



Panorámica: *serious games*, *gamification* y mucho más

Francisco J. Gallego, Carlos J. Villagrà, Rosana Satorre, Patricia Compañ,
Rafael Molina, Faraón Llorens

Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
Universidad de Alicante

fgallego@dccia.ua.es, villagra@ua.es, rosana@dccia.ua.es, patricia@dccia.ua.es,
rmolina@ua.es, Faraon.Llorens@ua.es

Resumen

La relación entre los videojuegos y el mundo de la educación es y ha sido tormentosa, con amores y odios, con sus altibajos. Pero lo que es indudable es que los videojuegos son una realidad en el mundo actual y una potente industria. Y además, los juegos siempre han jugado un papel fundamental en la educación. Aunque su incorporación a la actividad académica no ha sido todo lo ágil que hubiera sido conveniente, los videojuegos ya forman parte de la universidad. En este artículo vamos a presentar algunas de las iniciativas que hemos llevado a cabo desde que en el año 2002 incorporamos los videojuegos en nuestras actividades académicas, tanto docentes como investigadoras. MadUniversity es un videojuego que dio lugar a varios proyectos final de carrera de la Ingeniería en Informática. Screaming Racers es un videojuego diseñado y desarrollado para ser utilizado como plataforma de experimentación de técnicas en inteligencia artificial basadas en la neuroevolución. The Conference Interpreter (CoIn) es un videojuego para la práctica del inglés desarrollado para apoyar una tesis doctoral. GameLearning es una colección de minijuegos conceptuales para la adquisición de habilidades directivas. ABPgame es la aplicación de la metodología basada en proyectos a varias asignaturas de las titulaciones de Ingeniería en Informática y del Grado en Ingeniería Multimedia que realizan un proyecto común: un videojuego. PLMan es un sistema gamificado que ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento lógico, a través del lenguaje Prolog. Nuestro objetivo es mostrar la utilidad de los videojuegos y sus múltiples aplicaciones en el entorno universitario: como objetos de aprendizaje por medio de videojuegos educativos (*serious games*); como proyectos informáticos complejos para ser desarrollados por nuestros estudiantes; como entorno de experimentación para comprobar la validez de las investigaciones en inteligencia artificial; y finalmente como filosofía a aplicar al campo de la educación, lo que se ha etiquetado como gamificación.

Palabras clave: videojuegos, videojuegos educativos, gamificación, aprendizaje basado en proyectos

Recibido: 1 de abril de 2014; **Aceptado:** 9 de abril de 2014.

1. Introducción

El desarrollo continuo y la fuerte penetración en la sociedad de la tecnología en general, y de los videojuegos en particular, es incuestionable. Y en este contexto, el uso de los videojuegos con fines educativos es un campo en auge en los últimos años. Se han realizado numerosos estudios sobre sus beneficios en la enseñanza, no sólo por su carácter atractivo y motivador para el alumno, sino también por la gran variedad de campos y materias que pueden abarcar así como las habilidades que pueden entrenar. Según Prensky [26] los juegos de ordenador nos atraen por varias razones: incitan a la participación, nos motivan para alcanzar progresivamente pequeños objetivos, nos ofrecen recompensas o castigos inmediatos, y la dificultad de cada nivel puede adaptarse de acuerdo a nuestras capacidades, edad o conocimiento del juego. La reflexión que esta realidad nos suscita es clara: ¿podemos utilizar los videojuegos en el proceso de aprendizaje para motivar a los

estudiantes? Y en ese caso ¿cómo podemos hacerlo?

En este artículo vamos a hacer un repaso de los proyectos que hemos abordado desde nuestro grupo de investigación en los que los videojuegos y la educación tienen un papel central. Más allá de una mera enumeración de proyectos realizados, lo que pretendemos es trazar una panorámica, que utilizando la definición de la RAE, nos permita contemplar, estudiar o exponer esta cuestión en su conjunto. Desde nuestro punto de vista, el videojuego puede ser una herramienta muy potente en la mejora de los procesos de aprendizaje desde tres perspectivas distintas y complementarias: como herramienta en sí para la enseñanza de contenidos o habilidades, como objeto del propio proyecto de aprendizaje y como filosofía a tener en cuenta al diseñar el proceso formativo. Además como profesores universitarios, y por tanto con responsabilidades investigadoras, los videojuegos nos ofrecen también la posibilidad de servirnos como plataformas para validar nuestras investigaciones.

