

EVALUACIÓN Y REDISEÑO DE UNA EXPERIENCIA DE GAMIFICACIÓN EN EL AULA BASADA EN ESTILOS DE APRENDIZAJE Y TIPOS DE JUGADOR

Johan Baldeón, Inmaculada Rodríguez, Anna Puig, Maite López-Sánchez

Este capítulo analiza la experiencia de un diseño de gamificación en la enseñanza de conceptos de Sistemas Multiagente (MAS - *Multi-Agent Systems*) en la asignatura de Inteligencia Artificial Distribuida del 4º año del grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Barcelona. Durante esta experiencia se recogieron datos relativos a opiniones y percepciones de los estudiantes así como datos de los perfiles de aprendizaje y jugador de los mismos. Con estos datos, y con la ayuda de un *framework* de diseño de gamificación centrado en el estudiante, se presenta una propuesta de rediseño de la experiencia para comprometer, motivar y promover el aprendizaje en los estudiantes apoyándonos en estrategias propias de juegos.

1. Introducción

La gamificación del aprendizaje, o *Gamification of Learning* (GoL), consiste en el uso de elementos de juegos en el ámbito educativo. GoL se utiliza para promover ciertos comportamientos de los estudiantes, motivándolos y convirtiéndolos en participantes activos en el proceso de aprendizaje.

En la actualidad, GoL se ha establecido como tendencia sobre todo en la educación infantil pero su uso se disipa en el bachillerato y, después, en la universidad. En éstos ciclos superiores, se focaliza más en las explicaciones de conceptos con el apoyo de libros de texto y recursos digitales, se exige un mayor nivel de abstracción y de memorización, viendo el uso de juegos como una distracción y no como una actividad útil para involucrar más a los estudiantes. Olvidando en estos ciclos que el juego, por su carácter gratificador y placentero, ayuda a despertar la motivación intrínseca conectando el aprendizaje con la emoción.

El diseño de sesiones de clases gamificadas es siempre un reto para los profesores, puesto que es difícil proporcionar una experiencia divertida que involucre a los estudiantes y al mismo tiempo profundice en los contenidos curriculares de la asignatura. Para ello existen guías, o *frameworks* que permiten el diseño de la gamificación, como el *Gamification Model Canvas* (GMC) (Escribano, Moretón y Jiménez, 2016), el MDA (Hunicke, LeBlanc y Zubek, 2004), DMC u otros (Werbach, 2012; Marczewski, 2015). Sin embargo, estos marcos de trabajo son guías generales para gamificar experiencias en campos muy diversos, tales como negocios, eventos, o educación. En el caso concreto de la gamificación del aprendizaje, es importante tener en cuenta los objetivos del aprendizaje, el perfil de los estudiantes y su contexto (Kapp, 2013; Simões, Díaz Redondo, y Fernández Vilas, 2013; Mora *et al.*, 2015). En esta línea, se han propuesto algunos *frameworks* más específicos como el LEGA (Baldeón, Rodríguez y Puig, 2016) que permiten tener en cuenta los factores de aprendizaje en la gamificación. Estos entornos permiten tanto diseñar como evaluar experiencias.

En este trabajo se analiza la experiencia de un diseño inicial de gamificación en la enseñanza de conceptos de Sistemas Multiagente (MAS - *Multi-Agent Systems*) en la asignatura de Inteligencia Artificial Distribuida del cuarto curso del grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Barcelona. Dicha experiencia se diseñó utilizando el *framework* GMC (*Gamification Model Canvas*) (Baldeón *et al.*, 2016) y se

ha repetido en dos cursos consecutivos en los que se ha podido conocer las percepciones y opiniones de los alumnos sobre la experiencia mediante cuestionarios de satisfacción. Además, en el último curso, se han recogido, mediante *tests*, los datos de los perfiles de aprendizaje y de los tipos de jugador de los estudiantes. Este trabajo presenta una propuesta de rediseño de la experiencia de gamificación basada en el análisis de los datos recogidos mediante los cuestionarios y los tests del diseño inicial, y con el soporte de un *framework* de diseño enfocado en el estudiante, LEGA (*LEarner-centered GAMification Design Framework*).

2. Análisis del diseño inicial de gamificación

A continuación se analiza el diseño inicial de gamificación con la ayuda del *framework* de gamificación más específico para el aprendizaje, LEGA. Este *framework* define las etapas del diseño de gamificación centrado en el estudiante que facilita el análisis y la elaboración del diseño de gamificación en un entorno educativo.

Tanto para el análisis o la elaboración del diseño de gamificación, LEGA tiene en cuenta: i) los resultados esperados de aprendizaje, ii) los tipos actividades de enseñanza y aprendizaje (*Teaching/Learning Activities* o TLAs) (Honey y Mumford, 2000) y su clasificación según la taxonomía revisada de Bloom (Anderson *et al.*, 2001), iii) los estilos de aprendizaje de acuerdo con Honey y Mumford (1992), y iv) los tipos de jugador (Marczewski, 2015) que tienen los estudiantes. Se propone un proceso en espiral o iterativo que integra el enfoque de educación basada en resultados (OBE – *Outcome-Based Education*) (Spady, 1994) y el enfoque de los *frameworks* de diseño de gamificación (ver Figura 1).



Figura 1: Framework de diseño de gamificación centrado en el estudiante LEGA. Fuente: elaboración propia

Con el apoyo del proceso de LEGA y sus etapas, a continuación se analizan las actividades del diseño inicial de gamificación.

a. Identificación de resultados esperados de la gamificación del aprendizaje.

En esta etapa se identifican, por un lado, los problemas que se pretenden abordar con la gamificación, y por tanto, qué se espera conseguir con la gamificación (objetivos de la gamificación). Por otro lado, se

definen los objetivos de aprendizaje o *Intended Learning Outcomes* (ILOs). También se identifican las métricas que evalúan el logro de los ILOs y la eficacia de la gamificación.

Uno de los problemas identificados fue la metodología utilizada en el aprendizaje de Sistemas Multiagente, concepto básico de la asignatura de Inteligencia Artificial del grado de Ingeniería Informática. Las sesiones son clases magistrales donde el profesor explica el concepto de sistemas multiagente y sus aplicaciones, con poca interacción y participación de los estudiantes. Esta forma de impartir los conceptos teóricos conlleva a veces una pérdida de motivación, y consecuentemente al final se detecta una baja asistencia a clase. Mediante la gamificación de las actividades, además de mejorar el aprendizaje en el dominio cognitivo, se pretende motivar la participación de los estudiantes, su interés en la asignatura e incrementar la asistencia a clase.

