importancia, pues este accionar del jugador es el que debe llevarlo a aprender.

Los mecanismos de elicitación de requerimientos en SG, deben ser capaces de solventar estas limitaciones. Aprovechando el avance continuo en la comprensión de fenómenos tales como la inmersión, la jugabilidad y el aprendizaje. Mientras tanto debe valerse de la experiencia de los expertos en diferentes campos para lograr la definición de SG eficaces. La presente tesis propone un

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

aporte para lograr en el futuro, un conjunto de buenas prácticas para la elicitación de requerimientos en el desarrollo de SG.

3 Construcción de un *Serious Game*

3.1 Proceso de desarrollo de un serious game

Según Schell (2008) un diseñador de VJ “completo” entiende de animación, de antropología, de arquitectura, de lluvia de ideas, de negocios, de cinematografía, de comunicación, de escritura creativa, de economía, de ingeniería, de historia, de administración, de matemáticas, de música, de psicología, de hablar en público, de sonido, de diseño, de redacción técnica y de artes visuales. Es improbable encontrar una persona, con todas o una parte significativa de estas habilidades y competencias. Por ello el diseño de un VJ necesariamente ha de ser un trabajo multidisciplinario. En este sentido Rogers (2010) realiza un resumen de los roles, habilidades y capacidades que deben estar presentes en la construcción de un VJ. Cada rol es llevado adelante por equipos de profesionales supervisados por expertos. Siendo la dedicación de estos equipos a tiempo completo o parcial, según la envergadura del proyecto. Estos roles realizan sus tareas en uno de los dos sectores de la industria:

- **Equipos de Desarrollo:** es el conjunto de personas dedicadas a construir VJ dentro de una empresa o estudio. Siendo sus roles:
 - Programadores: Construyen el juego mediante un lenguaje de programación
 - Artistas: Diseñan el aspecto de personajes y objetos.
 - Diseñador: Establece las reglas del juego, su mecánica (su narrativa) y su historia básica.
 - Productor: Supervisa el equipo de desarrollo, en el aspecto contractual, de dirección y administración, es la cabeza visible del equipo de desarrollo.
 - Encargado de pruebas: Asegura la calidad del juego.
 - Compositor: Se encarga de la tarea no trivial de crear la música del juego.
 - Diseñador de sonido: Se ocupa de crear los efectos de sonido del juego
 - Escritor: Completa la historia propuesta por el diseñador, ensamblando a esta con las reglas y mecánicas.
- **Editorial:** son empresas que compran juegos o encargan el desarrollo de juegos a los estudios, para su posterior comercialización. Dentro de la editorial los roles de: Gerente de Producto, Gerente Creativo, Director de Arte y Director Técnico, son los que mayor relación tienen con los equipos de desarrollo de los estudios.
 - Gerente de Producto: Gestiona los equipos de desarrollo en conjunto con el productor.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Gerente Creativo: Expone al equipo de desarrollo las fortalezas y debilidades del diseño. En especial sobre la jugabilidad, inmersión y potencial de diversión, procurando que se cumplan los deseos de la editora.
- Director de arte: Expone al equipo de desarrollo las fortalezas y debilidades del arte incluido en el diseño, procurando que se cumplan los deseos de la editora.
- Director Técnico: Evalúa las herramientas y técnicas utilizadas, propone nuevas, brinda asesoramiento y evalúa la capacidad del equipo de desarrollo contratado.
- Otros: Existen otros roles que tienen su importancia, aunque no están ligadas al diseño y desarrollo de los VJ. Tales como: comercializadores, departamentos legales y reclutamiento de talento.

En ambos casos estos roles los puede desempeñar personal propio o contratado. Estos roles indican que la construcción un VJ requiere de la interacción de ambos, desde la generación de la idea, hasta su entrega al mercado. Debe tenerse en cuenta que la idea de un juego, puede surgir de cualquier ámbito. Puede proponerla un estudio, un particular o surgir de la editorial. En cualquier caso, esta compra la idea y decide a qué estudio le encargará su desarrollo. No necesariamente al que eventualmente aportó la idea. En este contexto, si queremos que la industria desarrolle SG para el aula. Se debe interesar a las editoras con ideas susceptibles de ser comercializadas. A través de propuestas comercialmente atractivas, que al mismo tiempo sean eficaces para el aprendizaje. Una propuesta será atractiva comercialmente: si existe una demanda insatisfecha, si el volumen de la demanda justifica el esfuerzo y si esta demanda está en condiciones de comprar el producto que se ofrece. La demanda primaria está en manos de los docentes, que desean usar los SG en sus clases. La demanda secundaria en los estudiantes, que tengan interés en adquirirlos para jugar. Analizando la demanda vemos cuáles han de ser los requisitos, que ha de cumplir la oferta para resultar atractiva. En ambos casos el producto debe ser asequible en precio, pero las expectativas de los docentes no son las mismas que en el caso de los estudiantes:

- Un docente aspira a una herramienta eficaz en el aprendizaje, fácil de usar y configurar, que le sirva para articular una secuencia de aprendizaje y también evaluarla. Elegirá el producto evaluando su eficacia a través de las estrategias de aprendizaje que utiliza y sus metodologías de evaluación.
- Un estudiante aspira a un juego inmersivo y divertido, si en el proceso aprende es un plus que no tiene en cuenta. Elegirá el producto si es divertido, recordará sus vivencias y capitalizará lo que aprendió.

Queda claro que la industria no va a invertir si no se logra una armonía de intereses. Por ello la propuesta a presentar, debe construirse con cuidado y observando este aspecto. La propuesta debe explicar como el producto cumplirá su objetivo de aprendizaje, para atraer a los docentes. Conjuntamente con el medio por el cual atraerá a los estudiantes dentro y fuera del aula. Para ello debe demostrar que las secuencias de aprendizaje están envueltas en un paquete inmersivo, jugable y divertido. Para lograrlo se debe partir de un diseño básico del juego y basándose en este llevar adelante las reuniones necesarias para obtener el acuerdo con la editora. Esta definición se plasma

en lo que Rogers (2010), denomina Documento de Diseño del Juego de 1 hoja (o GDD de 1 hoja), el contenido del mismo puede variar; sin embargo, no pueden faltar los aspectos detallados a continuación:

- **Título del Juego:** Debe identificar el producto ante los potenciales compradores, ser atractivo y describir el juego junto al tipo de diversión que promete.
- **Sistemas de Juego Previstos:** Un sistema de juego es un conjunto de reglas relacionadas entre sí, las cuales nos llevan a un resultado. Y se expresan a través de sus mecánicas de juego. En un VJ pueden coexistir varios, en este apartado hay que enumerar los principales y ejemplificar destacando el componente lúdico.
- **Edad de los jugadores (rango etario):** Establece, por un lado, el mercado objetivo. También informa que tecnología y temática se deberá usar acorde al grado de madurez de los jugadores, de modo tal que puedan operar y ser atraídos por el juego.
- **Calificación Legal:** Existen regulaciones legales que afectan al contenido de los VJ (violencia, sexo, etc.). Estas varían de país en país y según el grupo etario al que va dirigido el juego. Este documento debe dejar claro este punto, teniendo en cuenta la edad de los jugadores y los países donde se tiene previsto (inicialmente) comercializar el producto.
- **Resumen de la Historia:** Como se dijo, todo juego cuenta con narrativa y su narrativa principal se describe con los sistemas de juego. En este apartado se resume la historia que ambienta el juego (si existe), esta descripción se hace desde el punto de vista del jugador (centrada en el juego) e incluye apuntes sobre la estética (personajes, ambientes, efectos).
- **Distintos modos de juego:** Si el juego será para un jugador o para varios en forma simultánea.
- **Aspectos que atraen ventas (USP):** En este punto se informa que aspectos del juego pueden impulsar las ventas del propio juego. Pero en realidad apunta a aquellos aspectos que pueden generar recursos a través negocios colaterales (publicidad, venta de productos relacionados, venta de recursos o ventajas para usar en el juego y otros).
- **Productos que compiten con el propuesto:** No puede faltar en un informe para vender una idea, la lista de aquellos productos que son competencia. Y al hacerlo hay que identificar las ventajas que el producto nuevo tiene frente a dicha competencia (las razones por las cuales se ganará una porción del mercado).

En el caso de los SG, será preciso adecuar esta descripción, para dejar en claro las razones por las cuales, los docentes se sentirán atraídos por el producto. Al punto de incluirlo como herramienta dentro de su labor enseñanza y las razones por las cuales sus alumnos se sentirán atraídos por el juego.

3.2 Documento de diseño de una hoja en *serious game*

Partiendo del GDD de una hoja tradicional, se puede observar la necesidad de agregar algún ítem, adecuar el significado de otros y completar los demás según la óptica de un SG:

Título del juego: Debe cumplir con los requisitos enumerados previamente, pero sin hacer referencia a los contenidos u objetivos educativos, porque eso le resta atractivo ante el estudiante. No obstante se debe prever algún modo de hacerle llegar al docente esa información ya sea en forma tácita (dentro de los argumentos del juego) o expresa utilizando canales alternativos de difusión.

Contenidos Educativos Previstos: Este punto específico de los SG, consiste en una enumeración de los contenidos y objetivos a alcanzar, no se debe abundar en aspectos técnicos, ni pedagógicos. El objeto de este apartado es servir de guía para el desarrollo y poner en evidencia la demanda existente (en función de la temática abordada)

Sistemas de Juego Previstos: Complementando la descripción tradicional de los sistemas de juego, es necesario que en la descripción de las mecánicas de juego/aprendizaje (SGM) se enfatice el componente lúdico. Realizando una breve mención al componente de aprendizaje, la evaluación y el mapeo entre mecánicas de juego y aprendizaje. Debe tenerse en cuenta el auditorio al cual va dirigido el informe (habitado a detectar oportunidades comerciales pero ajeno a los temas pedagógicos).

Grupo etario objetivo: En el caso de un SG se deben adicionar los conocimientos previos y el mínimo de madurez necesario para interpretar los contenidos. Teniendo en cuenta que es un dato importante para los docentes que lo van a utilizar en el aula.

Resumen de la Historia: Este ítem habitualmente se dedica a describir la historia del juego en él se procura que la audiencia se haga la idea del ambiente que se va a recrear y se procura enfatizar su potencial lúdico, en el ámbito de los SG también hay que describir como se relacionan los contenidos con la narrativa y la historia.

Otros aspectos del Documento de Diseño: La calificación Legal, los modos de juego, los USP y la competencia, no difieren en contenido con los de un VJ tradicional, pues el objetivo es que el producto no se quede en el aula, sino que trascienda sus fronteras, para ello debe ser atractivo para el mercado.

3.3 Diseño de un *serious game*

Al GDD de una hoja, le sigue el GDD de 10 hojas (no significa que conste de 10 exactamente). Este documento surge una vez que la idea ha sido aceptada y es una extensión de lo vertido en el GDD de una hoja, en aquellos puntos que se relacionan con el diseño. Estos documentos son excesivamente generales entonces, los responsables de programar el juego, no cuentan con la información necesaria. Para resolver esto Rogers (2010) describe diferentes herramientas que buscan la intercomunicación entre el grupo multidisciplinario mediante Wikis y

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

mecanismos gráficos. De esta manera se intenta incluir en un único medio, las mecánicas, la dinámica, la estética, los efectos sonoros y los visuales.

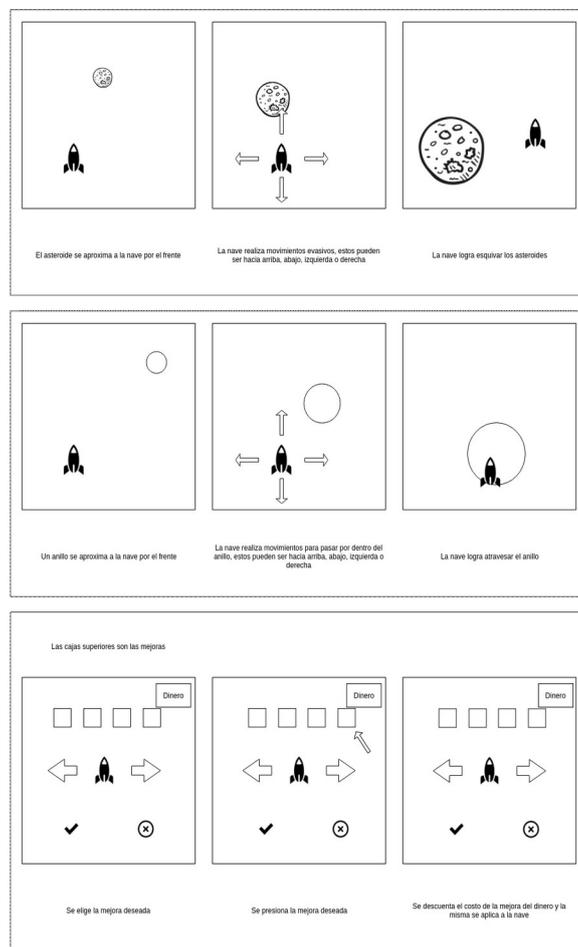


Figura 17: Fragmento de storyboard del juego *Space Explorer* (Fuente: *Elab. Propia*).

Para ello se apropia de dos conceptos surgidos de la animación y el cine: los *beatchart* (gráfico de ritmo) y los *storyboard*. Y los usa como medio para transmitir a la audiencia heterogénea, la información necesaria para el desarrollo. La figura 17, representa un fragmento de storyboard, obtenido del Proyecto “Space Explorer”, llevado adelante durante la cursada 2019 de la cátedra Ingeniería de VJ. Mientras que la figura 18 describe un fragmento de *beatchart* del juego: “Grave Danger” (Boneyard). El gráfico de ritmo es una herramienta útil para visualizar la progresión del juego y desarrollar el contenido del GDD.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Nivel: Mundo 1-1	Nivel: Mundo 1-2
<p>Nombre: Grave Danger (Boneyard)</p> <p>TOD: Noche</p> <p>Historia: Máximo entra al cementerio, luchando a su manera a través de criaturas no muertas que lo enfrentan en su camino.</p> <p>Progresión: el jugador aprende los movimientos básicos para el combate la defensa y el uso del mapa.</p> <p>Est. tiempo de juego: 15 minutos</p> <p>Mapa de color: verde (árboles), marrón (árboles / roca), púrpuras (lápidas)</p> <p>Enemigos: Esqueleto (básico), espada esqueleto (rojo), esqueleto (hacha), fantasma, zombie (básico), de madera ataúd, imitación del cofre</p> <p>Mecánica: Tierra santa, Piedra sepulcral rompible, frágil antorcha, tapa de cripta rompible, rocas rompibles, estatua clave de Achille, cerradura de llave, abrir la puerta (cueva), rueda de premios, cofre del tesoro, cofre cerrado, cofre oculto, extremo zócalo</p> <p>Peligros: terreno profano, Achille estatua, tierra caída, cráneo torre, puente de separación, pozo profundo de agua, pozo de lava</p> <p>Mejoras: Koin, koin bag, diamante, muerte koin, espíritu, vida arriba, flametongue, recarga de escudo, recarga de espada, mitad de vida, llena salud, llave de hierro, llave de oro, armadura</p> <p>Habilidades: Segundo golpe, poderoso golpe, perno mágico, doomstrike, pie queso</p> <p>Economía: 200 koins, 2 death koins</p> <p>Materiales adicionales: N / A</p> <p>Pista de música: Graveyard 1</p>	<p>Nombre: Dead Heat (Boneyard)</p> <p>TOD: Noche</p> <p>Historia: el taladro de Achille se ha roto abre la tierra, causando pozos de lava para abrir todo el cementerio</p> <p>Progresión: Los jugadores maestros saltos peligrosos y más intensos combates</p> <p>Est. tiempo de juego: 15 minutos</p> <p>Mapa de color: rojo (lava), marrón (árboles / roca), púrpuras (lápidas)</p> <p>Enemigos: Esqueleto (básico), esqueleto (hacha), esqueleto de espada (rojo), esqueleto de la espada (azul), esqueleto (guardián), zombie (básico), cuervo, fantasma</p> <p>Mecánica: Tierra santa, Piedra sepulcral rompible, frágil antorcha, tapa de cripta rompible, clave estatua, cerradura de llave, puerta de apertura de puerta (cueva), ataúd enemigo, flotando plataforma, rueda de premios, tesoro cofre, cofre cerrado, cofre escondido, zócalo final</p> <p>Peligros: terreno profano, puerta de balanceo, torre del cráneo, llama jet, pozo de lava</p> <p>Mejoras: Koin, koin bag, diamante, muerte koin, espíritu, vida arriba, flametongue, recarga de escudo, recarga de espada, mitad de vida, llena salud, llave de oro, armadura</p> <p>Habilidades: Segundo golpe, poderoso golpe, rayo mágico, doomstrike, escudo de tiro</p> <p>Economía: 200 koins, 1 death koin</p> <p>Materiales adicionales: N / A</p> <p>Pista de música: Graveyard 2</p>

Figura 18: Fragmento de beatchart. (Fuente: Rogers, 2010, *Juego Grave Danger (Boneyard)* páginas 77-78).

El Beatchart está compuesto por niveles dispuestos en columnas, donde al comparar dos o más columnas, surgen patrones (introducción de enemigos, mecánica, objetos y habilidades). El Beatchart está compuesto por niveles dispuestos en columnas, donde al comparar dos o más columnas, surgen patrones (introducción de enemigos, mecánica, objetos y habilidades). Basándose en estos se identifican las deficiencias de diseño y se solucionan, al mover elementos y cubrir los huecos. Al hacerlo es útil seguir estos consejos (según Rogers, 2010):

- Evitar la introducción masiva de enemigos en un nivel.
- No abusar del mismo tipo de enemigos.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Tratar que el cambio de ambiente se perciba (Alterne días/noche y cambie los esquemas de color).
- Incluir más de una pista de música.
- Asegúrese que el jugador tenga un modo de comprar los artículos o reunir los elementos necesarios para vencer a los enemigos o ganar el juego (pero esto no debe estar garantizado).
- Asegurar que el jugador tenga ocasión de familiarizarse de todos los elementos con que cuenta, a lo largo de la primera parte del juego.
- Prever una duración del juego acorde el género y el contexto, de forma que el jugador sienta que puede ganar y por ende tenga deseos de volver a jugar. Para ello se debe estimar el tiempo promedio de juego basándose en su diseño.

El conjunto de documentos descritos se pueden considerar el sustituto del “documento de especificación del sistema”, que se conoce como SRS. La GDD de una y diez hojas cumplen con la enumeración de los requerimientos no funcionales. Es decir aquellos que describen al producto, el ambiente donde será ejecutado, la confiabilidad, la robustez exigida, las plataformas donde correrá, los aspectos legales y toda otra definición que lo afecte a él y sus requerimientos funcionales. Por otra parte, el *beatchart* y el *storyboard*, sustituyen la enumeración descriptiva de los requerimientos funcionales y su interrelación. Vale comentar que al momento de acometer estos requerimientos en la especificación tradicional, hacemos uso de herramientas gráficas como los casos de uso. En último término se puede pensar a la SRS como un *beatchart* (aunque estático).

Una manera de visualizar los conceptos vertidos, es a través de un ejemplo. Pongamos por caso el juego “Entangled!”, planteado como trabajo final para la cátedra Ingeniería de VJ en su cursada 2020. Para ponernos en situación vamos a transcribir un resumen del GDD del juego en cuestión:

Título del Juego: El título hace referencia a la característica cuántica por la cual dos partículas (Qubits) se relacionan entre sí, de forma que una acción en el Qubit A se replica en sentido inverso en el Qubit B.

Sistemas de Juego Previstos: El jugador o los jugadores controlan los movimientos de los personajes “Alice” y “Bob” (izquierda, derecha, arriba y abajo). El objetivo es salir del laberinto y pasar de nivel. Para ello deben esquivar en un tiempo establecido previamente a los “Observers”. Debe tenerse en cuenta que un movimiento de “Alice” recibe como respuesta un movimiento opuesto de Bob y viceversa. La pantalla está dividida en dos laberintos uno para “Alice” y otro para “Bob”. De este modo el jugador conoce lo que sucede en el juego, en el nivel final los laberintos se unen.

Edad de los jugadores (rango etario): La temática induce un público objetivo de docentes y estudiantes de temas afines a la disciplina o interesados en los fundamentos de la computación cuántica. Aunque dicha temática nos conduce a jugadores de más de 20 años, su jugabilidad e inmersión puede atraer a jugadores más jóvenes.

Calificación Legal: El juego no es violento y resulta apto para todas las edades.

Resumen de la Historia: Dos Qubits (Alice y Bob) son enlazados en un estado cuántico en un experimento, quedando vinculados permanentemente. El experimento exige que Alice y Bob sean transportados a destinos alejados entre sí. Debido al vínculo que los une ambos se embarcan en un épico viaje para reunirse. Al enterarse los encargados del experimento dispersan un ejército de Observers, con la instrucción de romper su estado cuántico. Esto ocurre cuando existe una línea de visión directa entre el Qubit y el Observer. En el VJ, el jugador es o los jugadores deben guiar a Alice y a Bob a través de laberintos y niveles, esquivando a los Observers. Cada nivel superado los lleva más cerca geográficamente. El juego se desarrolla a pantalla partida, con cada personaje en su nivel. En el nivel final, ambas pantallas se unen y los personajes enfrentan juntos el último desafío.

Distintos modos de juego: Uno o Dos Jugadores

Aspectos que atraen ventas (Unique Selling Points o USP): El juego incorpora conceptos de computación cuántica de forma simple e intuitiva. A su vez en el plano de VJ, presenta elementos novedosos de jugabilidad, generando una mezcla de cooperación y competencia que resulta novedosa y estimulante. La historia enmarca el juego en una metáfora romántica dramática, con reminiscencias de Romeo y Julieta, y aporta claridad a la metáfora relativa al objetivo serio del juego.

Productos que compiten con el propuesto: El estilo de juego es de laberinto, con elementos de puzzle y acción. Ejemplos similares son el Bomberman y el Sokoban. En cuanto a SG sobre computación cuántica, se encuentran “Hello Quantum” de IBM y “Quantum Penny”, del GTI.

Los contenidos educativos previstos consisten en presentar un experimento de entrelazamiento cuántico, a través de un sistema de juego. Con el objetivo de lograr que el estudiante adquiriera intuitivamente los conceptos, sin adentrarse en la física y matemática involucrada.

En las aplicaciones tradicionales los requerimientos, gozan de cierta estabilidad a lo largo del proceso de desarrollo. En los VJ en general y los SG en particular, la estabilidad se mantiene solo en los requerimientos no funcionales. Por ello las metodologías ágiles, son las más indicadas para su desarrollo. Si bien los requerimientos no funcionales son imprescindibles, pues nos dan el marco. Son los funcionales, aquellos que han de afectar el diseño del SG. Pues deben describir en forma consistente las diferentes mecánicas, la narrativa (vista como la sucesión de eventos y cambios de estado), incorporar la historia, el contenido educativo y su evaluación.

La figura 19 describe un fragmento del *beatchart* del juego “Entangled!”, en él se puede observar la forma en que se describe la mecánica del juego. Se observa la existencia de una mecánica consistente en hacer que el personaje se mueva dentro de los límites del laberinto. Con movimientos en un mundo bidimensional, siendo los movimientos de Alice replicados con sentido opuesto por Bob. Los Observers son personajes pasivos, cuya única función es abortar el recorrido del personaje, pues se termina el juego o se retrocede con menos vida. Por encima de esta mecánica básica, se impone un límite de tiempo para salir del laberinto.

Nivel: 1 y subsiguientes	Nivel: Final
<p>Nombre: Entangled!</p> <p>TOD: No hay referencia a día o noche.</p> <p>Historia: Alice ó Bob se encuentran en un laberinto (que cambia con cada nivel) , lo deben completar esquivando a los Observers que se encuentran en posiciones fijas dentro del laberinto, si uno lo logra cambian de nivel, sino el juego acaba.</p> <p>Progresión: el jugador debe pasar al siguiente nivel hasta la unificación del laberinto</p> <p>Est. tiempo de juego: cada nivel tiene un limite de tiempo establecido previamente, para encontrar la salida,</p> <p>Mapa de color: Observers : rojo, Bob : Azul, Alice : Amarillo, Laberinto verde, Fondo : Blanco.</p> <p>Enemigos: Observers</p> <p>Mecánica: Alice/Bob pueden moverse a la derecha, a la izquierda, arriba o abajo, dentro de los limites del laberinto (Sin embargo los movimientos de Bob serán los opuestos a los de Alice y viceversa), sus movimientos deben buscar la salida del laberinto y esquivar a los Observers.</p> <p>Peligros: Si cruza el campo visual de un Observer muere y pierde.</p> <p>Mejoras: Incorporar más de una vida por nivel con el objeto de repetir la secuencia sin salir del juego y volver a empezar.</p> <p>Habilidades: No existen habilidades adicionales que aumente o disminuyan el poder de los personajes.</p> <p>Economía: No esta previsto un sistema de ventajas extra juego o de venta de accesorios.</p> <p>Materiales adicionales: No esta previsto la existencia de materiales adicionales a disposición de los personajes.</p> <p>Pista de música: Hasta el momento no existe propuesta musical.</p>	<p>Nombre: Entangled!</p> <p>TOD: No hay referencia a día o noche.</p> <p>Historia: Los personajes llegan al último nivel y se funden en uno.</p> <p>Progresión: Al ser el último nivel la progresión termina aquí.</p> <p>Estimación de Tiempo: tiempo fijo para unificar el laberinto y mostrar las acciones de fin del juego.</p> <p>Mapa de Color : Qubit unificado Azul Francia, Fondo Blanco.</p> <p>Enemigos: En este nivel no existen enemigos.</p> <p>Mecánica: La mecánica se reduce a unificar el laberinto e insertar las imágenes de fin de juego.</p> <p>Peligros: En este nivel no existen peligros.</p> <p>Mejoras: Incorporar más de una vida por nivel con el objeto de repetir la secuencia sin salir del juego y volver a empezar.</p> <p>Habilidades: No existen habilidades adicionales que aumente o disminuyan el poder de los personajes.</p> <p>Economía: No esta previsto un sistema de ventajas extra juego o de venta de accesorios.</p> <p>Materiales adicionales: No esta previsto la existencia de materiales adicionales a disposición de los personajes.</p> <p>Pista de música: Hasta el momento no existe propuesta musical.</p>

Figura 19 : Fragmento BeatChart del Juego “Entangled!” (Fuente: Elab. Propia).

3.3.1 Evaluación

“Entangled!”, es un SG, y como tal debe asociar los componentes educativos al juego, es decir especificar la SGM y para ello se debe definir las mecánicas de aprendizaje (LM) y el mapeo (LM-GM). Una LM está constituida (ver Capítulo 2) por una estrategia de aprendizaje, los medios utilizados para su ejecución y el mecanismo de evaluación del mismo. Los medios consisten en la implementación de las secuencias propuestas en la estrategia, complementadas con la retroalimentación y la repetición. En tanto que la evaluación consiste en los mecanismos a implementar para evaluar el progreso de los estudiantes. Partiendo de la definición de Arnab, et al. (2015) se puede incorporar en ella la retroalimentación, la repetición y la evaluación.

En el caso de “Entangled!”, la mecánica de aprendizaje, es la repetición de las mecánicas del juego, aprovechando su diseño simple y mimetizando los contenidos educativos con la historia:

- Los nombres de los personajes coinciden con la bibliografía científica, pues los bits cuánticos se denominan Qubits. Esto genera un hilo conductor entre la bibliografía y el SG.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- El título, la historia y la oposición de movimientos de los personajes, hacen referencia al fenómeno de entrelazamiento cuántico (Quantum Entanglement).
- La pérdida de vida del Qubit, representa el colapso del sistema cuántico al ser observado.
- El experimento se relaciona con el transporte de información en canales cuánticos (Teleportación cuántica).
- La existencia de un tiempo límite, hace referencia al tiempo de “decoherencia” del sistema cuántico (que se podría ver como el tiempo en que un sistema cuántico deja de serlo).

Lamentablemente, la mecánica de aprendizaje de “Entangled!”, no incluye herramientas de evaluación ni de retroalimentación, obligando al docente a incorporar actividades adicionales.

3.3.1.1 Evaluación y Analíticas de Aprendizaje

Medir los resultados del aprendizaje mediante SG es un aspecto crucial tanto para la evaluación del estudiante, como para determinar la eficacia de la herramienta. Bellotti et al. (2013) apunta a evaluar la eficacia del *serious game* y la performance del jugador teniendo en cuenta estos aspectos de un SG. No obstante las dificultades de medición constituyen una barrera para la inserción de los SG en el aula, tal como indican: Baalsrud Hauge et al. (2013), Alvarez & Michaud (2008), Ulicsak (2010), De Freitas & Liarokapis (2011) y para sus aportes en la capacitación o entrenamiento como apuntan Boinodiris (2012) y Freire et al. (2016).

Si se observa por separado el cumplimiento de las metas planteadas (ganar con el mayor puntaje), sin tomar en consideración lo que ocurre en una sesión de juego (repetición, prueba y error, reflexión). Se puede concluir como Baalsrud Hauge et al. (2013) que existe un conflicto entre el desempeño y el aprendizaje, pues un buen desempeño no implica aprendizaje efectivo. Para evaluar el aprendizaje es necesario medir lo que ocurre durante el juego, además del resultado final. La evaluación del aprendizaje en SG lejos de ser sencilla, pide métodos y modelos adicionales. Capaces de producir evaluaciones válidas y evidencias de aprendizaje, lo que requiere datos adicionales de los jugadores. Las denominadas “*Learning Analytics*” o Analíticas de aprendizaje (LA) son una alternativa posible, para realizar la evaluación en un SG.

Fournier et al. (2011) definen las LA como la “medida, colección, análisis y presentación de datos sobre el estudiante y su contexto, con el propósito de comprender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce”. En tanto que para Jhonson et al. (2013b), las LA constituyen la aproximación educativa a “big data”, una ciencia originalmente utilizada en la empresa para analizar las actividades del consumidor, identificar tendencias de consumo y predecir comportamientos. Este enfoque constituye una excelente oportunidad para mejorar la supervisión y evaluación del aprendizaje basado en juegos. Westera et al. (2014) destacan que los procesos relacionados de recolección y análisis de datos para la evaluación de SG, admiten dos alcances: el análisis individual (en línea) y el grupal (off line). El primero apunta a evaluar al estudiante/jugador, el segundo a evaluar la eficacia del juego y su mejora. Estos enfoques tienen objetivos diferentes; sin embargo, el tipo de datos necesarios es similar, entonces para aprovechar al máximo los

beneficios de LA, Baalsrud Hauge et al. (2014) aconseja integrar la recolección de los mismos en la concepción y diseño inicial del SG.

Una revisión sistemática sobre las LA en SG elaborada por Kühn (2018), indica que a pesar de la escasez de artículos específicos, se observa que:

- Existen trabajos teóricos que describen los pasos a seguir para el uso de LA en el ámbito de los SG, como los de Shoukry et al. (2014), otros apuntan a incluir los *stakeholders* (Cariaga & Feria, 2015) y algunos destacan aspectos del jugador que deben tenerse en cuenta (Serrano-Laguna et al., 2012).
- Existen trabajos que describen soluciones prácticas, ejemplos de aplicación (Pereira et al. 2016) y (Callaghan et al., 2014) e incluso Serrano-Laguna et al. (2017) proponen un modelo teórico-práctico para el uso de la herramienta en un SG basándose en valores estándar.
- Existen trabajos que proponen herramientas (como casos de estudio), para evaluar el aprendizaje, basándose en tablas (Cano et al., 2016). Otros analizan las soluciones de los estudiantes para determinar si se relacionan con los contenidos (Harpstead et al., 2014). Y por último algunos como Minović & Milovanović (2013) presentan una forma de visualizar información relativa al aprendizaje en un juego educativo tanto para el jugador como para el educador.
- Existen escasos artículos específicos, sobre la implementación de LA en SG, entre ellos se puede citar el prototipo de framework de Chaudy et al. (2014) o la propuesta de evaluación de Baalsrud Hauge et al. (2014).

De lo expuesto se deduce que no existe una metodología específica para diseñar una LA para SG. Sin embargo, los autores dejan en claro que debe tomarse en cuenta a partir del diseño y que deben participar los *stakeholders*. En contraposición si existen propuestas para diseñar e implementar el uso de LA en otros contextos, lamentablemente ninguna metodología cuenta con suficiente consenso. A pesar de todo es preciso dotar al SG de un mecanismo de evaluación y las analíticas como se dijo, son una buena opción. Su implementación consiste en registrar las sucesivas elecciones del jugador, con fines de evaluación y análisis estadístico. Esto implica establecer que, como, donde y cuando registrar; el dónde y el cuándo están ligados a los eventos inmersos en la narrativa del juego (en su GM), por otro lado, el qué y el cómo se relacionan con la mecánica de aprendizaje (LM):

- Que: implica determinar que aspectos del aprendizaje se relaciona con un evento de la GM (esto se relaciona con el mapeo).
- Cómo: Qué atributos vamos a medir en cada evento y cuál será la escala (partiendo de los aspectos y en función de las estrategias de aprendizaje).
- Donde y Cuando: La oportunidad del registro tiene que ver con los puntos anteriores, pues un evento según la circunstancia puede disparar una medición u otra.

En otras palabras es preciso incorporar las analíticas en la mecánica de aprendizaje para que a través del mapeo, se puedan registrar las decisiones del jugador y de esa manera evaluar su desempeño tanto en el juego como en el aprendizaje.

3.3.2 La evaluación en “Entangled!”

Como se expresó previamente en el *beatchart* del juego existe una sola mecánica, a la cual le vamos a aplicar la mejora que sugiere el mismo diagrama de ritmo: que la pérdida de vida de un Qubit no implique la pérdida del juego, sino repetir el nivel. Este cambio no solo aumenta la jugabilidad, también apoya al aprendizaje. Además, con el fin de aumentar jugabilidad y para simplificar el código, se impone que los Qubits deben pasar de nivel en forma simultánea. Agregar este último cambio implica incorporar un nivel de dificultad que puede afectar la jugabilidad, al hacer más difícil superar un nivel. Para compensar se incorpora la posibilidad de reforzar el enlace cuántico, cada vez que este se debilite. Lo que significa volver el reloj a cero, para ello el jugador deberá responder correctamente una pregunta. Con estas modificaciones la mecánica de juego se podría narrar de la siguiente manera, a través de sus eventos y cambios de estado:

- El juego consta de un laberinto con N niveles, para superar cada nivel Bob o Alice deben llegar al final del laberinto antes del tiempo estipulado (asociado a la decoherencia del sistema cuántico), Mientras transcurre ese tiempo:
 - Bob y Alice (los Qubits) se encuentran en un laberinto y pueden moverse a derecha o izquierda arriba o abajo, siempre dentro de los límites del laberinto si Bob se mueve en un sentido, Alice lo hace en sentido opuesto.
 - Si Bob o Alice es visto por un Observer, los Qubits sufren la pérdida momentánea del enlace cuántico y por ende deben empezar de nuevo el nivel, en el tiempo restante.
 - Si Bob o Alice logran llegar al final de su laberinto antes del tiempo límite, pero su contraparte no, al intentar el paso de nivel también sufren la pérdida momentánea del enlace cuántico y ambos Qubits deben reiniciar en el nivel en que estaban, con el tiempo restante.
 - Si hay una pérdida momentánea del enlace cuántico el jugador deberá responder una pregunta sobre el tema si responde correctamente el reloj del nivel vuelve a cero, en caso contrario sigue como está.
 - Solo pasan al siguiente nivel juntos, si este es el último se unifican las pantallas y se gana el juego.