Numerosos estudios indican que el juego favorece el aprendizaje, puesto que cuando la diversión impregna el proceso de aprendizaje, la motivación aumenta y la tensión se reduce. Como dice Koster [20], la retroalimentación inmediata refuerza mediante endorfinas y dopaminas las neuronas y enlaces que intervinieron en la predicción acertada, lo que nos produce la sensación que comúnmente conocemos como diversión. Particularmente el uso de los videojuegos aumenta la satisfacción, mientras que el aprendizaje y la memorización también se ven mejorados [24]. Esto es debido a que se produce una completa inmersión de los jugadores en la tarea que están haciendo [6], lo que les permite decidir qué hacer en cada momento. Es importante añadir que durante el juego, inmediatamente después de cada acción, el jugador obtiene información de respuesta, lo que permite el aprendizaje por ensayo y error.

Pero debemos ser conscientes de que los videojuegos poseen unas características diferentes a otros medios de transmisión de conocimiento disponibles hasta el momento (libros, videos y audios) y, por tanto, no deben ser utilizados para una enseñanza tradicional, sino que hay que ser capaz de explotar el potencial que tienen para enseñar de forma diferente [8]. En este sentido, los videojuegos en general, y en particular los educativos (*serious games*) son un complemento a lo que tenemos hasta ahora, y no un sustitutivo.

El videojuego, por otro lado, también puede ser el objeto del proceso de aprendizaje. Aunque este aspecto se adapta mejor a unas disciplinas que a otras, hay cada vez más ámbitos en los que el estudio de los videojuegos no sólo es interesante sino conveniente. Esto es indudable en el caso de las ingenierías en informática y similares. Desde esta perspectiva el videojuego puede ser utilizado como proyecto a desarrollar por los estudiantes.

Finalmente hay un aspecto que ha tomado vuelo en los últimos años, la gamificación (del inglés *gamification*, aunque la FUNDEU¹ propone el término ludificación). La gamificación consiste en aplicar los principios del diseño de los videojuegos, el uso de la mecánica y los elementos propios de un juego en cualquier proceso, más allá del propio contexto de los videojuegos. El objetivo es aprovechar tanto la predisposición psicológica de las personas a participar en juegos como las propias bondades del juego para motivar y mejorar el comportamiento de los participantes. Este enfoque aplicado al mundo educativo tiene un prometedor camino por recorrer [19].

Por ello hemos estructurado el documento de la siguiente forma. En el apartado 2 presentamos los videojuegos como objetos de aprendizaje² que se pueden utilizar para que los estudiantes aprendan determinadas habilidades, poniendo como ejemplos el proyecto GameLearning y el videojuego CoIn. El tercer apartado trata los videojuegos como plataformas a las

que exponer las investigaciones desarrolladas en los laboratorios y entornos controlados, para así tener un primer contacto con usuarios reales. Ese es el objetivo para el que se desarrollaron los juegos MadUniversity y Screaming Racers. El cuarto apartado está dedicado a la experiencia ABPgame, que utiliza un videojuego como proyecto a desarrollar mediante la metodología de aprendizaje basado en proyectos. Y, finalmente, el quinto apartado argumenta a favor de la utilización de la filosofía en que se apoyan los videojuegos para diseñar experiencias docentes motivadoras, describiendo el proyecto PLMan. Para cada apartado, enmarcaremos el ámbito de aplicación, describiremos el proyecto (o los proyectos) y destacaremos sus aspectos claves y beneficios. No entraremos en los detalles técnicos de estas experiencias ni en datos sobre sus resultados, ya que eso se puede encontrar en la bibliografía referenciada. El artículo acaba con las conclusiones extraídas después de años trabajando con videojuegos en el entorno universitario y que pueden ser de ayuda a los que quieran introducirse en este apasionante mundo de los videojuegos y la educación.

2. Videojuegos como plataforma de aprendizaje: GameLearning y CoIn

Son numerosos los estudios que indican que los juegos favorecen el aprendizaje, ya que cuando en este proceso interviene la diversión se aumenta la motivación y se reduce el estrés. Es evidente que cuando se disfruta aprendiendo, se aprende mejor. Además, en los juegos el miedo a cometer errores se reduce y, por tanto, el proceso de aprendizaje se ve favorecido. El empleo de videojuegos aumenta el grado de satisfacción, a la vez que aumenta el aprendizaje y la memorización. Los videojuegos como materiales interactivos son capaces de atraer la atención del estudiante y consiguen una completa inmersión del jugador en la tarea que está realizando, posibilitando que éste decida qué hacer en cada momento, además de favorecer la competitividad y el trabajo colaborativo. A esto le debemos unir el hecho de que durante el juego el jugador obtiene una retroalimentación (*feedback*) inmediata tras cada acción, lo que le permite el aprendizaje mediante prueba y error, factores deseables en un entorno de aprendizaje constructivista y centrado en el estudiante. Por último, al contrario de lo que se puede pensar, el docente también tiene posibilidad de intervención tal y como ocurre en la enseñanza tradicional, puesto que con el uso de los videojuegos los participantes dejan rastros que proporcionan al docente pistas sobre el desarrollo de la actividad en el curso de forma muy precisa que le harán actuar en consecuencia.