Así pues, en esta etapa se identificaron las competencias específicas, o ILOs, a ser gamificadas como:

- Reforzar conceptos relacionados con el diseño de sistemas multiagente.
- Diseñar modelos de agentes.
- Diseñar protocolos de comunicación entre agentes.
- Especificar sistemas multiagente completos.

Además, se pretendió gamificar las actividades de forma que los estudiantes alcanzaran las siguientes competencias transversales:

- Resolver problemas con iniciativa, tomar decisiones, ser autónomos y creativos.
- Trabajar en equipo.
- Trabajar autónomamente.

Las métricas usadas para evaluar el diseño de la gamificación se basan tanto en la percepción que tuvieron los estudiantes de la experiencia como en la adecuación de las actividades a los estilos de aprendizaje y tipos de jugador de los estudiantes.

Para medir la percepción de los estudiantes, se utilizaron encuestas de satisfacción definidas en una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 corresponde a nada, 2 a poco, 3 a algo, 4 a bastante y 5 a mucho. Las preguntas de la encuesta fueron relativas a:

- El nivel de incremento en los conocimientos o competencias.
- El nivel de compromiso y motivación durante la sesión de teoría gamificada.
- El grado de compromiso para asistir a clase.
- El nivel de diversión en la clase de teoría.

En cuanto a estilos de aprendizaje y tipos de jugador, utilizamos el *framework* LEGA para evaluar la adecuación de las mecánicas de aprendizaje (*Learning Mechanics*, LMs) (Arnab *et al.*, 2015) y de las mecánicas de gamificación (*Gamification Mechanics*, GMs) usadas. Cabe recordar que las mecánicas de aprendizaje corresponden a la metodología pedagógica mientras que las mecánicas de gamificación se refieren a las actividades de juego incorporadas en las actividades.

b. Conociendo a los estudiantes/jugadores y el contexto

Se han realizado *tests* que permiten detectar los estilos de aprendizaje y los tipos de jugador de los 20 estudiantes de la asignatura de Inteligencia Artificial Distribuida del 4º curso del grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Barcelona, en el período académico 2016-2017.

El cuestionario de estilos de aprendizaje (Honey y Mumford, 2006) permite identificar 4 formas distintas de aprender: Activo, Pragmático, Teórico y Reflexivo (Honey y Mumford, 1992). El cuestionario del tipo de jugador permite dilucidar seis clases de jugadores (*Free Spirit*, *Achiever*, *Philanthropist*, *Player*, *Socialiser* y *Disruptor*) definidos por Marczewski (2016). Después de completar el cuestionario, cada estudiante, *j*, recibe un mensaje de correo electrónico con información sobre sus estilos de aprendizaje,

ea_{ij} , y su perfil de jugador, tj_j . Existen estudios que avalan que cada persona aprende de diferentes maneras y no tiene un estilo único (Spady, 1994), ni juegan de forma única según un estilo de jugador (Bartle, 1996). Así pues, el resultado individual de cada estudiante es una serie de valores relativos a los porcentajes de cada estilo de aprendizaje, uno para cada estilo de aprendizaje.

Asimismo el cuestionario sobre el tipo de jugador muestra a cada estudiante en qué grado juega según cada uno de los estilos. Por ejemplo, para un estudiante concreto se puede obtener que aprende en proporciones diferentes a los distintos estilos de aprendizaje 35% Activo, 25% Pragmático, 20% Teórico y 20% Reflexivo. Una vez obtenidos los resultados individuales, se han calculado los estilos de aprendizaje de todo el grupo mediante un promedio tal y como muestra la fórmula (1).

$$EA_i = \frac{\sum_{j=1}^N ea_{ij}}{\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^N ea_{ij}} \quad (1)$$

donde:

EA_i se define como el valor del estilo de aprendizaje i -ésimo del grupo de estudiantes,

$$1 \leq i \leq 4, \text{ si } i = \left\{ \begin{array}{l} 1 \Rightarrow EA_1 = EA \text{ Activo (ACT)} \\ 2 \Rightarrow EA_2 = EA \text{ Pragmático (PRA)} \\ 3 \Rightarrow EA_3 = EA \text{ Teórico (TEO)} \\ 4 \Rightarrow EA_4 = EA \text{ Reflexivo (REF)} \end{array} \right\}$$

$1 \leq j \leq N$, N es el número de estudiantes,

ea_{tj} es el valor del estilo de aprendizaje t para el estudiante j .

La Figura 2 muestra los estilos de aprendizaje agregados obtenidos en el grupo de los 20 estudiantes encuestados. Se observa que los estilos de aprendizaje que predominan en el grupo de estudiantes son Activo y Pragmático con un 64% del total, lo que implica que los estudiantes valoran más las actividades de aprender haciendo y actividades que permitan poner en práctica en el mundo real lo aprendido. Sin embargo, los estilos de aprendizaje Teórico y Reflexivo también están presentes en menor intensidad, con valores suficientemente significativos para tener en cuenta la posible inclusión de actividades más teóricas, que permitan análisis más abstractos y deducciones sobre ellos.

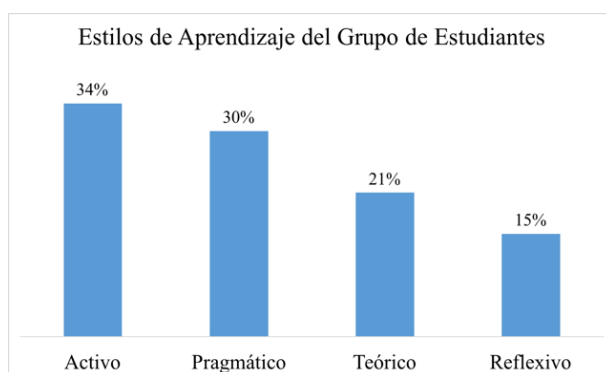


Figura 2: Distribución de los estilos de aprendizaje presentes en el total de estudiantes de la clase utilizando la ecuación (1). Fuente: elaboración propia

De la misma forma que en los estilos de aprendizaje, se ha utilizado la ecuación (2) para calcular los valores agregados del grupo para los tipos de jugador (TJ).