Con estas modificaciones obtenemos una estrategia de aprendizaje un poco más elaborada y podemos ver con más claridad donde incorporar nuestras mediciones. Una forma de medir la evolución en el aprendizaje del estudiante es evaluar la estrategia utilizada para ganar el juego. Si observamos la mecánica, para ganar este juego es imprescindible lograr que ambos Qubits logren salir de cada nivel juntos. Para ello las decisiones del jugador o los jugadores deben tener en cuenta las reglas del movimiento de los jugadores. Entonces si recolectamos los movimientos sucesivos de

los jugadores, al evaluarlos podremos visualizar que tan cerca están de comprender el principio de enlazamiento cuántico, implícito en el movimiento de los Qubits. También es importante recolectar cuantas veces fueron vistos por los Observers, pues al evaluarlo podremos visualizar si el jugador es consciente del tiempo de decoherencia, para ello nos valemos también del resultado de la pregunta. Los otros hitos de la mecánica (lograr el nivel, o la unificación de las pantallas), tienen más que ver con la jugabilidad y performance, que con la evaluación del aprendizaje.

De manera que la mecánica de “Entangled!”, debiera registrar las acciones ante cada movimiento de los jugadores. Un listado no exhaustivo de los atributos a registrar sería:

- Qubit que inicia el movimiento (A/B),
- Dirección del movimiento (izquierda, derecha, arriba, abajo)
- Tiempo de reloj (en milisegundos)
- Movimiento posible: (Si/No)
- Es observado (Si/No)
- Intento de pasar de nivel solo (Si/No)
- Intento de pasar de nivel con su contraparte (Si/No)
- Pregunta: (referencia a la pregunta, en caso de caída del enlace cuántico)
- Respuesta correcta (Si/No).

Estos datos constituyen un registro por evento del Qubit en movimiento, habrá un registro por cada Qubit (A/B), los cuales se realizarán cada vez que se produzca una acción por parte del jugador o los jugadores. De esta manera podemos introducir en la mecánica de aprendizaje las Learning Analytics, a partir del diseño del SG, previendo el contenido y la oportunidad del almacenamiento de los registros. Al incluirlas y relacionarlas con la estrategia de aprendizaje, estamos completando la mecánica de aprendizaje, debemos entonces prestar atención a la retroalimentación.

3.3.3 Retroalimentación

El propósito de la retroalimentación es que los estudiantes mejoren su rendimiento, sus resultados de aprendizaje e incrementen su motivación. A través de información sobre la exactitud de sus respuestas, provistas por diversos medios (Shute, 2008). Esta información permite que el estudiante realice una autoevaluación de sus respuestas, identifique lo que no sabe y aquello que conoce incorrectamente (Jhonson & Priest, 2014).

Jhonson et al. (2017) presentan una revisión de literatura sobre la retroalimentación en SG, considerando como tales a todas las aplicaciones incluidas en la taxonomía de Sawyer & Smith (2008), no específicamente a aquellos previstos para el aula. En esta revisión los autores destacan que en el entorno educativo tradicional, los trabajos de Azevedo & Bernard (1995), han demostrado la eficacia de la retroalimentación como técnica de instrucción efectiva para fomentar el

aprendizaje. Esta afirmación está sustentada por los resultados de los análisis de Bangert-Drowns et al. (1991), Hattie & Timperley (2007), Kluger (1996), Narciss & Huth (2004) y Shute (2008), sobre cuándo, cómo y por qué funciona la retroalimentación; sin embargo, estos estudios no hacen mención a los SG. Otros estudios más recientes como los de Ke (2009), Mayer (2014a) y Wouters & Van Oostendorp (2013) encuentran que incorporar la retroalimentación, a un SG, también mejora los resultados del aprendizaje. El trabajo de Jhonson et al. (2017), ubica aspectos que permiten caracterizar a la mayoría de los tipos de retroalimentación: Tipo (Contenido), momento, modalidad y adaptación a la audiencia (diferencias individuales)

3.3.3.1 Contenido de retroalimentación

Contenido o Tipo de retroalimentación, se refiere al tipo y cantidad de información proporcionada al estudiante, cuando este responde a un estímulo y varía desde proporcionar un puntaje por rendimiento (enfoque al resultado) a proporcionar una explicación de la respuesta sea esta correcta o no (enfoque al proceso). Estos enfoques no son excluyentes y pueden coexistir en un mensaje de retroalimentación; sin embargo, el trabajo de Jhonson (2017) destaca que existe una variada terminología, muchas veces inconsistente a la hora de elaborar los mensajes, por ello luego de analizar varias propuestas propone un conjunto de pautas para minimizarlas. Al mismo tiempo destaca la existencia de consenso sobre la prevalencia en eficacia del enfoque por proceso o retroalimentación explicativa frente al enfoque por resultado o retroalimentación correctiva (Bangert-Drowns et al., 1991), (Cameron & Dwyer, 2005), (Mayer, 2014a) y (Shute, 2008). Por su parte Billings (2012) y Serge et al. (2013), basándose en algunos experimentos realizados en el ámbito militar concluye que, proporcionar retroalimentación detallada durante el entrenamiento mejora el rendimiento del aprendizaje lo que avala el consenso existente.

3.3.3.2 Modalidad de retroalimentación

La modalidad en que se presenta el mensaje de retroalimentación (visual, sonora, textual), puede impactar en la efectividad, de la retroalimentación. Existe un principio de modalidad que supone que el aprendizaje profundo, ocurre a través del texto hablado en lugar del impreso (Ginns, 2005), (Low & Sweller, 2014), (Mayer & Moreno, 1998) y (Mousavi et al., 1995). Este principio asume que el canal visual está ocupado por el juego y su información inherente, entonces el texto escrito es una sobrecarga visual, no así el texto hablado (Mayer et al., 2009), (Mayer et al., 2014a) y (Mayer et al., 2014b), existen evidencias experimentales de la validez de este principio en los SG (Moreno et al., 2001).

3.3.3.3 Momento de retroalimentación

El momento también puede tener impacto en el aprendizaje y rendimiento lamentablemente no existe acuerdo sobre si la retroalimentación inmediata es mejor que la tardía o viceversa (Shute, 2008) y (Buskirk, 2011). Aquellos que abogan por la inmediatez (Bangert-Drowns et al., 1991), buscan corregir la respuesta incorrecta en tanto que los que apuestan por una retroalimentación diferida prefieren que el estudiante experimente el error y vuelva a realizar la experiencia (Kulhavy

& Anderson, 1972). Kulik & Kulik (1988) realizaron un análisis para comparar la efectividad de ambos enfoques sobre tareas de aprendizaje verbal en el laboratorio y en el salón de clases, pero su resultado no fueron concluyentes, un estudio más reciente (Jhonson et al., 2013) arrojó resultados similares. Tal vez esto se deba a la escasa precisión en la definición de retroalimentación inmediata y tardía, lo que puede afectar las conclusiones, por ello es necesario que se continúe investigando esta temática.

3.3.3.4 Diferencias individuales

Las diferencias individuales afectan la percepción y eficacia de los mensajes de retroalimentación, Narciss et al. (2014), enumeran los factores que son citados con más frecuencia: conocimiento previo, motivación, género y habilidades que exceden lo cognitivo (por ejemplo, autoevaluación, búsqueda de ayuda). Según el enfoque de Vandewaeter et al. (2011), las diferencias individuales se pueden clasificar en desarrolladas por el estudiante (conocimiento del dominio, motivación) y estables (género, inteligencia, capacidad espacial). Aunque hay un cuerpo de literatura respecto este tema, las referencias en el ámbito de los SG siguen siendo escasas (Narciss et al., 2014) y (Timmers et al., 2013). Los experimentos realizados a la fecha no son concluyentes respecto a como afecta cada factor a la retroalimentación y como actuar ante las características individuales de los estudiantes. Sin embargo, aportan un concepto substancial y es que el contenido de la retroalimentación debe ser adecuada a la capacidad de percepción de la audiencia a la cual va dirigida.

3.3.4 La retroalimentación en “Entangled!”

Teniendo en cuenta las consideraciones vertidas sobre los aspectos de contenido, modalidad, momento y diferencias individuales, en principio en “Entangled!”, se pueden adoptar las siguientes reglas para la retroalimentación:

- Durante todo el juego habrá indicación visual del tiempo por nivel en forma de una barra de progreso, asociado a una alarma sonora (retroalimentación de progreso).
- Ante cada movimiento o cuestionario si se relaciona con el tema cuántico, surgirá una voz con un mensaje alusivo por ejemplo: “Enlace en peligro!!!”, acompañado con un efecto sonoro alusivo al inconveniente o “Respuesta correcta, enlace fuera de peligro!!!”. (retroalimentación de proceso).
- La pregunta se realizará también mediante audio y la respuesta del tipo verdadero o falso, se informará mediante la elección de un ícono, de forma tal que se minimice la modalidad retroalimentación textual.

Con respecto al momento de la retroalimentación esta ocurrirá mayormente durante la sesión de juego como ya se ha descrito, no obstante una vez analizada las LA, cabe la posibilidad del enfoque a posteriori. Con respecto a las diferencias individuales la especificidad del tema restringe el perfil de los jugadores a estudiantes universitarios o interesados en la física cuántica. Por ende este punto se resuelve a través de los otros aspectos (mensajes claros a una audiencia homogénea).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Al incorporar la retroalimentación y las LA a nuestra estrategia de aprendizaje, se ha constituido una mecánica de aprendizaje (LM) y al relacionarla con la mecánica de juego (GM) mediante el mapeo, se constituye la mecánica de un SG o SGM.

4 Trabajos Relacionados

4.1 Introducción

Los capítulos 2 y 3 describen los diferentes puntos de vista que dan el marco a esta tesis, dejando en claro a quien o quienes pertenecen. Algunos de ellos destacan por su contribución y si bien han sido oportunamente citados, resulta procedente comentar sus aportes principales en la definición del modelo MPDSG y su mecanismo de elicitación.

En primer lugar, las tesis doctorales y de maestría que han aportado para definir los siguientes aspectos:

- Jugabilidad y experiencia del usuario/jugador:
 - Nacke (2009) en su tesis doctoral: “Affective Ludology”, aporta un análisis sobre la jugabilidad en los VJ y la experiencia del usuario/jugador.
 - González-Sánchez (2010) en su tesis doctoral: “Jugabilidad Caracterización de la experiencia del jugador en Videojuegos”, aporta un análisis de la jugabilidad desde la perspectiva del jugador.
 - Ferré Grau (2005), en su tesis “Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo de software”, aporta el enfoque de la usabilidad, el cual es un paso previo a la jugabilidad.
- Definición del Modelo de Procesos MPDSG:
 - Massa (2013) en su tesis “Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de la Calidad”, aporta el Modelo de Proceso para el desarrollo de Objetos de Aprendizaje (MPOBA),
 - Granollers (2004) en su tesis “MPIu+a. Una Metodología que integra la Ingeniería de Software, la Interacción Persona-Ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinarios”, aporta el enfoque de diseño centrado en el usuario.
- Mecánicas
 - Blair (2011) en su tesis “The use of video game achievements to enhance player performance, self-efficacy and motivation”, aporta su análisis respecto a como la satisfacción por cumplir las metas de un VJ, mejora el rendimiento y la motivación de los jugadores.
 - Buskirk (2011) en su tesis “Investigating The Optimal Presentation Of Feedback In Simulation-based Training An Application Of The Cognitive Theory Of Multimedia Learning”, aporta información sobre la retroalimentación: como diseñarla, y en qué lugar y tiempo presentarlo para obtener los mejores resultados.

Complementando estos aportes, se incluyen dos artículos que han contribuido para completar las tecnologías del MPDSG:

- El modelo de diseño de videojuegos centrado en el jugador (MDVCJ), propuesto por González Sánchez (2008).
- El modelo de líneas de producción de software (LPS), propuesto por Clements & Northrop (2001).

Sin embargo, no tiene sentido llevar adelante tantos esfuerzos sin establecer si realmente es necesario un modelo de proceso específico y dentro de este un mecanismo de elicitación particular. Muchos trabajos han contribuido a despejar estas dudas y proveer la base teórica y práctica tanto del modelo como del mecanismo de elicitación.

4.2 Procesos de desarrollo

Los siguientes trabajos contribuyeron a caracterizar los modelos de proceso existentes para VJ y SG:

De Troyer & Janssens (2014), De Lope et al. (2017) y Broeckhoven et al. (2015), al referirse a los marcos o procesos de diseño de VJ y SG, nos indican que los mismos se encuentran en desarrollo y se enfocan en el programador. Sin proponer un diseño colaborativo, participativo y multidisciplinario. Ampatzidou & Gugerell (2018) y Strzalkowski & Symborski (2016). Coinciden en dicha apreciación y agregan que esto no debería ocurrir por cuanto estos productos son especialmente aptos para dichos enfoques.

Existen procesos que están pensados como una caja de herramientas para el docente. Los mismos se ocupan del aspecto pedagógico, dejando de lado el “estado *flow*”. Entre los que se puede citar a Emergo (Nadolski, 2007), Edos (Tran, 2010), El Proceso Marfisi-Schottman (2010) o Savie (Sauvé, 2009). Estas herramientas no son del todo efectivas, porque el docente no es experto en VJ y privilegia la enseñanza a la diversión.

Las otras propuestas de procesos carecen de una descripción detallada. Salvo el MDA (Mecánica Diseño y Estética) presentado por Hunicke et al. (2004) y su extensión el DPE (Diseño Juego y Experiencia) presentado por Winn (2009). Estos describen el proceso de diseño del juego, la estrategia de aprendizaje y la experiencia del jugador. Hunicke et al. (2004), identifica tres componentes: Reglas, Sistema y Diversión a los que relaciona con sus contrapartes en el diseño: Mecánica, Dinámica y Estética. Winn (2009) adapta el MDA al desarrollo de SG el cual apunta al aprendizaje, la narrativa, la historia, el juego, la experiencia del usuario y los componentes tecnológicos del mismo. Slimani et al. (2016) y Mestadi et al. (2018) indican la existencia en ambos modelos del diseño colaborativo y la promoción de la participación de los *stakeholders*.

Estos trabajos describen que se ha realizado un esfuerzo considerable para construir herramientas que permitan introducir los VJ en el aula. No obstante las mismas al estar ligadas al diseño por parte del docente, tienen una escasa difusión con producción y diseño artesanal. Esta

situación permite concluir que la definición de un modelo de proceso de desarrollo para SG en el aula, será una contribución interesante si este es adoptado por la industria de VJ.

4.3 Mecánicas para *serious game*

Partiendo de las mecánicas de VJ diversos artículos nos permitieron caracterizar las mecánicas de un SG para el aula:

Los trabajos de Mestadi et al. (2018), Strzalkowski & Symborski (2016), Ampatzoglou & Stamelos (2010) y Catalano et al. (2014). Nos dicen que existen pocos trabajos referidos a la Ingeniería de requerimientos en VJ y SG. Tampoco advierten evidencias de metodologías, directrices y mejores prácticas, pensadas para el desarrollo de productos eficaces. Donde se consideren en conjunto las secuencias de aprendizaje, los procesos formativos y la evaluación de su impacto. No obstante Seager et al. (2011), Troyer & Janssens (2014) y Mestadi (2018), proponen algunas técnicas (entrevistas, reuniones con *stakeholders*). Junto con algunas ideas sobre el balance juego/aprendizaje. Los autores referidos junto a otros destacan que las SGM resultan de la combinación de las GM con las LM dando como resultado el modelo LM-GM. Pero no está claro como se definen la LM, aunque un punto de partida serían los trabajos de Jenkins (2009) y Prensky (2001).

4.3.1 Mecánicas de aprendizaje

Al momento de caracterizar las LM colaboraron los siguientes autores y trabajos:

- Arnab et al. (2015) y Gunter et al. (2008) consideran que una LM debe responder a una estrategia de aprendizaje (los contenidos y la forma en que el estudiante se capacitará mientras juega). Su definición requiere el trabajo compartido de expertos docentes, expertos del dominio y del juego.
- Gunter et al. (2008) y Slimani et al. (2016), destacan que una LM debe contener la retroalimentación necesaria para que el estudiante comprenda.
- Mestadi et al. (2018) y Slimani et al. (2016), indican que una LM debe permitir la repetición ilimitada las sesiones de juego.
- Y Mariais et al. (2011) indica que deben incluir mecanismos de evaluación.

4.3.2 Mapeo: mecánicas de aprendizaje < > mecánicas de juego

En los capítulos 2 y 3 se indica la necesidad de un mapeo GM-LM, el que da lugar a una SGM. Pozo y Perez Echeverria (2009), Polya (1945) y Lester (1983) aportan su enfoque de aprendizaje comprensivo y resolución de problemas. Este enfoque es particularmente interesante en conjunto con el enfoque de Cook (2006) sobre mecánicas de juego de cara a relacionar ambas mecánicas. Para efectivizar dicha relación se relevaron las siguientes propuestas:

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Broeckhoven et al. (2015) y Marchiori et al. (2011) proponen el uso de lenguajes específicos de dominio (DSL), como el ATTAC-L, en conjunto con el IMP de Key Bartholomew et al. (1998).
- Marchiori et al. (2011), propone un DSVL (Lenguaje Visual de Dominio Específico). Al cual complementa con una paleta de LM.
- Otros modelos, como los descritos por Arnab et al. (2015), Carvalho et al. (2015), Gunter et al. (2008) y Mariais et al. (2011), proponen desde diferentes puntos de vista la construcción de tablas de criterios y componentes reutilizables (plantillas de mecánicas y patrones).
- Mestadi et al. (2018) propone una arquitectura de diseño, dentro de la iniciativa RAGE (Becker et al., 2015) (*Realising an Applied Gaming Eco-System*). Esta arquitectura se basa en la construcción de componentes.

Estas propuestas fundamentan herramientas como Emergo (Nadolski et al., 2007), pensadas para que el docente construya los SG a usar en el aula. Como se trató en sucesivos capítulos, estos enfoques son útiles para lograr mejores SG. Pero son enfoques diversos e inconexos, muchos surgen de la construcción de un SG específico y no explican como lograr inmersión, jugabilidad y compromiso.

4.4 Mecanismo de elicitación

Definidas las SGM que son el sujeto del proceso de especificación, la definición del mecanismo de elicitación se nutre de todos los trabajos y tesis enumerados previamente que permiten caracterizar las SGM. En especial los enfoques de Cook (2006), Pozo y Perez Echeverria (2009), Polya (1945) y Lester (1983). Estos trabajos dan el marco para la elección de las herramientas:

- Hadad (2007) en su tesis “Uso de Escenarios en la Derivación de Software”, aporta una de las técnicas centrales de los procesos de elicitación que se propone, en este trabajo.
- El Léxico Extendido del Lenguaje (LEL), propuesto por Leite (1989)
- La construcción de Escenarios a partir del LEL, propuesto por Leite et al. (2000).

5 El modelo de proceso para el desarrollo de *serious game*

5.1 Introducción

Siguiendo el hilo conductor de los trabajos enumerados en los capítulos 2, 3 y 4 se puede caracterizar al proceso de desarrollo de un SG como:

- Un proceso iterativo y evolutivo, cercano a las metodologías ágiles, donde el usuario tiene un rol fundamental.
- Un proceso enfocado en un tipo de producto, donde la experiencia del usuario se confunde con la experiencia del jugador. Factor imprescindible para evaluar la jugabilidad, la inmersión y el “estado *flow*”.

Como vimos los trabajos existentes describen las propiedades que debe tener un proceso de desarrollo de SG. También realizan algunas propuestas interesantes, pero ninguna de las observadas al presente, nos presenta un proceso de desarrollo que contemple la especificación e implementación de las SGM.

El MPDSG elaborado por Evans et al. (2016) adopta metodologías de proceso ágiles aprovechando su naturaleza iterativa y evolutiva. Integra el enfoque de diseño centrado en el usuario (DCU) según la definición de Granollers (2004), en conjunto con el modelo de desarrollo para videojuegos centrado en el jugador (MDVCJ) propuesto por González Sánchez (2008). En el diseño incorpora los elementos relacionados con el aprendizaje a través del modelo de proceso para el desarrollo de objetos de aprendizaje (MPOBA), propuesto por Massa (2013). Y finalmente propone la implementación del código mediante LPS (líneas de producto de software), propuesta por Clements & Northrop (2001).

5.2 Modelo de proceso para el desarrollo de objetos de aprendizaje

Este es un modelo de proceso para el desarrollo de OA, el que parte de una planificación previa. A partir de la cual se lanza un proceso iterativo en el cual se especifica, diseña y construye prototipos cada vez más refinados de un OA. Para nuestro trabajo nos basta describir la especificación, no obstante se prestará atención al diseño y construcción. Pues ello forma parte del MPDSG el cual da el marco para el proceso de especificación y el mecanismo de elicitación tema del presente trabajo.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Los OAS se integran en un EVEA (entorno visual de enseñanza y aprendizaje), donde pueden coexistir con otros OAS. Antes de iniciar el proceso iterativo es preciso planificar el OA, esto consiste en: caracterizar usuarios, elección de la plataforma y determinar perfiles de usuarios.

Especificar un OA implica obtener una enumeración de los requerimientos que ha de cumplimentar el producto de software. Para lo cual el proceso ha de determinar, listar, caracterizar y priorizar los requerimientos. Cuanto más precisa sea la especificación mejor será el producto final. Tanto desde el punto de vista funcional, de la usabilidad y la accesibilidad. Todo ello asegura la calidad como afirma Pressman (2010). Como se adelantó en 2.12 los modelos ágiles, iterativos y pensados en el usuario, realizan un proceso de especificación en cada ciclo. Esto tiende a resolver la dificultad de especificar por adelantado apuntada por Brooks (1995), al evolucionar con cada ciclo de desarrollo. El proceso de especificación previsto para MPOBA, enmarca las actividades de elicitación dentro de un mecanismo iterativo y evolutivo, en el cual están presentes las otras actividades y actores identificadas por Loucopoulos & Karakostas (1995) y descritas en 1.3.

En el modelo de procesos MPOBA la elicitación prevé el uso de las siguientes técnicas: Entrevistas, Indagación contextual, Cuestionarios, Encuestas y Focus group. En tanto que la validación recurre al uso de escenarios en lenguaje natural como aconseja la ISO/IEC 9126-1 (2001). Estos escenarios describen los requerimientos del sistema, mostrando cómo participan los actores y perfiles de usuario en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Lo hacen a través de las secuencias de tareas descritas para cada uno de los escenarios. Esta secuencia finita de tareas configura a los escenarios en un sistema de gestión de aprendizaje (Sicilia & Lytras, 2005) o como “escenarios de aprendizaje”, donde las actividades de aprendizaje tienen un fin pedagógico específico (Luna-Perez et al., 2009). Estos escenarios comprenden un conjunto de reglas a seguir, para que los estudiantes puedan adquirir, reforzar o asimilar conocimientos dentro de un marco de estudio.

Especificado el OA, el siguiente paso es su diseño, Pressman (2010) afirma que el diseño de software es tanto un proceso, como un modelo. Como modelo consiste en una secuencia de pasos que permiten al diseñador describir el software a construir, traduciendo los requerimientos en una representación de software. Generalmente, esta fase propone un diseño de datos, la arquitectura de la información, un diseño arquitectónico, el diseño de interfaz, y el diseño procedimental (Pressman, 2010). Sin embargo, en el caso de un OA el diseño de datos no es relevante, en contraposición la arquitectura de la información y la planificación de la interfaz sí.

Hassan & Ortega (2009) definen la arquitectura de información, como la actividad y resultado de organizar, clasificar, ordenar, estructurar y describir los contenidos de una aplicación. Es decir el esqueleto estructural que sostiene el contenido, de manera de permitir el aprovechamiento de la información. Por otra parte, con respecto a la interactividad Bouzá (1997) supone que el esfuerzo de planificar una navegación de pantallas, debe proveer al usuario de un sentimiento de control sobre la aplicación. Definida la arquitectura y la interactividad, es primordial lograr un diseño que garantice la usabilidad, tal cual lo destacan Norman & Draper (1986). Al mismo tiempo esta, debe tener identidad y ser agradable al usuario. En un OA a las consideraciones de diseño propias de un producto de software, se deben adicionar el punto de vista pedagógico y la

evaluación del aprendizaje que propone Massa (2013). El modelo MPOBA sigue las recomendaciones de Cabero-Almenara (2004): diseñar concentrándose en lo esencial, supeditando lo técnico a lo didáctico. Para lograr productos atractivos y divertidos que maximicen la participación y el compromiso del estudiante.

La construcción de un OA en MPOBA se realiza principalmente con prototipos, los mismos son útiles tanto para el diseño como para la construcción incremental. Constituyendo una interfaz natural entre el diseño y la construcción, algo muy importante en las metodologías ágiles. Estas técnicas simulan o implementan partes del sistema final, con el fin de evaluar la solución, probar atributos y comportamientos. Esto permite la retroalimentación y contribuye a la mejora incremental (Cortés, 2000). En un contexto de DCU permiten demostrar el concepto, detectar problemas y proponer soluciones. Como destacan Granollers (2004), Preece et al. (1994), Sommerville (2011) y Pressman (2010). Pressman (2010), Sommerville (2011) y Maner (1997), destacan que esta técnica no solo es útil en el diseño, también lo es para el *testing* y la documentación. Al tiempo que son especialmente aptas para involucrar al usuario en el diseño de la aplicación y observar sus reacciones (Hix & Hartson, 1993). Hay dos grandes grupos de técnicas para la construcción de prototipos: Prototipos en papel y Prototipos de Software. Pero sea cual sea su naturaleza y forma de implementación, contribuyen a involucrar al usuario, son una herramienta de validación del modelo. Y en el caso de los prototipos de software, se constituyen en una herramienta para la implementación incremental del producto.

Desde el punto de vista del presente trabajo es relevante destacar los escenarios como prototipo. Estos describen parcialmente el funcionamiento del sistema, enfocados en un momento específico. No existe una única forma de construir escenarios (Hadad et al., 1997). Desde la perspectiva de la IPO (interfaz entre persona y ordenador), Carroll (1995) los define como descripciones detalladas del contexto, lo que permite tomar decisiones de diseño. En tanto que para Booch (1990) son descripciones parciales y dependientes unos de otros. Entre los diferentes enfoques para la construcción de escenarios cabe mencionar el de Leite et al. (2000), el cual incluye un lenguaje natural para su construcción. Los escenarios son una buena herramienta de elicitación, cuestión que se ampliará en el capítulo 6, también son útiles para estimular la imaginación de los diseñadores y proporcionar herramientas ágiles para el proceso de diseño (Carroll, 2003).

5.3 Diseño centrado en el usuario

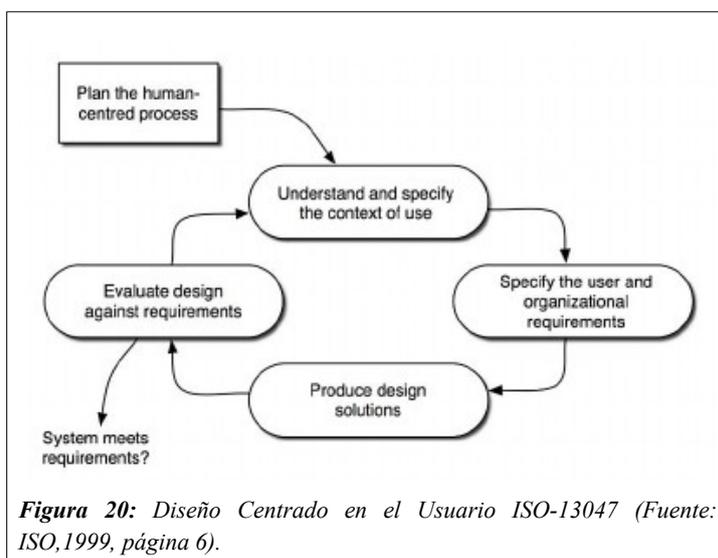
El DCU, es una propuesta de diseño que comparte con otras tecnologías el objetivo de conocer y comprender las necesidades, limitaciones, comportamientos y características del usuario. Involucrando a los usuarios en el proceso (Montero-Simarro et al., 2009), la idea es considerar su opinión y necesidades como eje central del diseño. Por lo cual se intenta que participen a lo largo del desarrollo. En el trabajo de Gould & Lewis (1985) se establecieron los criterios de esta filosofía de diseño que se complementan con las recomendaciones del proyecto europeo de usabilidad (UsabilityNet, 2003):

- Conocimiento del usuario y de las tareas que este realiza,

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Diseñar para el usuario y sus tareas,
- Mantener una relación con el usuario donde prime:
 - Un diálogo simple y natural que lleve a conclusiones consistentes.
 - Facilitar la colaboración del usuario al reducir su esfuerzo mental, proporcionando la retroalimentación adecuada e información clara.
- Diseñar en los prototipos mecanismos de navegación adecuados y amigables, permitiendo al usuario dirigir la navegación.
- Elaborar diferentes alternativas de diseño (prototipos) y evaluar dichas alternativas lo antes posible, afín de reducir el número de errores.
- Iterar, combinando las actividades de diseño y la evaluación.

Con las directrices anteriores se busca involucrar al usuario, desde las primeras fases. Ya que muchos de los problemas del software se deben a carencias en la elicitación y análisis de requisitos al inicio del desarrollo. El diseño centrado en el usuario es abordado por el estándar ISO 13407:1999 (ISO, 1999) (Figura 20), complementado por el estándar ISO/TE 18529:2000 (ISO, 2000). En este proceso iterativo se intenta comprender y especificar el contexto de uso junto a los requerimientos, proponer un diseño y contrastar los requerimientos, evaluando la usabilidad y procurando una mejora incremental (Montero-Simarro et al., 2009). El ciclo iterativo concluye cuando el diseño responde adecuadamente a los requerimientos.



No debe confundirse Diseño Centrado en el Usuario, con Diseño Centrado en el Uso, este último, es parte de la Ingeniería de Software. En tanto que el primero responde a la Ingeniería de la Usabilidad tal como destaca Granollers (2004). Por su parte Ferré Grau (2005) en su tesis, integra ambos enfoques. En este contexto los trabajos de Granollers et al. (2005) y Granollers et al. (2002), buscan relacionar el modelo de desarrollo de sistemas interactivos de la Ingeniería del Software,

con los principios básicos de la Ingeniería de la Usabilidad y los de la accesibilidad. Su propuesta se apoya en las siguientes fases:

- **Análisis de requisitos:** Se debe determinar y detallar los requisitos funcionales del sistema, teniendo en cuenta usabilidad y accesibilidad. Esto debe hacerse desde el inicio, pues sus resultados influyen en:
 - El detalle de las actividades.
 - Los perfiles y roles de los usuarios.
 - Facilitan la detección de interacciones desconocidas, afectan la definición de objetivos.
 - Constituyen la única forma creíble de realizar un correcto análisis contextual de las tareas.
- **Diseño:** Uso de prototipos cada vez más complejos, que reflejen fielmente las interfaces con el usuario. Con el objeto de comprobar la usabilidad del sistema consultando al usuario, antes de pasar a la codificación. Esto también es una forma de elicitación de requerimientos.
- **Implementación:** En esta fase los prototipos del diseño van integrando la lógica del sistema final y también deben ser contrastados con el usuario. Para comprobar la usabilidad, la accesibilidad y el fiel cumplimiento de los requisitos planteados por el usuario (esto evitará repetir el trabajo, al tiempo que permitirá detectar y corregir posibles errores).
- **Lanzamiento:** Esta fase implica la entrega del producto, su éxito dependerá de: el cabal cumplimiento de los requisitos establecidos con los potenciales usuario y de la usabilidad. Estas condiciones solo se pueden determinar sometiendo el producto al conjunto de usuarios potenciales. Esta razón es suficiente para incorporarlos al proceso de desarrollo de la aplicación.

“serán los usuarios, en su condición de personas que utilizan los sistemas interactivos con la finalidad de conseguir determinadas tareas, y no los técnicos informáticos y/o los diseñadores, quienes decidirán cuando un sistema es fácil de utilizar o no lo es, lo cual establece, en definitiva, la calidad percibida de dichos sistemas.”.

Granollers (2004) es un actor importante, al momento de unir la Ingeniería de Software y la Ingeniería de la Usabilidad. Al punto que caracteriza un modelo de proceso para el desarrollo de software centrado en el usuario (figura 21),

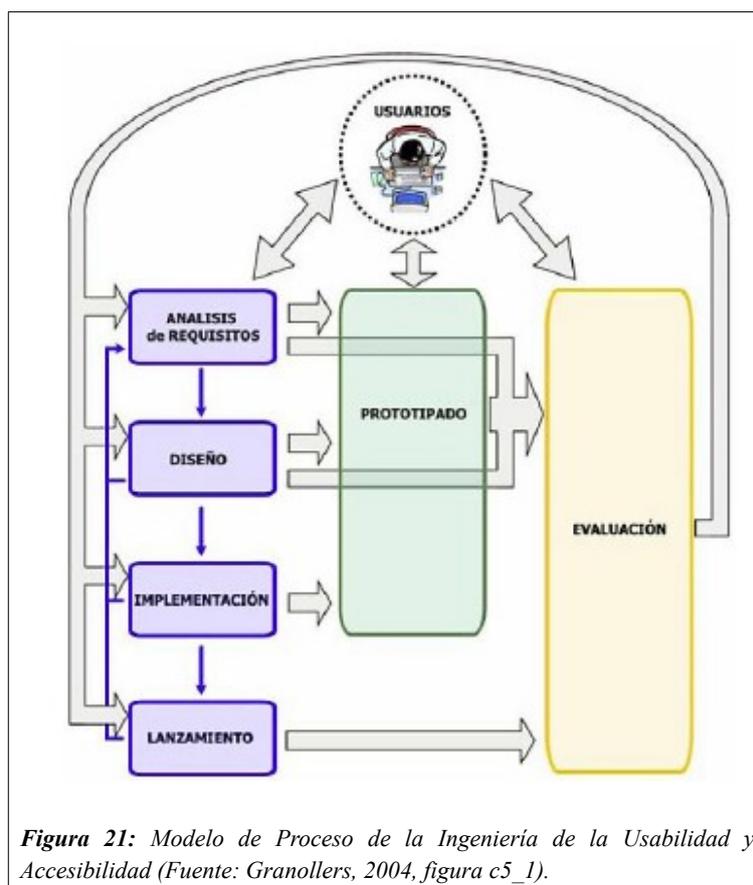


Figura 21: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad (Fuente: Granollers, 2004, figura c5_1).