Muchos autores han utilizado juegos de ordenador comer-

¹<http://www.fundeu.es/recomendacion/ludificacion-mejor-que-gamificacion-como-traduccion-de-gamification-1390>

²Haciendo un juego de palabras, hay que diferenciar entre los videojuegos como “objeto de aprendizaje” y los videojuegos como “objeto del aprendizaje”. En el primer caso se hace referencia al concepto pedagógico de objeto de aprendizaje (*learning object*), que describe a un conjunto de recursos digitales con un propósito educativo, conformando una unidad de aprendizaje pequeña, autocontenida y reutilizable, etiquetados con metadatos y con información sobre su intencionalidad pedagógica. En el segundo caso se hace referencia a los videojuegos como contenido del aprendizaje, mientras que en el primero era como continente.

ciales o han desarrollado juegos propios con fines educativos [5, 27]. Sin embargo, por un lado sigue siendo difícil encontrar juegos comerciales que resuelvan correctamente las necesidades particulares del aprendizaje [13], y por otro, el desarrollo de grandes juegos de ordenador es muy costoso y su valor educativo real es difícil de evaluar: al ser juegos extensos se corre el riesgo de que los estudiantes no se centren en los aspectos importantes. En contraste con estos grandes juegos, hemos desarrollado el proyecto GameLearning³, que se plantea como una colección de minijuegos conceptuales para la adquisición de habilidades muy concretas [16]. Un minijuego conceptual es un juego sencillo, sujeto a un conjunto mínimo de normas básicas, fácil de jugar, autoexplicativo, cuyo objetivo es enseñar un concepto específico, que pueda ser fácilmente asimilado. Las ventajas de los minijuegos conceptuales son:

- Por su pequeño tamaño no requieren grandes recursos para su desarrollo.
- Al centrarse en temas concretos, es mucho más sencillo evaluar su impacto sobre el aprendizaje.
- Es sencillo construir un conjunto extensible de juegos y combinarlos según las necesidades de los usuarios.

Los minijuegos conceptuales se pueden aplicar a una amplia gama de temas y campos de enseñanza. El proyecto GameLearning presenta un conjunto de seis minijuegos conceptuales para el aprendizaje de habilidades directivas. Estos videojuegos se han presentado en 14 escuelas de negocios y, al menos 5 de ellas lo están utilizando en sus programas de formación. Son videojuegos de libre uso y se han realizado más de 100.000 descargas. En concreto, los seis conceptos objetivo de estos minijuegos son los siguientes:

- *Mindrider* es un minijuego orientado a desarrollar la creatividad del usuario. En él, el jugador se convierte en un diseñador de montañas rusas futuristas. En cada fase, el problema consiste en crear un trazado que divierta a los pasajeros, minimice los costes y el tiempo, en un espacio de infinitas potenciales soluciones; este inmenso abanico surge de dar la posibilidad al jugador de dibujar el trazado a mano alzada. Mindrider remarca la importancia de la creatividad para llevar a cabo cualquier proyecto innovador. Por ello, su objetivo es potenciar el uso de la imaginación y de la lógica para obtener una solución que permita satisfacer varias restricciones a la vez.
- *Chronos* es un juego tipo puzzle cuyo objetivo es enseñar a gestionar el tiempo de manera proactiva. Para ello se centra en el concepto de la planificación de tareas. Chronos remarca lo importante que es organizar bien nuestra agenda, para poder llevar a cabo todo el trabajo diario, y a no olvidar tampoco el tiempo dedicado al

descanso, a comer o a actividades de ocio. El juego enseña, además, a distinguir lo principal de lo secundario, a organizar las reuniones, a manejar los descansos y a acabar con los ladrones de tiempo.