$$TJ_i = \frac{\sum_{i=1}^N U_{ji}}{\sum_{s=1}^6 \sum_{j=1}^N U_{sj}} \quad (2)$$

donde:

TJ_i se define como el valor del tipo de jugador i -ésimo del grupo de estudiantes,

$$1 \leq i \leq 6, \text{ si } i = \left\{ \begin{array}{l} 1 \Rightarrow TJ_1 = TJ \text{ Socialiser (SOC)} \\ 2 \Rightarrow TJ_2 = TJ \text{ Achiever (ACH)} \\ 3 \Rightarrow TJ_3 = TJ \text{ Philanthropist (PH)} \\ 4 \Rightarrow TJ_4 = TJ \text{ Free Spirit (FR)} \\ 5 \Rightarrow TJ_5 = TJ \text{ Player (PLA)} \\ 6 \Rightarrow TJ_6 = TJ \text{ Disruptor (DIS)} \end{array} \right\}$$

$1 \leq j \leq N$, N es el número de estudiantes,

t_{sj} es el valor del tipo de jugador s para el estudiante j .

La Figura 3 presenta los resultados agregados del grupo en relación a los tipos de jugadores. En esta figura, se observa que los tipos de jugador que predominan en el grupo de estudiantes son *Free Spirit*, *Achiever*, *Philanthropist* y *Player*. Estos tipos de jugadores valoran más las actividades donde se les permita crear, explorar nuevos conceptos, superarse, ayudar a los demás sin esperar nada a cambio y ganar los puntos e insignias siendo líder en un marcador de puntos. Sin embargo, los tipos de jugador *Socialiser* y *Disruptor* aparecen con valores significativos aunque están presentes en menor intensidad. Estos tipos de jugadores prefieren actividades que permitan la integración en una red social así como poder hacer cambios en el sistema desde el propio sistema.

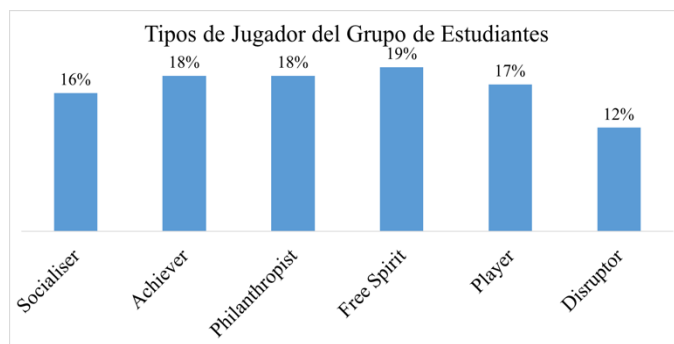


Figura 3: Distribución de los tipos de jugador presentes en el total de estudiantes de la clase según la ecuación (2). Fuente: elaboración propia

c. Diseño de las actividades gamificadas

El diseño inicial determinó gamificar 4 actividades que permitan lograr determinados resultados esperados de aprendizaje, definidos como ILOs en la primera etapa: (1) La revisión conceptos de teoría relacionados con el diseño de sistemas multiagente, (2) el diseño de un modelo multiagente de mercado, (3) el diseño del protocolo de comunicación entre agentes y (4) la especificación completa del modelo de mercado.

A continuación se describen brevemente estas actividades detallando las mecánicas de aprendizaje (LMs) y de gamificación (GMs) que se tuvieron en cuenta en el diseño inicial. Dicho análisis servirá para posteriormente hacer una propuesta de rediseño que incorpore nuevas LMs y GMs que se adecuen a los perfiles de aprendizaje y de jugador presentes en el grupo de estudiantes.

Actividad 1: Revisión de conceptos de teoría de sistemas multiagente.

Esta actividad consistió en la revisión de los conceptos de teoría de sistemas multiagente mediante el sistema de respuestas de audiencia Kahoot!⁸.

Las mecánicas de aprendizaje (LMs) asociadas en la actividad 1 fueron:

- *exploración, análisis y evaluación* de conceptos de sistemas multiagente mediante un cuestionario definido por el profesor;
- *preguntas y respuestas con retroalimentación* inmediata y la posterior *discusión* con el profesor;
- *participación* en las actividades implicando a todos los estudiantes.

En relación a las mecánicas propias de la gamificación se utilizaron aquellas que son intrínsecas a la herramienta del Kahoot!. Mediante el Kahoot! los estudiantes participan en un concurso o competición con puntos, insignias y *marcadores*, además, utiliza la presión del tiempo al limitar los segundos necesarios para contestar una pregunta y permite la visibilidad del estatus social mediante rankings.

Actividades 2, 3 y 4: Diseño de modelo de mercado, diseño del protocolo y especificación del modelo de mercado completo.

La actividad 2 consistió en la elaboración de manera colaborativa, por parte de los estudiantes, del diseño de un mercado multiagente en la que se comercializan tres productos diferentes. Para ello, primero se agruparon los estudiantes por parejas. A cada pareja se le asignó uno de tres posibles productos a comercializar (un servicio de organización de fiestas, un dron, o un *e-book*), así como la estrategia de "imitar", "innovar" o "liderar mercado" para el rol de proveedor, y la estrategia de "negociar", "satisfacer con exactitud su petición", o "ser leal al proveedor" para el rol de comprador. Después, las parejas se agruparon según el tipo de producto, formándose así 3 grandes grupos de parejas. En estos grupos, cada pareja que comercializaba un producto debía presentar sus diseños a los demás miembros de su grupo (que comercializaban el mismo tipo de producto). Se ideó un sistema de votación entre parejas basada en monedas y la pareja que argumentó mejor obtuvo la conversión de sus monedas en puntos en sus marcadores.

La actividad 3 consistió en el diseño, por parte de los estudiantes, del protocolo de interacción entre los agentes participantes del mercado multiagente planteado en la actividad 2. Las parejas presentaron sus diseños a los demás miembros de su grupo de similar manera que en la actividad 2, y la pareja con mejor argumentación fue recompensada con monedas virtuales que se convirtieron de nuevo en puntos en sus marcadores.

En la actividad 4, los estudiantes desarrollaron la especificación de un modelo de mercado completo que incluyera simultáneamente diferentes tipos de compradores y vendedores, así como los indicadores de la evolución del propio mercado. Para ello, cada grupo adoptó la especificación de la pareja que había logrado la mayor cantidad de puntos en las actividades 2 y 3, y procedieron a desarrollar el modelo de mercado completo. Posteriormente, cada grupo teatralizó su sistema frente a la clase (adoptando cada alumno el rol de agente en el mercado) y explicó los resultados que se podían observar.