Para lograrlo el autor remarca que no basta con “involucrar al usuario en el diseño”, se debe “diseñar pensando en el usuario”. Si lo vemos desde la perspectiva de los VJ donde la jugabilidad e inmersión son claves, se puede decir que la participación del usuario/jugador debe estar presente en todo el proceso de desarrollo. Son los *stakeholders* (usuarios y expertos) las fuentes más útiles para obtener las especificaciones y requerimientos en los OAS, como así también para evaluar las propuestas de diseño (Massa, 2013). Siendo los SG una expresión de los OAS, esto se aplica también para la evaluación de la jugabilidad de los mismos. Al describir el MPOBA, verificamos los múltiples puntos en común de sus actividades, con las fases y actividades propuestas por Granollers (2004), no podía ser de otra manera, pues este proceso ha sido concebido para desarrollar OAS centrados en el usuario (docente y aprendiz).

5.4 Líneas de producto de software

Este modelo toma su nombre e idea principal, de las líneas de montaje de la industria tradicional. En la industria manufacturera es raro el producto revolucionario, en general son evoluciones de conceptos anteriores con alguna que otra mejora. Por ello los procesos de manufactura aprovechan los componentes preexistentes denominados semielaborados, para utilizarlos en el montaje de nuevos productos a través de la línea. LPS define una “la línea de

montaje” que se centra en la gestión de personas y procesos, más que en los aspectos técnicos. E introduce el concepto de reutilización del código, que serían los componentes. Para ello es necesario contar con un depósito (un repositorio). Donde se incluyan aquellas piezas de código que provean funcionalidades comunes a un conjunto de aplicaciones. Estos componentes deben contar con la documentación necesaria para permitir su combinación con otros de su clase, en un producto mayor y por último deben contar con la calidad suficiente como para justificar su uso, pues la calidad del producto final equivale a su parte de menor calidad.

Díaz & Trujillo (2007) destacan que en la producción de software, la generación de copias idénticas de un producto es trivial, algo que no es cierto en la industria manufacturera tradicional. Por eso LPS no plantea la línea de montaje como un medio de replicar el software, la considera como una herramienta para el diseño y construcción del producto de la mano de la reutilización. Estas ideas fueron propuestas inicialmente por Mc Ilroy (1968) y Parnas (1976), como una forma encarar la reutilización de software, bajar los costos de desarrollo y mejorar la calidad del producto de software. LPS en una respuesta más completa que el desarrollo pensado en componentes, porque reconoce la necesidad de contar con una infraestructura de planificación y gestión. Lo que nos permite contar con los componentes necesarios y de calidad adecuada.

Clements & Northrop (2001) define las LPS como “un conjunto de sistemas de software, que comparten un conjunto común de características (features). Las cuales satisfacen las necesidades específicas de un dominio o segmento particular de mercado, y que se desarrollan a partir de un sistema común de activos base (*core assets*) de una manera preestablecida”.

A partir de esta definición se puede deducir que:

- El objetivo del las LPS no es desarrollar un producto específico, sino un conjunto de productos. Para ello es necesario establecer el alcance del conjunto.
- También establece que el conjunto de productos comparten características, que es preciso catalogar y describir.
- Todos los productos del conjunto, satisfacen las necesidades específicas de un dominio o segmento particular de mercado. Pues una LPS se desarrolla para un segmento de mercado concreto. Es, por tanto, imprescindible acotar e identificar correctamente este mercado, de ello dependerá el éxito de la LPS.
- Se desarrollan a partir de un conjunto de activos reutilizables (*core assets*), que toman la forma de requisitos, planificaciones, modelo de características, arquitecturas, componentes, código fuente, descriptores, etc. El reto está en determinar no solo lo que será común, sino también lo que se va a permitir que cambie.
- Los productos se construyen de una manera preestablecida, pues además de los componentes, también existe una estrategia preestablecida, para construir el producto.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Las LPS pueden contribuir significativamente al aumento de la productividad y la baja de los costos de producción. La figura 22 ilustra la evolución de costos entre el desarrollo convencional y el uso de las LPS.

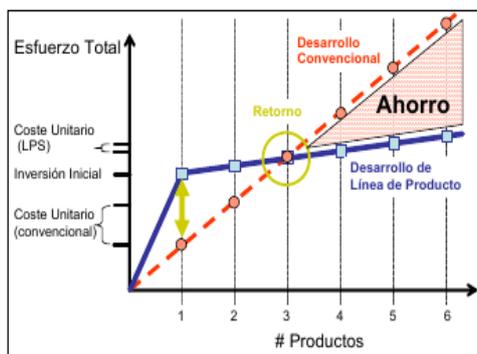


Figura 22: Desarrollo Convencional vs LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3.1).

En un entorno convencional a mayor número de productos mayor esfuerzo y costos, en cambio, la reutilización del LPS redonda en baja de costos y esfuerzo. Es importante destacar que la necesidad de planificar la LPS (especificar y desarrollar el conjunto de *core assets* y las técnicas), requiere de una inversión inicial (que se grafica en la figura 22). Esto nos dice que solo a partir de una cantidad mínima de productos tiene sentido su uso. Estudios como los de Böckle et al. (2004), cifran este número en tres o más. Los efectos de las LPS en la calidad se pueden ver en dos aspectos, el primero es la forma en que cada producto se ajusta a las exigencias

del cliente. Esto se logra a través de la variabilidad que sustenta a las LPS; sin embargo, esta variabilidad implica un costo: el desarrollo de los *core assets* que soporten dicha variabilidad. Ha de existir un equilibrio entre el costo y la variabilidad.

El otro efecto sobre la calidad lo vemos en la disminución de los defectos y por ende el esfuerzo de corrección. Pues las LPS basan en el desarrollo de componentes reutilizables, que en cada ciclo se prueban y corrigen. Por tanto, los errores han de disminuir y los componentes mejorar. Ciclo a ciclo y producto a producto, actividad prevista dentro de las propias LPS. La figura 23

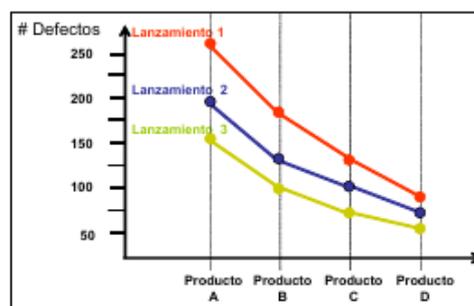
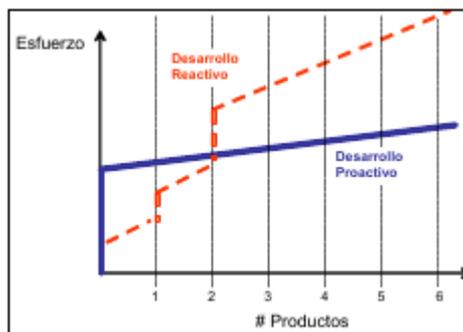


Figura 23: Defectos en LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3.2).

de Clements & Northrop (2001), se refiere a al uso de las LPS por una empresa. En ella se observa como descende el número de errores detectados y corregidos, en los sucesivos lanzamientos de los diferentes productos de la familia. Esta disminución de defectos se debe a la existencia en LPS de un marco para que esta labor correctiva sea ágil y efectiva.

La implementación de una plataforma de desarrollo basada en LPS requiere de una estrategia, pues es fundamental acotar la familia de productos. También es necesario que los componentes se mantengan dentro de un número razonable, con el fin de mantener controlado el costo de la variabilidad. Podemos realizar un estudio de mercado a largo plazo para determinar nuestra familia de productos y establecer nuestra cota variabilidad/precio a partir de dicho estudio (estrategia proactiva, válida para empresas grandes).



O podemos limitar nuestro análisis a 6 o 12 meses, ajustando la relación a pedido del mercado (estrategia reactiva, válida para pequeñas y medianas empresas).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Un tercer enfoque (estrategia extractiva) sería partir de una o varias aplicaciones que ya existen para generalizarlas en una LPS, tal vez este enfoque sea el más realista de los tres. De cualquier manera para mantener acotada la inversión inicial, es preciso elegir una estrategia adecuada al tamaño de la empresa y el conjunto de productos que se desea construir. Esta situación se plasma en la figura 24 donde se observa que en los modelos reactivo y extractivo, el costo de entrada es menor al estar distribuido en el tiempo. Sin embargo, a medida que transcurre el ciclo de vida de la LPS, el enfoque proactivo logra una mejor performance en el esfuerzo de implementación.

Un aspecto central compartido por las distintas metodologías de desarrollo de LPS es la división de los procesos de ingeniería en dos equipos de trabajo (figura 25), los cuales fueron definidos por Clements & Northrop (2001):

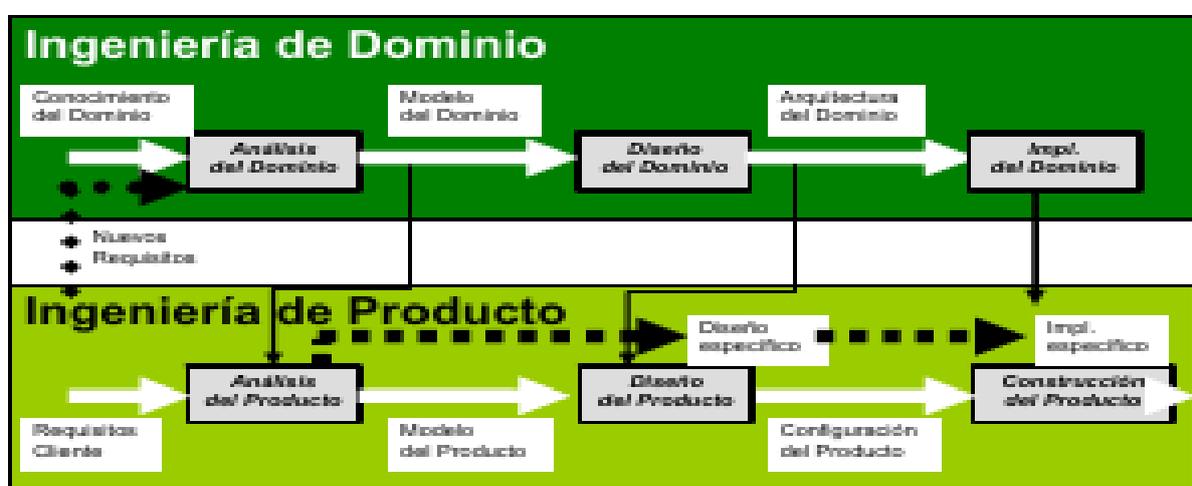


Figura 25: Procesos en LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3-4).

- **core asset development:** Se encarga de desarrollar los *core assets*, para ello estudia el dominio, define el alcance dentro del mercado objetivo, define las features, implementa los *assets*, implementa su mecanismo de variabilidad y establece el plan de producción.
- **product development:** Desarrolla los productos para clientes concretos, a partir de los recursos basados en los requisitos concretos de clientes. Para ello, este segundo equipo utiliza los recursos creados por el equipo anterior.

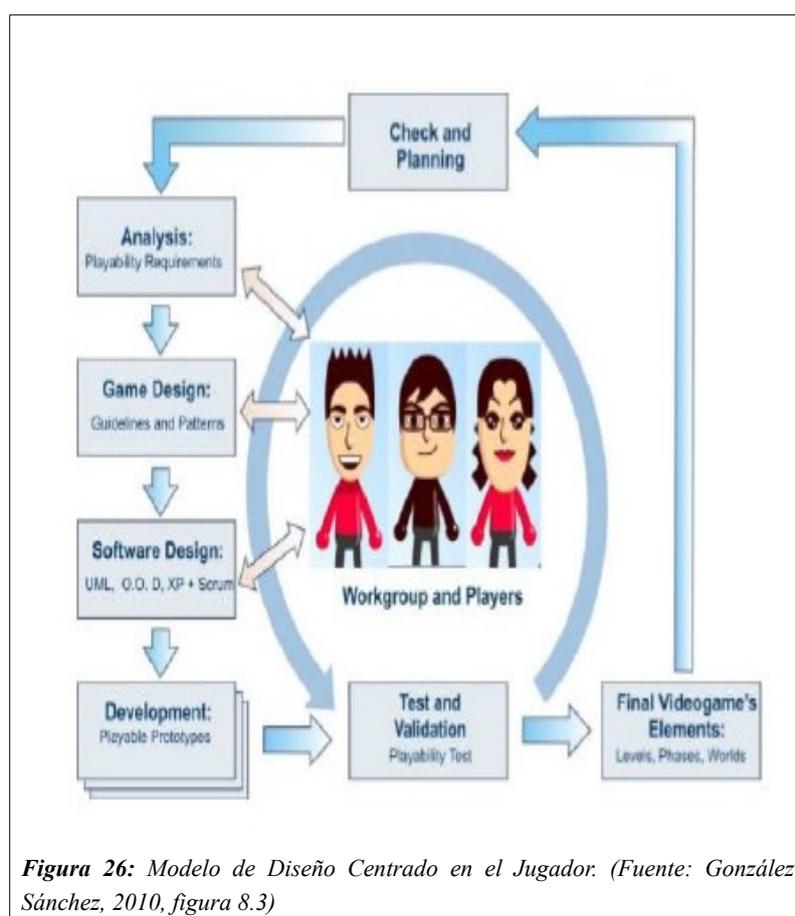
Estas actividades se retroalimentan entre sí en un mecanismo iterativo, donde la ingeniería del dominio, provee los componentes y planifica la producción, que ha de llevar adelante la ingeniería de productos. Esta última construirá los productos finales teniendo en cuenta los deseos del cliente, para ello combina los diferentes *assets* mediante conectores de código y configuración que están determinados por las necesidades requeridas por el producto. Clements & Northrop (2001) completa el esquema descrito en la figura 25 adicionando una capa: la administración y control de gestión de la LPS, lo cual es relevante por cuanto en todo proceso debe existir.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

El modelo LPS construye un ecosistema donde el catálogo de core *assets*, crece y evoluciona mejorando paulatinamente su calidad a medida que aumenta el número de proyectos que los usan. La metodología aspira a la reutilización y generación de componentes, en un ambiente de fuerte integración bidireccional de ambas capas, lo que redundará en la entrega de un software de calidad. En el modelo MPDSG, algunos *assets* no solo contienen código, existen algunos donde su lógica refleja el bloque básico de un recurso de aprendizaje, una representación electrónica de un medio de comunicación: texto, imágenes, sonidos o cualquier dato que pueda mostrarse en un OA.

5.5 Modelo de diseño de videojuegos centrado en el jugador

La tesis doctoral de González Sánchez (2010) describe un modelo de diseño centrado en el jugador (MDVCJ) (figura 26), que caracteriza la experiencia del usuario /jugador. Propone extender el estándar de calidad del software, para incorporar la experiencia en jugabilidad. Indicando factores, métricas y posibles herramientas de evaluación. El modelo de González Sánchez (2010) propone evaluar la jugabilidad durante el desarrollo no al final del desarrollo, para facilitar las mejoras y corregir errores. Para lograrlo utiliza la experiencia del jugador y el diseño centrado en el usuario con el objeto de satisfacer las necesidades del usuario e involucrarlo en la solución.



Los VJ son una aplicación de software donde la especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales tradicionales se pueden establecer sin la participación de los usuarios, esto que parece un contrasentido no lo es. El conocido PACMAN no necesita de ningún potencial jugador para especificarlo, se pueden establecer sus reglas y estética prescindiendo del jugador y esto ocurre con cualquier VJ. Sin embargo, el éxito o fracaso de un VJ, depende de la cantidad de jugadores dispuestos a usarlos. Entonces los usuarios adquieren una dimensión crucial en la especificación, no ya en los requerimientos tradicionales. Si no en aquellos propios del VJ, aquellos que atraen al jugador. Para que esto ocurra el jugador debe percibir que el uso del producto es placentero y divertido. Atributos emparentados con la usabilidad y extendidos en algo que ha dado en llamarse jugabilidad, que no es otra cosa que la caracterización de la Experiencia del Jugador. La idea de González Sánchez (2008) es incluir desde el principio al jugador, especialmente en la elicitación de los requerimientos relacionados con la jugabilidad y su evaluación. Esto implica conocer el perfil de los jugadores potenciales y el uso de la Ingeniería de la Usabilidad (desde la perspectiva de la jugabilidad). Partiendo de esta premisa el modelo de desarrollo de videojuegos centrado en el jugador, toma las propuestas del MPIu+a (modelo de proceso de la ingeniería de la usabilidad y accesibilidad) propuesto por Granollers (2004). Siguiendo esa línea identifica un número de facetas de la jugabilidad:

- **Jugabilidad Intrínseca:** Si las reglas del juego son atractivas y usables.
- **Jugabilidad Mecánica:** Si las mecánicas son usables
- **Jugabilidad Interactiva:** Si la interfaz es intuitiva y amigable
- **Jugabilidad Artística:** Qué aspectos del arte propuestos para el VJ atraen al jugador y cuáles les son indiferentes o negativos.
- **Jugabilidad Intrapersonal:** Qué aspectos afectan el ánimo del jugador y lo motivan a seguir jugando, partiendo de sus vivencias personales respecto al VJ.
- **Jugabilidad Interpersonal:** Qué aspectos pueden motivar a un grupo de jugadores a seguir jugando a partir de sus vivencias como grupo en las sesiones de juego (aplicable a los juegos de más de un jugador).

Con estas facetas establece algunos de los atributos a ser elicitados y analizados, tales como: Satisfacción, Aprendizaje, Efectividad, Inmersión, Motivación, Emoción, Social. Y propone dentro de su modelo de diseño centrado en el jugador. La evaluación de la jugabilidad mediante el uso de métricas para los atributos de cada faceta, el MPDSG incluye una implementación de MDVCJ como herramienta de diseño DCU.

5.6 Modelo de proceso de desarrollo para *serious game*

Es un proceso que busca brindar a la industria una herramienta de desarrollo, para la construcción de SG pensados para el aula. Resolviendo las limitaciones de los enfoques mencionados en los capítulos 2 y 3.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Combina LPS, DCU, MDVCJ y MPOBA (modelo de proceso para objetos de aprendizaje), potenciando las virtudes de cada una de ellos. Con el objeto de construir SG de calidad y cumplir objetivos de jugabilidad e inmersión. Para ello:

- LPS constituye el marco para la construcción de SG, con énfasis en la reusabilidad,
- El DCU a través del MDVCJ nos permite validar los atributos de jugabilidad e inmersión.
- El MPOBA permite organizar y validar el correcto diseño de los elementos de aprendizaje.

Puesto que la creación de SG en esta perspectiva, no es una tarea artesanal sino industrial. Resulta evidente la utilidad de contar con componentes reutilizables en varios proyectos, esta necesidad se cubre al utilizar LPS. En la figura 27 se observa la presencia de las dos capas del LPS, con mayor relevancia en la Ingeniería de dominio, pues en ella se han de especificar, diseñar e implementar los *core assets*, conjuntamente con la planificación para llevar adelante el producto. En tanto que la capa de Ingeniería de producto se ocupa solo de cementar en el orden adecuado los *core assets* y si bien en ella también hay algo de especificación, diseño y validación, esta es la tradicional de todo producto de software.

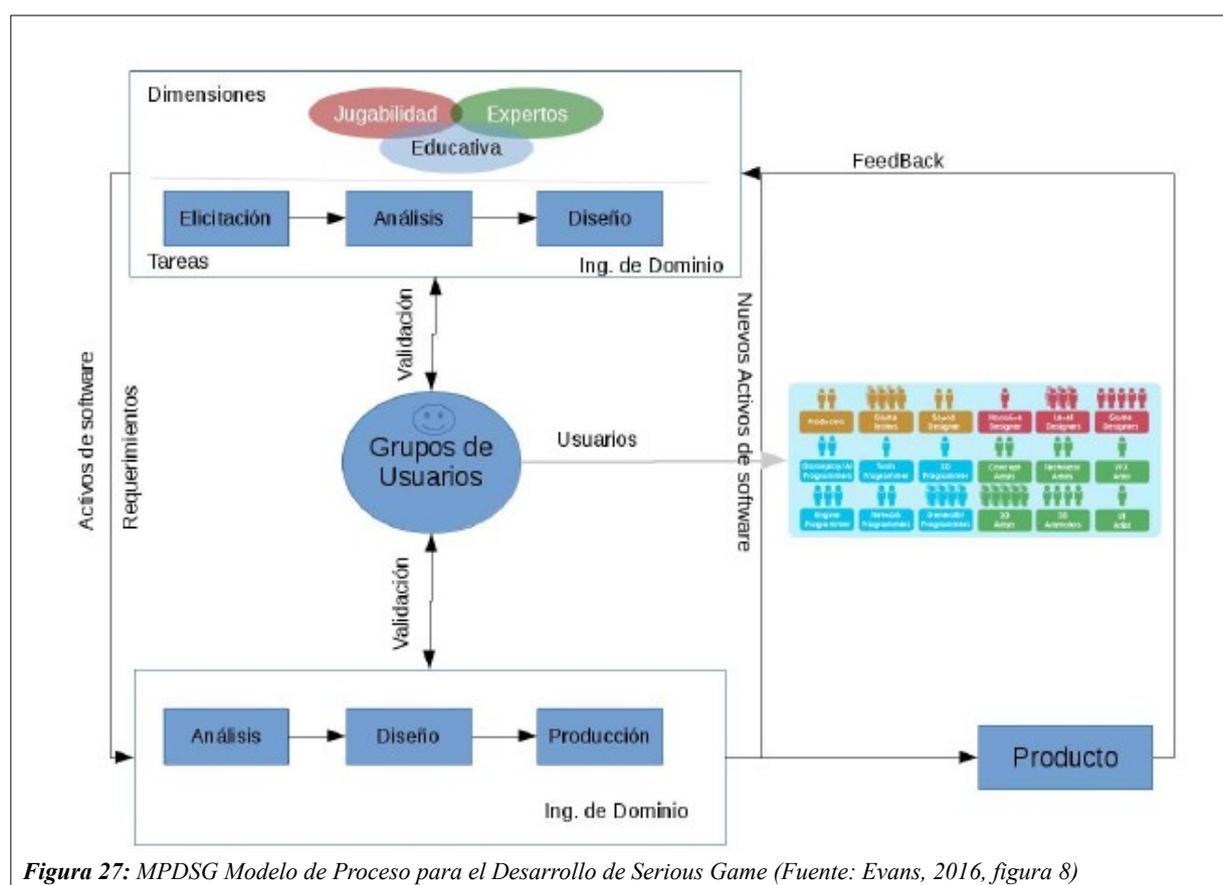


Figura 27: MPDSG Modelo de Proceso para el Desarrollo de Serious Game (Fuente: Evans, 2016, figura 8)

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Como se ve en la figura 27, la capa de Ingeniería de Dominio es donde el MPDSG, reúne a todos los expertos en jugabilidad, en efectos especiales, y en educación para que establezcan en cada iteración los requerimientos para especificar los *assets* y su interacción dentro el juego. Su objetivo es obtener un producto atractivo e inmersivo, permitiendo al estudiante lograr las competencias buscadas en un ambiente realista. En esta propuesta se abordan los tres aspectos: el pedagógico, del juego y del software.

La óptica de los expertos en educación y los aportes de los expertos de dominio, se complementan con el fin de establecer las tareas y desafíos que debe incluir el juego. Los resultados obtenidos se verifican mediante una validación cruzada de requerimientos, que mejora la calidad y claridad en la definición de los *core assets* reusables. En la medida que se van definiendo las necesidades mediante el concurso de los expertos de educación y dominio, se incorporan los expertos en videojuegos (*gamers*). Estos últimos usan la divergencia creativa (De Bono, 2018), para crear la historia, definir el género y la jugabilidad del VJ. En MPDSG mediante esta iteración entre la Ingeniería de dominio, ilustradores, libretistas y músicos se va generando el material que será validado en juicio de expertos. Posteriormente, se pasa a la etapa de desarrollo del juego (Ingeniería de producto). Mediante una planificación ágil, se gestiona el desarrollo iterativo e incremental de las escenas (Beck, 1990), (Keith, 2007) y (Takeuchi & Nonaka, 1986).

El juicio de expertos es la instancia que finaliza o indica la necesidad de continuar con la elicitación. Esta actividad consiste en reuniones donde los expertos juzgan, la pertinencia y calidad de los requerimientos obtenidos.

6 Elicitación en el modelo proceso para el desarrollo de *serious game*

6.1 Introducción

El proceso de especificación en general y la elicitación en particular son actividades donde los intereses humanos juegan un papel preponderante, pues las tareas que la componen son mayormente de interacción social. En cambio, otras actividades como la creación de código, son más de gabinete. En casi todos los tipos de Software, los equipos de desarrollo están compuestos por profesionales del área informática. Con la llegada de las metodologías ágiles y los enfoques orientados al usuario, este se ha convertido en un actor importante también. Sin embargo, los expertos del dominio, solo participan en la especificación y eventualmente en consultas puntuales. Esta situación no ocurre en la construcción de un VJ o un SG, pues esta es una tarea multidisciplinaria, donde participan en todas sus facetas *stakeholders* que tienen muy variados orígenes y conocimientos.

El MPDSG reconoce influencia de varios modelos: LPS, DCU, MDVCJ y MPOBA, todos ellos tienen su visión particular del proceso de especificación, a las que se agregan las propias de los SG (Spinelli et al., 2017a). La figura 28, describe la armonía que debe existir entre las diversas visiones de los modelos que conviven en el proceso citado. Todos ellos pretenden desarrollar un producto de software, aunque difieren en los tipos de requerimientos que buscan o los atributos a los que dedican mayor interés.

Siendo el mecanismo de elicitación parte del proceso de especificación, la citada figura 28 nos indica el lugar que ocupa en el proceso y la dinámica interactiva e iterativa del mismo. Donde se pone de manifiesto la existencia de un ciclo 0 y un conjunto de N ciclos hasta llegar al producto final. La figura 29 describe el mecanismo de elicitación, en conjunto las figuras citadas describen las interacciones entre los diversos roles y el flujo de proceso de especificación y su mecanismo de elicitación.

6.2 Roles

Existen roles que son comunes a todos los mecanismos de elicitación, los que de acuerdo al tamaño del proyecto, su complejidad o presupuesto son llevados adelante por uno o más personas. Se encuentran ligados a la planificación, implementación, gestión y control de las tareas. Y deben estar a cargo de profesionales con conocimiento y experiencia, en las buenas prácticas de la ingeniería de requerimientos. Ahora bien ... ¿Qué significa tener ese conocimiento y práctica? Las actividades principales se desarrollan en ambientes de fuerte interacción social, donde los interlocutores provienen de los más variados ámbitos e incluso culturas distintas. Cuentan con

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

conocimientos específicos muy variados no compartidos por todos, al igual que las pautas culturales e incluso el idioma. En este contexto los Ingenieros de Requerimientos (RE), deben ser capaces de llevar adelante sus tareas de planificación, gestión, ejecución, control y evaluación. Para ello deben interactuar teniendo en cuenta esos factores, ser diplomáticos y proveer un lenguaje común. De manera tal que sea posible redactar un conjunto de requerimientos de calidad que refleje el producto a construir.

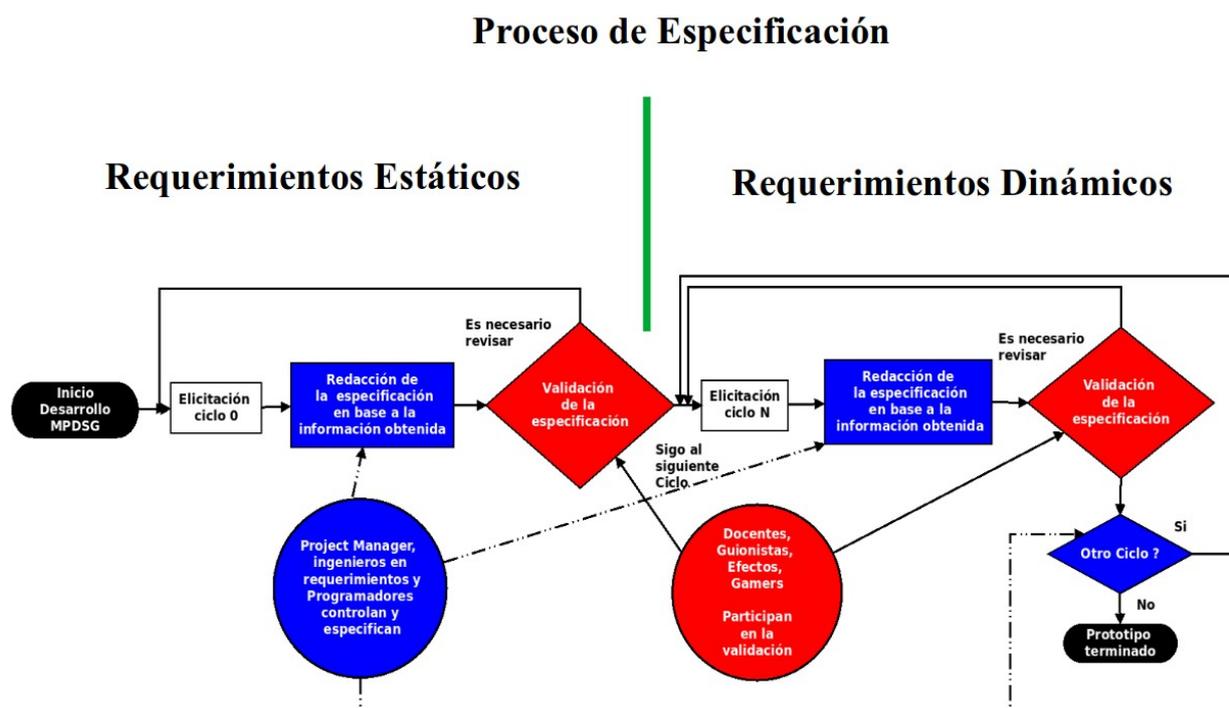


Figura 28: Proceso de Especificación del MPDSG (Fuente: elab. propia)

Los mecanismos de elicitación previstos son: entrevistas, cuestionarios, encuestas, técnicas de análisis de documentos y reuniones grupales tales como los Focus Group o Brain Storming:

- Una entrevista consiste en la reunión de uno o más RE con un stakeholder. Para asegurar el éxito es preciso planificar la entrevista, establecer la información que se puede obtener del entrevistado y construir el cuestionario en esa dirección. Es importante conocer los intereses del entrevistado, con el objeto de crear una atmósfera proclive al intercambio de opiniones. La información necesaria se obtiene mediante el análisis de documentos y consultas discretas sobre el carácter del entrevistado.
- El análisis de documentos engloba a todas aquellas técnicas, que nos permiten extraer de una fuente escrita la información relevante. También se utilizan habitualmente en el proceso de aprendizaje: resúmenes, esquemas conceptuales, gráficos y todo otro mecanismo que nos permita adquirir el conocimiento inserto en un documento.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

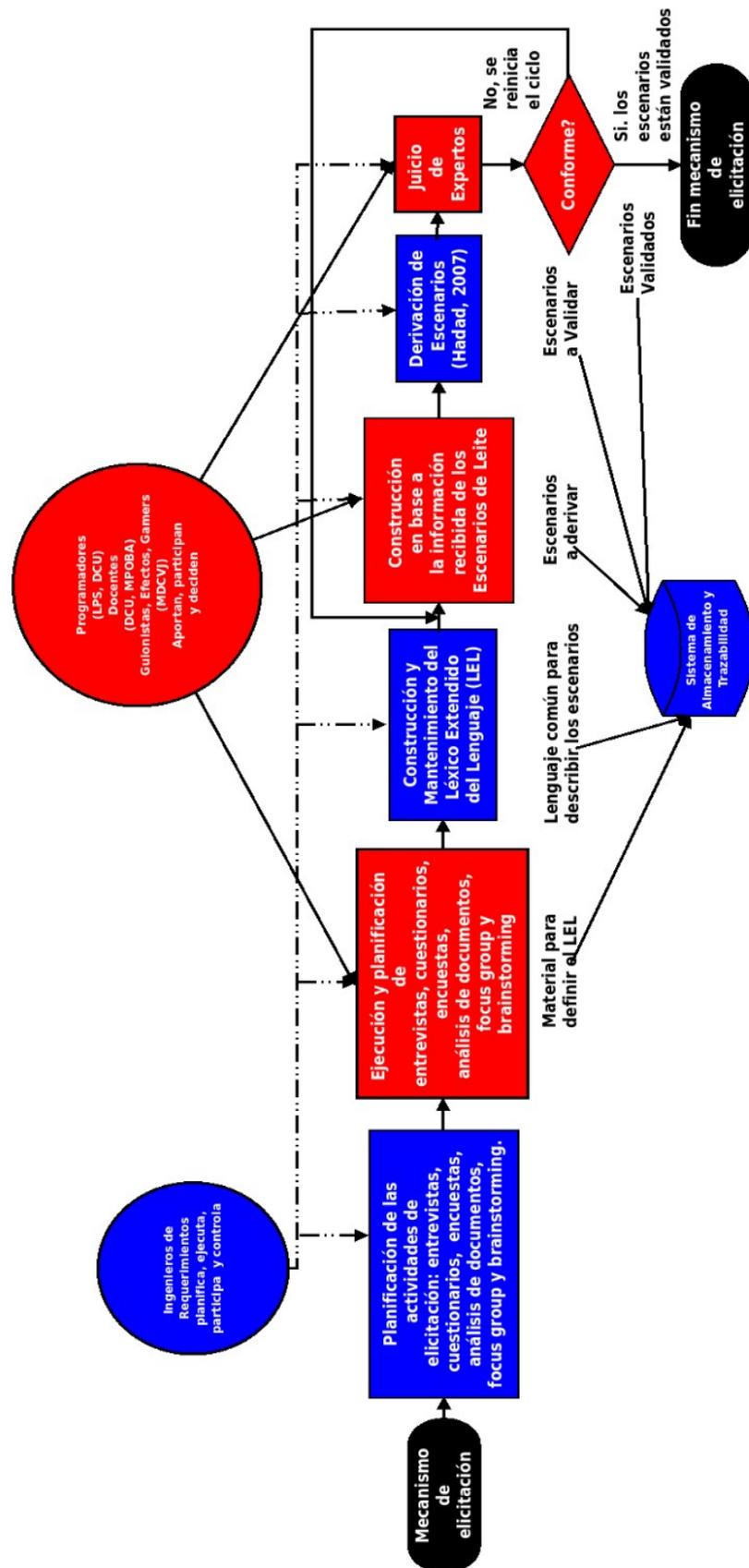


Figura 29: Mecanismo de Elicitación (Fuente: elab. propia)

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Las actividades grupales requieren que los RE asuman roles como moderadores y secretarios de actas. Estos roles exigen capacidades especiales de interacción social, las que deben tenerse en cuenta al momento elegir los responsables. Junto a la construcción de los materiales necesarios para cada técnica. Una vez planificada la actividad el RE debe implementarla y para ello necesita habilidades de gestión, que pasan por: obtener los recursos necesarios, seleccionar los participantes y asegurar su asistencia. La puesta en marcha la actividad es responsabilidad de los RES, del mismo modo deben gestionarla a través de los diferentes roles para su ejecución y control. Terminada la actividad el RE debe evaluar los resultados y establecer si se ha obtenido la información necesaria, si esta no es ambigua o contradictoria y si es necesario repetir la actividad o realizar otra.