- *Ninja Sheep Warriors* es otro minijuego tipo puzzle en el que aprendemos conceptos de gestión de equipos. Ninja Sheep Warriors remarca la importancia de gestionar bien un equipo para la correcta resolución de tareas que no pueden hacerse individualmente. Los usuarios aprenden qué puede hacer cada uno de los componentes del equipo, para después diseñar y asignar a cada uno la tarea adecuada, utilizando las órdenes disponibles.
- *Komuso* es un minijuego orientado a la resolución de conflictos en el que el jugador adopta el papel de un monje que trata de solucionar los conflictos que aparecen en una pequeña aldea. La mecánica es sencilla, pero el juego se va complicando con el tiempo, a medida que el pueblo crece y sus habitantes se vuelven más conflictivos. Komuso destaca la importancia que tiene resolver los conflictos que se produzcan en la empresa, para el desarrollo y buen funcionamiento de la misma, y resalta las reglas y claves, en general, para la resolución de conflictos.
- *DelegArmy* es un juego de acción orientado a potenciar los conceptos de delegación y confianza. DelegArmy remarca la importancia de delegar en el trabajo. En el juego, el jugador no puede hacer frente por sí mismo a todos los ataques al igual que en la empresa no es posible que una sola persona pueda realizar todas las tareas. El videojuego enseña que los trabajadores realizarán mejor las tareas que se les asignan, cuanto mayor confianza tengan en sí mismos. Su confianza aumenta cuando se les delegan tareas y las concluyen con éxito.
- *Tratos* es un minijuego de negociación en el que el jugador debe llegar a un acuerdo con su oponente para conseguir el mejor resultado. Su mecánica se basa en un juego de cartas en las que se debe negociar con el oponente las cartas que se ceden o que se obtienen para llegar a un resultado final. El objetivo del juego es aprender a gestionar el tira y afloja de una negociación para tratar de obtener el mejor resultado.

Por su parte, The Conference Interpreter (CoIn) es un videojuego sobre interpretación simultánea en el que los jugadores deben ser capaces de hacer traducciones simultáneas a lo largo de varias conferencias (Figura 1). Este sencillo propósito hace de CoIn una herramienta educativa para complementar la enseñanza en estudios de lenguas extranjeras [2]. El objetivo principal de CoIn es el desarrollo de habilidades prácticas de los estudiantes sin explicaciones teóricas durante el juego. La razón es que CoIn es un juego, por lo que su potencial reside en la parte práctica (nunca en la teórica); de lo contrario,

³<http://www.byterealms.com/proyectos/gamelearning>



Figura 1: Pantalla del videojuego CoIn

el componente lúdico desaparecería de inmediato. Así, en las etapas de diseño del mismo, la diversión y el aprendizaje fueron valorados y considerados en todo momento. Analizando la parte tecnológica de CoIn, puede apreciarse que su potencial va más allá de ser un juego educativo. CoIn está desarrollado de forma que es posible sacarle partido en otros campos, además del uso para el que fue creado. Esto es posible gracias al análisis y desarrollo de este juego que le proporciona dos características muy importantes:

- **Plataforma adaptable:** Esto le permite incrementar los niveles que el jugador debe superar en el juego para ser el mejor intérprete. También permite que el juego pueda ser aplicado para el aprendizaje de otros idiomas, reemplazando el audio y la transcripción del mismo de forma sencilla.
- **Almacenamiento de datos:** CoIn almacena una gran cantidad de información acerca del juego, no sólo si el jugador gana o pierde en cada nivel, sino cada una de las acciones que realiza.

Estas dos características son muy útiles en educación porque, por un lado, es posible adaptar el juego a diferentes idiomas y diferentes niveles y, por otro lado, permite hacer mejores inferencias sobre el aprendizaje, estudiando las acciones del jugador durante el juego [17, 18].

3. Videojuegos como plataforma de investigación: MadUniversity y Screaming Racers

En apenas cuatro décadas, los videojuegos han experimentado una espectacular evolución, desde los originales consis-

tentes en una pantalla negra con dos barras como raquetas y un punto como pelota (Pong) a los actuales con multitud de efectos físicos similares a los reales y unos gráficos asombrosos. Además, los juegos se han convertido en complejos entornos en los que el jugador debe enfrentarse a cientos, incluso miles, de personajes, objetos, lugares, etc. Esto hace que el número de posibles situaciones diferentes que pueden tener lugar en un juego sea prácticamente infinitas, convirtiendo este tipo de entornos en lugares excelentes para experimentar con técnicas de inteligencia artificial (IA) [21, 22]. Habitualmente la forma de probar las nuevas técnicas de IA es usar conjuntos de datos estándar, de forma que se pueden comparar los resultados con los obtenidos en otros experimentos y con otros algoritmos. Sin embargo en muchos casos, si queremos probar un sistema de IA, necesitamos ponerlo a interactuar con individuos inteligentes reales y observar si se comportan de forma adecuada. En este sentido, los videojuegos tipo MMORPG (*Massively Multiplayer Online Role-Playing Game*) son muy convenientes para investigar sobre la IA y aprender modelos humanos de comportamiento.