Las mecánicas de aprendizaje (LMs) asociadas a las actividades 2, 3 y 4 se basaron en promover la cooperación entre estudiantes para realizar en equipo tareas que consistían en realizar simulaciones aplicando los conceptos teóricos de los sistemas multiagente. Cada equipo tenía la responsabilidad de

⁸ Kahoot!: Es un sistema de pregunta-respuesta accesible desde dispositivos con Internet en el que los participantes pueden ganar puntos por responder a las preguntas correctamente y a tiempo.

realizar su propio diseño, generándose implícitamente el sentido de propiedad de los diseños planteados. Además las mecánicas de reflexión, justificación, discusión y evaluación entre pares se utilizaron en las exposiciones y votaciones. Finalmente, en estas actividades la retroalimentación se obtuvo de los propios grupos bajo la supervisión del profesor.

Con respecto a las mecánicas de gamificación de las actividades 2, 3 y 4, además de PBL - *points, badges* y *leaderboard* - se usó la presión del tiempo y la competición entre equipos para lograr compartir el conocimiento o las ideas de los distintos modelos.

La Tabla 1 resume el análisis del diseño inicial con las mecánicas de aprendizaje (LMs) y de gamificación (GMs) detalladas para cada una de las actividades. Entre paréntesis mostramos los estilos de aprendizaje y los tipos de jugador que consideramos más se adecúan a cada una de estas mecánicas. La palabra GRAL la utilizamos cuando la mecánica se adecúa para cualquier estilo. En esta tabla se puede observar que las mecánicas de aprendizaje cubren mayoritariamente los estilos de aprendizaje activo (ACT), pragmático (PRA), y en menor medida los estilos reflexivo (REF) y teórico (TEO).

Actividad	Mecánicas de Aprendizaje (LMs)	Mecánicas de Gamificación (GMs)
Actividad 1	Retroalimentación (GRAL), Preguntas y respuestas (ACT, PRA), Análisis, evaluación y reflexión/discusión (REF, TEO).	Presión del tiempo (GRAL), Puntos, insignias y marcadores (PLA), Competición y estatus social (SOC)
Actividades 2, 3 y 4	Exploración, justificación, retroalimentación, propiedad y responsabilidad (GRAL), Colaboración, acción/tarea, simulación (ACT, PRA), Reflexión/discusión (TEO, REF).	Presión del tiempo (GRAL), Equipos, competición (SOC), Compartir el conocimiento (FR), Puntos, insignias y marcadores (PLA).

Tabla 1. Resumen de LMs y GMs del *diseño inicial de gamificación*

Por lo que respecta a las mecánicas de gamificación (GMs) identificadas, éstas están orientadas a tipos de jugador *players* (PLA) y *socialisers* (SOC), y sólo una GM está orientada a *free spirits* (FR), mientras que el resto de GMs son generales, aplicables a cualquier jugador (GRAL). Se deja, por tanto, de lado mecánicas dirigidas a *achievers* (ACH), *philantropists* (PHI) y *disruptors* (DIS).

d. Despliegue y realización de las actividades de aprendizaje gamificadas

Las actividades se desplegaron en las clases de teoría. Generalmente el entorno de desarrollo de estas clases es un aula que tiene una distribución tipo auditorio con mesas, una pizarra, un proyector y cada estudiante posee un móvil con acceso a Internet para la realización de la actividad que requiere un sistema de respuestas de audiencia.

Las actividades se realizaron en una sola sesión presencial de teoría con una duración de 2 horas por la tarde y un intermedio o momento de descanso de 10 minutos con café y galletas (para favorecer la socialización en el grupo).

e. Resultados del despliegue

Los resultados del despliegue se midieron con las métricas definidas en la primera etapa (etapa a).

Las métricas relativas a la percepción subjetiva de los estudiantes se midieron mediante encuestas de satisfacción realizadas al final de todas las sesiones gamificadas, obteniéndose los siguientes datos:

- El 96% de los estudiantes consideraron que su conocimiento o habilidades en conceptos de sistemas multiagente se han incrementado después de realizar las actividades gamificadas.
- El 96% indicaron que han estado más comprometidos y motivados que en sesiones sin gamificación.
- El 92% mencionó que se divirtieron durante la sesión gamificada.
- El 83% de los estudiantes mencionaron que asistirían más a clases si éstas tuvieran actividades gamificadas.
- Algunos estudiantes comentaron que no llegaron a disfrutar de las actividades debido a la agenda sobrecargada de la sesión.

Tal y como se ha comentado en la etapa anterior, despliegue de las actividades (etapa d), la experiencia inicial de gamificación se realizó en una sesión presencial de 2 horas. En el rediseño se plantea ampliar el tiempo de la experiencia de gamificación a más sesiones, y por tanto dar más tiempo para realizar las actividades.

En relación a las mecánicas de aprendizaje utilizadas, se observa que son mecánicas muy adecuadas para los estilos de aprendizaje Activo y Pragmático (ver Tabla 1) y algunas de ellas se dirigen a los estilos Teórico y Reflexivo. En el grupo clase los estilos predominantes son el Activo y Pragmático (ver Figura 2) aunque los estilos Teóricos y Reflexivos están presentes de forma también bastante significativa. Desde este punto de vista, las actividades propuestas en el diseño inicial son muy adecuadas al perfil de aprendizaje del grupo aunque se necesitaría reforzar o incluir alguna actividad dirigida a Teóricos y Reflexivos, como pueden ser mecánicas de creación de nuevos contenidos y mecánicas de presentación crítica de proyectos y resultados. Así pues, en el rediseño se planteará mantener las actividades de aprendizaje iniciales añadiendo dos actividades nuevas (TLAs) que incluyen éstas mecánicas dirigidas a estos perfiles.

Por lo que respecta a las mecánicas de gamificación y los tipos de jugadores, se puede ver en la Figura 3 que los tipos de jugador predominantes en el grupo son *Free Spirit*, *Achiever*, *Philanthropist* y *Player*, aunque los tipos *Socialiser* y *Disruptor* aparecen con valores también significativos. En la Tabla 1, donde se analizan las mecánicas de gamificación utilizadas, se observa que están orientadas básicamente a tipos de jugadores *Players* y *Socialisers*, dejando de lado a los *Free Spirits*, *Achievers*, *Philatropists* y *Disruptors*. En este sentido, de nuevo, se ve la necesidad de incluir/reforzar el diseño inicial con nuevas mecánicas de gamificación dirigidas a estos perfiles. Para ello, se ha definido un juego de cartas que, además de incluir aleatoriedad en las sesiones, permite que los estudiantes adopten distintos roles (ej. el mimo, el espía, el anti-wifi, etc.) en el juego. En la siguiente sección se detallan estos tipos de roles, las distintas barajas de cartas y las reglas del juego.