Para planificar estas técnicas, es necesario obtener la mayor cantidad de información sobre el objetivo a alcanzar: determinar la metodología, la población objetivo, el ambiente y todo otro aspecto que pueda afectar su implementación. Por ejemplo en una encuesta, el ambiente y el interés del entrevistado deben considerarse al momento construir el cuestionario o encuesta. Es decir el mismo debe responder a la población objetivo y a la forma de abordarla.

Enfrente del RE se encuentra el resto de los *stakeholders* o interesados en el producto a desarrollar. Como se dijo, en un producto de software tradicional nos encontramos con los profesionales informáticos, aquellos que han solicitado su creación o mejora (los comitentes) y aquellos que efectivamente van a utilizarlo (los usuarios). Los profesionales informáticos son aquellos que han de proveer la noción de viabilidad a los requerimientos y determinar aquellos requerimientos técnicos que son imprescindibles para que se cumpla el objetivo. Los comitentes (sean clientes o bien el propio equipo de desarrollo) traen la idea del producto y aportan su conocimiento del dominio, para determinar los requerimientos y validar la especificación. Por último los usuarios además de su conocimiento del dominio, aportan la noción de usabilidad a los requerimientos y colaboran con su validación.

Al enumerar estos *stakeholders* se observa su relación con LPS (requerimientos funcionales y no funcionales) y DCU (el enfoque del usuario). Sin embargo, en el caso de los VJ surgen otros *stakeholders* que aportan sus conocimientos. Los escritores (narrativa e historia), los dibujantes y animadores (personajes, ambiente, escenarios, efectos visuales), los sonidistas (efectos sonoros). Los jugadores aportan su experiencia de juego con respecto al estado *flow* y puede haber otras especialidades necesarias para un juego en particular. Todos ellos aportan sus conocimientos para construir un conjunto de mecánicas que describan una narrativa, dentro de una historia, que resulta visual y sonoramente atractiva. Capaz de generar el estado *flow*, que no es otra cosa que la máxima expresión de la experiencia del jugador. Por ende todos ellos están íntimamente ligados con los requerimientos del MDVCJ. Por último en caso del SG encontramos a los docentes, que nos han de aportar sus conocimientos para determinar los objetivos de aprendizaje del MPOBA y las mecánicas de aprendizaje del SG, Estos requerimientos corresponden al MPDSG y a este punto también debemos nombrar a los alumnos, aunque estos ya se mencionan como jugadores.

Los roles descriptos participan en los diferentes ciclos del MPDSG y al actuar determinan los requerimientos de cada *core assets* y participan en su implementación. Que son las tareas de la capa de dominio que implementa el modelo LPS dentro del modelo MPDSG.

6.3 Requerimientos

Se pueden clasificar los requerimientos según su estabilidad en el proceso de desarrollo, según el modelo que los requiere (LPS, DCU, MDVCJ, MPOBA o MPDSG) y según los *stakeholders* que participan en su determinación

Un requerimiento es estable cuando se define en el primer ciclo y este no varía en el tiempo y dinámicos son aquellos que pueden cambiar en cada ciclo. Por ejemplo: las plataformas en que va a correr la aplicación, el lenguaje en que se va a construir, las herramientas de diseño y codificación que se van a usar o las estrategias de *testing*. Los requerimientos que se mencionan corresponden a los requerimientos funcionales de un software tradicional (LPS), a los que hay que agregar la definición de las estrategias para garantizar la usabilidad (DCU), el estado *flow* (MDVCJ), los contenidos pedagógicos (MPOBA) y las estrategias de aprendizaje y evaluación (MPDSG). Los requerimientos dinámicos son aquellos que se corresponden con los requerimientos funcionales, estos describen las interfaces y mecánicas LM-GM (Mecánicas de Juego – Mecánicas de Aprendizaje, ver marco teórico).

6.4 Técnicas de elicitación

El MPDSG utiliza varias técnicas de elicitación en un contexto de fuerte interacción social. Esta característica es de implementación compleja, dada la diversidad de origen y conocimiento de los *stakeholders* involucrados. Por ello los ER deben obtener la mayor información posible de la documentación existente, esto es crucial por dos motivos:

- El desarrollo de SG exige la participación de múltiples especialidades, la mayoría de las cuales expresan conocimientos y experiencias que son ajenas al ER. Este necesita dicha información para lograr un contacto fluido y un juicio con criterio, al momento de discernir entre lo relevante y accesorio. Así como dirigir en la dirección correcta el mecanismo de elicitación,
- Para lograr ese contacto fluido, es preciso construir un lenguaje común y el punto de partida ha de ser la información obtenida.

Esta tarea de lectura y aprendizaje por parte de los ER, es el primer paso en el Proceso de especificación y al mismo tiempo constituye una de las primeras muestras de re-huso. Pues este conocimiento (el saber hacer y la experiencia de los *stakeholders*) es común a todo los SG, es un *assets core* que ha de evolucionar con cada nuevo SG, pero nunca se partirá de cero. Este lenguaje común debe permitir interactuar en forma cómoda, con los diferentes interlocutores y ser útil para el intercambio provechoso de ideas. Este *assets core* trasciende el mecanismo de elicitación y el diseño del SG, para convertirse en una herramienta de la especificación y porque no del desarrollo

en general. Toda vez que busca el entendimiento de todas las partes interesadas, en el éxito del proyecto. La técnica elegida para elaborar este lenguaje común es el Léxico Extendido del Lenguaje, propuesto por Leite (1989). Herramienta que constituye la piedra basal de la técnica de elicitación basada en Escenarios de Leite, (Leite et al., 2000), propuesta por este y complementada con el método de derivación de escenarios propuesto por Hadad (2007).

Los seres humanos se comunican mediante un lenguaje natural, compuesto por palabras que tienen un cierto significado que depende del contexto social (idioma, país, creencias, conocimiento, escala social). Estas palabras se conectan entre sí mediante conectores, dando lugar a frases con significado. Estas frases son los mensajes que constituyen la base del mecanismo de comunicación humana. No obstante existen otros métodos de comunicación, por ejemplo el uso de símbolos o imágenes. Aunque en la comunicación tradicional, estos medios son accesorios, en la construcción de VJ y SG adquieren gran relevancia. Dado que el mecanismo de comunicación humana se basa en general en el lenguaje natural y usamos este para describir los símbolos, resulta razonable partir del lenguaje natural para construir nuestro lenguaje común. Otra dimensión que agrega complejidad, es la existencia dentro del equipo de desarrollo, de integrantes que hablan diferentes idiomas. Construir un lenguaje común consiste en establecer un léxico donde cada palabra tenga un único significado, sin ambigüedades y comprensible para todos los *stakeholders*, el cual ha de ofrecerse en varios idiomas si es preciso. Además, debe ser lo más completo posible de forma tal que contenga los términos necesarios, para que las partes puedan tratar los temas con la seguridad que emana de comprender de que se trata.

6.4.1 Construcción del léxico extendido del lenguaje

Construir el léxico extendido de lenguaje (LEL), consiste en elaborar un conjunto de términos definidos en lenguaje natural y sin ambigüedad. De forma que permitan describir totalmente un tema o fenómeno particular, utilizando frases compuestas solo por palabras de dicho léxico y conectores. Además de estos atributos: no ambigüedad y cobertura, al momento de construir el léxico debe tenerse en cuenta la población objetivo. La cual no solo es fuente importante del léxico, también deben entenderlo.

El léxico estará compuesto por términos de las siguientes clases:

- **Sujetos:** Aquellos términos que pueden realizar acciones representadas por los Verbos y poseen estados que pueden cambiar por las acciones e interacciones con los objetos u otros sujetos.
- **Objetos:** Términos que no realizan acciones, sino que reciben sus efectos, poseen estados los que pueden cambiar en función de las acciones que reciben
- **Verbos:** Términos que describen las acciones que realizan los sujetos y que pueden cambiar los estados de los sujetos u objetos que las reciben,

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- **Estados:** Términos que representan una característica o propiedad del sujeto u objeto, toman valor desde un conjunto de valores que pueden cambiar cuando el sujeto u objeto realiza o recibe una acción.

Cada término se define por su noción, que consiste en la descripción del término y su impacto. El impacto es la relación del término con el resto del léxico, representado por los cambios de estado que sufren los términos involucrados en la relación y las razones que originan dichos cambios. Los términos dependen del tema que se desea modelar y de los interlocutores, estos últimos y la documentación existente son las fuentes a disposición del ER. Para obtener la información necesaria, ha de valerse de entrevistas, cuestionarios, etc.

Consideremos el caso de los sonidistas, estos en un juego no solo aportan la música. También producen los sonidos de ambiente, los efectos sonoros y las voces de los personajes. Es preciso que los sonidistas puedan describir con exactitud cada efecto, al resto de los *stakeholders*. De la misma forma estos últimos deben ser capaces de realizar sus aportes de forma tal que sean entendidos por los sonidistas. Pongamos por ejemplo: “Thor está aprendiendo a usar su martillo, sin quererlo se golpea la rodilla y lanza un insulto como expresión de dolor”. Para el sonidista Thor y su martillo son irrelevantes, es solo la acción animada que dispara el insulto. Este insulto es el efecto sonoro que debe plantear y eventualmente proveer. Conviene destacar que el punto de vista del sonidista no es suficiente, es necesario tener en cuenta al resto de los *stakeholders* y su opinión respecto a la escena y específicamente al sonido en cuestión.

El primer paso en la construcción del LEL, consiste en tomar la descripción en lenguaje natural del fenómeno a modelar y separar los términos medulares. Luego se deben clasificar en: Sujetos, Objetos, Estados y Verbos. Por último establecer su noción e impacto en un lenguaje libre de ambigüedad e inteligible por todos los interesados. Para el ejemplo se puede considerar un insulto, como una frase airada que profiere un personaje hombre o mujer. Donde la intención del insulto viene remarcado por los atributos de la voz que lo emite: tono, timbre y color de voz. Sin ánimo de ser exhaustivo, se pueden establecer los siguientes términos: personaje, insulto, sexo, tono, timbre, intención del insulto. A partir del listado se procede a definir estos términos y aquellos que puedan surgir en el proceso. El sonidista está interesado en que consiste el insulto, el sexo del personaje, el tono, timbre, intensidad y color de la voz. Un léxico no exhaustivo que permita describir este evento sería como sigue:

- **Personaje (Sujeto):**
 - Noción: Actor del SG cuya voz, tiene un perfil condicionado por el sexo y su personalidad.
 - Impacto: El personaje insulta al recibir un estímulo (por ejemplo un golpe), el insulto será expresado según su personalidad y sexo.
- **Sexo (Estado):**
 - Noción: Estado del personaje, puede tomar el valor de femenino o masculino

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Impacto: El sexo indica la frecuencia principal y los armónicos de la voz que caracterizan el tono y el timbre respectivamente. De forma tal que es posible distinguir el sexo, con solo escuchar su voz.
- **Personalidad (Estado):**
 - Noción: Indica su personalidad: suave, fuerte, iracunda.
 - Impacto: La personalidad afecta el color de la voz.
- **Voz (Objeto):**
 - Noción: Representa el mecanismo por el cual un personaje emite sonidos.
 - Impacto: El personaje al accionar sobre este objeto, emite un sonido de acuerdo a los matices que dan sus estados y los estados relacionados con la voz.
- **Intensidad (Estado):**
 - Noción: Corresponde al volumen y fuerza con que se emiten los sonidos.
 - Impacto: Colabora con la intención, afecta al Tono y Timbre de la voz.
- **Tono (Estado):**
 - Noción: Es la percepción subjetiva de los graves y agudos, producidos por la variación de frecuencia en las cuerdas vocales. El tamaño, grosor y tensión de las cuerdas junto al tamaño de la laringe (depende del sexo), generan diferentes tonos: bajos, barítonos y tenores en los hombres, contralto, mezo-soprano y soprano en las mujeres.
 - Impacto: Con el tono nos dice en que frecuencia se tendrá que emitir el insulto.
- **Timbre (Estado):**
 - Noción: Nos permite distinguir entre dos fuentes que emiten un sonido de igual tono. La voz está compuesta por un conjunto de ondas: una principal y otras secundarias. El tono está comandado por la frecuencia de la onda principal. En tanto que el timbre por las secundarias, hay un timbre para característico de cada voz.
 - Impacto: El timbre es aquel que nos permitirá identificar el insulto proferido por un personaje u otro.
- **Color de Voz (Estado):**
 - Noción Indica la combinación de Intensidad, tono, y timbre. Nos permite percibir el estado de ánimo del personaje, a través de como expresa sus emociones.
 - Impacto: Los valores del color de voz pueden ser alto medio y bajo, junto a la emoción que se expresa componen la percepción del estado de ánimo que debe estar presente a través de la intensidad, tono y timbre.
- **Emoción (Estado):**

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Noción: Al momento de emitir una frase, el personaje manifiesta una emoción, relacionada con el mensaje que transmite. Esta puede ser alegría, enojo, angustia, furia, etc.
- Impacto: Esta emoción afecta el color de voz y por ende el tono, timbre e intensidad.
- **Insulto (Objeto):**
 - Noción: Frase que expresa el insulto.
 - Impacto: El insulto se emite en función del tono, timbre, sexo y grado de furia del personaje, no tiene impacto directo en otros términos.
- **Insultar (Verbo):**
 - Noción: Acción de emitir un insulto mediante la voz
 - Impacto: Se emite el insulto con los matices establecidos por los estados de la voz del personaje.

Este léxico nos permite describir la acción de insultar por parte del personaje, de forma que el sonidista conozca los parámetros que ha de usar y el resto de los integrantes del equipo conozcan el significado y como juegan estos parámetros. Por ejemplo el guionista y el animador describen la acción al sonidista: Thor un personaje masculino de fuerte personalidad, se golpea sorpresivamente con el martillo y profiere un iracundo insulto “Maldita ...”. Estos datos le sirven al sonidista para construir diversos efectos jugando con los parámetros de la voz y proponerlos al guionista y el animador. Los cuales juzgan, conociendo el resto de los términos y significados. Para luego ir ajustando el efecto, hasta estar los tres conformes. En esta situación el ER oficia de nexo y moderador, mientras refina el LEL y procurando la mayor cobertura posible. Obviamente, esta tarea no se circunscribe al sonidista, ni a este evento en particular. Es necesario que exista un léxico que abarque a todos los temas y a todos los *stakeholders*.

Resulta evidente que dentro del LEL existen términos que exceden a un SG específico. Pues sus términos serán comunes a todos o algunos de los juegos del equipo de desarrollo. Tal es el caso de un personaje que profiere un insulto. Otros términos serán específicos del SG a construir. Desde la óptica del LPS podríamos decir que existen dos *core assets* dentro de un LEL, uno que comienza con un SG y evoluciona a través del desarrollo de los siguientes SG (continúa en el tiempo). Y otro compuesto por los términos específicos del SG en construcción. Cabe acotar que dentro del MPDSG y en consonancia con la idea del LPS, el objetivo es lograr un LEL donde los términos específicos sean muy pocos. Para ello es importante respetar la idea del LPS, basada en el desarrollo de una línea de producto, o en varias líneas de productos separadas. Una empresa de desarrollo de SG, demuestra su grado de madurez al establecer una gama de productos consistente. También cuando basándose en esta gama establece un LEL de uso general. Esto reduce los costos tanto en la generación del léxico, como en todas las fases de desarrollo donde sea necesario la comunicación entre los *stakeholders*.

6.4.2 Otras técnicas de elicitación

El ER contando con la información obtenida de las fuentes documentales y el LEL, procede a llevar adelante las diferentes técnicas de elicitación. El ER construye los artefactos, planifica las actividades, las implementa y ejecuta utilizando el léxico como medio tanto para redactar los artefactos como para interactuar con los *stakeholders* participantes.

Cuando hablamos de una técnica de contacto personal como una entrevista, pretendemos elicitar un conocimiento que una o más personas poseen. En ellas prima la visión del entrevistado. Y el ER presenta los intereses de terceros para obtener una opinión del entrevistado. Los cuestionarios y encuestas si bien apuntan a un público mayor, este debe ser homogéneo. Es importante establecer las características de la población objetivo, tomando como base las preguntas que se van a realizar. En los cuestionarios no existe contacto personal ni retroalimentación, su resultado es lo único que puede analizarse. En ambos casos las preguntas se refieren a aspectos no contemplados en la documentación, como pueden ser tendencias de mercado o gustos de los jugadores. Los cuestionarios y encuestas son herramientas, a utilizar en la primera de las fases de la elicitación. Cuando esperamos obtener los requerimientos no funcionales y aquellos requerimientos funcionales que serán estables en el tiempo. En tanto que las entrevistas también aparecen en las siguientes fases, como el cemento que contribuye al éxito de las técnicas grupales. En unas y otras se utiliza el léxico como herramienta para construir los artefactos, así como la comunicación entre las partes.

Las técnicas grupales como el Focus Group o BrainStorming, son especialmente útiles en nuestro caso. Pues el mecanismo de elicitación iterativo, requiere en cada ciclo el análisis y coordinación de múltiples puntos de vista. Y estas técnicas están especialmente diseñadas para el intercambio de ideas, la síntesis y el arribo a consensos. Fomentan el intercambio de ideas entre *stakeholders* de diferentes orígenes, con el soporte de moderadores, secretarios de actas y otros facilitadores. Todos ellos ER, que procuran llevar adelante el debate, hacia el consenso. En las reuniones grupales los *stakeholders* debaten, sobre los requerimientos del código, la usabilidad, la jugabilidad y los objetivos pedagógicos. Hay que tener en cuenta que estas herramientas, proveen información, son fuente de nuevos requerimientos y generan consensos sobre los mismos. Dentro de las reuniones grupales, los participantes no solo utilizan la palabra. Si no también medios gráficos que expresan ideas tales como: los *storyboard*, imágenes de personajes, animaciones, muestras de sonido y todo otro elemento útil para exponer las ideas sobre el SG.

Una forma de ordenar todas estas ideas concurrentes es utilizar los escenarios de Leite (2000), que son una expresión ordenada de eventos, descriptos utilizando el LEL. Esta técnica no solo colabora con otras, junto con la derivación de escenarios propuesta por Hadad (2007). Se constituyen en una herramienta útil, al momento de encontrar nuevos requerimientos y enfoques.

6.4.3 Escenarios de Leite

Son construcciones que describen la interacción entre sujetos y objetos, que reflejan los diferentes cambios que se dan en el fenómeno a modelar. Lo hacen a través de las acciones y cambios de estado, están redactados usando los términos del LEL y siguen la siguiente estructura:

- **Título:** Debe ser descriptivo del contenido que escenifica
- **Objetivo:** Descripción del objetivo u objetivos que se busca cumplir en el escenario.
- **Contexto:** Descripción de lugar, tiempo y precondiciones que se deben cumplir antes, durante y al final del escenario.
- **Recursos:** Los objetos que participan en el escenario, sean físicos o virtuales.
- **Actores:** Sujetos activos o pasivos que participan del escenario.
- **Set de Episodios:** Lista de ejecución secuencial, de los episodios que ocurren en el escenario. Los episodios pueden ocurrir en forma condicional. Se empieza por el primer episodio y de ahí en más se sigue la secuencia que marca el escenario. Algunos episodios pueden ser en sí mismo escenarios.
- **Casos Alternativos:** Un escenario puede tener situaciones no previstas, que disparan acciones u otros escenarios. Por ejemplo según alguna condición la secuencia normal se altera (El escenario termina antes, se dispara otro escenario o algún episodio tiene un comportamiento singular).

Volvamos a nuestro querido Thor y su golpe e insulto, podemos plantear el siguiente escenario de Leite, utilizando los términos definidos en el LEL. Los términos no incluidos en el ejemplo de léxico previo se suponen existentes en el LEL completo, del cual solo se vio una parte. Los conectores son solo para unir los términos en frases (figura 30).

Componente	Descripción
Título	Esc001 : Insulto de Thor
Objetivo	Describir la acción e insulto proferido por Thor al golpearse con el martillo.
Contexto	Sala de armas del castillo, es de noche, candiles generando un ambiente oscuro.
Recursos	Martillo de Thor, Voz de Thor : Tono : grave de Baritono, Timbre e intensidad acorde con Ira, Insulto de Thor : "Maldita sea"
Actores	Thor, héroe masculino del SG de personalidad fuerte e iracunda
Set de Episodios	Episodio01 : Thor toma el martillo, lo manipula tratando de romper una mesa. Si Falla Episodio02 : Thor falla el golpe, se golpea la rodilla e insulta. Si no falla Episodio03 : Thor rompe la mesa.
Casos Alternativos	En caso de producirse una falla en la ejecución ir a Episodio04 : Tratamiento de fallas.

Figura 30: Ejemplo de Escenario de Leite (Fuente: Elab. Propia).

Esta estructura corresponde al escenario tradicional de Leite, sin embargo, en el caso de los SG es preciso contemplar las referencias a los artefactos virtuales. Tales como los efectos visuales, los sonidos, los *storyboard* etc. Estas referencias son vínculos a archivos de multimedia, que representan, gráficos, sonidos e incluso prototipos. De esta manera los escenarios se convierten en una forma dinámica y evolutiva de llevar adelante el mecanismo de elicitación.

6.4.4 Derivación de escenarios

La técnica de Hadad (2007) consiste en ubicar nuevos escenarios que representen las situaciones que están ocultas en los escenarios que ya existen. Con esta técnica de derivar escenarios se busca lograr la mayor cobertura posible del fenómeno a modelar, la misma consta de las siguientes etapas:

- Identificación de actores principales (sujetos del LEL) que ejecutan acciones (verbos) sobre otros personajes u objetos.
- Construcción de una lista de escenarios candidatos: cada impacto de un actor principal es un escenario a incluir en la lista como candidato.
- Describir los escenarios en lenguaje natural utilizando los símbolos del LEL.
- Se amplía la lista de escenarios candidatos con aquellos que surgen de los impactos producidos por los actores secundarios.
- Describir los escenarios agregados en lenguaje natural utilizando los símbolos del LEL.
- Revisión de escenarios: Se revisan los escenarios para detectar escenarios que dependen de otros, eliminando los escenarios que no derivan escenarios o no dependen de uno. Se unifican escenarios con episodios, objetivos o contextos comunes, sea esta coincidencia total o parcial. Se detectan los escenarios que corresponden a excepciones de otros y se los elimina, incluyendo a los mismos como alternativas en el escenario que determina la excepción.
- Validación de escenarios: El listado de escenarios resultantes se somete a un proceso de validación de coherencia frente a los *stakeholders*, realizando las correcciones del caso. Eventualmente, la validación puede eliminar, agregar y/o modificar escenarios (requiriendo ejecutar el algoritmo nuevamente).

El escenario previo es demasiado simple para ejemplificar con claridad la técnica de derivación, pues cuenta con único actor y sus acciones son extremadamente simples: profiere un insulto, incluso los escenarios que se desprenden son visibles.

Atendiendo a la descripción del SG “Entangled!”, los Qubits tienen un comportamiento simétrico y opuesto. Ellos deben superar diferentes niveles evitando que los Observers los encuentren. Entonces existen dos actores el Qubit (principal) y Observer (secundario). En tanto que considerando el encuentro de ambos, se puede decir que hay un solo objeto: el laberinto. Siguiendo el procedimiento establecido por Hadad (2007), para la escena que estamos tratando, tenemos dos verbos: buscar (Observer) y evitar (Qubit). Ambos verbos relacionados con el impacto que resulta cuando el Observer encuentra o no al Qubit. Se puede citar como escenario candidato al descrito en la figura 31, que corresponde al impacto del Qubit en su encuentro con el Observer.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Enfrentamiento con un Observer.
Objetivo	Describir los posibles desenlaces al interactuar un Qubit con un Observer.
Contexto	Un nivel de juego se está desarrollando. Un Qubit se mueve en el laberinto, buscando la salida del nivel. Cuando se encuentra con un Observer, este gira en el lugar buscando al personaje. El Qubit debe intentar esquivar su línea de visión y dejarlo atrás.
Recursos	Qubit, laberinto, salida, Observer.
Actores	Qubit, Observer.
Set de Episodios	El personaje se mueve por el laberinto y se acerca al Observer.
Casos Alternativos	No están previstos

Figura 31: Derivación de Escenarios: Escenario Candidato (Fuente: Elab. Propia).

Partiendo del escenario candidato y tomando en cuenta a los actores secundarios, en este caso los Observers, surgen los escenarios de las figuras 32 y 33. Estos describen que sucede cuando el Observer no puede ver al Qubit y cuando si lo puede ver:

Componente	Descripción
Título	Qubit esquivo a Observer.
Objetivo	Registrar que un personaje ha logrado esquivar a un Observer, y continuar el desarrollo del nivel.
Contexto	Un personaje ha cruzado la zona en la que se encuentra un Observer sin ser detectado.
Recursos	Qubit, laberinto, Observer.
Actores	Qubit, Observer
Set de Episodios	1) El Qubit esquivo al Observer sin ser detectado. 2) Se registra el evento en las métricas. 3) Prosigue el nivel.
Casos Alternativos	No están previstos.

Figura 32: Escenario Derivado: Qubit evita al Observer (Fuente: Elab. Propia).

Componente	Descripción
Título	Qubit es observado
Objetivo	Registrar el hecho de que un personaje sea detectado por un Observer.
Contexto	Un Qubit que intenta cruzar la zona en la que se encuentra un Observer, es interceptado por su línea de visión.
Recursos	Qubit, laberinto, Observers.
Actores	Qubit, Observer.
Set de Episodios	1) El Qubit cruza la línea de visión de un Observer. 2) Se registra el evento en las métricas. 3) Se abre la escena de fin de nivel, con el mensaje "[personaje] fue observado"
Casos Alternativos	No están previstos.

Figura 33: Escenario Derivado: Qubit no esquivo al Observer (Fuente: Elab. Propia).

Una vez definidos los escenarios secundarios, se procede a revisar todos los escenarios, para eliminar duplicados, unir aquellos que se considere necesario y vincular a unos con otros en un conjunto coherente, por ejemplo nuestro escenario principal (figura 34) se completaría del siguiente modo:

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Enfrentamiento con un Observer.
Objetivo	Describir los posibles desenlaces al interactuar un Qubit con un Observer.
Contexto	Un nivel de juego se está desarrollando. Un Qubit se mueve en el laberinto, buscando la salida del nivel, cuando se encuentra con un Observer, este gira en el lugar buscando al personaje y este debe intentar esquivar su línea de visión y dejarlo atrás.
Recursos	Qubit, laberinto, salida, Observer.
Actores	Qubit, Observer.
Set de Episodios	El personaje se mueve por el laberinto y se acerca al Observer. Si lo esquivo va al escenario : "Qubit esquivo a Observer" Si no lo esquivo va al escenario "Qubit es observado"
Casos Alternativos	No están previstos.

Figura 34: Escenario Principal Revisado (Fuente: Elab. Propia).

La derivación continua en forma iterativa, hasta agotar los escenarios candidatos (o cuando se considere que el nivel de detalle alcanzado es suficiente). Por razones de simplicidad para describir el método de derivación no se incluyeron las referencias a *StoryBoards*, *beatchart*, animaciones y prototipos que enriquecen un escenario en el entorno de SG. Si bien estos elementos pueden obviarse en un entorno experimental, han de estar presentes en todo emprendimiento industrial, pues son fundamentales para garantizar la interacción entre los distintos *stakeholders*.

Seguramente no ha pasado desapercibido la referencia al registro de eventos y el uso de métricas, estas referencias hacen que el juego ingrese en la categoría de SG. Pues si bien todo VJ registra eventos para mantener un score sea este temporal o histórico, en este caso tiene que ver con la evaluación del aprendizaje. Como se ha hablado en capítulos previos en un SG es necesario establecer cuáles mecánicas producen o motivan el aprendizaje, que parte de las mecánicas deben registrarse y qué métricas se deben utilizar para evaluar el aprendizaje.

El esfuerzo que el jugador ponga en evitar al Observer y la conciencia sobre la interdependencia de ambos Qubit, constituyen el aspecto central para interpretar el grado de entendimiento de los conceptos que se quieren impartir. Para obtener una medida de esto es preciso registrar los eventos y utilizar en el registro métricas adecuadas, que permitan evaluar el aprendizaje junto al impacto del juego. Para ello basándose en los registros se utilizan las LA.

6.4.5 Analíticas de aprendizaje

Rocha et al. (2015) enfatizan la necesidad de incluir los contenidos y objetivos educativos junto a la evaluación del aprendizaje y calidad educativa. Dada la naturaleza interactiva y dinámica de los videojuegos el avance del jugador se observa a través de las decisiones que toma, entonces para evaluar el aprendizaje y la calidad educativa, es preciso registrar su comportamiento. Esto implica determinar que decisiones o eventos registrar (las variables) y como se han de medir (qué métricas se han de usar). Dietz-Uhler & Hurn (2013) describen la Learning Analytics como la disciplina para el desarrollo de métricas y métodos que permiten obtener y analizar series de datos en actividades educativas. Un VJ es un conjunto de componentes (*assets* en la óptica MPDSG) que interactúan y esta es el aspecto esencial a capturar. Para determinar los hitos a registrar se parte de

los objetivos educativos, se enumeran las competencias que el alumno debe adquirir y las capacidades o habilidades que debe dominar para adquirir cada competencia (Ribes-Iñesta, 2011).

En “Entangled!”, se determinó que la competencia es aquella que induce al jugador a tomar decisiones en consonancia con la teoría cuántica: evitar los Observer y aprovechar, el comportamiento simétrico e inverso de los Qubits. Conocida la competencia se deben determinar las habilidades relacionadas, las mismas se expresan en función de alguna taxonomía. En este caso se utilizó la actualización de la taxonomía de Bloom propuesta por Churches (2008), cuidando que cada habilidad permita una medición clara y sin ambigüedades. Al final proceso descrito se pueden enumerar las siguientes habilidades:

- Detectar a los Observers (el jugador ubica el Observer en el laberinto)
- Evitar a los Observer (el jugador intenta acciones evasivas, al detectar el Observer)
- Reconocer el efecto de cada acción del jugador en su Qubit opuesto (medir la interacción recíproca).

Estas habilidades deben mapearse junto a los hitos del SG, completando los elementos de la mecánica de aprendizaje (LM) al incorporar las LA. De este modo la mecánica de juego de un SG o SGM, queda en su versión más completa. En los escenarios de “Entangled!”, están marcados los puntos de registro, en ellos el SG debe evaluar el evento y guardar la medición:

- El jugador es observado sin realizar acción evasiva (no identifica al Observer), se utiliza una métrica de éxito/fracaso.
- El jugador realiza una acción evasiva antes de ser observado (se mide un éxito en detectar y se mide la calidad de su esfuerzo en evadir desde un valor máximo cuándo pudo evadir, a un valor proporcional al tiempo transcurrido desde la detección hasta ser observado).
- En cada Hito de registro se ha de evaluar si las acciones del Qubit gobernado por el jugador afecta positivamente la situación del Qubit opuesto (pues los dos deben salir en forma simultánea de laberinto) En este caso se puede usar una métrica numérica del tipo medición de energía (suma los efectos positivos, resta los negativos).

6.5 Mecanismo de elicitación

El proceso de especificación adquiere mayor relevancia en la capa de ingeniería de dominio, pues en ella se deben especificar los *core assets* que serán desarrollados en la misma etapa. En la capa de ingeniería de producto, su función se acota a determinar la mejor manera de conectar los *core assets* para conseguir el mejor efecto. Independientemente de la capa, el mecanismo de elicitación ha de cumplir las mismas etapas y contará con el mismo conjunto de *stakeholders*. Por supuesto ellos han de participar en cada capa cuando el tema a tratar afecta su ámbito de interés directa o tangencialmente.

El mecanismo de elicitación, se encuentra inserto dentro del proceso de especificación, sus principales características fueron adelantadas a lo largo del capítulo 5 y en el presente:

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Siendo el MPDSG también de naturaleza iterativa, el proceso de especificación y por ende el mecanismo de elicitación estarán presentes en cada ciclo del modelo.
- El proceso de especificación también es de naturaleza iterativa y basado en refinamientos sucesivos. En cada iteración se ejecuta el mecanismo de elicitación, la especificación y la validación por juicio de expertos (Cabero-Almenara & Llorente-Cejudo, 2013), la cual da por terminado o no el proceso de especificación.
- Los requerimientos estables (aquellos que no deben cambiar durante el desarrollo) han de especificarse antes de comenzar, incluso antes de la capa de ingeniería de dominio. En este proceso de especificación “0”, se cumplen los mismos pasos del mecanismo de elicitación que se dan en las capas del MPDSG.
- En cada iteración los ER, planifican las actividades, recolectan la información, construyen el material, convocan a participar a los *stakeholders*, gestionan, evalúan los resultados, ponen en común las opiniones, redactan los requerimientos, logran los consensos necesarios y solicitan la evaluación mediante un juicio de expertos.
- El mecanismo debe proveer un medio para que los *stakeholders* accedan a las decisiones tomadas y su trazabilidad, siendo los escenarios de Leite la herramienta elegida no solo para derivar y describir los requerimientos, sino también han de constituirse en la base de dicho medio.