MadUniversity es un videojuego MMORPG originado en dos proyectos final de carrera de la Ingeniería en Informática [12]. Se trata de un prototipo desarrollado para experimentar con algoritmos de IA con el objetivo de aprender estrategias de comportamiento general. Se diseñó utilizando el paradigma de agentes inteligentes para aprovechar la naturaleza distribuida del modelo y poder soportar la creación e incorporación de nuevos agentes al sistema. Screaming Racers es un videojuego diseñado y desarrollado para ser utilizado como plataforma de experimentación de técnicas en inteligencia artificial basadas en la neuroevolución [7, 9, 10, 11]. Este videojuego se centra, desde un punto de vista de alto nivel, en el problema de la conducción automática de coches de carreras, lo que nos permite realizar experimentos de aprendizaje no supervisado con pilo-

tos de carreras virtuales controlados por agentes inteligentes (Figura 2). La finalidad del juego es la de obtener un equipo de pilotos que hayan desarrollado habilidades para conducir sobre cualquier circuito, sea conocido o desconocido, pudiendo competir contra otros equipos. El videojuego nos permite obviar los aspectos de bajo nivel del problema que se quiere resolver (visión, movimiento, reconocimiento de voz, etc.), y centrarse en los problemas de inteligencia de nivel humano.

Los videojuegos pueden convertirse en plataformas idóneas para experimentar con algoritmos de IA para obtener resultados cercanos a la inteligencia humana e intentar desarrollar métodos de aprendizaje en entornos generales.

4. Videojuegos como proyecto informático: ABPgame

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología que nos permite cubrir los aspectos clave que en estos momentos demanda la nueva educación debido a la evolución vertiginosa de la sociedad y a la necesidad de gestionar el cambio: papel activo del estudiante, aprendizaje cooperativo, tratamiento interdisciplinar y uso adecuado de recursos tecnológicos. Hay distintos trabajos que describen experiencias de ABP en estudios de ingeniería, con sus ventajas y sus inconvenientes [14, 29, 30]. El ABP proporciona una experiencia de aprendizaje que involucra al estudiante en un proyecto complejo, significativo y más cercano a la realidad. Esto estimula el desarrollo de capacidades, habilidades, actitudes y valores que de otra manera quedan latentes: la capacidad para enfrentarse a situaciones reales, en entornos cambiantes y con alta incertidumbre; el trabajo bajo presión; la necesidad de planificación, tanto temporal como de recursos; la capacidad para valorar otras opiniones, discutirlos, y aceptarlas si es el caso; las habilidades de comunicación; la posibilidad de investigar soluciones creativas e innovadoras; la habilidad para trabajar en equipo, de forma responsable y comprometida; y el compromiso de llegar a un resultado final satisfactorio.

Denominamos ABPgame al proyecto de aplicación de la metodología basada en proyectos a varias asignaturas de las titulaciones de Ingeniería en Informática y del Grado en Ingeniería Multimedia y que realizan como proyecto un videojuego [23, 28]. Tiene dos características diferenciadoras que refuerzan el carácter colaborativo e interdisciplinar de la experiencia: el hecho de que el proyecto de aprendizaje sea a desarrollar en grupo y que esté compartido entre varias asignaturas. Pero el aspecto más característico es la utilización del videojuego como proyecto software complejo a desarrollar, que requiere de capacidades técnicas elevadas y del concurso de varias disciplinas. Desde un punto de vista técnico, un videojuego está compuesto por varios subsistemas que implican algunas de las disciplinas más especializadas de la informática: los gráficos por computador, la inteligencia artificial, la simulación de fenómenos físicos, etc. Todo ello, además, debe

ejecutarse en condiciones extremas: en tiempo real y habitualmente en sistemas de computación de bajo rendimiento. Esto lo convierte en un banco de pruebas ideal para llevar a cabo estrategias de aprendizaje avanzadas entre alumnos de últimos cursos y entre varias asignaturas.

En nuestra experiencia los propios grupos de estudiantes proponen las características del videojuego que van a desarrollar, aunque los profesores las supervisan para que sean realistas y abarcables y contengan los conceptos educativos importantes de las distintas asignaturas. La elección del proyecto por parte de los estudiantes propicia una mayor flexibilidad y les permite profundizar en los temas que más les interesen, con lo que se aumenta la motivación. La primera experiencia de ABPgame implicaba a cuatro asignaturas optativas de últimos cursos de ingeniería informática: Juegos y realidad virtual, Razonamiento, Gráficos avanzados y animación y Modelos de fabricación asistidos por ordenador. En la actualidad (curso 2013–2014) hemos aplicado el proyecto, que hemos denominado ABPGame+, en el cuarto curso del itinerario de Creación y Entretenimiento Digital del Grado en Ingeniería Multimedia, en el que la experiencia se expande a más asignaturas, más profesores, de distintos departamentos y exigiendo a los alumnos un proyecto más completo. Las siete asignaturas del itinerario son: Proyectos Multimedia, Técnicas Avanzadas de Gráficos, Videojuegos I, Videojuegos II, Realidad Virtual, Técnicas para el Diseño Sonoro y Postproducción Digital. Para hacer funcionar la aplicación del ABP en este entramado de asignaturas, con todas las dificultades que conlleva, la asignatura Proyectos Multimedia asume la organización y gestión de todo el proceso, coordinando tanto a los estudiantes como al profesorado del itinerario. Ambas experiencias coinciden en que se han aplicado a asignaturas de últimos cursos para que los alumnos ya tengan un completo conjunto de competencias técnicas adquiridas y en que tienen cierto grado de voluntariedad (optativas e itinerario), lo que implica mayor motivación para su aprendizaje.