3. Rediseño de las actividades

En esta sección se plantea la propuesta de rediseño en la que se incluyen un juego de cartas y unas reglas de juego que permiten a los jugadores pasar por cada una de las 4 actividades definidas en el diseño inicial. Es decir, se mantienen las actividades de la propuesta inicial pero con modificaciones que tienen como objetivo considerar nuevas mecánicas de aprendizaje (LMs) o de gamificación (GMs) que abarquen el amplio espectro de tipos de aprendizaje y de jugador que tienen los estudiantes.

En primer lugar, este rediseño propone extender la experiencia de una única sesión a varias sesiones. Algunas de ellas corresponden a sesiones presenciales gamificadas y otras a trabajo dirigido por el profesor pero que realiza el alumno antes o después de las sesiones gamificadas:

- S0: Sesión introductoria al juego (1 hora de trabajo dirigido).
- S1: Sesión gamificada con la actividad 1: Kahoot! (2 horas presenciales).
- S2: Sesión gamificada con actividades 2, 3 y 4 (2 horas presenciales + 1 hora trabajo dirigido).
- S3: Sesión final del juego (2 horas de trabajo presencial).

Se propone también en el rediseño otorgar un certificado de participación al final de la sesión S2 que le permitirá al estudiante acceder a la sesión S3.

La propuesta se focaliza en dos dimensiones claramente diferenciadas, la dimensión educativa con actividades de enseñanza/aprendizaje (TLAs) que incluyen nuevas mecánicas de aprendizaje, y la dimensión lúdica, que plantea incorporar al diseño elementos adicionales de juego.

Por un lado, y por lo que respecta a la dimensión educativa, se propone incluir en el comienzo del juego una ampliación de la actividad 1 (S1), y en el final del juego se incluyen nuevas actividades de aprendizaje (S3) para constatar los resultados de la experiencia:

- En el diseño inicial de la actividad 1 era el profesor el que diseñaba preguntas de respuesta múltiple para el Kahoot! En el rediseño se propone que antes de la realización de la sesión S1, los estudiantes sugieran preguntas de respuesta múltiple sobre definiciones de conceptos o procesos relacionados con el diseño de sistemas multiagente. Los enunciados de las preguntas se envían al profesor, quien hace una selección de los mismos para luego cargarlos en el Kahoot! junto con sus propias preguntas. El Kahoot! tendrá un total de 10 preguntas. Esta modificación de la actividad de aprendizaje 1 pretende satisfacer a alumnos con estilos de aprendizaje teórico y reflexivo. De forma colateral, se están considerando mecánicas de gamificación dirigidas a *philanthropists* (PHs) y a *disruptors* (DIS), tales como significado/propósito y compartir conocimiento, y tener voz/voto.
- Como nuevas actividades de aprendizaje en el final del juego, se propone que los estudiantes que han participado presenten un diseño o especificación individual mejorado en un plazo de 24 horas (sesión S3). En dicha presentación, que será mediante un vídeo o blog, se deberán indicar las mejoras que se han añadido con respecto a la especificación original presentada en la sesión S2. El hecho de refinar, criticar, reflexionar y presentar estas mejoras fomenta la participación de estudiantes teóricos y reflexivos. De forma colateral, se están considerando mecánicas de gamificación dirigidas a *free spirits* (FR) y *philanthropists* (PHs), como *creativity tools* y compartir conocimiento.

Por otro lado, en la dimensión lúdica, el rediseño contempla nuevas mecánicas de gamificación utilizando diferentes cartas que los jugadores pueden obtener y usar a lo largo de la experiencia. A continuación se detalla el material básico y las reglas propias del juego.

El material básico del juego para un grupo de 30 estudiantes es:

- Baraja de cartas de BENEFICIOS (9 cartas x 2), correspondientes a los 9 posibles beneficios (ver Figura 4), repetidos 2 veces cada una. Al final de la actividad 1 (Kahoot!), se repartirá una carta de BENEFICIO a cada uno de los 5 primeros clasificados y también se otorgará una carta de BENEFICIO a cada estudiante de las parejas ganadoras al final de las actividades 2 y 3. Las cartas de BENEFICIOS otorgan ciertas ventajas, como por ejemplo, la carta El Espía permite ir a otras parejas y observar lo que están haciendo para completar la actividad.
- Baraja de cartas de RETOS (10 cartas), correspondientes a los 10 tipos de retos (ver Figura 5). Las cartas de RETOS proponen tareas adicionales que, de concretarse exitosamente, evitan perder puntos ya ganados (ej. carta de El Mimo) u otorgan puntos (resto de cartas). Se repartirán al final de la actividad del Kahoot! a 8 estudiantes elegidos siguiendo las reglas del juego.

- Baraja de cartas de PRODUCTOS (3 cartas x 10), correspondientes a los 3 tipos de productos del modelo de mercado (Fiesta, Dron, *e-book*). Se disponen de 10 cartas de cada uno de los tipos de productos. Se reparte el PRODUCTO a cada uno de los estudiantes comienzo de la actividad 2. Estas cartas sirven para asignar un tema aleatoriamente y dividir así la clase en tres grandes grupos.



Figura 4: Cartas de Beneficios (B)



Figura 5: Cartas de Retos (R)

- Baraja de cartas de PROVEEDOR (3 cartas x 5) para asignar aleatoriamente una estrategia de proveedor a uno de los estudiantes de una pareja de jugadores. Hay 3 estrategias que un proveedor puede asumir en un mercado: Imitar, Innovar y Liderar.
- Baraja de cartas de COMPRADOR (3 cartas x 5) para asignar aleatoriamente una estrategia de comprador a uno de los estudiantes de una pareja. Las posibles estrategias que un comprador puede asumir en un mercado multiagente son: Negociar, Satisfacer y Ser leal.
- 30 cartulinas y 30 lápices para anotar la puntuación de cada jugador.
- 30 certificados de participación de las actividades.
- 60 monedas para utilizar en las votaciones y 9 medallas para premiar a los ganadores de las actividades 2, 3 y 4. Cada medalla se puede convertir a 3000 puntos en el marcador.
- Ordenador y proyector para realizar el Kahoot! y mostrar el *leaderboard*.
- Cada estudiante deberá llevar su móvil, *tablet* u ordenador personal.