Las actividades desarrolladas dentro del mecanismo de elicitación, deben procurar una descripción no ambigua del SG. Constituida por los requerimientos funcionales y no funcionales del Software, los requerimientos del juego y los requerimientos pedagógicos.

6.6 Los Entregables

En el proceso de desarrollo de un SG, como en todas las metodologías ágiles, no es posible visualizar las tres fases del proceso de especificación como fases perfectamente individualizadas. Pues dada la naturaleza iterativa del proceso, las fases se suceden y retroalimentan de ciclo a ciclo, hasta llegar al final. Y esto no es todo, pues la misma realidad se produce cada vez que se renueva un ciclo del MPDSG. Entonces el proceso de especificación y su mecanismo de elicitación, evolucionan en forma dinámica a lo largo del proceso de desarrollo. Estas características necesariamente han de trasladarse a los entregables del proceso de especificación. En los procesos tradicionales el entregable por excelencia es el documento de especificación o SRS. Ahora bien en el ámbito de los VJ o SG, ¿qué documentos reemplazan a este y son capaces de reflejar evolución dinámica de los requerimientos?

En la búsqueda para el desarrollo del presente trabajo, se ubicaron pocos trabajos referidos a métodos y buenas prácticas para la ingeniería de requerimientos en VJ, lo mismo ocurre la experiencia compartida entre la industria y la academia. Esta realidad no se limita a las técnicas, también a los artefactos que estas producen. Dado que un SG para el aula es un caso especial de VJ, lo lógico es adaptar las metodologías existentes. Lamentablemente, las carencias mencionadas,

hacen difícil el camino. Existen aportes interesantes como los escritos por Rogers (2010), donde cita la existencia de cuatro entregables: GDD de 1 hoja, GDD de 10 hojas, *beatchart* y *storyboard* los que en conjunto constituyen el Game Design Document o GDD. La construcción del GDD es fruto de un trabajo interdisciplinario, donde participan todos los *stakeholders*. Es un entregable evolutivo, que se actualizará a medida que el desarrollo avance (Bethke, 2003). Rogers (2010) enumera los aspectos a definir en un VJ, pero deja librado al diseñador la metodología para determinarlos. Aunque remarca la naturaleza iterativa y evolutiva del proceso de diseño.

En el MPDSG las características evolutivas e iterativas, están garantizadas a través de las técnicas incluidas en su implementación. La especificación se refleja a través de los documentos que explicitan los requerimientos estáticos (documento del ciclo 0) y los escenarios que se van realizando a lo largo del desarrollo. Estos documentos se pueden asimilar a los propuestos por Rogers (2010): GDD de 1 hoja asimilado a los documentos del ciclo 0 y el GDD de 10 hojas a los escenarios. Los *storyboard* y *beatchart* son herramientas que enriquecen los escenarios y por ende forman parte de la documentación.

La documentación descrita constituye la especificación del producto y debe ser un cuerpo coherente de todos los requerimientos elicitados. Puede ser un documento escrito pero también un conjunto de artefactos, pues la dinámica evolutiva, la naturaleza multimedia de los artefactos y la necesidad de un intercambio fluido y eficaz. Por ello surge la necesidad de una herramienta ágil, que permita la trazabilidad de los requerimientos, la participación de los *stakeholders*. Conjuntamente con las tareas de planificación, monitoreo y control por parte de los ER. Esta herramienta tendría las características de una wiki, herramienta web tipo que nos aporta las características necesarias, pues:

- Permite implementar, mantener y administrar un glosario (en nuestro caso el LEL).
- Permite implementar los escenarios de Leite.
- Permite visualizar el proceso de derivación de escenarios.
- Permite embeber en cada escenario referencias multimedia y a otros escenarios.
- Provee trazabilidad de cada documento.
- Permite el acceso y colaboración a todos los interesados.
- Está disponible durante todo el proceso de desarrollo.

7 El caso de estudio

7.1 Introducción

PowerDown The Zombies, es la respuesta a un proyecto que procura fomentar la creatividad del estudiante. El proyecto es iniciado por la doctora Massa et al. (2015) y fue aprobado por la Dirección Nacional de Desarrollo Universitario y Voluntariado (DNDUyV) dependiente de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación. La citada dirección aportó el financiamiento, en el marco del Programa “Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo” edición 2015.

Podemos considerar este proyecto como el disparador del futuro producto. Tal cual ocurriría en la industria de VJ, el grupo de investigación GTI cumple el rol de iniciador. Junto con el rol de empresa de desarrollo, emprendedor, etc. Mientras que la DNDUyV sería nuestro “publisher” o editor, quien aprueba, financia y eventualmente comercializa el producto. En este contexto el grupo GTI, ejecuta un conjunto de actividades con el objeto de perfilar el producto a construir. Esta etapa es previa al desarrollo en sí y culmina en una propuesta que en la vida real, ha de someterse al publisher (esto es consistente con el GDD de 1 hoja).

7.2 Especificación y elicitación

En los capítulos 5 y 6 se caracterizó y describió el proceso de especificación del MPDSG propuesto por Evans et al. (2016) y el mecanismo de elicitación descrito por Spinelli et al. (2017b). En él, los ingenieros en requerimientos deben investigar la información del medio. Y especialmente consultar con docentes y expertos en el dominio, para obtener los objetivos pedagógicos y las situaciones problema. A continuación se convoca a los diferentes *stakeholders* (*gamers*, sonidistas, animadores, guionistas, etc.), para que en un trabajo iterativo e interactivo produzcan un guion de la especificación. Este guion ha de ser validado por docentes, *gamers* y expertos en el dominio. Esta validación tiene lugar en un juicio de expertos, actividad que corresponde al proceso de especificación y puede requerir una instancia de revisión. El mecanismo concluye cuando el guion de la especificación se presenta al juicio de expertos y es aceptado para ese nivel. El proceso de especificación parte de un ciclo inicial o cero donde se establecen aquellos requerimientos que han de ser invariantes en el tiempo. Para luego continuar con el resto de los ciclos a lo largo del proceso de desarrollo (figura 35). Para obtener estos requerimientos se realizaron una serie de actividades con el objeto de obtener información para definir estos invariantes.

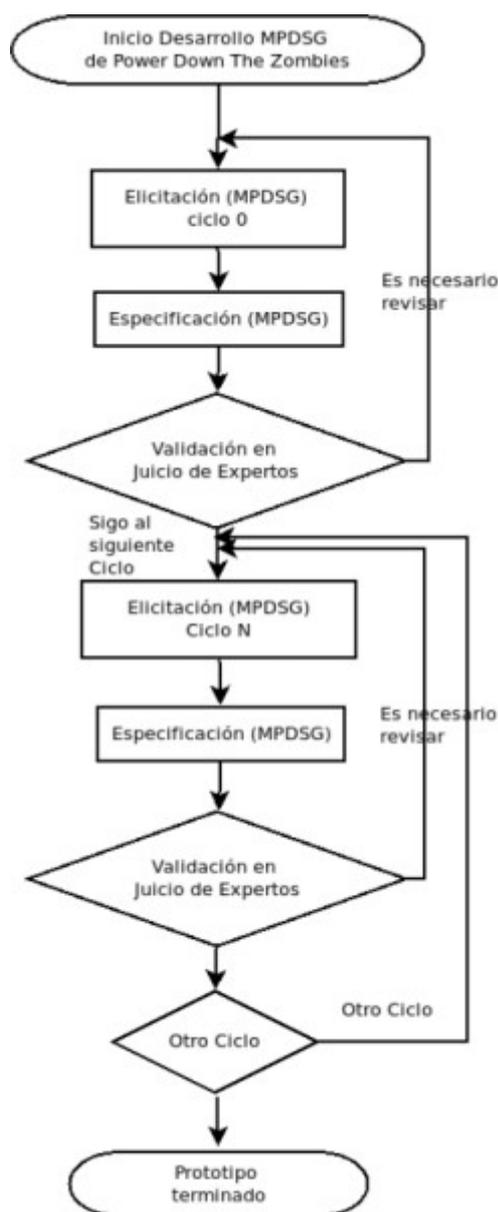


Figura 35: *Proceso de Elicitación de Power Down The Zombies (Fuente: Elab. Propia).*

7.2.1 Cuestionario inicial

El cuestionario se orientó a obtener información, sobre la relación entre los jóvenes y los VJ. Se llevó adelante en diferentes establecimientos de nivel secundario, ubicados en la ciudad de Mar del Plata. El mismo constaba de las siguientes preguntas:

- Edad,
- Género: (Femenino o Masculino),

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Habilidad del Jugador: (Bajo/Medio/Alto o Experto),
- Horas semanales de juego: (1-5 horas / 6-10 horas / 11-20 horas / 21-30 horas y más de 30 horas),
- Entre estos géneros de VJ, marque, el que prefiere: Juegos de Rol Online y varios jugadores, juegos de Rol de un solo jugador, Acción-Aventura, Disparos en primera persona (FPS), Disparos en tercera persona, Deportes en General, Mánager deportivo, Música y Baile, Juegos de carreras, Plataformas, Estrategia en Tiempo Real, Estrategia por turnos, Juegos de Terror, Juegos de Tableros y Cartas, Fútbol, Juegos de Reflexión, Juegos de Conocimiento General, Juegos de Apuestas y Otros,
- ¿Llegás al final? (Nunca / Raras Veces / A Veces / Frecuentemente o Siempre),
- ¿Un solo juego o varios a la vez?: (Uno / Varios),
- ¿Preferís los juegos clásicos/nuevos o ambos? (Clásico / Nuevos o Ambos),
- Elegí las plataformas que usas (pueden ser más de una): Apple Mac, FireFox OS (Teléfono), Linux, Windows Phone, Stream, Ipod, Android, Web (Facebook/Flash/etc.), Windows - Play Station (3, 4 y Vita), Tizen, Xbox 360/One, Ipad, Nintendo Wii/DS/3DS, SmartTV y Otras,

Para la confección del cuestionario se consultó a Elliott et al., (2012) en lo referente a géneros de videojuegos y a González Sánchez (2010) con respecto al cuestionario en general. El análisis de los datos obtenidos se utilizó para obtener un conjunto de precisiones respecto a las características de los jugadores, géneros de juego, compromiso y plataforma.

7.2.1.1 Caracterización de los jugadores:

- El uso de VJ es una actividad predominantemente masculina (4:1).
- En ambos sexos la actividad, se concentra en el grupo etario que va de 14 a 17 años.
- La mayoría los jugadores sin distinción de sexo, se consideran con habilidades Medias o Altas (80% del total).
- El 45% dedica hasta 5 horas semanales al juego, un 40 % dedica entre 6 y 20 semanales y el resto más de 20 horas semanales.
- El grupo etario de 14 a 17 años, es el que concentra la mayor cantidad de horas de juego.
- Las mujeres dedican menos tiempo que los hombres y la mayoría de los jugadores (más del 70 %) juegan menos de 6 horas semanales.
- La habilidad que acusan los encuestados no guarda relación con la cantidad de horas semanales que dedican al juego. Esto es contradictorio y puede deberse a que la habilidad es una percepción no cuantificada de quien responde el cuestionario.

7.2.1.2 Los géneros de juego:

- Los géneros de Aventuras, Deportes y Rol (en ese orden) son los más jugados. Les siguen los de Estrategia y los de plataforma. El resto de los géneros tienen una participación marginal.
- Con respecto a los grupos etarios se repite que la mayor incidencia en los géneros más comunes se da entre los 14 a 17 años.
- Con respecto al sexo, en los géneros más jugados se respeta la proporción de 1 mujer cada 4. Con lo cual se puede afirmar que para esos géneros de juego no hay un sexo característico.
- Sin embargo, en los géneros menos jugados como por ejemplo Juego de Música y Baile y juegos de terror, hay preponderancia del sexo femenino. Esto es interesante, pues no coincide con la tendencia general.

7.2.1.3 Compromiso:

- El 50 % de los jugadores afirma que termina siempre o frecuentemente el juego que inicia, mientras que el 40 % afirma terminarlo a veces o pocas veces, menos del 8 % afirma que nunca los termina, Esto parece indicar que algunos juegos no son tan inmersivos, pues no generan el compromiso de terminarlos.
- Cruzando esta variable con los géneros de juego se observa que los más jugados (Aventuras, Deportes, Rol, Estrategia, Plataforma y Música), son los que más se terminan.
- El 50 % de los jugadores utiliza un juego a la vez, en tanto que el otro 50 juega varios juegos a la vez y en este caso el número es mayor a 3.
- Existe un grupo de jugadores (20%) que solo utiliza juegos nuevos o últimas versiones, en tanto que el resto juega tanto clásicos como nuevos.

7.2.1.4 Plataformas:

- Las plataformas asociadas a la marca Apple: Mac, IPAD, IPOD e IPHONE, son marginales, pues en el contexto económico de la encuesta, no son una alternativa accesible.
- Con respecto a las PC: el sistema operativo preponderante es Windows, siendo el aporte de Linux y Firefox OS marginal. Hay que destacar en este contexto la importancia del juego a través de la web.
- En cambio, en móviles, Android es preponderante y windows Phone como Apple son marginales.
- Existen otras plataformas como Tizen y Stream con aportes marginales.
- Completando la plataforma hay que mencionar los dispositivos tipo consolas de juego, el 24 % de los encuestados manifiestan no tener, el 54 % solo tienen 1, el 12 % 2, 8% 3 y el 2 % 4

7.2.1.5 Conclusión:

Basándose en la información obtenida se establece que:

- El contenido del juego debe estar dirigido a alumnos del grupo etario predominante (14 a 17 años),
- El género será de aventura, pues la encuesta indica que los alumnos tienen predisposición a jugar estos juegos,
- Por último el desarrollo será en una plataforma windows en PC y android para móviles.

7.3 El ciclo 0

A principios del 2015 el grupo GTI, inicia una acción con el objeto de interesar al alumnado en las tareas de investigación. En ese contexto convoca a participar en un “club de programadores”, pensando en potenciar las habilidades de programación. Utilizando como eje motivador, la programación de VJ. La convocatoria fue exitosa contando con un nutrido grupo de alumnos; sin embargo, con el tiempo disminuyó el interés. No obstante el club cumplió su cometido, pues en conjunto con la asignatura Ingeniería de Videojuegos. Produjeron varias incorporaciones al grupo de investigación GTI, primero en carácter de estudiantes y luego de colegas. El club en conjunto con GTI, desarrolló actividades de capacitación en herramientas de desarrollo, junto con otras para caracterizar el producto a construir.

7.3.1 Tareas de capacitación

Se llevaron adelante charlas y cursos sobre frameworks para construir videojuegos, tales como Unity o Godot. Con la intención de conocer las herramientas y adquirir criterios de evaluación, para seleccionar la que mejor se ajuste a las necesidades y posibilidades del grupo. Las actividades más destacadas fueron:

- Charla sobre Unity 5, en el marco de la EVAx MDQ 2015, Mar del Plata, 27 de febrero 2016 de 14 a 20 hs, Hotel Ostende, Mar del Plata, Expositor sobre Unity el Ing. Jay Santos.
- Charla sobre Godot en el marco de la EVAx MDQ 2015, Mar del Plata, 27 de febrero 2016 – 14 a 20 hs, Hotel Ostende, Mar del Plata, Expositor sobre Godot Juan Linietsky.
- Curso y demostración sobre Unity 5, dictado en la facultad de ingeniería, el 16 de abril del 2016 de 9 a 17 h, a cargo del Ing. Jay Santos capacitador de Unity para américa latina, el contenido del curso es una introducción a la herramienta y su uso en la construcción de VJ,
- Capacitación On - Line sobre Godot, para consultar, ver el siguiente enlace web: <https://docs.godotengine.org/es/stable/community/tutorials.html>

7.3.2 Caracterización del producto

Se realizaron una sesión de Focus Group y otra de Brain Storming, el objetivo de las mismas fue establecer posibles líneas argumentales para el SG. Tomando como eje temático, el uso eficiente y sustentable de la energía. Como resultado de dichas actividades se estableció que el juego fuera del género aventura, al tiempo que se proponen las siguientes historias:

7.3.2.1 Historia 1:

Corre el año 2040 y una catástrofe energética impide el acceso a la electricidad. El caos sume a las grandes ciudades. Pueblos y ciudades quedan aislados. El jugador se encuentra en una casa y para sobrevivir debe optimizar el consumo de energía. Esto lo hace a través de minijuegos, que al resolverlos, le acercan recursos. El tiempo pasa, las reservas se agotan y debe conseguir energía desde otras fuentes. Esto lo logra también mediante minijuegos, estos le permiten optimizar el consumo mediante el conocimiento de los artefactos. Con la caída de las reservas energéticas, el caos se acrecienta y se adiciona la necesidad de proteger la casa y conseguir víveres. En este punto aparece un personaje, el cual va dando data que va resolviendo la situación. Su aparición invita a la reflexión sobre el cuidado del ambiente, la generación sustentable y el uso inteligente.

7.3.2.2 Historia 2:

El juego transcurre durante un Apocalipsis zombie, el personaje principal se atrinchera con otros supervivientes en un conjunto de edificios. Estos van convirtiendo el lugar en fortaleza, con los recursos que consiguen. El jugador en control del personaje principal, deberá poner en juego sus conocimientos de física y administración de la energía. Para lograr el abastecimiento y uso de los recursos, que sus compañeros “carroñeros” recolectan. La recolección de recursos, no solo se realizará mediante mecánicas, también se incluirán minijuegos con temas relacionados con la física y energía. Estos al ser superados satisfactoriamente, permitirán acceder a nuevos recursos. Dentro de la dinámica del juego se suma el combate contra los zombies, a cargo de los “Vigías” que han de necesitar de energía para la defensa del refugio. El objetivo del juego consiste en sobrevivir hasta ser rescatados, equipando y aumentando el refugio. Convirtiendo la comunidad en un nicho 100% sustentable, que pueda prosperar sin salir al exterior. Dentro del refugio nos podemos encontrar con distintos personajes y pueden provocarse distintas situaciones. En ellas puedan aplicarse los conceptos físicos e incluso aprovechar las relaciones entre los personajes, para darle un mejor gameplay al juego.

7.3.3 El dominio

Definido el tema del SG, queda claro que su contenido pedagógico, versa sobre la Energía y su uso inteligente. Con esto en mente se realizaron un conjunto de entrevistas, con expertos en los dominios: expertos docentes, expertos en energía y expertos en juegos (*gamers*).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Para realizar las entrevistas se procedió a planificarlas, partiendo de la confección de un cuestionario base. Se previó la grabación de las mismas, su transcripción y posterior análisis. Se realizaron dos entrevistas a expertos en generación y uso de la energía y dos entrevistas a expertos docentes. En el caso de los *gamers* se realizaron actividades grupales.

7.3.3.1 Entrevistas con los docentes

El Diseño Curricular para la Educación Secundaria de la “Introducción a la Física” para cuarto año, es determinado por la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (DGCEPBA, 2010). Este afirma que el concepto de energía:

- Es un pilar de la física moderna, cuya inclusión en el lenguaje cotidiano y los problemas derivados de su extenso uso. Hacen del mismo un contenido relevante y prioritario en cualquier nivel de escolaridad.
- Se ajusta a los criterios de relevancia (científica y social), pertinencia (propósito y enfoque para la enseñanza) y adecuación (alfabetización científica).
- Permite abordar aspectos científicos, ambientales y sociales, en especial aquellos ligados a uso racional y sustentable.

Trabajando estos conceptos y las opiniones vertidas por los expertos se extrajeron los siguientes requerimientos pedagógicos (Spinelli et al., 2016b), (Spinelli et al., 2016a y Spinelli et al., 2016c):

- Debe disparar una actitud reflexiva sobre el tema,
- Los contenidos deben ser acordes a un curso introductorio,
- La dificultad del juego debe ser acorde a una edad de 15 a 16 años,
- Debe incentivar el aprendizaje de nuevos contenidos.
- Debe plantear diferentes rutas de aprendizaje,
- Medir el grado de eficiencia en el uso de la energía.
- Permitir el monitoreo del aprendizaje.
- Permitir al docente configurar el juego según sus necesidades pedagógicas
- Permitir al docente obtener diferentes parámetros para evaluar el aprendizaje.
- Permitir al docente ajustar el comportamiento de las mecánicas. Con el fin de dotar al SG de la jugabilidad e inmersión acorde al público objetivo y las necesidades de aprendizaje.

7.3.3.1.1 Analíticas de aprendizaje

La obtención de los parámetros de evaluación requiere del uso de las técnicas de LA, para ello es preciso determinar que se va a medir. Con esto en mente mediante un juicio de expertos, partiendo de las entrevistas a los docentes se concluye que deben medirse el grado de adquisición de

las competencias involucradas. Y en dicha instancia se establece que la única competencia sería aquella necesaria para la toma de decisiones que lleven a un uso racional y eficiente de la energía. De acuerdo a esto enumeran las habilidades necesarias para alcanzarla, esto se realiza mediante el mecanismo de elicitación, arrojando la siguiente lista:

- Aplicar: Aplicar un concepto a una situación implica buscar, manipular, y reflexionar sobre la información y el concepto.
- Buscar: Buscar información en las fuentes disponibles, con el objeto de tomar decisiones con fundamento durante el juego.
- Manipular: Procesar la información obtenida para ver nuevos puntos de vista aplicables a diferentes situaciones, usando las herramientas disponibles en el juego.
- Reflexionar: Analizar las decisiones tomadas en el juego, a la luz de la información obtenida, los conceptos, los conocimientos adquiridos y las herramientas de evaluación disponibles en el juego.

Estas habilidades deben estar presentes en el juego, embebidas en sus mecánicas e identifican los hitos que debemos registrar para la Learning Analytics. Al mismo tiempo su naturaleza y el comportamiento del jugador (sus decisiones) van a establecer la magnitud a registrar, para ello es preciso establecer las métricas necesarias.

7.3.3.2 Entrevistas a expertos en el dominio de energía

Podemos construir un mundo fantástico donde las reglas desafíen el sentido común, estos mundos son especiales para los *gamers*. Sin embargo, en los SG, aunque no debe faltar la fantasía, la credibilidad ocupa un lugar relevante. La opinión de expertos en generación y uso de energía, nos permite construir situaciones creíbles. Para ello en las entrevistas se plantearon los siguientes ejes (Spinelli et al., 2016a), para determinar los aspectos técnicos y desafíos:

- La relación entre generación, transporte, almacenamiento y consumo,
- El uso de estrategias pasivas para la reducción del consumo tales como; adecuar el ambiente, uso de ventanales con doble vidrio, uso de materiales eficientes desde el punto de vista térmico y elección de artefactos eficientes desde el punto de vista energético
- El uso de estrategias activas tales como: modificar hábitos de consumo y fomentar el reciclado.
- El daño ambiental producto de un uso irracional de la energía y la ausencia de una política de seguridad (verificar instalaciones, interruptores térmicos y diferenciales, puesta a tierra y aisladas con respecto a las fuentes de humedad).

En ese orden se identificaron requerimientos que sustenten la trama y se relacionen con los objetivos educativos. Del análisis de la información de dominio, surge que estos ejes no pueden abordarse todos en un solo SG. Por ello es preciso establecer los requerimientos del dominio que sean acordes al SG a construir (Spinelli et al., 2016b) y (Spinelli et al., 2016a). Con esto en mente

se debe identificar los requerimientos que sustenten la trama y de qué manera se relacionan con los objetivos educativos. Al mismo tiempo los requerimientos deben describir un proyecto viable en complejidad, por ello se determinó circunscribir el juego a la energía eléctrica. El juego contará con un medidor de balance de energía eléctrica dependiente de la generación, el consumo y las pérdidas por transporte. Este será una de las formas de terminar el juego (cuando se termina la energía). Completando el listado de requerimientos respecto al dominio, se estableció que los desafíos deben ser diseñados teniendo en cuenta:

- Incorporar los conceptos de: energía, potencia, carga, intensidad de corriente y voltaje,
- Diseñarlos utilizando modelos realistas de consumo en los artefactos, dependiendo de la tecnología usada,
- Que sus mecánicas enfatizen las diferentes formas de aprovechar la energía y permitan vislumbrar las ventajas y desventajas de cada una.

7.3.3.3 Los aportes de los jugadores

Los aportes de los jugadores o *gamers* surgen a partir de las actividades grupales descritas en Spinelli et al. 2016a, Spinelli et al. 2016b y Spinelli et al. 2016c. De allí surgen los lineamientos iniciales del juego a desarrollar: género, tipo de juego, mecánicas propuestas, narrativa e historia:

- Debe ser inmersivo e introducir al jugador en un contexto ficticio con componentes de acción y aventura.
- De un solo jugador y su género “Tower Defense” (consistente en la defensa de una torre o fortaleza). Este constará de dos momentos: preparación para la defensa y el ataque.
- Contará con tres ambientes y en cada uno se enfocarán las estrategias orientadas a: el uso racional de la energía, la seguridad y el impacto ambiental.
- Las estrategias se expresarán a través de las mecánicas. Han de proponer que el ahorro de energía depende de la eficiencia en la generación, el transporte, el almacenamiento y el consumo.
- Las mecánicas deben permitir la adopción de estrategias de ahorro tanto activas como pasivas.
- El balance energético debe estar siempre presente y adicionalmente existirán los indicadores y ayudas necesarios para que el jugador pueda tomar decisiones racionales. En especial la información relacionada con los diversos componentes utilizados en el juego (artefactos y personajes).

7.3.3.3.1 Mecánica, narrativa e historia

El análisis de los aportes de los expertos, determina que la complejidad del proyecto excede los recursos físicos y humanos disponibles. Esto obliga a realizar en una primera etapa, un único ambiente: el uso racional de la energía. El género elegido se caracteriza por la existencia de dos actos; en el primero el jugador dispone las defensas y en el segundo acontece el ataque a las mismas. Las mecánicas, narrativa e historia deben ajustarse a dichos momentos de juego. En el mismo han de existir tres tipos de personajes:

- El personaje principal, cuyo comportamiento es gobernado por el jugador,
- Los ayudantes que acompañan al personaje principal, cuyo comportamiento depende de la inteligencia artificial del juego y
- Los zombies que atacan al personaje principal y los ayudantes, también gobernados por la inteligencia artificial del juego.

7.3.3.3.1.1 Mecánicas

Sin pretender una enumeración exhaustiva de las mecánicas, se incluyen las que se han obtenido en el ciclo 0 de la elicitación. En ciclos posteriores sufrirán refinamientos, surgirán nuevas y algunas desaparecerán:

- Obtener recursos: consiste en un mecanismo para obtener recursos, mediante el envío de ayudantes. Los recursos obtenidos ingresan al inventario.
- Existirá un contador de ayudantes y uno de zombies, que se irán modificando en el transcurso del juego y serán indicadores para el jugador. Los ayudantes pueden crecer al ingresar nuevos con los recursos y decrecer si los muerden los zombies. Por otro lado, los zombies crecen al morder ayudantes y decrecen al morir.
- Construir defensas: El jugador va disponiendo los elementos de defensa en un circuito defensivo, para ello deberá elegir desde su inventario de recursos los elementos necesarios.
- Construir y mantener bancos de generadores y baterías, para utilizar durante el ataque de los zombies, para ello nuevamente recurrirá al inventario.
- Puesto a construir defensas, generación y almacenamiento, deberá seleccionar los mejores elementos de su inventario. Para tomar las decisiones contará con información aportada en forma de pantallas y también podrá obtenerla del medio (profesores, revistas, internet).
- Dirigir la construcción y mantenimiento de las defensas, el proceso de generación y de acumulación de energía. Observando los indicadores de balance energético.
- Dirigir la defensa desde su tablero de mando, encendiendo los reflectores y controlando el tiempo de encendido y el consumo. Observando los indicadores de balance energético.
- Eventualmente, saldrá a enfrentar a los zombies portando una linterna recargable y deberá regresar a la fortaleza para su recarga.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Los zombies mueren al ser expuestos a una cantidad de lúmpenes.
- Los zombies convierten a los ayudantes en zombies si los muerden.
- El juego termina si se terminan los zombies
- El juego termina si el jugador es mordido por los zombies.
- El juego termina si la energía se acaba durante la noche o el día.

7.3.3.3.1.2 Narrativa

En el caso de los SG, mecánicas, narrativa e historia deben trabajar en conjunto. No solo para crear un ambiente inmersivo, también para introducir los conceptos pedagógicos que se desean compartir. El SG comienza en el primer día, el jugador ve por primera vez el tablero de situación. Este le indica el balance energético y los recursos que cuenta. A partir de ese momento debe tomar decisiones que han de disparar alguna mecánica:

- El jugador basándose en el número de ayudantes, inventario (combustible, generadores, acumuladores e insumos), puede enviar un número de ayudantes a buscar recursos fuera de la fortaleza, los cuales volverán al día siguiente. La cantidad de ayudantes y los recursos que traen dependerá de la inteligencia artificial del juego. Puede ocurrir que algún ayudante sea mordido o que se agreguen ayudantes alterando el balance de zombies y ayudantes.
- El jugador organiza sus defensas disponiendo un perímetro de reflectores, abastecidos por un banco de baterías. Las cuales son cargados mediante el uso de generadores que funcionan con combustible. Para ello verifica el estado de sus defensas, recorre el perímetro y basándose en el inventario reemplaza los elementos por rotura o eficiencia energética. Para decidir contará con información de consumo y eficiencia de cada elemento disponible en su inventario.
- El jugador organiza sus medios de generación y acumulación de energía, realizando un proceso similar al que lleva adelante con las defensas. El proceso de generación y acumulación no deja de funcionar durante el día y se detiene durante la noche para evitar el ruido. Al final del día la energía acumulada en las baterías, será la única disponible para la defensa.

Al día le sucede la noche, en ella se suceden oleadas de ataque. Este momento es el que aporta mayor jugabilidad e inmersión, en tanto que el día es el momento donde se desarrollan los conceptos pedagógicos (aunque también debe aportar inmersión).

Durante la noche:

- La defensa la dirige el jugador desde una sala de comando en altura, para dominar el entorno y manipular los reflectores. Enciende los reflectores según los ataques, para controlar el consumo. Si el jugador deja zonas oscuras los zombies pueden entrar y morder ayudantes.
- Si los zombies entran en el perímetro el jugador puede salir, para una pelea cuerpo a cuerpo utilizando una linterna (mientras esta tenga energía).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

La contienda continúa durante toda la noche, mientras haya zombies o el jugador cuente con energía para la defensa. Si todavía hay energía el juego esta queda para el día siguiente.

7.3.3.3.1.3 Historia

La trama consiste en una situación apocalíptica, donde la humanidad es afectada por una enfermedad que convierte a las personas en *zombies*. Estos contagian al morder, son atraídos por el ruido y mueren al ser expuestos a una cierta cantidad de lúmenes (unidad de iluminación). Este ambiente ha dado en llamarse: Power Down de Zombies. La vida en la fortaleza se divide en dos momentos el día y la noche, de día los zombies no atacan. Es el momento de conseguir recursos, generar energía, construir o reparar defensas, acumular energía y recargar linternas. En cambio, de noche los zombies atacarán en oleadas sucesivas. El jugador deberá encender los reflectores para repelerlos y eventualmente salir para combatir cuerpo a cuerpo. En la noche el jugador pierde ayudantes, que se convierten en zombies y al mismo tiempo mata zombies. Este balance entre ayudantes y zombies, viene de la mano de su eficacia en construir defensas y mantenerlas. Lo cual ha de lograr a través del uso racional y eficiente de la energía. El juego es una sucesión de días y noches, hasta que no queden zombies, el jugador sea mordido o se termine la energía.

7.3.4 Tareas de extensión e investigación

Los datos obtenidos deben ser validados y eventualmente complementados con información adicional. Para ello se planificó e implementó una jornada de game jam. Esta se desarrolló los días 11 y 12 de agosto de 2016, bajo el nombre “Festival Creativo MDQ 2016”.

La actividad en cuestión fue organizada por las Facultades de Humanidades e Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. En ellas se realizaron múltiples actividades entre las que destacan:

- Jueves 11 y viernes 12 de agosto **Game Jam**: Una maratón creativa donde los participantes trabajaron en forma colaborativa para desarrollar un videojuego, desde la idea hasta el producto final.
- Charlas y Talleres: Donde profesionales reconocidos de la industria de videojuegos y catedráticos del área videojuegos y educación, comparten sus conocimientos y experiencias a través de dos eventos:
 - Jueves 11 de agosto: **Workshop de Videojuegos**.
 - Viernes 12 de agosto: **Simposio de Videojuegos y Educación**
- **Feria Expositiva de videojuegos regionales**: Se desarrolló el 12 de agosto, es un espacio dónde interactúan los creadores con estudiantes y docentes. También se busca que conozcan el trabajo de los creadores, probar lo último en videojuegos y competir amistosamente en torneos.
- **Presentaciones en vivo** de artistas invitados con intervención del público.

Desde el punto de vista de este trabajo, tres son los aspectos relevantes de la jornada:

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- En la jam, donde participaron 15 estudiantes de carreras de informática, diseño, profesorado y música, se desarrollaron varias ideas provistas por los participantes, la actividad produjo valiosa información para validar y mejorar, el mecanismo de elicitación en particular, así como el MPDSG (Evans et al., 2016) en general.
- En la feria expositiva los alumnos y docentes de diferentes escuelas pudieron conocer e interactuar con videojuegos en un ambiente de enseñanza. Esta actividad permitió obtener valiosa información a tener en cuenta en la elicitación de un SG.
- Por último se implementó una demostración de una maqueta de Power Down de Zombies, acompañada por una performance artística. Con el objeto de medir el impacto de la idea en el público objetivo (alumnos de secundaria).