El uso del videojuego como proyecto es el eje de la experiencia y la base de la misma, pero junto a esto, otros aspectos claves del proyecto han sido:

- El Informe Previo del proyecto, que es el documento base para su desarrollo, conteniendo, al menos, los objetivos a alcanzar, los entregables a evaluar, la planificación temporal y el presupuesto desglosado. Una vez aceptado, representa un contrato entre el grupo y el profesorado y será la base para el seguimiento y evaluación del proyecto.
- El seguimiento de los proyectos, basado fundamentalmente en una asignatura específica de proyectos y el uso de la herramienta Cloud⁴ (Figura 3). Esto, junto con el presupuesto del Informe Previo, permite un seguimiento del trabajo realizado por los estudiantes, convirtiéndose en una verdadera evaluación formativa (y no meramente informativa) y continua (y no final).

⁴<https://cloud.i3a.ua.es>

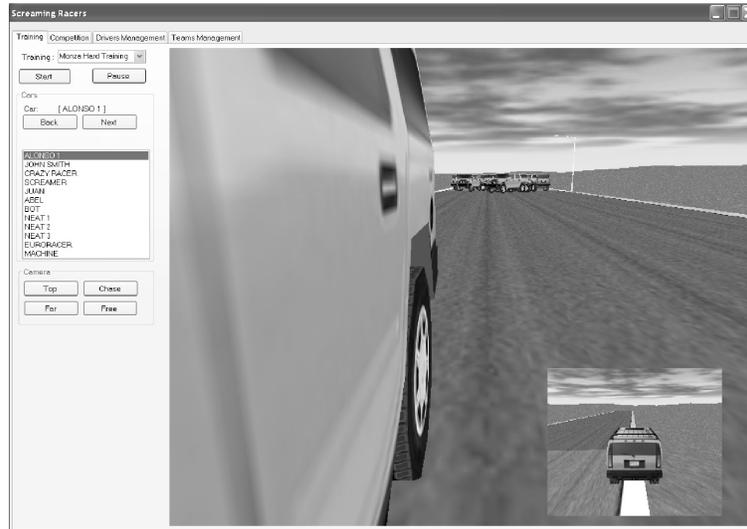


Figura 2: Pantalla de Screaming Racers

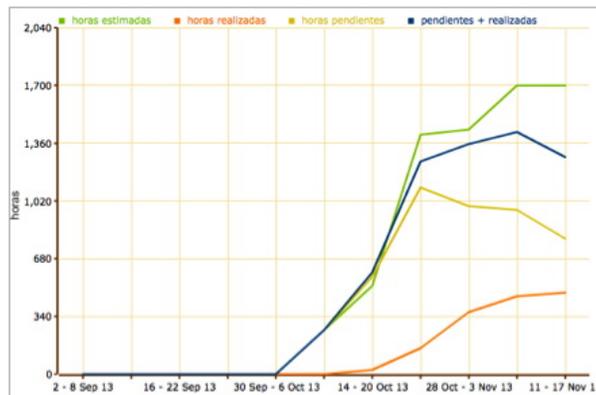


Figura 3: Ejemplo de gráfico de iCloud con la evolución de la carga de trabajo en el hito 1 de un proyecto

- La flexibilidad en la evaluación de los proyectos, dando la posibilidad de que se pueda repartir la nota dentro del grupo y que se complemente en las asignaturas con actividades específicas.

5. Videojuegos como filosofía: PLMan

El Ciclo de Sobreexpectación (*Hype Cycle*) de la consultora Gartner sobre Emerging Technologies 2013⁵ situaba a la gamificación en la cumbre del pico de expectativas sobredimensionadas, camino de alcanzar la meseta de productividad en un plazo entre cinco y diez años, tras pasar por una etapa de decepción. La misma consultora Gartner en su informe Gamification 2020: What Is the Future of Gamification? [15], publicado en noviembre de 2012, planteaba que la gamificación iba a entrar en 2013 y 2014 en la etapa de desilusión

debido principalmente a la dificultad de entender el diseño de videojuegos y las estrategias de motivación de los jugadores, y por tanto proliferando las aplicaciones fallidas del concepto debido a la aplicación superficial del mismo. El informe llega incluso a vaticinar que para el año 2014 el 80% de las aplicaciones basadas en esta filosofía habrán fallado en lo que respecta a satisfacer las necesidades de negocio, debido fundamentalmente a un diseño pobre y un nulo entendimiento de los aspectos clave del diseño de un producto gamificado real. En cambio, la aplicación correcta de los principios del diseño de videojuegos tendrá un fuerte impacto en muchos campos, convirtiéndose en una fuerza transformadora, en combinación con otras tecnologías emergentes. Utilizando las palabras del informe The Future of Gamification [1], «*if the enjoyment and challenge of playing can be embedded in learning, work, and commerce then gamification will take off*». Y uno de los cam-