Reglas del juego:

A continuación se detalla el diseño de las diferentes sesiones gamificadas (S0-S3) y con ello las reglas del juego:

- El juego comienza en la sesión 0 con la propuesta de preguntas-respuestas por cada uno de los estudiantes. Esta sesión es no presencial. Cada estudiante puede proponer mediante un formulario un máximo de 2 preguntas con 4 posibles respuestas cada uno. El profesor selecciona un máximo de 10 preguntas-respuestas para incluirlas en el Kahoot! de la sesión S1. Por cada pregunta seleccionada el estudiante recibirá una puntuación de 1000 puntos, que anotará en su cartulina de Puntuación.
- Al inicio de la sesión S1 se reparte a cada estudiante una cartulina y un lápiz donde anotará su nombre. En esta cartulina de Puntuación cada jugador anotará los puntos y penalizaciones que obtenga a lo largo del juego. Al final de cada actividad el profesor actualizará la clasificación general mediante una hoja de cálculo que está siempre visible en el proyector.

Antes de empezar el Kahoot!, se mezclan cada una de las 5 barajas de cartas y se disponen en 5 mazos en la mesa del profesor boca abajo.

Se realiza el Kahoot! y al final, los primeros 5 estudiantes de la clasificación robarán una carta del mazo de cartas de BENEFICIOS.

Además, el primer clasificado dirá un número aleatorio (menor que el número total de alumnos), y se comenzará a contar a los estudiantes según están sentados en la hileras de mesas de delante hacia atrás y de izquierda a derecha. Al llegar al estudiante correspondiente al número escogido, se repartirá en orden a 8 estudiantes, 8 cartas de la baraja de RETOS, volviendo a empezar por la primera hilera si se llegara al final de las filas ocupadas.

Los puntos que cada estudiante obtiene en el Kahoot! se añadirán a su marcador personal. Además, el profesor repartirá (y actualizará en el *leaderboard* general) los puntos correspondientes a las preguntas-respuestas seleccionadas de la sesión S0.

Así pues, al final de esta actividad habrán algunos estudiantes que tendrán una carta de BENEFICIOS y/o RETOS. Estas cartas se podrán utilizar durante la realización de las actividades 2, 3 y 4.

Las mecánicas de gamificación (GMs) asociadas a esta parte del juego son:

- La GM de acceso, apreciada por los *philanthropists* (PH), se presenta cuando se permite

que los estudiantes tengan la posibilidad de obtener cartas de BENEFICIOS y RETOS que después (en las actividades 2, 3 y 4) utilizarán para el bien común de su grupo.

- La GM de recompensas aleatorias, apreciada en general por todos los tipos de jugador, se presenta al hacer que estudiantes que no han logrado estar en las primeras posiciones en el marcador tengan la oportunidad de obtener puntos si superan el reto descrito en la carta de RETOS.
- El juego continúa con la configuración de grupos y parejas para las actividades 2 y 3 (diseño del modelo de mercado y diseño de protocolo de interacción entre agentes).

Para realizar estas actividades primero se crean 3 grandes grupos de estudiantes (con 10 estudiantes cada grupo), y dentro de cada grupo se deben formar parejas de estudiantes. Cada miembro de la pareja desempeñará un rol, proveedor o comprador del mercado. A continuación se explica cómo se forman los grupos y parejas.

Para formar los 3 grandes grupos de productos, cada estudiante roba una carta de la baraja PRODUCTOS. Las cartas corresponden a cada uno de los 3 productos que se proponen para comercializar en un mercado (Fiesta, Dron, y *e-book*). Los estudiantes según su carta de PRODUCTOS se distribuyen en 3 zonas del aula, correspondientes a los 3 productos a comercializar. El objetivo de esta dinámica es favorecer la creación de grupos de alumnos que no necesariamente se sientan juntos, o suelen trabajar juntos.

El profesorado forma las parejas de estudiantes en cada grupo. Si un estudiante posee la carta de BENEFICIO El Organizador, dicho estudiante es el responsable de formar las parejas en los 3 grupos, sustituyendo al profesor en la formación de parejas. Una vez formada la pareja, los miembros de la misma acuerdan quién asume el rol de proveedor y quién el rol de comprador. Cada rol (proveedor/comprador) tendrá que adoptar una estrategia, de entre un conjunto tres estrategias posibles.

Para repartir las estrategias de proveedor y comprador en el mercado se usan las barajas PROVEEDOR y COMPRADOR. La primera baraja tiene cartas de 3 tipos que corresponden a las 3 posibles estrategias de proveedor: (i) imitar, (ii) innovar y (iii) liderar en reputación. Lo mismo sucede para la segunda baraja, de COMPRADOR, con las estrategias (i) negociar, (ii) satisfacer con exactitud la petición y (iii) ser leal al proveedor. Los estudiantes con rol proveedor roban una carta del mazo PROVEEDOR. Los estudiantes con rol COMPRADOR roban una carta del mazo COMPRADOR. De esa manera se pueden formar combinaciones de estrategias entre proveedor y comprador. Si un estudiante posee la carta de BENEFICIO El Estratega puede decidir qué estrategia utilizar según el rol (comprador/vendedor) que asume, sin robar ninguna carta del mazo.

Las mecánicas de gamificación asociadas a esta forma de configurar grupos y parejas son:

- La GM de equipos, apreciada por los *socialisers* (SOC), se presenta al definir equipos de estudiantes, sea en parejas o en grupos de 10, mediante los cuales pueden colaborar y competir.
- La GM de tener voz/voto, apreciada por los *disruptors* (DIS), se presenta cuando al estudiante, mediante el uso de las cartas de BENEFICIOS El Estratega o el Organizador. Con la primera se le permite decidir la estrategia que puede adoptar y con la segunda se le permite realizar una modificación en la regla de formación de las parejas.
- El juego continúa con la realización de las actividades 2 y 3 (elaboración del diseño del modelo de mercado y diseño del protocolo de interacción entre agentes) por cada una de las parejas. Antes de cada diseño, cada jugador debe decidir si desea jugar alguna carta de su mano y mostrar a los demás jugadores de su grupo todas las cartas de BENEFICIOS que desea utilizar

durante el diseño. Todos los jugadores de cada grupo deben enseñar, y decir al mismo tiempo de viva voz, las cartas de BENEFICIOS a jugar en ese diseño.