Basándose en la opinión de los expertos los resultados contienen la información suficiente para completar los GDD de 1 y 10 hojas de Rogers (2010). Al nivel de detalle necesario para el ciclo cero de nuestro proceso de especificación:

- **Título del juego:** Power Down The Zombies
- **Sistema de juego:** Es un juego donde se defiende una fortaleza de ataques enemigos. Hay un momento para preparar las defensas y otro para repeler los ataques.
- **Edad de los jugadores:** 15 a 16 años (contenido compatible con física de cuarto año secundario)
- **Calificación Legal:** Contenido apto para menores de 18 años.
- **Resumen de la historia:** En un mundo apocalíptico, un científico se recluye en una fortaleza junto a un conjunto de humanos. Estos son atacados todas las noches por oleadas de zombies, que convierten a los humanos mordéndolos. Los humanos matan a los zombies exponiéndolos a la luz. Los humanos deben generar energía durante el día, aprovechando las fuentes de energía y en función de las formas de energía disponibles. La energía generada debe usarse para la defensa y mantener la calidad de vida, que también se ve afectada por el tipo de generación (convencional o alternativa). Si la calidad de vida decae los humanos abandonan la fortaleza. El juego termina si no hay más zombies o el PP es mordido.
- **Distintos modos de Juego:** El juego será diseñado inicialmente para un único jugador y existirá un único modo de juego.
- **Aspectos que lo configuren como un juego atractivo:** La inmersión y jugabilidad se apoya en las características del género (desafío, combate, organización). Se aprovechan los dos momentos del día, para incorporar atractivos diferenciados (construcción de las defensas y la defensa) dentro de una visión realista.
- **Competencia:** Como juego de Tower of Defense, tiene por competencia todos los juegos de tipo similar. No obstante está pensado para un nicho específico (su uso docente), para lo cual cuenta con la evaluación de aprendizaje. Al tiempo que también resulta atractivo para la población objetivo (Alumnos de secundario).

La mayoría de los requisitos que perduran a lo largo de todo el juego se establecen en este ciclo (aunque sus estados pueden variar dentro de un conjunto de valores que quedan establecidos en esta instancia). En los ciclos subsiguientes la estructura inicial del juego, se va a completar mientras se construye.

7.4 Más allá del ciclo 0

Como vimos al describir el MPDSG (Evans et al., 2016), sus iteraciones replican el mecanismo de elicitación del ciclo 0. En este ambiente las fases de especificación, diseño e implementación trabajan en armonía. El objetivo es obtener y vincular los *assets* que han de constituir el producto. El modelo hereda este comportamiento del LPS (Clements & Northrop, 2001). En el caso de *Power Down The Zombies*, se realizaron dos ciclos de especificación después del ciclo 0. Los mismos bastaron para llegar a un prototipo, que cubre los requerimientos mínimos de aceptación. En cada ciclo se utilizaron escenarios de Leite et al. (2000) y como estos reflejan una secuencia temporal y un conjunto de rutas alternativas, pueden considerarse un reemplazo de los *beatchart* o los *storyboard*. Sin embargo, para lograr un reemplazo completo es necesario, que describan las mecánicas SGM, su interacción con las LA y las referencias a los efectos visuales y sonoros. Todo ello junto a referencias a las imágenes de ambiente y todo aquello que decora, da sentido y realismo a las acciones del juego. Para lograrlo resulta interesante incorporar los escenarios dentro de una plataforma como la wiki mencionada en el capítulo anterior. Esta constituiría una representación dinámica del mecanismo de elicitación, aportaría trazabilidad y un medio de comunicación entre los *stakeholders*. Además, permitiría convivir en una misma herramienta, los escenarios y las propuestas multimedia. Aunque resulta evidente los beneficios, que una herramienta como la wiki aporta al proceso de elicitación. Su construcción excede el presente trabajo, pues la intención de este es presentar el mecanismo de elicitación en SG, basado en escenarios. Y este objetivo puede realizarse sin mediar dicha herramienta.

7.4.1 Ciclo 1

Con la información obtenida se construyó el léxico extendido de lenguaje (LEL) como se describe en Spinelli & Massa (2018a) y del cual se expone un fragmento a continuación:

- **Personaje Principal (PP) (Sujeto):**
 - Noción: Personaje identificado con el jugador, construye las defensas y la dirige.
 - Impacto: Si es mordido por los zombies, termina el juego (pierde). Si mata a todos los zombies gana el juego. Al construir las defensas y llevar adelante el juego, es el responsable directo o indirecto de la mayoría de las acciones.
- **Objeto del Juego (Objeto):**
 - Noción: El juego al ser del género *Power Down*, se caracteriza por la defensa de una fortaleza. En él hay dos momentos bien diferenciados, la preparación de la defensa y la

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

defensa en sí. En este caso se trata de repeler ataques nocturnos de oleadas de zombies a los que afecta la luz, entonces las defensas se preparan durante el día.

- Impacto; Hay un estado principal de juego que representa el momento del día (Día o Noche). De día se dispara la construcción de las defensas, de noche se repelen los ataques.

- **Morder (Verbo):**

- Noción: Es la acción por la cual los zombies atacan a los humanos convirtiéndolos en zombies.
- Impacto: Si un zombie muerde a un humano el juego sigue, pero hay menos humanos y más zombies. Por otro lado, si es mordido el PP, el juego termina.

- **Momento del Día (Estado):**

- Noción: Es un estado que indica el momento del día en que nos encontramos (Día o Noche). Este estado cambia de un valor a otro, en forma transparente al jugador (teniendo en cuenta el tiempo transcurrido en el juego)
- Impacto: El cambio de estado dispara los escenarios Diurnos o Nocturnos según el caso.

Dado que este es un SG, se completó el LEL con los términos relacionados con los aspectos pedagógicos y de dominio (Spinelli & Massa, 2018b) y (Spinelli et al., 2018c):

- **Alumno (Sujeto):**

- Noción: Participante de la actividad con el rol de alumno
- Impacto: Descubrir, Buscar Información, Conocer, Comprender, Manipular y Aplicar conceptos.

- **Descubrir (Verbo):**

- Noción: El alumno durante la sesión descubre conceptos (objetos) que surgen de la actividad planteada.
- Impacto: En este contexto no hay estados que impidan la ejecución de una acción. Los cambios de estado indican la necesidad de disparar una nueva acción (verbo), en el proceso. Por ejemplo cuando reflexiona sobre consecuencias de las decisiones que adopta, dispara la formación social y humana.

- **Conocer (Verbo):**

- Noción: El alumno define los conceptos al momento en que los descubre, basándose en la información que obtiene mediante un proceso de búsqueda.
- Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer.

- **Buscar Información (Verbo):**

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Noción: El alumno cuando necesita definir un concepto busca la información necesaria en las fuentes disponibles.
- Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer.
- **Comprender (Verbo):**
 - Noción: El alumno analiza la definición del concepto al momento de conocerlo, para comprender como funciona y se relaciona con los otros conceptos.
 - Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer.
- **Manipular (Verbo):**
 - Noción: El alumno al momento de utilizar un concepto, lo manipula para que actúe según lo comprendido sobre el mismo.
 - Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer
- **Aplicar (Verbo):**
 - Noción: El alumno ante una situación específica decide que concepto utilizar y lo aplica.
 - Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer.
- **Reflexionar (Verbo):**
 - Noción: El alumno al descubrir, conocer, buscar, comprender, manipular y aplicar. Reflexiona sobre las consecuencias de las decisiones que adopta.
 - Impacto: Coincide con el impacto del verbo Conocer.
- **Formar Intellectualmente (Verbo):**
 - Noción: El alumno al descubrir, conocer, buscar, comprender, manipular y aplicar va formándose en el plano intelectual (al reflexionar sobre las consecuencias de las decisiones que toma).
 - Impacto: En este contexto no hay estados que impidan la ejecución de la acción, tampoco producen un cambio de estado al ejecutarlas. En este contexto no se dispara ninguna acción.
- **Formar Socialmente (Verbo):**
 - Noción: El alumno al descubrir, conocer, buscar, comprender, manipular y aplicar va formándose en el plano social y humano (al reflexionar sobre las consecuencias de las decisiones que toma).
 - Impacto: Coincide con el impacto del verbo Formar Intellectualmente.
- **Formar Profesionalmente (Verbo):**
 - Noción: El alumno al descubrir, conocer, buscar, comprender, manipular y aplicar va formándose en el plano profesional (al incorporar los conocimientos técnicos) y reflexionar sobre las consecuencias de las decisiones que toma.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Impacto: Coincide con el impacto del verbo Formar Intellectualmente.
- **Energía (Objeto):**
 - Noción: Es la capacidad que posee un cuerpo para realizar una acción o trabajo, o producir un cambio o una transformación y se manifiesta cuando pasa de un cuerpo a otro.
 - Impacto: Sobre un concepto se busca información, se lo conoce, se lo comprende, manipula o se lo pone en práctica (aplica).
- **Fuentes de Energía (Objeto):**
 - Noción: Las Fuentes de energía son los recursos existentes en la naturaleza de los que se puede obtener energía.
 - Impacto: Coincide con el impacto del objeto Energía.
- **Formas de Energía (Objeto);**
 - Noción: La Energía puede manifestarse de diferentes maneras: en forma de movimiento (cinética), de posición (potencial), de calor, de electricidad, de radiaciones electromagnéticas, etc.
 - Impacto: Coincide con el impacto del objeto Energía.
- **Generación de Energía (Objeto):**
 - Noción: Es la capacidad transformar una forma de energía en otra (en nuestro caso en energía eléctrica)
 - Impacto: Coincide con el impacto del objeto Energía.
- **Transporte de Energía (Objeto):**
 - Noción: Medio de transporte físico a través del cual se envía la energía desde las estaciones de generación a los centros de consumo.
 - Impacto: Coincide con el impacto del objeto Energía.
- **Impacto Ambiental (Objeto):**
 - Noción: Es el efecto que produce la actividad humana sobre el medio ambiente. En este caso al generar energía. Puede ser positivo, negativo o neutro, dependiendo de la fuente, forma, generación y transporte elegido.
 - Impacto: Coincide con el impacto del objeto Energía.
- **Tipo de Energía generada (Estado):**
 - Noción: La energía puede ser convencional o alternativa dependiendo de la fuente de energía y del método de generación elegido., una vez establecido no cambia en este contexto.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Impacto: En este contexto no hay cambios de estado, por lo cual no se disparan acciones, a partir de dichos cambios.
- **Tipo de Impacto Ambiental (Estado):**
 - Noción: La generación y el transporte de la energía tienen efectos directos sobre el ambiente determinando un impacto positivo, negativo o neutro. Este estado se implica de la forma de energía y el método de generación y transporte elegido. Una vez establecido no cambia en este contexto.
 - Impacto: Coincide con el impacto del estado Tipo de Energía Generada.

Basándose en el LEL se construyeron un conjunto de escenarios y partiendo de ellos se procedió a realizar la derivación de escenarios, algunos de los escenarios obtenidos son los siguientes (Figuras 36, 37, 38 y 39).

Componente	Descripción
Título	Aplicar un concepto.
Objetivo	Utilizar un concepto en base a la información obtenida y analizada.
Contexto	La actividad le presenta al alumno la necesidad de tomar decisiones, para lo cual debe conocer y comprender, manipular y aplicar un concepto.
Recursos	Fuentes de Información y Conceptos.
Actores	Alumno
Set de Episodios	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar información para conocer y comprender el concepto. • Manipular el concepto. • Aplicar el concepto.
Casos Alternativos	No hay

Figura 36: Escenario de Aplicar un Concepto (Fuente: Elab. Propia).

Componente	Descripción
Título	Buscar Información
Objetivo	Obtener de las fuentes la información para conocer y comprender un concepto.
Contexto	Ante la necesidad de adoptar una decisión el alumno debe buscar información que le permita hacerlo.
Recursos	Fuentes de Información y Conceptos.
Actores	Alumno
Set de Episodios	El alumno utiliza los elementos previstos en el juego para obtener información sobre los conceptos involucrados en la toma de decisiones, conociendo y comprendiendo los conceptos en el proceso.
Casos Alternativos	No hay

Figura 37: Escenario Buscar Información (Fuente: Elab. Propia).

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Manipular el concepto.
Objetivo	Manipular los conceptos según su comprensión de los mismos. Utilizar la información obtenida para llevar adelante los cálculos y acciones necesarios en el proceso de tomar una decisión.
Contexto	Ante la necesidad de tomar una decisión el alumno debe manipular el concepto, en el proceso de ejecutar la acción que implica su decisión.
Recursos	Fuentes de Información y Conceptos.
Actores	Alumno
Set de Episodios	El alumno utiliza los elementos previstos en el juego para manipular el concepto, durante el proceso de toma de una decisión.
Casos Alternativos	No hay

Figura 38: Escenario: Manipular Información (Fuente: Elab. Propia).

El mecanismo de elicitación termina en el juicio de expertos, esta es la instancia que marca su fin o la necesidad de continuar con el mismo. Esta actividad es la etapa de validación del proceso de especificación del modelo, la cual consiste en una o varias reuniones. Donde un conjunto de personas conocedoras de los temas que se tratan, juzgan la pertinencia y calidad de los requerimientos obtenidos.

Componente	Descripción
Título	Formar
Objetivo	Actividad introspectiva de reflexión del alumno que le confiere formación.
Contexto	Se ha tomado una decisión y esta ha generado determinadas consecuencias.
Recursos	Concepto y fuentes de Información
Actores	Alumno
Set de Episodios	El alumno reflexiona sobre los aspectos intelectuales, profesionales, sociales y humanos que surgen como consecuencia de sus decisiones.
Casos Alternativos	No hay

Figura 39: Escenario Formar (Fuente: Elab. Propia).

En los escenarios se describen las mecánicas de *serious game* (SGM), donde coexisten una mecánica de juego (GM), una de aprendizaje (LM) y los puntos de registro para las analíticas de aprendizaje (LA).

7.4.2 Ciclo 2

El juicio de expertos determinó que los requerimientos pedagógicos establecidos en el ciclo 1 son útiles para realizar el diseño, pues enumeran las habilidades a dominar para adquirir la competencia deseada. Sin embargo, los expertos señalaron la necesidad de obtener habilidades complementarias que permitan, asociar los eventos a variables que se puedan medir y registrar.

Por ello utilizando la taxonomía de Bloom, modificada por Churches (2008) se incorporan las siguientes habilidades:

- Reconocer e identificar fuentes de energía (convencional y alternativa),
- Comparar fuentes de energía (convencional y alternativa) Monitoreo del consumo y producción de energía,
- Detectar (cuando baja la producción energía mediante combustibles fósiles y cuando crece la producción alternativa),
- Discriminar, detectar entre consumo por necesidad o derroche y
- Planificar la producción y consumo de la energía.

Este listado resulta más descriptivo y permite asociar los eventos con las variables a medir, a través de las decisiones del jugador ante cada desafío.

Al cabo de ambos ciclos el SG Power Down The Zombies, parte de un escenario principal (identificado como DIU000) que visualiza la pantalla inicial. En esta se observan los controles de balance de energía, cantidad de Zombies, etc. También presenta un menú (lanzamiento del juego, configuración del juego, Ayuda). Este escenario no aporta jugabilidad, ni inmersión. Tampoco objetivos pedagógicos. Su función es iniciar el juego y dar marco al comportamiento del mismo. Los escenarios que dependen de este (salvo el lanzamiento), también tienen esta característica. Describir estos escenarios y sus implicaciones aumentaría el tamaño de la presente tesis sin aportar nada a la cuestión principal, baste decir que el lanzamiento del juego consiste en dar inicio al escenario diurno.

El escenario DIU000 lanza el escenario DIU001, este último se representa en la figura 40. En él participan los actores principales (sujetos del LEL que ejecutan acciones) y los actores secundarios (aquellos que las reciben). Se trata del jugador o personaje principal (PP), el Maestro del Juego (MJ) (representa al control del juego, no es visual) y los Ayudantes Humanos (AH). Este escenario y los que de él dependen, son aquellos que más aportan al aprendizaje. Debido a ello para presentar la forma en que el mecanismo de elicitación trabaja, el presente trabajo se va a circunscribir a los mismos. Los escenarios Diurnos se identifican como DIUxxx. En tanto que los escenarios que describen el uso de accesorios, se identifican como UTIxxx. Solo se incluyen los escenarios necesarios para describir el mecanismo y la forma en que se resuelve la relación juego / aprendizaje. Debido a esto es posible que existan referencias a escenarios no incluidos en el presente trabajo.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Preparación de Defensa (Escenario: DIU001).
Objetivo	Preparar las defensas para la Noche.
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Existe en los depósitos un conjunto de recursos. • Este escenario transcurre dentro de la fortaleza y su duración está determinada por parámetros del juego (con el objeto de mantener un equilibrio entre aprendizaje, jugabilidad e inmersión). • Durante el día el personaje principal (PP) debe prepararse para la defensa nocturna.
Recursos	Combustibles, lámparas, generadores, baterías, electrodomésticos, reflectores y materiales para la defensa.
Actores	Jugador o personaje principal (PP), Ayudantes Humanos (AH) y el Maestro del Juego (MJ).
Set de Episodios	<ul style="list-style-type: none"> • Al entrar el día el PP recibe y almacena los recursos en el depósito. Al mismo tiempo puede ordenar una nueva expedición, indicando cuantos AH han de partir. • Durante el día y hasta caer la noche el PP, realiza las siguientes acciones (el orden lo decide el PP): <ul style="list-style-type: none"> ◦ planificar y construir defensas (sub-escenario DIU002). ◦ disponer la generación y almacenamiento de energía (sub-escenario DIU003). ◦ administrar el uso de la energía (Sub-escenario DIU004).
Casos Alternativos	No existen.
Imágenes y efectos	 <p>Ambiente Diurno</p>

Figura 40: Escenario DIU001 (Fuente: Elab. Propia).

Los escenarios se van sucediendo a medida que cambian los estados, por ejemplo si estamos en el día corresponde el escenario diurno. En tanto que si pasamos a la noche se dispara el escenario nocturno.

La preparación de las defensas comienza en el escenario DIU002, el personaje principal o PP recorre el perímetro verificando el estado de cada lámpara. Reemplaza las rotas, las gastadas o las que resulte conveniente cambiar. Para realizar la tarea encomendada en este escenario, el PP cuenta con un panel de estado en cada poste. Y para tomar sus decisiones se apoya en el escenario UTI006. Él ve el inventario, conoce la información de cada elemento (consumo, vida útil, compatibilidad de conexión) y conjuntamente puede realizar cálculos y conversiones. La figura 41, describe el escenario DIU005 que se dispara a través del DIU002 y describe la mecánica de juego por la cual se reemplaza una lámpara. La estrategia de juego además de mantener un perímetro defensivo, requiere de una estrategia de generación y almacenamiento de energía. Esta es disparada por el escenario DIU002, cuando este lanza el escenario DIU003. Los escenarios DIU003 y DIU006, se ocupan de configurar los generadores tradicionales (DIU009), eólicos (DIU010) y solares (DIU011). Por otra parte, la generación de electricidad durante el día debe acumularse, para lo que hay dispuesto un Banco de Baterías cuyo mantenimiento se describe en el escenario: DIU12.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

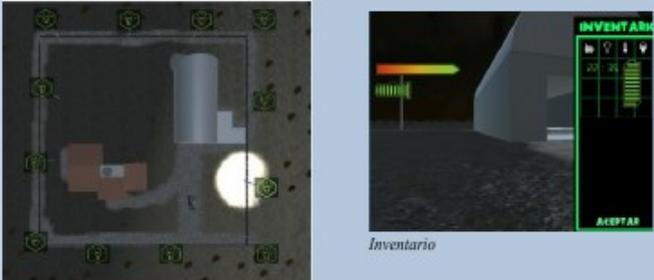
Componente	Descripción
Título	Inventario – Recambio de Lámpara (Escenario DIU005)
Objetivo	Visualización y uso de inventario (Recambio de Lámparas) – Conocer los distintos tipos de lámparas y sus parámetros (lúmenes, vida útil, consumo y eficiencia energética).
Contexto	Existe un depósito donde se almacenan los materiales recolectados por los carroñeros, el PP accede a ellos a través del inventario. Por cada ítem del inventario se despliega en pantalla la información relevante respecto al consumo, vida útil, energía consumida/generada, los lúmenes entregados por lámpara, la cantidad de combustible necesario por unidad de energía generada. Esta información la utiliza el jugador para adoptar decisiones.
Recursos	Lámparas y postes.
Actores	Jugador o personaje principal (PP)
Set de Episodios	Recorrer el perímetro por cada poste: <ul style="list-style-type: none"> • Verificar el estado de la lámpara. • En caso de ser necesario el reemplazo y tener existencia, tomar una desde el inventario (Escenario UTI006), esta acción lleva implícita una decisión estratégica al seleccionar por consumo, vida útil, lúmenes que suministra. • Efectuar el reemplazo y descarga del inventario.
Casos Alternativos	No existen
Imágenes y efectos.	 <p>Perímetro</p> <p>Inventario</p>

Figura 41: Escenario DIU005 (Fuente: Elab. Propia).

Los escenarios comparten un ambiente donde se disponen los artefactos (generadores, baterías), el PP utilizando las herramientas que provee el escenario UTI006, determina la mejor forma (a su juicio) de combinar los dispositivos. La figura 42, como ejemplo describe el escenario DIU009.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

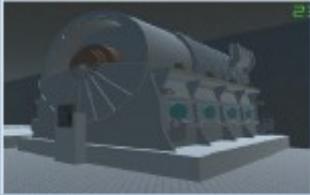
Componente	Descripción
Título	Inventario – Recambio o Instalación de un Generador. (DIU009)
Objetivo	Visualización y uso de inventario (Generadores) - Aplicar los conocimientos adquiridos sobre generación de la energía y lo use en el contexto que propone el juego. A su vez debe tener en cuenta las restricciones que tiene cada fuente de energía.
Contexto	Existe un depósito donde se almacenan los materiales recolectados por los carroñeros, el PP accede a ellos a través del inventario. Por cada ítem del inventario se despliega en pantalla la información relevante respecto al consumo, vida útil, energía consumida/generada, la cantidad de combustible necesario por unidad de energía generada.. Esta información la utiliza el jugador para adoptar decisiones.
Recursos	Combustibles, generadores.
Actores	Personaje Principal (PP)..
Set de Episodios	<ul style="list-style-type: none"> El jugador ingresa en la sala de generadores verifica el estado de los generadores a través del panel de estado al pie del generador. decide una estrategia de instalación y reemplazo valiéndose de la disponibilidad del inventario (Escenario UTI006) y la información sobre cada generador (combustible existente, los tipos de generadores disponibles y la cantidad de energía que generan por unidad de combustible). Procede a la instalación/remoción de los generadores.
Casos Alternativos	No Existen
Imágenes y Efectos	 

Figura 42: Escenario DIU009 (Fuente: Elab. Propia).

La construcción del perímetro y la estrategia de generación y almacenamiento, deben responder a una estrategia de consumo. Sin abandonar un confort mínimo, debe mantener una reserva adecuada para la defensa nocturna. Esta estrategia de consumo se dispara mediante el escenario DIU004, lanzado por el DIU002. Los escenarios DIU006 y DIU007 dependientes de este permiten observar el estado de los generadores y baterías, siendo el escenario DIU008 (figura 43), el que se preocupa por establecer una estrategia para el balance de energía.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Inventario – Balance de Energía (DIU008)
Objetivo	Establecer la cantidad de energía destinada a la defensa estática , el confort y la defensa personal (linterna)
Contexto	La energía que se genera y almacena, se destina al anochecer parte a atender los electrodomésticos (Confort), parte recargar la linterna (defensa personal) y el resto queda para los reflectores. Esta información la utiliza el jugador par adoptar decisiones.
Recursos	Baterías, electrodomésticos.
Actores	Jugador o personaje principal (PP).
Set de Episodios	El PP : <ul style="list-style-type: none"> • Consulta la existencia de electrodomésticos en el inventario (Escenario UTI006) • Determina cuales estarán en uso durante la noche, para ello tendrá información sobre el consumo de cada ellos. • Ir a la estación de carga de la linterna y cargarla (Escenario DIU013).
Casos Alternativos	No existen
Imágenes y Efectos	 <p>Electrodomésticos</p> <p>Reemplazo de Lampara</p>

Figura 43: Escenario DIU008 (Fuente: Elab. Propia).

Estos escenarios obtenidos en el tercer ciclo del modelo de desarrollo han permitido construir un prototipo del SG, no obstante para incorporar las learning analíticas es preciso un mayor nivel de detalle. Pongamos por ejemplo el reemplazo de una lampara (escenario DIU005), en dicho escenario coexisten varios episodios que pueden disparar escenarios a su vez. Por ejemplo verificar el estado de la lampara consiste en visualizar el panel de estado de la lampara y su eventual reemplazo, acciones que transcurren en este escenario. La decisión de reemplazar o no la lampara, implica el lanzamiento del escenario UTI006. En él se puede ver el inventario y utilizar la calculadora, es decir dispara dos nuevos escenarios donde el jugador toma decisiones. La integración de las analíticas implica determinar en cada escenario, donde se encuentra una decisión del jugador la cual implica el ejercicio de una habilidad. Si ubicamos el episodio dentro del escenario podemos establecer donde lo vamos a registrar. Pero no basta con registrar la ocurrencia del evento, también debemos medirlo con una métrica preestablecida y relacionada con el mismo. La figura 44 describe como se reescribe el escenario DIU005, tomando en cuenta estas consideraciones.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

Componente	Descripción
Título	Inventario – Recambio de Lámpara (Escenario DIU005)
Objetivo	Visualización y uso de inventario (Recambio de Lámparas) – Conocer los distintos tipos de lámparas y sus parámetros (lúmenes, vida útil, consumo y eficiencia energética).
Contexto	Existe un depósito donde se almacenan los materiales recolectados por los carroñeros, el PP accede a ellos a través del inventario. Por cada ítem del inventario se despliega en pantalla la información relevante respecto al consumo, vida útil, energía consumida/generada, los lúmenes entregados por lámpara, la cantidad de combustible necesario por unidad de energía generada.. Esta información la utiliza el jugador para adoptar decisiones.
Recursos	Lámparas y postes.
Actores	Jugador o personaje principal (PP)
Set de Episodios	Recorrer el perímetro y por cada poste, verificar el estado de la lámpara disparando el escenario UTI006-Lamp. Nota: el eventual reemplazo se delega al escenario UTI006-Lamp y en el registro se incluirá tanto la calidad de la decisión, como los valores que identifican al escenario, el momento en el juego, la identificación de la lámpara, su tipo, consumo y vida útil.
Casos Alternativos	No existen
Imágenes y efectos.	 <p>Perímetro</p> <p>Inventario</p>

Figura 44: Escenario DIU005, derivado con LA (Fuente: Elab. Propia).

Este nuevo escenario DIU005 se limita a recorrer el perímetro y disparar el escenario UTI006-Lamp (figura 45). Delegando en este, el registro de la decisión del reemplazo o no de la lámpara. Junto con este escenario UTI006-Lamp, han de surgir otros para los generadores y baterías, en este trabajo solo vamos a describir este. En este escenario tienen lugar las siguientes habilidades: aplicar conceptos a una situación, buscar información, manipular información y reflexionar sobre la información obtenida. Dado que este escenario no discrimina entre fuentes de energía convencionales o alternativas, las habilidades de reconocer, comparar y detectar diferencias de eficiencia, entre dichas fuentes no tienen lugar. Tampoco se pueden evaluar las habilidades de planificar y monitorear el consumo, así como diferenciar entre necesidad y derroche. Para llevar a cabo estas evaluaciones es necesario analizar más allá del evento individual (reemplazo de una lámpara, batería o generador). Es preciso realizar el análisis de todas las decisiones adoptadas a lo largo del juego, considerando estas decisiones con las calculadas por el juego. En otras palabras ante estos eventos, se los registra junto a la decisión que se tomó, de tal forma que el posterior análisis individual y de conjunto permita la evaluación del aprendizaje del jugador.

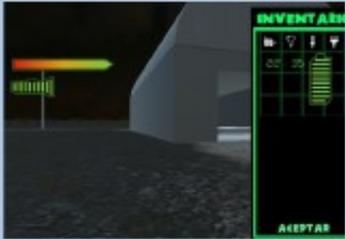
Componente	Descripción
Título	Utilitario recambio de Lampara (Escenario UTI006-Lamp)
Objetivo	Determinar se se realiza o no un reemplazo, evaluando el estado de la lampara, los lúmenes, vida útil y consumo, comparándolas con los posibles reemplazos.
Contexto	El personaje principal (PP), recorre el perímetro y por cada poste verifica el estado de la lampara. Disparando este escenario que recibe la información de la lampara a reemplazar (eventualmente), esta información la utiliza el jugador para adoptar decisiones.
Recursos	Ítems de inventario, calculadora de consumo, información sobre el ítem del inventario.
Actores	Jugador o personaje principal (PP)
Set de Episodios	<p>PP, recorre el inventario buscando entre las lamparas disponibles un reemplazo posible, para ello se vale de la información de la lampara a reemplazar, la información de cada posible reemplazo y el uso de la calculadora para el calculo de consumo y conversiones.</p> <p>Episodio determino reemplazo</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lampara rota, reemplazo imprescindible. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elegir un reemplazo a menos que no haya lamparas. ○ Si no esta rota analizar determinar si se reemplaza. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elegir un Reemplazo desde el inventario. <p>Episodio reemplazo : existen dos botones "reemplazo", "no reemplazo". Al presionar cualquiera de ellos se registra el evento y se actualiza el inventario. Registrar el evento significa identificar el evento, el momento en que se toma la decisión, la habilidad asociada al evento, los valores de la dispositivo a reemplazar y los del reemplazo, así como la calidad de la decisión (correcta o incorrecta). Esta última viene dada por la comparación entre la decisión del jugador y la mejor opción calculada por el juego, en función del inventario, tomando en cuenta la habilidad que deseamos medir.</p>
Casos Alternativos	No existen
Imágenes y efectos.	 <p style="text-align: center;"><i>Inventario</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Reemplazo de Lampara</i></p>

Figura 45: Escenario UTI006-Lamp (Fuente: Elab. Propia).

En este capítulo se han desgranado las diferentes actividades del mecanismo de elicitación dentro del proceso de especificación, que establece el modelo MPDSG. Incluir todos los escenarios del juego y en mayor nivel de detalle, supera el objetivo, dado que lo principal es describir en forma comprensible el mecanismo que se propone. Al cabo del segundo ciclo el juicio de expertos determinó que la especificación lograda, tenía suficiente nivel de detalle para lograr un prototipo funcional, teniendo en cuenta los recursos existentes.

7.5 Resultados obtenidos

La construcción del caso de estudio, ha permitido constatar que la hipótesis planteada por esta tesis puede ser una alternativa, para proveer SG para el aula. El modelo de proceso MPDSG propuesto por Evans, et al. (2016), ha demostrado ser una herramienta útil para el desarrollo de SG para el aula. Con respecto al mecanismo de elicitación, su implementación a lo largo de tres ciclos ha permitido determinar la validez del uso del lenguaje natural, los escenarios y su derivación como

técnicas para obtener y representar los requerimientos. Todo ello en conjunto con otros entregables típicos de los videojuegos tales como el GDD, los *storyboard* y los *beatchart*.

El uso de escenarios y el lenguaje natural, ha demostrado ser una interesante manera para visualizar los diferentes tipos de requerimientos, incluidas las *learning analytics*. No obstante al evaluar el mecanismo, se detecta la necesidad, de incorporar la multimedia en los escenarios y mejorar los mecanismos de trazabilidad. También se pudo demostrar que el mecanismo propuesto, puede ser un soporte eficaz para proceso de especificación. Permitiendo un trabajo colaborativo entre los distintos *stakeholders*, gracias al uso de un lenguaje común y una representación visual común a todos.

El mecanismo de elicitación es un componente del proceso de especificación, el cual también incluye la construcción de los documentos de especificación y la validación de dichos documentos realizada mediante juicios de expertos. En este sentido se ha determinado que los escenarios junto al lenguaje natural constituyen un interesante medio de documentación, tanto para el desarrollo como para la evaluación.

7.5.1 Mejoras posibles

Como se deja ver en el punto anterior el enfoque parece ser promisorio. Lamentablemente, la escasez de recursos no ha permitido implementar más que un prototipo limitado. No obstante su evaluación nos permite determinar las siguientes fortalezas y debilidades.

7.5.1.1 Fortalezas

El mecanismo se hace cargo del ambiente multidisciplinario y apuesta al uso del lenguaje natural y los escenarios como medio de facilitar y promover el desarrollo colaborativo. El mecanismo y el proceso que lo contiene, tienen definidas todas sus fases pensando en el intercambio de opiniones entre todos los *stakeholders*.

7.5.1.2 Debilidades

Los escenarios deben incluir los artefactos multimedia (sonidos, animaciones, dibujos). Pues estos son parte de los requerimientos a relevar y una fuente necesaria de intercambio entre los *stakeholders*. Se observa la falta de una herramienta que permita mantener el LEL, los escenarios, provea soporte a la derivación y trazabilidad.

7.5.1.3 Mejoras sugeridas

Se sugiere desarrollar una herramienta para crear y mantener los diferentes artefactos que produce el mecanismo de elicitación, que provea trazabilidad y la inclusión de los *assets* multimedia en los escenarios. Una herramienta de esta naturaleza no solo facilitará el intercambio entre los *stakeholders* durante la elicitación y el proceso de especificación. Es posible que se constituya también en una provechosa herramienta en otras fases del MPDSG. Por ejemplo para

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

reemplazar el repositorio de *assets* del LPS e incluso con las modificaciones del caso servir como el mecanismo de integración del LPS.

8 Conclusiones y trabajos futuros

8.1 Conclusiones

La industria de videojuegos a pesar de su éxito económico, y probablemente debido a este, presta poca atención a expresar formalmente sus prácticas. Esto no significa que la industria sea inmadura, se percibe esta actitud como una estrategia de reserva de mercado y aprovechamiento de ventajas comparativas. No obstante la información existente en el ámbito académico y enumerada en el marco teórico, permite establecer las líneas generales de los procesos de desarrollo de videojuegos.

El aspecto central de un videojuego es la inmersión que llega a su máxima expresión cuando el jugador alcanza el “estado *flow*” definido por Csikszentmihalyi (1990). Dado el interés de los estudiantes por el uso de este tipo de productos, resulta natural aprovechar este interés a favor del aprendizaje. En este sentido han surgido diferentes propuestas entre ellas, adaptar para el aula a un tipo de productos clasificados como *serious game*. De estos existe abundante información en el desarrollo de productos orientados a las grandes corporaciones, pero no a aquellos *serious game* orientados para el aula. La diferencia entre unos y otros, radica en los recursos involucrados, debido a esto los *serious game* construidos a instancias de corporaciones hacen uso de los modelos de proceso tradicionales. En cambio, aquellos destinados para el aula, al no contar con grandes recursos son construidos con frameworks mediante el esfuerzo individual de los docentes. Esto no permite su generalización.