⁵<http://www.gartner.com/newsroom/id/2575515>

pos en los que la gamificación se convertirá en una innovación disruptiva es el mundo de la educación. La gamificación es una de las dos tecnologías seleccionadas en el informe Horizon 2013 [25] como relevantes en el mundo de la educación en el medio plazo (de dos a tres años). Para este segundo plazo, plantea la adopción generalizada de los juegos y la gamificación, como dos caras de la misma moneda, así como un mayor perfeccionamiento de las *learning analytics*. Y creemos firmemente que su impacto será aún mayor si son abordadas conjuntamente, es decir, los juegos y la gamificación como plataformas recolectoras de información que alimenten los sistemas de análisis de datos (*educational data mining*); y la utilización de los resultados de este análisis de datos para adaptar la propuesta docente gamificada a las particularidades y al ritmo de cada aprendiz. La nueva revolución del software educativo vendrá de aplicaciones que aprendan las necesidades de aprendizaje del usuario y que adapten su avance a un ritmo personalizado, lo que podemos llamar aprendizaje adaptativo.

Bajo estos principios diseñamos PLMan, un sistema gamificado que ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento lógico, a través del lenguaje Prolog. Este sistema es utilizado desde el curso 2008–2009 [3, 4] en la parte práctica de las asignaturas relacionadas con la lógica impartidas en las titulaciones de Ingeniería Informática, tanto en las antiguas ingenierías e ingenierías técnicas como en el nuevo grado, y en el Grado de Ingeniería Multimedia. Básicamente las prácticas consisten en resolver una serie de pantallas o mapas, de dificultad creciente, con el juego PLMan, que es un juego de laberintos, adaptación del famoso juego del comecocos (PacMan)⁶. Para cada mapa los estudiantes tienen que implementar los procedimientos necesarios para que su personaje (PLMan) se mueva por él de forma totalmente autónoma y sea capaz de comerse todos los cocos. El mapa se considera completamente resuelto si PLMan es capaz de comerse todos los cocos. Si por el contrario se queda bloqueado o entra en contacto con algún enemigo el mapa se estima como resuelto según el porcentaje de cocos comidos hasta ese momento. Los mapas se clasifican en 5 fases: cada fase requiere nuevos conocimientos para enfrentarse a los mapas, y se subdivide en 5 niveles de dificultad. En cada fase, el jugador elige la dificultad deseada y se le asigna un mapa de manera aleatoria entre los disponibles, desde el sistema de control de prácticas en línea. A partir de aquí, el estudiante puede descargarse su mapa y programar una solución. El estudiante podrá entregar tantas soluciones como quiera, que serán evaluadas automáticamente por el sistema. La corrección informa al estudiante de las estadísticas de ejecución de su solución en términos de eficiencia, mostrando el porcentaje de cocos comidos, número de movimientos realizados y las acciones erróneas e incorrectas efectuadas. Al superar el 75 % en la resolución de un mapa, el sistema desbloqueará el siguiente y el estudiante podrá continuar. La resolución de un mapa total o parcialmente suma di-

rectamente puntuación a la nota final: lógicamente, los mapas más difíciles aportan mayor puntuación. El estudiante puede decidir en todo momento si quiere continuar realizando mapas para aumentar su nota o plantarse con una nota determinada. Todo ello permite que el ritmo de entrega de los mapas resueltos lo marque el estudiante, dentro de los plazos establecidos por el sistema (Figura 4).

Este sistema representa una evaluación formativa, donde el estudiante tiene en todo momento la retroalimentación necesaria para saber dónde se encuentra y qué posibilidades tiene para continuar, sin tener que esperar al final para ser evaluado. Además, el control del proceso educativo cae en manos del propio estudiante, que es responsable y conocedor de su propio progreso, lo que aumenta su motivación al disminuir la sensación de obligación y potenciar las de autonomía y responsabilidad.