Para realizar el diseño, los jugadores disponen de un tiempo establecido por el profesor para discutir y elaborar una propuesta. Cuando se acaba el tiempo, cada pareja presenta su diseño a sus compañeros de grupo. El resto del grupo vota la argumentación de cada pareja mediante monedas virtuales (como se hacía en el diseño inicial). La pareja que más monedas recibe gana una medalla, la cual podrá ser canjeada por 3000 puntos y será anotada en la cartulina de Puntuación de cada estudiante de la pareja ganadora.

De igual forma, la pareja con la argumentación con más votos (o monedas) en la actividad 3 (diseño de modelo de interacción entre agentes) recibe una medalla, que podrá ser canjeada por 3000 puntos que se anotarán en la cartulina de Puntuación.

Además, cada uno de los estudiantes de la pareja que recolecte la mayor cantidad de monedas virtuales, considerando las actividades 2 y 3, robará una carta del mazo de cartas de BENEFICIO. En el caso de empate, se considera como pareja ganadora a la que tenga en total la mayor puntuación anotada en la cartulina de Puntuación hasta el momento.

Las mecánicas de gamificación asociadas a la dinámica de las actividades 2 y 3 son:

- La GM de acceso, apreciada por los *philanthropists* (PH), se presenta cuando se permite a los estudiantes acceder a nuevas cartas de BENEFICIOS que servirán para ayudar a sus compañeros de grupo.
- El acto de entrega de cartas de BENEFICIOS a las parejas que ganan en la competición de las actividades 2 y 3, permite reforzar la GM de recompensas/premios, apreciada por los *players* (PLA).
- La GM de competición, apreciada por los *socialisers* (SOC), se presenta cuando las parejas de estudiantes compiten para ganar las monedas virtuales y la medalla.
- La GM de anarquía, apreciada por los *disruptors* (DIS), se presenta cuando el estudiante, mediante el uso de la carta El Anti-wifi, genera una alteración en el funcionamiento tradicional de la actividad con el uso de wifi, afectando el desempeño de las actividades al resto de sus compañeros.
- El juego sigue con la actividad presencial 4 (especificación completa del modelo de mercado). En esta actividad cada grupo adopta (hace suyo) el modelo de mercado de la pareja ganadora de su grupo de mercado (Fiesta, Dron, *e-book*) de las actividades 2 y 3 para desarrollar una teatralización de una posible ejecución del modelo de mercado completo. Antes de la teatralización, todos los jugadores juegan las cartas de RETOS de su mano que desean usar. Las cartas de RETOS que se pueden utilizar en esta actividad son: El Trovador, El Pesimista, El Creativo, El Filántropo, El Mimo, El Patrocinador, El Curioso y El Sabelotodo (ver Figura 5).

Para cada RETO realizado, el profesor decidirá si el estudiante ha superado el reto y se anotarán las bonificaciones/penalizaciones de cada carta jugada en la cartulina de Puntuación. Sólo en el caso que alguno tenga la carta de reto El Mimo, si no realiza la tarea, se ejecutará la penalización respectiva.

La calidad técnica, la claridad y la precisión del modelo propuesto en la presentación son los criterios a valorar por el resto de compañeros en la votación. Los puntos que se otorgan a cada uno de los estudiantes del grupo son de 4000 puntos, al segundo lugar se le otorgan 2500 puntos y al tercero 1000 puntos. En esta etapa de presentación de las especificaciones, se pueden utilizar ciertas cartas de BENEFICIO obtenidas en las actividades previas, como: El Ilusionista, El Verdugo, El Electricista o Tiempo Extra (ver Figura 4).

Las mecánicas de gamificación de esta actividad son:

- La GM de herramientas de creatividad, apreciada por los *free spirits* (FR), se presenta cuando se ejecutan los retos de las cartas El Trovador, El Creativo o El Patrocinador, ya que promueven la creatividad en la manera de realizar la presentación, sea cantando, con rimas o de cualquier forma creativa, así como encontrar la manera de lograr la financiación de la implementación del modelo de mercado.
- La GM de compartir el conocimiento, apreciada por los *philanthropists* (PH), se presenta cuando se ejecutan los retos de las cartas El Filántropo o El Pesimista, debido a que se debe presentar las bondades que brindaría el modelo de mercado a las personas o se daría un ejemplo de aplicación negativa de la propuesta del modelo que sea contraproducente o dañina a las personas.
- La GM de retos, apreciada por los *achievers* (ACH), se presenta cuando se realizan los desafíos de cualquiera de las cartas de RETOS.
- La GM de estatus social, apreciada por los *socialisers* (SOC), se presenta cuando se ejecuta el reto de la carta El Sabelotodo, debido a que el poseedor de la carta pretende obtener visibilidad ante los demás por cada aporte que realice, y también le permite crear oportunidades para nuevas relaciones.
- Con la ejecución de las órdenes que se dan por las cartas de BENEFICIOS El Ilusionista, El Verdugo o El Electricista se estaría alterando la realización normal de las presentaciones de sus compañeros afectando en su desempeño. Además, cuando se ejecuta el reto de la carta El Curioso, lo que se busca es poner en aprieto al equipo que realiza la exposición. Estas situaciones son apreciadas por los *disruptors* (DIS).
- La GM de aversión a perder, apreciada en general por todos los tipos de jugador, se presenta cuando se ejecuta el reto de la carta El Mimo, debido a que si no se afronta dicho reto, se pierden 1000 puntos de la cartulina de Puntuaciones.
- Al final de la sesión presencial S2, se otorga un certificado de participación que permite disponer de un plazo de 24 horas para presentar una mejora individual de la especificación propuesta durante la actividad 4. Esta mejora se presentará en la sesión S3 mediante un vídeo o blog donde se deberán indicar las mejoras que se han añadido. De nuevo, el resto de compañeros votarán mediante monedas a la mejor exposición. El jugador con más monedas obtendrá una medalla intercambiable por 3000 puntos.

En la sesión S3 se están considerando mecánicas de gamificación dirigidas a *free spirits* (FR) y *philanthropists* (PHs), como *creativity tools* y compartir conocimiento.