En este contexto el grupo GTI propone que los SG, solo se serán una alternativa, si la industria de los VJ se interesa en su desarrollo. Y para ello trabaja en el desarrollo de un conjunto de buenas prácticas que permitan su desarrollo industrial. De esta manera el producto en cuestión ha de ser un videojuego con contenidos didácticos y la atracción de un videojuego comercial. De lograrlo los estudiantes estarían aprendiendo sin saberlo e incluso lo harían fuera del aula. Para ello el grupo GTI considera que se debe integrar las buenas prácticas de desarrollo y el punto de vista del docente, dentro de un marco multidisciplinario. En este sentido propone el modelo de desarrollo MPDSG (Evans et al., 2016), basado en los métodos ágiles, los desarrollos centrados en el usuario, el re-uso de componentes y el trabajo multidisciplinario. En este trabajo se pretende definir el mecanismo de elicitación del MPDSG. Para ello al momento de presentar el plan de tesis como se expuso en la sesión 1.1, se definieron unos objetivos.

El objetivo central de esta tesis es la definición de un mecanismo de elicitación para SG para el aula. Sin embargo, dicho mecanismo no tiene sentido sin un proceso de especificación que lo contenga y un modelo de proceso de desarrollo que los contenga a ambos. Antes de avanzar, es preciso responder: ¿Es necesario un modelo específico?, ¿En caso de ser necesario, el proceso de especificación debe ser también específico? Y ¿el mecanismo de elicitación? Los capítulos 2 y 3 desgranar las razones por las cuales se responden afirmativamente estas preguntas: Los procesos de

desarrollo para videojuegos y *serious game* existentes, no cubren todas las necesidades. Esto es así en el caso de la especificación y elicitación, donde no hay muchas referencias a técnicas, herramientas y procesos.

La propuesta del modelo de proceso MPDSG, no es tema de esta tesis; sin embargo, su mecanismo de elicitación sí lo es. Por ello se lo describe en el capítulo 5, pues al momento de proponer el modelo se decide definir uno específico, en lugar de adecuar uno existente dado que en el capítulo 3 queda claro la necesidad de definir un mecanismo específico. Esto teniendo en cuenta las características de los requerimientos. En función de esto los capítulos 6 y 7, caracterizan definen y evalúan el mecanismo propuesto. Incorporando un análisis de los resultados en la sección 7.5. Se puede afirmar que los objetivos planteados en el trabajo han sido satisfechos en un grado importante lo cual justifica la presentación de esta tesis, no obstante quedan cosas por hacer.

8.2 Contribución del presente trabajo

Este trabajo describe el mecanismo de elicitación del modelo MPDSG, esta es su contribución principal en la meta de proveer herramientas para el desarrollo de *serious game* en el aula. En la construcción de un producto de software participan siempre expertos en informática junto a personas de otros dominios, esta realidad es particularmente cierta en los VJ. Pues aquí los expertos son variados y de diversas experiencias y en el caso de los SG en el aula se incorporan aquellos expertos dedicados al área docente. Este aspecto multidisciplinario se ha tenido en cuenta en la definición del mecanismo. Por ello intenta generar mediante sus técnicas y herramientas (escenarios y lenguaje natural) un ambiente de intercambio de ideas para expertos de diferentes orígenes.

Una contribución marginal de este trabajo proviene de las herramientas elegidas para implementar el mecanismo de elicitación, pues durante el desarrollo de la presente tesis se observa su potencial de transformarse en una herramienta más poderosa si se le incorpora el tratamiento multimedia y la trazabilidad.

8.3 Trabajos futuros

Lo realizado hasta ahora es un principio por lo cual queda claro que el camino ha de ser largo, para lograr que el modelo en general y el mecanismo elicitación en particular sea una realidad práctica. Es preciso seguir adelante con el refinamiento del MPDSG en general y del mecanismo de elicitación en particular, respecto a este:

- Fomentar estudios interdisciplinarios para especificar con mayor eficacia y precisión las mecánicas de aprendizaje, el uso de las analíticas de aprendizaje y el mapeo LM-GM.
- Refinar la elaboración de escenarios y su derivación, adecuando los procedimientos al producto específico.
- Refinar los mecanismos para describir las mecánicas de aprendizaje.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- Refinar los mecanismos de mapeo.
- Refinar los métodos para establecer más y mejores métricas de Learning Analytics.
- Refinar los mecanismos para relacionar las Learning Analytics con las mecánicas de aprendizaje.

Por otro lado, es necesario desarrollar una herramienta que soporte el mecanismo de elicitación que:

- Permita crear y mantener el Léxico Extendido de Lenguaje.
- Se convierte en un medio de comunicación eficaz entre todos los actores tanto de la elicitación, como de la especificación y el desarrollo.
- Permita crear, mantener y actualizar los escenarios, dentro de un repositorio que admita una versión de escenarios que incluya los elementos multimedia.
- Soporte los mecanismos necesarios para la derivación de escenarios
- Provea trazabilidad de versiones tanto del LEL como de los escenarios.

Al incorporar esta herramienta interactiva, se ha de lograr la implementación completa del mecanismo de elicitación propuesto para el MPDSG, constituyendo un espacio de trabajo donde puedan convivir los diferentes *stakeholders*. Siendo este un ambiente que propicie el intercambio de ideas y opiniones a través de un lenguaje común. Provea una imagen de las decisiones en el momento de desarrollo presente sin perder la trazabilidad de los requerimientos. Donde convivan los diferentes aspectos multimedia y en suma sea eficaz para la especificación de un SG.

8.4 Palabras finales

No quiero terminar este trabajo sin agradecer a todos los integrantes de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata, Al Grupo GTI, a los alumnos que han colaborado con el desarrollo de sus juegos. A los integrantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mar del Plata. Y a todos los investigadores y profesionales que han aportado sus conocimientos a través de sus trabajos y tesis.

15 de julio de 2022, Mar del Plata

9 Bibliografía

- Abt, C. C. (1970). *Serious Games*. The Viking Press, New York, ISBN: 978-0-670-63490-3.
- Alvarez, J. & Michaud, L. (2008). *Serious Games – Advergaming, edugaming, training and more*. Informe publicado por IDATE Consulting & Research, ISBN 978-2-84822-169-4.
- Ampatzidou, C., & Gugerell, K. (2018). Participatory game prototyping – balancing domain content and playability in a serious game design for the energy transition. Revista: *CoDesign*. Taylor & Francis, págs: 1-16. DOI: 10.1080/15710882.2018.1504084.
- Ampatzoglou, A., & Stamelos, I. (2010). *Software engineering research for computer games: A systematic review*. Revista: *Information and Software Technology*. Elsevier, Filadelfia Pensilvania EEUU. Págs: 51(9), 888-901. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.05.004.
- Aretio, L. G. (2005). *Objetos de aprendizaje. Características y repositorios*. Boletín del BENED - CUED, Abril - 2005, 5. Publicado por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S. D., Louchart, S., & Gloria, A. D. (2015). *Mapping learning and game mechanics for serious games analysis*. Revista: *British Journal of Educational Technology*. Wiley Press. Vol. 46(2), págs: 391-411. DOI: 10.1111/bjet.12113.
- Arseth, E. J. (1997). *Cybertext: Perspectives on ergodic literature*. John Hopkins Press. ISBN-13 : 978-0801855795.
- Azevedo, R., & Bernard, R. M. (1995). *A meta-analysis of the effects of feedback in computer-based instruction*. Revista: *Journal of Educational Computing Research*. Sage Journals. Vol. 13(2), págs: 111-127. DOI: 10.2190/9LMD-3U28-3A0G-FTQT.
- Baalsrud Hauge, J., Bellotti, F., Nadolski, R., Rust, M. K.-, Berta, R., & Carvalho, B. (2013). *Deploying Serious Games for Management in Higher Education: Lessons learned and good practices*. Conferencia: *7th European Conference on Games based Learning. 2013*. Págs: 225-234. DOI: <http://dx.doi.org/10.4108/sg.1.3.e4>.
- Baalsrud Hauge, J., Berta, R., Fiucci, G., & Manjón, B. F. (2014). *Implications of learning analytics for serious game design*. Conferencia: *14th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Athenes Greece*. Págs: 230-232. DOI: 10.1109/ICALT.2014.73.
- Bangert-Drowns, R. L., Kulik, C. L. C., Kulik, J. A., & Morgan, M. T. (1991). *The instructional effect of feedback in test-like events*. Revista: *Review of Educational Research*. Sage Journals. Vol: 61(2), págs: 213-238. DOI: 10.3102/00346543061002213.
- Baquero, R. (1996). *Vigotsky y el aprendizaje escolar (Vol. 4)*. Editorial Aique. ISBN: 978-950-701-333-1.
- Beck, K. (1999). *Embracing change with extreme programming*. Revista: *Computer*. IEEE Press. Vol.: 32(10), págs: 70-77. DOI: 10.1109/2.796139.
- Becker, J., Steiner, C., Hemmje, M., & Van Lankveld, G. (2015). *Realising and Applied Gamyng Eco-System: Towards Supporting Service-Based Innovation Knowledge Management and Transfer*. Conferencia: *GALA 2015*. Springer. Págs: 540-549. DOI: 10.1007/978-3-319-40216-1_58.

- Bellotti, F., Kapralos, B., Lee, K., Moreno-Ger, P., & Berta, R. (2013). Assessment in and of Serious Games: An Overview. Revista: *Advances in Human-Computer Interaction*. Hindawi. Año: 2013, págs: 1-11. DOI: 10.1155/2013/136864.
- Bethke, E. (2003). *Game Development and Production*. Wordware Publishing. ISBN: 9781556229510.
- Billings, D. R. (2012). *Efficacy of adaptive feedback strategies in simulation-based training*. Revista: *Military Psychology*. Taylor & Francis. Vol: 24(2), págs: 114-133. DOI: 10.1080/08995605.2012.672905.
- Blair, L. (2011). *The use of video game achievements to enhance player performance, self-efficacy, and motivation*, Tesis Doctoral University of Central Florida. Disponible en: <https://stars.library.ucf.edu/etd/1827>.
- Böckle, G., Clements, P., McGregor, J. D., Muthig, D., & Schmid, K. (2004). *Calculating ROI for Software Product Lines*. Revista: *IEEE Software*. IEEE Press. Vol.: 21(3), págs: 23-31. DOI: 10.1109/MS.2004.1293069.
- Boinodiris, P. (2012). *Playing to Win, Serious games for Business*. Conferencia: *Frontiers of Engineering: Reports on Leading-Edge Engineering from the 2012 Symposium*. Washington, DC. The National Academies Press, págs: 105-121. Disponible en: <https://nap.nationalacademies.org/read/18185/chapter/17>.
- Booch, G. (1990). *Object Oriented Design with Applications*. The Benjamin Cumming Publishing Company, Inc. ISBN:978-0-8053-0091-8. DOI: 10.5555/82528.
- Bossolasco, M., Enrico, R., Casanova, A., & Enrico, E. (2015). *Kokori, un Serious Game. La perspectiva de los estudiantes ante una propuesta de aprendizaje innovadora*. Revista: *Revista de Educación a Distancia*. Universidad de Murcia. Vol.: 45(3). DOI: 10.6018/red/45/bossolasco.
- Bouzá, G. B. (1997). *El guión multimedia*. Anaya Multimedia. ISBN: 9788441501522.
- Broeckhoven, F. V., Vlieghe, J., & Troyer, O. D. (2015). *Mapping between Pedagogical Design Strategies and serious game Narratives*. Conferencia; *7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. IEEE Press, págs: 1-8. DOI: 10.1109/VS-GAMES.2015.7295780.
- Brooks, F. (1995). *The Mythical Man-Month: Essays on Software Engineering* (2.^a ed.). Addison-Wesley Professional. ISBN: 9780201835953.
- Bruner, J. S. (1968). *Processes of cognitive growth: Infancy*. Clark University. Press. ISBN-13: 978-0827168107.
- Buskirk, W. L. V. (2011). *Investigating the optimal presentation of feedback in simulation-based training: An application of the cognitive theory of multimedia learning*. Tesis doctoral University of Central Florida, Orlando. Disponible en: <https://stars.library.ucf.edu/etd/1986>.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. (2013). *La Aplicación del Juicio de Experto como Técnica de Evaluación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)*. Revista; *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*. Universidad de Carabobo, Colombia. Vol.:7(2), págs.: 11-22. ISSN 1856-7576.
- Cabero-Almenara, J., Osuna Barroso, J., Morales Lozano, J. A., Román Gravan, P., & Romero Tena, R. (2004). *La red como instrumento de formación. Bases para el diseño de materiales didácticos*. Revista: *Pixel-bit Revista de Medios y educación*. Universidad de Sevilla. Vol.: 22, págs.: 5-23. ISSN 1133-8482.

- Callaghan, M., Gomez-Eguíluz, A., & McShane, N. (2014). *Using game analytics to measure student engagement/retention for engineering education*. Conferencia: *11th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*. IEEE Press. DOI: 10.1109/REV.2014.6784174.
- Callele, D., Neufeld, E., & Schneider, K. (2005). *Requirements engineering and the creative process in the video game industry*. *Requirement engineering*. Conferencia: *13th IEEE International Conference*, IEEE Press, págs.: 240-250. 10.1109/RE.2005.58.
- Cameron, B., & Dwyer, F. (2005). *The effect of online gaming, cognition, and feedback type infacilitating delayed achievement of different learning objectives*. Revista: *Journal of Interactive Learning Research, de la Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), Waynesville, NC. Association for the Advancement of Computing in Education*. Vol.: 16(3), págs.: 243-258. ISSN-1093-023X.
- Cano, A. R., Fernández-Manjón, B., & García-Tejedor, Á. J. (2016). *Downtown, a Subway Adventure: Using Learning Analytics to Improve the Development of a Learning Game for People with Intellectual Disabilities*. Conferencia. *16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*. IEEE Press. DOI: 10.1109/ICALT.2016.46.
- Cao, L. y Ramesh, B. (2008). *Prácticas ágiles de ingeniería de requisitos: un estudio empírico*. Revista: *IEEE Software*. IEEE Press. Vol.:25(1), págs.; 60-67. DOI: 10.1109/MS.2008.1.
- Cariaga, A. A., & Feria, R. (2015). *Learning analytics through a digital game-based learning environment*. Conferencia: *6th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*. IEEE Press. DOI: 10.1109/IISA.2015.7387992.
- Carroll, J. (1995). *Scenario-Based Design: Envisioning Work and Technology in system development*. Wiley & Sons, New York. ISBN-13 : 978-3527318254.
- Carroll, J. (2003). *Making use: Scenario-Based design of human-computer interactions*. MIT Press. ISBN: 9780262269926.
- Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., Gloria, A. D., Sedano, C. I., Hauge, J. B., & Rauterberg, M. (2015). *An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design*. Revista: *Computación Educativa*. Elsevier. Vol.:87, págs.: 166-181. DOI: 10.1016/j.compedu.2015.03.023.
- Catalano, C. E., Luccini, A. M., & Mortara, M. (2014). *Guidelines for an Effective Design of serious games*. Revista: *International Journal of serious game*, Serious Games Society. Vol.: 1(1), Págs:13. DOI: 10.17083/ijsg.v1i1.8.
- Chan, M. E. (2002). *Objetos de aprendizaje: Una herramienta para la innovación educativa*. Revista: *Revista Apertura*, Centro de Recursos de Innovación Educativa. Universidad de Guadalajara. Vol.:2, Págs: 3-11.
- Charur, C. Z. (1994). *La definición de objetivos de aprendizaje. Una habilidad básica para la docencia*. Revista: *Perfiles educativos*. Universidad Autónoma de México. Vol.:63, Págs.: 8-15. ISSN 0185-2698.
- Chaudy, Y., Connolly, T. M., & Hainey, T. (2014). *Engage: A Link between Educational Games Developers and Educators*. Conferencia: *6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)*. IEEE Press. DOI: 10.1109/VS-Games.2014.7012156.

- Chin, G. (2004). *Agile Project Management: How to Succeed in the Face of Changing Project Requirements*. AMACON. ISBN-13 : 978-0814471760.
- Churches, A. (2008). *Bloom'S Digital Taxonomy*. Disponible en: <https://www.researchgate.net>. Acceso Libre.
- Clements, P., & Northrop, L. (2001). *Software Product Lines: Practices and Patterns* (3.^a ed.). Addison-Wesley. ISBN-13 : 978-0201703320.
- Collantes, X. R. (2013). *Juegos y videojuegos. Formas de vivencias narrativas*. En: C. A. Scolari (Ed.), *HOMO VIDEOLUDENS 2.0 De Pacman a la gamification (Capítulo 1 página 20)*. Laboratori de Mitjans Interactius. Universitat de Barcelona. Barcelona. Disponible en: <https://www.articaonline.com/wp-content/uploads/2014/02/Homo-Videoludens-2-0-De-Pacman-a-la-gamification.pdf>.
- Comunidad, APROA (2009). *APROA. Aprendiendo con Repositorio de Objetos de Aprendizaje*. Proyecto de la Universidad de Chile, concluido. Presentación disponible en : <https://slideplayer.es/slide/3097529/>.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., & Hainey, T. (2007). *Motivations for playing computer games: A comparative analysis*. Conferencia: *1st European conference on games-based learning (ECGBL)*. Academic Conferences Limited. Págs.: 71-78. ISBN 9781906638788.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., Mac Arthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. M. (2012). *A systematic literature review of empirical evidence on computer games an serias games*. Revista : *Journal Computers & Education*. Elsevier, Filadelfia. Vol.:52(2), págs.: 661-686. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.03.004.
- Cook, D. (2006). *What are game mechanics?* Artículo web. Disponible en: <https://lostgarden.home.blog/2006/10/24/what-are-game-mechanics>.
- Cortés, A. F. (2000). *Recopilación de Métodos de Usabilidad*. Artículo Web. Centro Politécnico Superior – Universidad de Zaragoza. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/Herramientas.htm>.
- Crawford, C. (2003). *Chris Crawford on game design*. New Riders, Indianapolis EEUU. ISBN-13: 978-0131460997.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. Harper Perennial Modern Classic, New York. ISBN-13: 978-0061339202.
- De Lope, R. P., Arcos, J. R. L., Medina-Medina, N., Paderewski, P., & Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). *Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano*. Revista: *Entertainment Computing*, Elsevier. Vol.:18, págs.: 1-14. DOI: 10.1016/j.entcom.2016.08.005.
- De Troyer, O., & Janssens, E. (2014). *Supporting the requirement analysis phase for the development of serious games for children*. Revista: *International Journal of Children-Computer Interaction*. Elsevier. Vol.:2(2), págs.:76-84. DOI: 10.1016/j.ijcci.2014.05.001.
- De-Bono, E. (2018). *El pensamiento lateral*. Editorial Paidós Ibérica S.A. ISBN-13 : 978-8449305900.
- Deci, E., & Ryan, R. (2008). *Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health*, Revista: *Canadian Psychology*. APA PsyNet. Vol.: 49, págs:182-185. ISSN: 0708-5591. DOI: 10.1037/a0012801.

- Díaz, Ó., & Trujillo, S. (2007). *Líneas de producto software*. En: M. G. Piattini Velthuis & J. Garzás (Eds.), *Fábricas de Software: Experiencias, tecnologías y organización (2.a ed.)*, Editorial RA-MA. Págs.: 61-79. ISBN: 978-84-7897-960-8.
- Dietz-Uhler, B., & Hurn, J. E. (2013). *Using learning analytics to predict (and improve) student success: A faculty perspective*. Revista: *Journal of Interactive Online Learning*, JIOL. Vol.: 12(1), págs.:17-26. ISSN: 1541-4914.
- DGCEPBA (2010). *Introducción a la Física para 4º año. Diseño Curricular para la Educación Secundaria*. Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. Recuperado desde: <http://servicios.abc.gov.ar>.
- Echeverría Ezponda, J. (1999). *Los señores del aire: Telépolis y el tercer entorno*. Ediciones Destino. ISBN: 9788423331697.
- Elliott, L., Golub, A., Ream, G., & Dunlap, E. (2012). *Video game genre is a predictor of problem use*. Revista: *Cyberpsychology, Behavior and Social Networking*. Mary Ann Liebert Inc. Vol.: 15(3), Págs.:1-7. DOI: 10.1089/cyber.2011.0387.
- Evans, F., Spinelli, A., Zapirain, E., Massa, S., & Soriano, F. (2016). *Proceso de desarrollo de Serious Games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión*. Conferencia: *III Congreso de Ingeniería y IX Congreso de Enseñanza de Ingeniería (CADI-CAEDI 2016)*. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional de Resistencia. Págs.: 530-542. ISBN 9789504201731.
- Fanfarelli, J., & McDaniel, R. (2015). *Individual Differences in Digital Badging: Do Learner Characteristics Matter?* Revista: *Journal of Educational Technology Systems*, Sage Journals. Vol.: 43(4), Págs.: 403-428. DOI: 10.1177/0047239515588165.
- Ferré Grau, X. (2005). *Marco de integración de la usabilidad en el proceso de desarrollo software* [Phd Thesis, Madrid: Universidad Politécnica]. Universidad Politécnica de Madrid. DOI: doi.org/10.20868/UPM.thesis.440.
- Festinger, L. (1957). *A theory of cognitive dissonance (Vol. 2)*. Stanford university press. ISBN: 9780804709118.
- Flood, K. (2003). *Game unified process*. Página web publicada por GameDev.net. Disponible en: <https://www.gamedev.net/tutorials/programming/general-and-gameplay-programming/game-unified-process-r1940/>.
- Fournier, H., Kop, R., & Hanan, S. (2011). *The Value of Learning Analytics to Networked Learning on a Personal Learning Environment*. Conferencia: *1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. ACM (Association Computing Machinery). Págs.: 104-109. DOI: 10.1145/2090116.2090131.
- Freire, M., Serrano-Laguna, A., Manero, B., Martínez-Ortiz, I., Ger, P. M., & Fernández-Manjón, B. (2016). *Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games*. Revista: *Learning, Design, and Technology*. Springer International Publishing, págs.: 1-29. DOI: 10.1007/978-3-319-17727-4_21-1.
- Freitas, S. D., & Liarokapis, F. (2011). *Serious Games: A New Paradigm for Education?* Revista: *Serious Games and Edutainment Applications*. Springer International Publishing, págs.: 9-23. DOI: 10.1007/978-1-4471-2161-9_2.
- Ganem Alarcón, Patricia (2010). *Piaget y Vygotski en el aula: el constructivismo como alternativa de trabajo docente*. Limusa, S. A. de C. México DF. ISBN 978-607-05-0153-1.

- Ginns, P. (2005). *Meta-analysis of the modality effect*. Revista: *Learning and Instruction*. Elsevier. Vol.: 15(4), págs.: 313-331. DOI: 10.1016/j.learninstruc.2005.07.001.
- González, C. S., & Blanco, F. (2008). *Emociones con Videojuegos: Incrementando la Motivación para el aprendizaje*. Revista: *Teoría de la Educación - Educación y cultura en la sociedad de la información*. Universidad de Salamanca (EUSAL). Vol.: 9(3), págs.: 69-92. E-ISSN: 1138-9737. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201017343005>.
- González-Sánchez, J. L. (2010). *Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos* [Phd Thesis, Universidad de Granada, España]. Universidad Nacional de Granada. Disponible en : <https://digibug.ugr.es/handle/10481/5671>.
- González-Sánchez, J. L., Zea, N. P., Gutiérrez, F. L., & Cabrera, M. J. (2008). *De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador*. Conferencia: *IX Congreso Internacional de Interacción Humano-Ordenador (INTERACCIÓN 2008)*, págs.: 99-109. Disponible en: <https://lsi2.ugr.es/~juegos/publicaciones.htm>.
- González-Tardón, C. (2006). *Emociones y Videojuegos*. Conferencia: *III Congreso Online del Observatorio de la Cibersociedad. 20/11/2006. - 03/12/2006*. Disponible en: https://www.academia.edu/9072305/Emociones_y_Videojuegos.
- Gottesdiener, E. (2007). *Requirements Practices on Agile Projects*. Artículo del Boletín: *Success with Requirements*. EBG Consulting. Vol.:1(8). Disponible en: https://www.ebgconsulting.com/Pubs/Articles/Requirements%20Practices%20on%20Agile%20Projects_E_Gottesdiener.pdf.
- Gould, J. D., & Lewis, C. (1985). *Design for usability: Key principles and what designers think*. Revista: *Communications of the ACM*. ACM Digital Library. Vol.:28(3), págs.: 300-311. DOI: 10.1145/3166.3170.
- Granollers, T. (2004). *MPIu+a. Una metodología que integra la ingeniería del software, la interacción persona-ordenador y la accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinar*. [Phd Thesis, Universitat de Lleida]. Universidad de Lleida. Disponible en: https://mpiua.invid.udl.cat/docs/Tesis_Doctoral_Toni_Granollers.pdf.
- Granollers, T., Lorés, J., & Cañas, J. (2005). *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Editorial UOC. ISBN: 978-84-9788-267-5.
- Granollers, T., Lorés, J., & Perdrix, F. (2002). *Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad. Integración de la ingeniería del Software y la de la Usabilidad*. Conferencia: *Workshop sobre nuevos paradigmas. Integración en entornos colaborativos. Aplicados a la gestión y difusión del patrimonio cultural (COLINE 02)*, págs.: 11-12. Granada, España. Disponible en: <https://lsi2.ugr.es/~mgea/workshops/coline02/programa.html>.
- Gray, J., Neema, S., Tolvanen, J. P., Gokhale, A. S., Kelly, S., & Sprinkle, J. (2007). Domain Specific Modeling. En P. A. Fishwick (Ed.), *Handbook of dynamic system modeling*. Publicado por: Chapman & Hall/CRC. Colección: Computer and Information Science. ISBN-13 : 978-1584885658.
- Groos, K. (1899). *Die Spiele der Menschen*. G. Fischer. Consultado desde: <https://books.google.com.ar>. Dominio Público.
- Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). *Taking educational games seriously: Using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games*. Revista: *Educational Technology Research and Development*. Springer. Vol.:56(5), págs.:511-537. DOI: 10.1007/s11423-007-9073-2.

- Hadad, G. D. S. (2007). *Uso de Escenarios en la Derivación de Software* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de la Plata]. Postgrado de la Facultad de Informática de la UNLP. Disponible en: <https://doi.org/10.35537/10915/2456>.
- Hadad, G., Kaplan, G., Oliveros, A., & Leite, J. C. S. P. (1997). *Construcción de Escenarios a partir del Léxico Extendido del Lenguaje*. Conferencia: JAIIO 26 (1997). SADIO. Págs.: 65-77. ISSN 1666-1117.
- Hamari, J., & Koivisto, J. (2014). *Measuring flow in gamification: Dispositional Flow Scale – 2*. Revista: *Computers in Human Behavior*. Elsevier. Vol.:40, págs.:133-143. DOI: 10.1016/j.chb.2014.07.048.
- Harpstead, E., MacLellan, C. J., Aleven, V., & Myers, B. A. (2014). *Using Extracted Features to Inform Alignment-driven Design Ideas in an Educational Game*. Conferencia: *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM New York USA. Págs.: 3329-3338. DOI: 10.1145/2556288.2557393.
- Hassan, Y., & Ortega, S. (2009). *Informe APEI sobre usabilidad*. Informes APEI nro 3. ISBN 978-84-692-3782-3.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). *The power of feedback*. Revista: *Review of Educational Research*, Sage Journals. Vol.:77, págs.:81-112. DOI: 10.3102/003465430298487.
- Hecker, C. (2010). *Achievements considered harmful?* Conferencia: *GDC Vault 2010*. Video disponible en: <https://www.gdcvault.com>.
- Hix, D., & Hartson, H. (1993). *Developing Ser interfaces: Ensuring Usability Through Product and Process*. John Wiley and Sons, New York (NY), USA. ISBN 0 471 57813.
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). *MDA: A formal approach to game design and game research*. Conferencia: *AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, vol 4. Association for the Advancement of Artificial Intelligence. Págs.: 1722-1727.
- IEEE Computer Society. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology (IEEE Std. 610.12 -1990)*. Norma publicada por: Institute of Electrical and electronics Engineers (IEEE), New Cork, USA. DOI: 10.1109/IEEESTD.2010.5733835.
- IEEE-LTSC (2002). *Learning Object Metadata (LOM-1484-12-V1)*. Norma publicada por: Institute of Electrical and electronics Engineers (IEEE), New Cork, USA. DOI: 10.1109/IEEESTD.2002.94128.
- ISO (1999). *Human-centred design processes for interactive systems (ISO 13407)*. Norma publicada por: International Standards Organization (ISO). <https://www.iso.org/standard/21197.html>.
- ISO (2000). *Human-centred lifecycle process descriptions (ISO/TR 18529)*. Norma publicada por: International Standards Organization (ISO). <https://www.iso.org/standard/33499.html>.
- ISO-IEC (2001). *Software Engineering—Product quality: Quality model (ISO/IEC 9126-1:2001)*. Norma publicada en conjunto por el International Standards Organization y la International Electronic Comission. <https://www.iso.org/standard/22749.html>.
- Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999). *The unified software development process* (1.^a ed.). Addison-Wesley Professional. ISBN: 9788478290369.
- Jenkins, H. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century*. The MIT Press. ISBN 9780262513623. Disponible en: <http://library.oapen.org/handle/20.500.12657/26083>.

- Jiménez-Sánchez, M. (2003). *Motivación intrínseca. Competencia, autodeterminación y control*. Capítulo de: *Emoción y motivación: La adaptación humana*. Vol. 2. Editorial Centro de Estudios Ramón Acelles S. A. Pág. 797-827. ISBN 84-8004-619-8.
- Johnson, C. I., Bailey, S. K., & Van Buskirk, W. L. (2017). *Designing effective feedback messages in serious games and simulations: A research review*. Capítulo de: *Instructional techniques to facilitate learning and motivation of serious games*. Springer. Págs.:119-140. DOI: 10.1007/978-3-319-39298-17. ISSN 2567-8485.
- Johnson, C. I., & Priest, H. A. (2014). *The feedback principle in multimedia learning*. Capítulo de: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. (2.^a ed., Cambridge University Press. Págs.: 449-463). DOI: 10.1017/CBO9781139547369.023. ISBN: 9781139547369.
- Johnson, C. I., Priest, H. A., Glerum, D. R., & Serge, S. R. (2013). *Timing of feedback delivery in game-based training*. Conferencia: *Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference*. IITSEC. Disponible en: <http://www.iitsecdocs.com/>.
- Johnson, L., Becker, S. A., Gago, D., García, E., & Martín, S. (2013b). *Perspectivas Tecnológicas: Educación Superior en América Latina 2013-2018*. Presentación de 28 diapositivas. New Media Consortium (NMC), Centro Superior para la Enseñanza Virtual (CSEV) y Virtual Educa. ISBN: 978-0-9889140-3-2.
- Ke, F. (2009). *A qualitative meta-analysis of computer games as learning tools*. Capítulo de: *Handbook of research on effective electronic gaming in education*. IGI Global. Vol. 1, Págs. 1-32. DOI: 10.4018/978-1-59904-808-6.ch001. ISBN 978-1-59904-808-6.
- Keith, C. (2007). *Take Control*. Conferencia: GDC Vault 2007. Agile Game Development, San Francisco. Video de la conferencia disponible en ; www.gdcvault.com.
- Key Bartholomew, L., Parcel, G. S., & Kok, G. (1998). *Intervention Mapping; designing theory and evidence based health promotion programs*. Revista: *Health Education Behavior*. Sage Journals. Vol.: 5(5), págs.: 545-563. DOI: 10.1177/109019819802500502.
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). *The effects of feedback interventions of performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory*. Revista: *Psychological Bulletin*. American Psychological Association (APA). Vol.: 119(2), págs.: 254-284. DOI: 10.1037/0033-2909.119.2.254.
- Koffka, K. (1922). *Perception: an introduction to the Gestalt-Theorie*. Revista: *Psychological Bulletin*. American Psychological Association (APA). Vol.: 19(10), págs.: 531-585. <https://doi.org/10.1037/h0072422>.
- Kolovos, D. S., Paige, R. F., Kelly, T., & Polack, F. A. (2006). *Requirements for domain-specific languages*. Conferencia: *ECOOP Workshop on Domain-Specific Program Development (DSPD) 2006*, Nantes. Francia. Disponible en:https://www.academia.edu/download/30799801/req_dsls.pdf.
- Koster, R. (2013). *Theory of Fun for Game Design (2Nd Edition)*. O'Reilly Media. ISBN-13 : 978-1449363215.
- Kühn, F. D., & Massa, S. M. (2018). *Análisis de Aprendizaje en Serious Games: Una revisión sistemática de la literatura*. Congreso: *IV Bienal de la IEEE ARGENCON 2018, San Miguel de Tucumán, Argentina 6,7,8 de Junio*. IEEE Press. DOI: 10.1109/ARGENCON.2018.8646166. ISBN:978-1-5386-5032-5.

- Kulhavy, R. W., & Anderson, R. C. (1972). *Delay-retention effect with multiple-choice tests*. Revista: *Journal of Educational Psychology*. American Psychological Association (APA). Vol.: 63, págs.: 505-512. ISSN: 0022-0663. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0033243>.
- Kulik, J. A., & Kulik, C. L. C. (1988). *Timing of feedback and verbal learning*. Revista: *Review of Educational Research*. Sage Journals. Vol.: 58(1), págs.: 79-97. DOI: 10.3102/00346543058001079.
- Allier, J. (1998). *The linking of occupational skills descriptors to training interventions*. Informe: *Netg's - Harcourt*. Recuperado desde la página discontinuada, por medio de: <https://web.archive.org/web/20000619211751/http://www.netg.com/research/pskillpaper.htm>.
- Lazzaro, N. (2007). *Why We Play: Affect and the Fun of Games: Designing Emotions for Games, Entertainment interface and Interactive Products*. Capítulo en: J. A. Jacko (Ed.), *The Human-Computer Interaction Handbook (2.ª ed.)*. Taylor & Francis Group. Págs.: 679-700. ISBN: 9780429103971.
- Ledo, M. V., Martínez, F. G., & Piedra, A. R. (2010). *Software educativos/Educational softwares*. Revista: *Revista cubana de educación médica superior*. Editorial Ciencias Médicas (Sociedad Cubana de Educadores en Ciencias de la Salud). Vol.:24(1). Págs.: 97-110. ISSN: 1561-2902.
- Leite, J. C. S. P. (1989). *Application Languages: A Product of Requirements Analysis*. Departamento de Informática de la Universidad Pontificia Católica de Rio de Janeiro (PUC-/RJ). 9 páginas. Disponible en: <https://www-di.inf.puc-rio.br/~julio/Slct-pub/app-lang.PDF>.
- Leite, J. C. S. P., Hadad, G. D. S., Doorn, J. H., & Kaplan, G. N. (2000). *A Scenario Construction Process*. Revista: *Requirements Engineering Journal*. Springer. Vol.: 5, págs.:38-61. DOI: 10.1007/PL00010342.
- Lester, F. K. (1983). *Trends and issues in mathematical problem solving research*. Capítulo en: R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematical concepts and processes*. Academic Press, New York. Págs: 229-261. ISBN-13 : 978-0124442207.
- Letelier, P., & Penadés, M. C. (2006). *Metodologías ágiles para el desarrollo de software: EXtreme Programming (XP)*. Revista: *Técnica Administrativa (Online)*, Vol.: 5(26). disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=5983>. E-ISSN 1666-1680
- Llera, J. B. (2003). *Estrategias de aprendizaje*. Revista: *Revista de educación*. Ministerio de Educación y Formación Profesional Español. Vol.: 332, págs.: 55-73. Disponible en; <https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/>.
- Loucopoulos, P., & Karakostas, V. (1995). *System Requirements Engineering*. Mac Graw-Hill. ISBN-13 : 978-0077078430.
- Low, R., & Sweller, J. (2014). *The Modality Principle in Multimedia Learning*. Capítulo en: R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning (2nd.)*. Cambridge University Press. Págs.: 227-245. ISBN: 9781139547369.
- Luna-Pérez, H., Mezura-Godoy, C., Benítez-Guerrero, E., & Garcia-Gaona, A. (2009). *Modelado de escenarios colaborativos para e-learning*. Conferencia: *XXII Congreso de Nacional y VIII Congreso Internacional de Informática y Computación. ANIE 2009, Ensenada, B.C. 21-23 de Octubre 2009. Avances en Tecnologías de la Información CNCIIC 2009*. Págs.: 151-158. ISBN: 978-607-7854-36-4.