- El juego se acaba al final de la sesión S3, con el recuento de las puntuaciones de las cartulinas de Puntuación. Se actualizará la barra de puntuaciones (*leaderboard*) ordenando los jugadores según sus puntuaciones de mayor a menor. El ganador de juego será el estudiante con mayor número de puntos.

Al final del juego, con el objetivo de integrar los resultados en la evaluación del progreso del estudiante en la asignatura se propone utilizar un mecanismo de conversión entre las puntuaciones del juego y ventajas en la asignatura. Este mecanismo supone una motivación extrínseca que potencia la participación de los estudiantes en el juego. A modo de ejemplo, una posible conversión de puntos a ventajas podría ser el siguiente: los tres primeros clasificados pueden obtener un punto adicional en la nota de la asignatura, un punto adicional en las prácticas de laboratorio o un vale por una pregunta correcta en el examen de teoría.

4. Contribuciones y futuras líneas de trabajo

En este capítulo se ha analizado el diseño de una experiencia de gamificación realizada en dos cursos consecutivos de la asignatura de Inteligencia Artificial Distribuida del grado de Informática impartido en la Facultad de Matemáticas y Informática de la Universidad de Barcelona. Dicho análisis se ha realizado usando LEGA (*LEarner-centered GAMification Design Framework*), un *framework* de gamificación que focaliza el diseño en elementos educativos (resultados de aprendizaje y mecánicas de aprendizaje), de gamificación (mecánicas de gamificación) y especialmente en cómo aprenden y cómo juegan los estudiantes.

Como resultado de dicho análisis, y apoyados por los resultados de los cuestionarios de tipo de jugador y tipo de aprendizaje realizado a nuestros estudiantes, proponemos complementar las actividades de aprendizaje definidas inicialmente para que abarquen a un espectro más amplio de tipos de jugador y tipos de aprendizaje. Esto es, el diseño inicial se dirigía principalmente a *achievers*, *players* y *socializers*, así como a estilos de aprendizaje pragmático y activo. En la propuesta de diseño, se proponen actividades que se dirigen también a *philantropists*, *disruptors*, *free spirit*, y en cuanto a estilos de aprendizaje a teóricos y reflexivos.

La aplicación del rediseño se hará a un nuevo grupo de estudiantes de la misma asignatura durante el siguiente período lectivo. Al ser también estudiantes de cuarto curso del grado de Ingeniería Informática, con formaciones parecidas a los estudiantes evaluados durante los cursos anteriores, presuponemos que los estilos de aprendizaje y de jugador del grupo de alumnos serán similares.

Finalmente, se propone extender el diseño de la sesión gamificada a un mayor período de tiempo dentro de un semestre académico, considerando la temática (diseño de modelos de mercado) y la formación de grupos (de productos, de proveedores y compradores, etc.) desde el inicio del curso. Al extender el diseño a periodos más largos, se debe evaluar además cómo introducir mecánicas de gamificación globales que permitan dar una continuidad del juego durante todo el semestre.

Referencias

- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J. y Wittrock, M. (2001) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman Publishing.
- Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S., Louchart, S., Suttie, N., Berta, R., y De Gloria, A. (2015) "Mapping learning and game mechanics for serious games analysis", *British Journal of Educational Technology*, 46 (2), pp. 391-411. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12113> [Consultado 15-01-2016]
- Baldeón, J., López-Sánchez, M., Rodríguez, I., y Puig, A. (2016) "Gamification of Multi-agent Systems Theory Classes". En: Osman, N. y Sierra, C. Eds. *Autonomous Agents and Multiagent Systems. AAMAS 2016. Lecture Notes in Computer Science*, vol 10003, pp. 172-183. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-46840-2_11 [Consultado 04-10-2016]
- Baldeón, J., Rodríguez, I. y Puig, A. (2016) "LEGA A LEarner-centered GAMification Design Framework". En: Moreno, L., Rubia Cuestas, E.J., Ruiz Penichet, V.M., y García-Peñalvo, F.J. Eds. *Proceedings of the XVII International Conference on Human Computer Interaction - Interacción '16*, pp. 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1145/2998626.2998673> [Consultado 21-10-2016]
- Bartle, R. (1996). "Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs", *Journal of MUD research*, 1 (1), pp. 19. Disponible en: <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm> [Consultado 25-01-2016]

- Escribano, F., Moretón y J., Jiménez, S. (2016) Gamification Model Canvas Framework Evolution. Disponible en: <http://gecon.es/gamification-model-canvas-framework-evolution-1> [Consultado 01-11-2016]
- Honey, P. y Mumford, A. (1992) *The manual of learning styles*. 3ª ed. Maidenhead: Peter Honey Publications.
- Honey, P. y Mumford, A. (2000) *The learning styles helper's guide*. 2ª ed. Maidenhead: Peter Honey Publications.
- Honey, P. y Mumford, A. (2006) *The learning styles questionnaire: 80-item version*. Maidenhead: Peter Honey Publications Limited.
- Hunicke, R., LeBlanc, M. y Zubek, R. (2004). "MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research". *Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*, 4 (1), , pp.1–4.
- Kapp, K. M. (2013) *The Gamification of Learning and Instruction Fieldbook: Ideas into practice*. San Francisco: John Wiley & Sons.
- Marczewski, A. C. (2015) *Even Ninja Monkeys Like to Play: Gamification, Game Thinking and Motivational Design*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Marczewski, A. C. (2016). User Type Test. Disponible en: <http://www.gamied.uk/UserTypeTest/user-type-test.php> [Consultado 05-11-2016]
- Mora, A., Zaharias, P., González, C. y Arnedo-Moreno, J. (2015) "FRAGGLE: A FRamework for AGile Gamification of Learning Experiences". En: De Gloria A., Veltkamp R. Eds. *Games and Learning Alliance. GALA 2015. Lecture Notes in Computer Science, vol 9599*, pp. 530-539. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-40216-1_57 [Consultado 30-01-2017]
- Simões, J., Díaz Redondo, R. y Fernández Vilas, A. (2013) "A social gamification framework for a K-6 learning platform." *Computers in Human Behavior*, 29 (2), pp. 345–353. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.06.007> [Consultado 08-09-2016]
- Spady, W. G. (1994) *Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers*. Arlington: ERIC.
- Werbach, K. y Hunter, D. (2012) *For the win: How game thinking can revolutionize your business*. Philadelphia: Wharton Digital Press.