- Maietti, M. (2017). *Semiotica dei videogiochi*. Editorial Unicopoli, Italia. ISBN-13 : 978-8840019451.
- Maner, W. (1997) *Prototipado*. Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza. Disponible en: www.sidar.org/recur/desdi/traduc/es/visitable/maner/Prototipado.htm.
- Marchiori, E. J., Blanco, Á. del, Torrente, J., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2011). *A visual language for the creation of narrative educational games*. Revista: *Journal of Visual Languages & Computing*. Elsevier. Vol.:22(6), págs.: 443-452. DOI: 10.1016/j.jvlc.2011.09.001.
- Marfisi-Schottman, I., George, S., & Tarpin-Bernard, F. (2010). *Tools and methods for efficiently designing serious games*. Conferencia: *4th European Conference on Game-Based Learning (ECGBL2009)*. Academic Published Limited Reading. Págs.: 226-234. ISBN: 978-1-906638-78-8.
- Mariais, C., Michaud, F., & Pernin, J.-P. (2011). *A Description Grid to Support the Design of Learning Role-Play Games*. Revista: *Simulation & Gaming. Sage Journals*. Sage Journals. Vol.:43(1), págs.: 23-33. DOI: 10.1177/1046878110390764.
- Marqués-Graells, P. R. (1996). *El Software Educativo*. Capitulo en: *Comunicación Educativa y Nuevas Tecnologías*. Editorial Ciss Praxis. ISBN: 9788471973856.
- Massa, S. M. (2013). *Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de Calidad* [Phd Thesis, Facultad de Informática, UNLP, La Plata.]. Escuela de postgrado de la Facultad de Informática de la Universidad de la Plata, República Argentina. Disponible en: <https://doi.org/10.35537/10915/26207>.
- Massa, S. M., Spinelli, A., & Morcela, A. (2015). *Videojuego Educativo: Un proyecto para fomentar la creatividad centrado en el estudiante*. Conferencia: *III Congreso Internacional De Videojuegos Y Educación*. Universidad tres de Febrero. Págs.: 116-118. ISBN: 978-987-1889-81-5.
- Mayer, R. E. (2014a.). *Computer games for learning: An evidence-based approach*. Mit Press, Cambridge, MA. DOI: 10.7551/mitpress/9427.001.0001 ISBN: 9780262324502.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2009). *Multimedia learning (2nd ed.)*. University Press, New York, Cambridge. ISBN-13 : 978-0521735353.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2014b). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. University Press. New York, Cambridge. DOI: 10.1017/CBO9781139547369. ISBN: 9781139547369.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (1998). *A split-attention effect in multimedia learning: Evidence for dual processing systems in working memory*. Revista: *Journal of Educational Psychology*. American Psychological Association (APA). Vol.:90, págs.: 312-320. DOI: 10.1037/0022-0663.90.2.312.
- Mc-Ilroy, M. D. (1968). *Mass Produced Software Components*. Reporte para el: NATO Science Committee. Editado por Boc McClure (2001). Disponible en: <https://www.scrummanager.com/files/nato1968e.pdf>.
- Mestadi, W., Nafil, K., Touahni, R., & Messoussi, R. (2018). *An Assessment of serious games Technology: Toward an Architecture for serious games Design*. Revista: *International Journal of Computer Games Technology*. Hidawi Journals. Vol.:2018, Art. ID 9834565. DOI: 10.1155/2018/9834565.
- Minović, M., & Milovanović, M. (2013). *Real-time Learning Analytics in Educational Games*. Conferencia: *First International Conference on Technological Eco-System for Enhancing*

- Multiculturality*. Univesidad de Salamanca, España. ACM Digital Library. Págs.: 245-251. DOI: 10.1145/2536536.2536574. ISBN: 978-1-4503-2345-1.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*. Revista: *Teachers college record*. Sage Journals. Vol.: 108(6), págs.: 1017-1054. ISSN: 0161-4681.
- Montero-Simarro, F., González-Sánchez, J. L., Padilla-Zea, N., & Gutiérrez-Vela, F. L. (2009). *Playability as Extension of Quality in Use in Video Games*. Conferencia: *2nd International Workshop on the Interplay between Usability Evaluation and Software Development*. Sweden Uppsala. CEUR Workshop Proceedings. ISSN 1613-0074. disponible en: <https://ceur-ws.org/Vol-490/proceedings.pdf>.
- Moreno, R., Mayer, R. E., Spires, H. A., & Lester, J. C. (2001). *The case for social agency in computer-based teaching: Do students learn more deeply when they interact with animated pedagogical agents?* Revista: *Cognition and Instruction*. Taylor & Francis. Vol.:19(2), págs.:177-213. DOI: 10.1207/S1532690XC11902_02.
- Mousavi, S., Low, R., & Sweller, J. (1995). *Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes*. Revista: *Journal of Educational Psychology*. American Psychology Association (APA). Vol.: 87(2), págs.: 319-334. DOI: 10.1037/0022-0663.87.2.319.
- Mundo, L. G., Enríquez, J. V., Genero, M., & Piattini, M. (2014). *¿Contribuye el Uso de Juegos Serios a Mejorar el Aprendizaje en el Área de la Informática?* Conferencia : *XX Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2014)*. Universidad de Oviedo. Págs.: 303-310. ISBN: 978-84-697-0774-6.
- Murray, J. H. (1997). *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. Free Press, New York. ISBN-13 : 978-0262533485.
- Nacke, L. (2009). *Affective ludology: Scientific measurement of user experience in interactive entertainment* [Phd Thesis, Blekinge Institute of Technology]. Blekinge Institute of Technology. ISBN: 978-91-7295-169-3.
- Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., Brink, H. J. van den, Hoefakker, R. E., Sloodmaker, A., Kurvers, H. J., & Storm, J. (2007). *EMERGO: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education*. Revista: *Simulation & Gaming*. Sage Journals. Vol.:39(3), págs.: 338-352. DOI: 10.1177/1046878108319278.
- Narciss, S., & Huth, K. (2004). *How to design informative tutoring feedback for multimedia learning*. Capitulo de: *Instructional design for multimedia learning (Editores_Niegerman, Leutner, Brünken)*. Waxmann Verlag. Págs. 181-195. ISBN: 978-3-8309-6384-4.
- Narciss, S., Sosnovsky, S., Schnaubert, L., Andrés, E., Eichelmann, A., & Gogvadze, G. (2014). *Exploring feedback and student characteristics relevant for personalizing feedback strategies*. Revista: *Computers and Education*. Elsevier. Vol.: 71, págs.: 56-76. DOI: 10.1016/j.compedu.2013.09.011.
- Newell, A. (1994). *Unified theories of cognition*. Harvard University Press. ISBN: 978-0674921016.
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User Centered System Design*. Press. ISBN: 978-0898598728.
- Parnas, D. (1976). *On the Design and Development of Program Families*. Revista: *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE Press. Vol.: 2(1), págs.: 1-9. DOI: 10.1109/TSE.1976.233797. ISSN: 0098-5589.

- Pereira, H. A., Souza, A. F. D., & Menezes, C. S. D. (2016). *A Computational Architecture for Learning Analytics. Game-Based Learning*. Conferencia: 2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE Press. DOI: 10.1109/ICALT.2016.3 ISBN:978-1-4673-9042-2.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1969). *Psicología del Niño*. Ediciones Morata. ISBN: 978-84-7112-803-4.
- Piaget, J. (1981). *La teoría de Piaget*. Revista: *Journal for the Study of Education and Development: Infancia y Aprendizaje*. Taylor & Francis. Vol.: 4(sup2), págs.: 13-54. ISSN: 0210-3702.
- Portnow, J., & Floyd, M. B. (2008). *The power of tangential learning*. Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=rN0qRKjFX3s>.
- Pozo, J.I., & Echeverría, M.D. (2009). *Aprender para comprender y resolver problemas*. Capítulo 2 de: *Psicología del aprendizaje universitario: la formación de competencias*. Ediciones Morata, Madrid, España. Págs.: 32-49. ISBN 9788471125989..
- Polya, J. (1973). *How solve it (2.a Ed.)*. Princenton University Press, Princenton. ISBN: 9780691164076.
- Preece, Y., Rogers, H., Sharp, D., Benyon, S., & Holland, T. (1994). *Human-Computer Interaction: Concepts And Design*. Addison Wesley. ISBN-13 : 978-0201627695.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. Mac Graw-Hill, New York. ISBN: 978-0071454001.
- Pressman, R. (2010). *Ingeniería Del Software. Un Enfoque Práctico (7Ma ed.)*. Mc Graw Hill. ISBN-13 : 978-8448111861.
- RAE, Real Academia Española: Diccionario de la lengua española, 23º edición. [versión 23.6 en línea <<https://dle.rae.es>> [09/03/23].
- Reber, A. S. (1967). *Implicit learning of artificial grammars*. Revista: *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, Elsevier. Vol.:6(6), págs.: 855-863. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80149-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80149-X).
- Ribes-Iñesta, E. (2011). *El concepto de competencia: Su pertinencia en el desarrollo psicológico y la educación*. Revista: *Bordón, Revista de pedagogía*, Sociedad Española de Pedagogía. Vol.: 63(1), págs.: 33-45. ISSN 0210-5934.
- Rivadeneira Molina, S., Vilanova, G., Miranda, M., & Cruz, D. (2013, June). *El modelado de requerimientos en las metodologías ágiles*. Conferencia: *XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2013)*. Universidad Autónoma de Entre Ríos. Págs.: 383-387. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27196> ISBN: 9789872817961.
- Rocha, V. R., Isotani, S., & Bittencourt, I. (2015). *Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: Uma revisão de desafios e oportunidades*. Conferencia: *Simposio Brasileiro de Informática em Educação (SBIE 2015)*. Sociedad Brasileña de Computación (SBC). Págs.: 692-701. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2015.692. ISSN 2316-6533.
- Rogers, S. (2010). *Level up! The guide to great video game design (2nd ed.)*. Jhon Wiley & Son. ISBN-13 : 978-1118877166.

- Rojas, José Caira; Urdaneta, Edy Maritza; Guevara, Luís Beltrán Mata (2014). *Estrategias para el aprendizaje significativo de procesos de fabricación mediante orientación constructivista*. Revista: *Opción*. Universidad del Zulia, Venezuela. Vol.: 30(75). ISSN 1012-1587.
- Rollings, A., & Morris, D. (2003). *Game Architecture and Design*. New Riders. ISBN: 9780735713635.
- Salen Tekinbas, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. The MIT Press. ISBN-13 : 978-0262240451.
- Sauvé, L. (2009). *Design tools for online educational games: Concepts and application*. Revista: *Transactions on Edutainment II*, Springer, Heidelberg, Vol.: 5660, págs.:187-202. DOI: 10.1007/978-3-642-03270-7_13.
- Sawyer, B., & Smith, P. (2008). *Serious games taxonomy*. Conferencia; *game developers conference (Game for Health 2008)*, San Francisco, USA Presentación: diapositiva 29. Disponible en : <https://thedigitalentertainmentalliance.files.wordpress.com/2011/08/serious-games-taxonomy.pdf>.
- Schell, J. (2008). *The art of game design: A book of lenses (1.ª ed.)*. CRC Press. ISBN-13 : 978-1138632059.
- Seager, W., Ruskov, M., Sasse, M. A., & Oliveira, M. (2011). *Eliciting and modeling expertise for serious games in project management*. Revista: *Entertainment Computing*, Elsevier. Vol.: 2(2), págs.: 75-80. DOI: 10.1016/j.entcom.2011.01.002.
- Serge, S. R., Priest, H. A., Durlach, P. J., & Johnson, C. I. (2013). *The effects of static and adaptive performance feedback in game-based training*. Revista: *Computers in Human Behavior*. Elsevier. Vol.: 29(3), págs.: 1150-1158. DOI: 10.1016/j.chb.2012.10.007.
- Serrano-Laguna, Á., Martínez-Ortiz, I., Haag, J., Regan, D., Johnson, A., & Fernández-Manjón, B. (2017). *Applying standards to systematize learning analytics in serious games*. Revista: *Computer Standard & interfaces*, Elsevier. Vol.:50, págs.: 116-123. DOI: 10.1016/j.csi.2016.09.014.
- Serrano-Laguna, Á., Torrente, J., Moreno-Ger, P., & Manjón, B. F.-. (2012). *Tracing a Little for Big Improvements: Application of Learning Analytics and Videogames for Student Assessment*. Revista: *Procedia Computer Science*, Elsevier. Vol.:15, págs.:203-209. DOI: 10.1016/j.procs.2012.10.072.
- Shernoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Shernoff, E. S. (2003). *Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory*. Revista: *School Psychology*. American Psychology Association (APA). Vol: 18(2), págs.: 158-176. DOI: 10.1521/scpq.18.2.158.21860.
- Shoukry, L., Göbel, S., & Steinmetz, R. (2014). *Learning Analytics and Serious Games: Trends and Considerations*. Conferencia: *2014 ACM International Workshop on Serious Games*, ACM, New York USA. Págs.: 21-26. DOI: 10.1145/2656719.2656729.
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. Revista: *Review of Educational Research*, Sage Journals. Vol.: 78, págs.: 153-189.. DOI: 10.3102/0034654307313795.
- Sicilia, M. A., & Lytras, M. (2005). *Scenario-oriented reusable learning object characterizations*. Revista: *International Journal of Knowledge and Learning*, InderScience. Vol.: 1(4), págs.: 332-341. DOI: 10.1504/IJKL.2005.008355. ISSN: 1741-1017.

- Sicilia, M. A., & Sánchez Alonso, S. (2009). *Learning objects and Learning designs: Reusable Learning for Virtual Learning Environment*. Capítulo de: *Encyclopedia of Virtual Communities and Technologies*. IGI Global. DOI: 10.4018/978-1-59140-563-4.ch078. ISBN13: 9781591405634.
- Slimani, A., Yedri, O. B., Elouaai, F., & Bouhorma, M. (2016). *Towards a design approach for serious games*. Revista: *International Journal of Knowledge and Learning*, InderScience. Vol.: 11(1), págs.: 58-81. <https://doi.org/10.1504/IJKL.2016.078649>.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software (9na ed.)*. Addison Wesley. ISBN: 9786073206037.
- Spinelli, A., Massa, S. M., Kuhn, F., & Rico, C. (2018c). *Diseño de Serious Games Requerimientos del Juego – Competencias y Habilidades*. Conferencia: XX Encuentro Internacional Virtual Educa: “Educando el presente conectando el futuro”. IX foro multilateral de educación e innovación. *Virtual Educa*. 13 páginas. Disponible en: <https://encuentros.virtualeduca.red/storage/ponencias/argentina2018/AgKNFhFG8maPdI7j8JGQLfaUshiT9phNNL8C1ulJ.pdf>.
- Spinelli, A., Massa, S., & Zapirain, E. (2016a). *La Construcción Narrativa de un Serious Game*. Conferencia: IV Congreso Internacional de Videojuegos Educativos. Pontevedra, España. B. Lago Legerén & V. Crespo Pereira (Eds.), *De la Idea a la Pantalla*. Alfa Omega. Págs.: 9-19). ISBN: 978-84-617-5940-8.
- Spinelli, A. T., & Massa, S. M. (2018b). *Elicitación de Requerimientos Educativos en un SG*. Conferencia: XIII Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2018). RedUnci, Universidad Nacional de Misiones. Pág.: 68-76. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68745>. ISBN: 978-950-766-124-2.
- Spinelli, A. T., & Massa, S. M. (2017a). *Elicitación de Requerimientos, Centrada en el Usuario, para el Desarrollo de un Serious Game*. Congreso: XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2017. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Págs.: 1194-1198. ISBN: 978-987-42-5143-5. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61343>.
- Spinelli, A. T., & Massa, S. M. (2018a). *Elicitación en Serious Game*. Conferencia: IEEE Bienal Congress of Argentina (ARGENCON), IEEE Press. 7 páginas. DOI: 10.1109/ARGENCON.2018.8645988. ISBN:978-1-5386-5032-5.
- Spinelli, A. T., & Massa, S. M. (2019). *Revisión Sistemática: Elicitación de Requerimientos Educativos en Serious Games*. Conferencia: XXV Congreso Argentina de Ciencias de la Computación (CACIC 2019). XXV Congreso Argentina de Ciencias de la Computación (CACIC 2019), Rio Cuarto, Córdoba Argentina. REDUNCI. Págs 1158-1167. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90359>. ISBN: 978-987-688-377-1.
- Spinelli, A. T., Massa, S. M., & Evans, F. (2016b). *El proceso de creación de un videojuego como herramienta para la toma de decisiones en el uso eficiente de la energía*. Conferencia: II Congreso Argentino de energías sustentables (CES 2016). II Congreso Argentino de Energías Sustentables (CES 2016), Bahía Blanca. EduTecne. Págs. 192-199. ISBN: 978-987.1896-62-2. Disponible en: <http://www.ces.frbb.utn.edu.ar/2016/archivos/Compilado%20final%2018-10-16.pdf>.
- Spinelli, A. T., Massa, S., Zapirain, E. A., Kuhn, F. D., & Rico, C. (2016c). *Elicitación de Requerimientos para un serious game*. Conferencia: II Jornadas Argentinas de Tecnologías, Innovación y Creatividad (JATIC 2016), Mar del Plata, Argentina. Universidad CAECE.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

- ISBN: 978-987-46267-0-7. Disponible en:
https://jatic2016.ucaecemdp.edu.ar/Libro_de_Actas_II_JATIC_2016.pdf.
- Spinelli, A. T., Rico, C., Massa, S. M., & Evans, F. (2017b). *Elicitación de Requerimientos en serious game, un caso de estudio*. Conferencia: *III Jornadas Argentinas de Tecnología Innovación y Creatividad (III JATIC 2017)*, Mar del Plata, Argentina. Universidad CAECE. ISBN 978-987-46267-2-1. Disponible en:
<https://jatic2017.ucaecemdp.edu.ar/archivos/LibroDeActasJATIC2017.pdf>.
- Strzalkowski, T., & Symborski, C. (2016). *Lessons Learned About serious game Design and Development*. Revista: *Games and Culture*. Vol.:12(3), págs.:292-298. DOI: 10.1177/1555412016673524.
- Takeuchi, H., & Nonaka, I. (1986). *Scrum: The New Product Development Game*. Revista: *Harvard Business Review*. Harvard Business Publishing. Disponible en:
<https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game>.
- Timmers, C. F., Van den Broek, J. B., & Van den Berg, S. (2013). *Motivational beliefs, student effort, and feedback behavior in computer-based formative assessment*. Revista: *Computers & Education*, Elsevier. Vol.: 60(1), págs.: 25-31. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.07.007.
- Tran, C. D., George, S., & Marfisi-Schottman, I. (2010). *EDoS: An authoring environment for serious games design based on three models*. Conferencia: *4th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2010)*. Copenague, Dinamarca. Academic Conferences Ltd. Págs. 393-402. ISBN: 9781622767083.
- Ulicsak, M. (2010). *Games in Education: Serious Games*. Presentación de: *A Futurelab Literature, dependiente de: National Foundation For Education Research (NFER)*; United Kingdom (UK). Disponible en; <https://www.nfer.ac.uk/media/1823/futl60.pdf>.
- Universia (2019), *Técnicas de aprendizaje*. Fundación Universia. Disponible en:
<https://www.universia.net/ar/actualidad/orientacion-academica/mejores-tecnicas-aprendizaje-1166453.html>.
- Urquidi, M., & Aznar, C. T. (2015). *Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: Evidencia empírica*. Revista: *Opción*. Universidad de Zulia, Venezuela. Vol.:31(3), págs.:1201-1220. ISSN: 1012-1587. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/310/31045567063.pdf>.
- UsabilityNet. (2003). *UsabilityNet European Union Project (2001-2003)*. Proyecto de la Union Europea sobre Usabilidad, información disponible en: <https://usabilitynet.org/eu>.
- Vandewaeter, M., Desmet, P., & Clarebout, G. (2011). The contribution of learner characteristics in the development of computer-based adaptive learning environments. Revista: *Computers in Human Behavior*, Elsevier. Vol.:27, págs.: 118-130. DOI: 10.1016/j.chb.2010.07.038.
- Vygotsky, S.L. (1967). *Play and Its Role in the Mental Development of the Child*. Revista: *Soviet Psychology*. Taylor & Francis. Vol.:5(3), págs.: 6-18. DOI:10.2753/RPO1061-040505036.
- Westera, W., Nadolski, R., & Hummel, H. (2014). *Serious Gaming Analytics: What Students' Log Files Tell Us about Gaming and Learning*. Revista: *International Journal of Serious Games*, Serious Game Society. Vol.:1, págs.: 35-50. DOI: 10.17083/ijsg.v1i2.9.
- Wiley, D. (2009). *Learning Object and Instructional Theory*. Capítulo de: *Instructional - Design Theories and Models*. Taylor & Francis. Vol.: 3, págs.: 349-363. ISBN: 978-1-4106- 1884-9.

- William, D., & Black, P. (1998). *Assessment and Classroom Learning*. Revista: *Assessment in principles, policy & practice*, Taylor & Francis. Vol.: 5(1), págs.:7-74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>.
- Winn, B. M. (2009). *The design, play, and experience framework*. Capítulo de: *Handbook of research on effective electronic gaming in education*. IGI Global. Págs.:1010-1024. DOI: 10.4018/978-1-59904-808-6.ch058. ISBN13: 9781599048086.
- Watson, J. B. (1914). *Behavior: An introduction to comparative psychology*. Henry Holt and Co. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/10868-000>. Disponible online en: <https://psycnet.apa.org/PsycBOOKS/toc/10868>.
- Wouters, P., & Oostendorp, H. van. (2013). *A meta-analytic review of the role of instructional support in game-based learning*. Revista *Computer & Education*. Elsevier. Vol.:60(1), págs.: 412-425. DOI: 10.1016/j.compedu.2012.07.018.
- Zyda, M. (2005). *From visual simulation to virtual reality to games*. Revista: *Computer*, IEEE Press. Vol.: 38(9), págs.: 25-32. DOI: 10.1109/MC.2005.297. ISSN: 0018-9162.

10 Apéndices

10.1 Trabajos del grupo, relacionados con esta tesis

Trabajos del grupo relacionados con la presente tesis, presentados en revistas, congresos y jornadas.

“Videojuego Educativo: un proyecto para fomentar la creatividad centrado en el estudiante”. Presentado en el III Congreso internacional de videojuegos educativos CIVE 2015, Trabajo escrito por Stella Maris Massa en colaboración con Adolfo Tomás Spinelli y Oscar Antonio Morcella. En este artículo se presenta el proyecto del club de programadores y sus objetivos. El cual a la postre da lugar al proyecto de videojuegos y serious games del GIT.

“Proceso de desarrollo de serious games. Diseño centrado en el usuario, jugabilidad e inmersión”. Presentado en el III CADI 2016. Trabajo escrito por el ingeniero Felipe Evans en colaboración con el ingeniero Esteban Zapirain, la doctora Stella Maris Massa y el ingeniero Spinelli. En este trabajo se presenta el modelo de proceso de desarrollo para *serious game* (MPDSG), donde se describe sus componentes y forma de trabajo.

“El proceso de creación de un videojuego como herramienta para la toma de decisiones en el uso eficiente de la energía”. Presentado en el II Congreso Argentino de Energía Sustentable CES 2016. Trabajo escrito por Spinelli Adolfo Tomás en colaboración con Stella Maris Massa. En este trabajo se presenta la idea inicial del *serious games* Power Down the Zombies, explicitando los puntos principales del desarrollo propuesto, destacando los aspectos docentes.

“La construcción narrativa de un *Serious Games*”. Presentado en el IV Congreso internacional de videojuegos educativos (CIVE 2016). Trabajo escrito por Spinelli Adolfo Tomás en colaboración con Stella Maris Massa. En él describe la diferencia entre narrativa e historia conjuntamente con el proceso para construirla.

“Elicitación de requerimientos para un *serious games*”. Presentado en la II Jornada argentina de tecnología, innovación y creatividad (JATIC 2016). Trabajo escrito por Spinelli Adolfo Tomás, Stella Maris Massa, Zapirain Esteban Aitor; Kühn Franco David, Rico Carlos. En él se describe el mecanismo de elicitación del MPDSG.

“Elicitación de Requerimientos en *serious games*, un caso de estudio”. Presentado en la III jornada argentina de tecnología e innovación y creatividad (JATIC 2017). Trabajo escrito por Spinelli Adolfo Tomás, Massa Stella Maris, Evans Felipe y Rico Carlos. En él se describe el mecanismo de elicitación a través de un caso de estudio: el *serious games* Power Down The Zombies.

“Elicitación de requerimientos, centrada en el usuario, para el desarrollo de un *Serious Games*”. Presentado en el XIX Workshop de Investigadores en ciencias de la computación, WICC

2017. Trabajo escrito por Adolfo Tomás Spinelli en colaboración con Stella Maris Massa. Este trabajo se ocupa del enfoque centrado en el usuario del mecanismo de elicitación.

“Elicitación en *Serious Games*”. Presentado en el ARGENCON 2018 (Congreso Bienal del IEEE). Trabajo escrito por Spinelli Adolfo Tomás y Massa Stella Maris. El artículo trata las actividades a desarrollar dentro del mecanismo de elicitación.

“Elicitación de Requerimientos Educativos en un *Serious Games*”. Presentado en Congreso TE&ET 2018. Trabajo escrito por Adolfo Tomás Spinelli y Stella Maris Massa. Trabajo que describe el tratamiento de los requerimientos pedagógicos en el mecanismo de elicitación.

“Diseño de *Serious Games* Requerimientos del Juego – Competencias y Habilidades”. Presentado en Virtual Educa 2018. Trabajo escrito por Adolfo Tomás Spinelli y Stella Maris Massa. Trabajo que describe la relación entre competencias y habilidades con los requerimientos de un *Serious Games*.

“Revisión Sistemática: Elicitación de requerimientos educativos en *serious games*”. Presentado en el XXV Congreso argentino de ciencias de la computación CACIC 2019. Trabajo escrito por Adolfo Tomás Spinelli y Stella Maris Massa. En este trabajo se representa una revisión sistemática sobre los procesos de desarrollo y mecanismos de elicitación en *serious games*.

10.2 Lista de figuras

Figura 01: Componentes del Proceso de Especificación (Fuente: Loucopoulos y Karakostas, 1995, figura 2.1).

Figura 02: Juego del Estanciero (Fuente: ToyCo Company, 2023).

Figura 03: Niveles de Piaget (Fuente: Elab. Propia).

Figura 04: El estado flow y sus componentes. (Fuente: Elab. Propia).

Figura 05: Cerebro Mágico (Fuente: Balbacha SAIC, 1952).

Figura 06: Entrenamiento Militar (Fuente: Ejército Argentino, 2023).

Figura 07: Explosión de medios y calidad. (Fuente: Elab. Propia).

Figura 08: Estructura de un Objeto de Aprendizaje (Fuente: Elab. Propia).

Figura 09: Taxonomía de Sawyer y Smith (Fuente: Sawyer y Smith, 2008, diapositiva 28).

Figura 10: “What are game mechanics” (Fuente: Cook, D. ,2006, en lostgarden.com figura 1).

Figura 11: Modelo de Keith para la producción de Videojuegos, (Fuente: Keith, 2007, diapositiva 16 en GDC Vault 2007 Agile Game Development).

Figura 12: Modelo MDA. Recreación Traducida del original, disponible en : <https://conectadoconelaprendizaje.blogspot.com/2016/11/enfoque-mda-mecanicas-dinamicas-y.html> (Fuente Original: Hunicke, R. et al., 2004, Figura 3).

Figura 13: Modelo Tpack Disponible en: <https://www.javiertouron.es/tpack-un-modelo-para-los-profesores-de/> el mismo es recreación del original (Fuente: Mishra & Koehler ,2006, figura 4).

Figura 14: Ciclo de vida de una Estrategia de Aprendizaje (Fuente: Elab. Propia).

Figura 15: Definición de una Estrategia de aprendizaje para SG (Fuente: Elab. Propia).

Figura 16: Uso de una estrategia de aprendizaje (Fuente: Elab. Propia).

Figura 17: Fragmento de storyboard del juego Space Explorer (Fuente: Elab. Propia).

Figura 18: Fragmento de beachchart. (Fuente: Rogers, 2010, Juego Grave Danger (Boneyard) páginas 77-78).

Figura 19: Fragmento beachchart del Juego “Entangled!” (Fuente: Elab. Propia).

Figura 20: Diseño Centrado en el Usuario ISO-13047 (Fuente: ISO,1999, página 6).

Figura 21: Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y Accesibilidad (Fuente: Granollers, 2004, figura c5_1).

Figura 22: Desarrollo Convencional vs LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3.1).

Figura 23: Defectos en LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3.2).

Figura 24: Tipos de desarrollo (Fuente: Díaz & Trujillo 2007, figura 3.3).

Figura 25: Procesos en LPS (Fuente: Díaz & Trujillo, 2007, figura 3-4).

Figura 26: Modelo de Diseño Centrado en el Jugador. (Fuente: González Sánchez, 2010, figura 8.3)

Figura 27: MPDSG Modelo de Proceso para el Desarrollo de Serious Game (Fuente: Evans, 2016, figura 8)

Figura 28: Proceso de Especificación del MPDSG (Fuente: Elab. Propia).

Figura 29: Mecanismo de Elicitación del MPDSG (Fuente: Elab. Propia).

Figura 30: Ejemplo de Escenario de Leite (Fuente: Elab. Propia).

Figura 31: Derivación de Escenarios: Escenario Candidato (Fuente: Elab. Propia).

Figura 32: Escenario Derivado: Qubit evita al Observer (Fuente: Elab. Propia).

Figura 33: Escenario Derivado: Qubit no esquiva al Observer (Fuente: Elab. Propia).

Figura 34: Escenario Principal Revisado (Fuente: Elab. Propia).

Figura 35: Proceso de Elicitación de Power Down The Zombies (Fuente: Elab. Propia).

Figura 36: Escenario de Aplicar un Concepto (Fuente: Elab. Propia).

Figura 37: Escenario Buscar Información (Fuente: Elab. Propia).

Figura 38: Escenario: Manipular Información (Fuente: Elab. Propia).

Figura 39: Escenario Formar (Fuente: Elab. Propia).

Figura 40: Escenario DIU001 (Fuente: Elab. Propia).

Figura 41: Escenario DIU005 (Fuente: Elab. Propia).

Figura 42: Escenario DIU009 (Fuente: Elab. Propia).

Figura 43: Escenario DIU008 (Fuente: Elab. Propia).

Figura 44: Escenario DIU005, derivado con LA (Fuente: Elab. Propia).

Figura 45: Escenario UTI006-Lamp (Fuente: Elab. Propia).

10.3 Lista de acrónimos utilizados

AGIMO	Australian Government Information Management Office.
APROA	Comunidad “Aprendiendo con Objetos de Aprendizaje”.
CUDI	Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet.
DGCEPBA	Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires
DPE	Modelo Diseño, Juego y Experiencia, derivado del MDA
DSL	Lenguajes Específicos de Dominio.
DSVL	Lenguaje Visual de Dominio Específico.
EVEA	Entorno Virtual de Enseñanza y Aprendizaje.
GDD	Documento de Diseño de Videojuegos (Game Design Document).
GIDI	Grupo de Ingeniería en Desarrollos Informáticos.
GM	Mecánica de Juego (Game Mechanic).
GTI	Grupo de investigación en Tecnologías Interactivas.
GUP	Proceso Unificado para Juegos (Game Unified Process).
IEC	Comisión Electrónica Internacional.
IEEE	Instituto de ingenieros en electricidad y electrónica.
IPO	interfaz persona ordenador.
ISO	Organización Internacional de Normalización
LEL	Léxico extendido del Lenguaje.
LM	Mecánica de Aprendizaje (Learning Mechanic).
LM-GM	Mecánica de Aprendizaje – Mecánica del Juego (Learning Mechanic – Game Mechanic).
LOM	Metadatos en Objetos de Aprendizaje.

Elicitación de requerimientos centrada en el usuario para el desarrollo de *Serious Game*

LPS	Líneas de Producto de Software
MDA	Modelo de desarrollo de Videojuegos (Mecánica, Dinámica y Estética)
MDVCJ	Modelo de Desarrollo para Videojuegos Centrado en el Jugador.
MPDSG	Modelo de Proceso para el Desarrollo de Serious Games.
MPIu+a	Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad.
MPOBA	Modelo de Proceso para Objetos de Aprendizaje.
OA	Objeto de Aprendizaje
PX	Experiencia del Jugador.
RAGE	Realising an Applied Gaming Eco-System (iniciativa de la comunidad europea)
RUP	Proceso Unificado Racional (Rational Unified Process).
SG	Serious Games o Juegos Serios (SG).
SGM	Mecánica de Serious Game (Serious Game Mechanic)
SRS	Documento de Especificación de Software (Software Requirement Specification)
TIC	Tecnología de Información y Comunicación.
UNLP	Universidad Nacional de la Plata.
UNMDP	Universidad Nacional de Mar del Plata
USP	Aspectos destacables del juego que atraigan ventas (Unique Selling Points).
UX	Experiencia del Usuario.
VJ	Videojuegos (VJ).