6. Conclusiones

Los videojuegos tienen un conjunto de características que los pueden convertir en potentes catalizadores del aprendizaje:

- La experimentación o aprender haciendo: a diferencia de la formación tradicional, un jugador en un videojuego aprende directamente experimentando y probando. Probar, experimentar, observar lo que sucede y aprender de ello para volver a probar es el ciclo natural de funcionamiento de nuestro cerebro y la prueba de ello es la diversión que genera.
- La interactividad y la retroalimentación inmediata: es imposible probar, experimentar y ver las consecuencias si no hay una relación causa-efecto inmediata presente en la experiencia de aprendizaje. Este es el factor fundamental en toda experiencia de aprendizaje que pretenda sacar el máximo provecho al funcionamiento de nuestro cerebro.
- Permitir y “naturalizar” el error: sin equivocarse es muy difícil el aprendizaje efectivo, profundo y duradero. En cualquier sistema formativo se tiende a perseguir, penalizar y estigmatizar la comisión de errores. Los videojuegos nos enseñan que este no es el camino: puedes equivocarte tantas veces como quieras y repetir o probar de nuevo sin que ello te impida alcanzar la maestría.
- Dar el control al jugador: la autonomía en la toma de decisiones es el principal elemento de la motivación intrínseca. Los videojuegos dejan que sea el jugador quien decida en todo momento qué quiere hacer o por dónde debe continuar.

Teniendo presentes siempre estas premisas, hemos presentado un conjunto de experiencias de aprendizaje basadas en

⁶La gamificación de PLMan no viene dada por basarse en el juego PacMan (más bien esto puede llevar a confusión), sino por utilizar las lecciones aprendidas en el diseño y desarrollo de videojuegos al diseñar el proceso docente: autonomía y poder de decisión del estudiante, niveles de dificultad progresiva, ritmo personalizado, prueba y error, retroalimentación inmediata, corrección automática...

Sistema de entregas plman

Estado de curso01

NOTA ACUMULADA: 0.1

Fase 0

Inicio: 23-09-2013

Fin: 15-10-2013

Mapa 0.1	100% completado	+0.100	(0.100)	[Descargar]	[Entregar]	[Ver resultados]
Mapa 0.2	0% completado	+0.000	(0.100)	[Descargar]	[Entregar]	
Mapa 0.3	0% completado	+0.000	(0.100)	[Descargar]	[Entregar]	
Mapa 0.4	0% completado	+0.000	(0.100)	[Descargar]	[Entregar]	
Mapa 0.5	0% completado	+0.000	(0.100)	[Descargar]	[Entregar]	

Fase 1

Inicio: 23-09-2013

Fin: 02-11-2013

Mapa 1.1	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
Mapa 1.2	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
Mapa 1.3	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	

Fase 2

Inicio: 30-09-2013

Fin: 30-11-2013

Mapa 2.1	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
Mapa 2.2	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
Mapa 2.3	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	

Fase 3

Inicio: 07-10-2013

Fin: 21-12-2013

Mapa 3.1	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
Mapa 3.2	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	

Fase 4

Inicio: 07-10-2013

Fin: 21-12-2013

Mapa 4.1	0% completado			[Escoger]	[Entregar]	
----------	---------------	--	--	-----------	------------	--

Examinador	NOTA ACTUAL:
Inicio: 17-10-2013	Fin: 17-10-2013
a las 1:26	a las 1:26
Examinador	0% completado [No disponible] [Entrega]

Figura 4: Pantalla del Sistema de Entrega de PLMan

videojuegos, desde los diferentes puntos de vista. Estas experiencias son nuestro grano de arena en la playa del tándem videojuegos-aprendizaje. Aspiramos a seguir aportando algunos granos más de esta arena, ampliando estas experiencias y proponiendo algunas otras.

Entre nuestros intereses para el futuro destaca aportar un modelo formativo efectivo e innovador, que tenga en cuenta estas ideas y que potencie particularmente la motivación de los alumnos y los mecanismos para medir el progreso real en el aprendizaje, es decir, una auténtica evaluación continua y formativa. Pensamos que es necesario que la evaluación se vea como algo natural en el proceso de aprendizaje, que aporte la retroalimentación para saber en qué punto se encuentra el estudiante y cómo debe continuar, aprender y corregir sus errores. Los videojuegos pueden conseguir esta integración de forma tan fluida que ningún jugador sea consciente de que sus habilidades pueden evaluarse de forma continua que, gracias a eso, progresan constantemente. En definitiva, pensamos que los principios de los videojuegos pueden aportarnos las claves para conseguir este modelo formativo motivador y autoevaluado.

Referencias

- [1] Janna Anderson y Lee Rainie: *The Future of Gamification*, <http://www.pewinternet.org/2012/05/18/the-future-of-gamification/>, Pew Research Internet Project, 18 de mayo de 2012. Fecha de último acceso: abril de 2014.
- [2] José Ramón Calvo-Ferrer: *Videojuegos y aprendizaje de segundas lenguas: Análisis del videojuego The Conference Interpreter para la mejora de la competencia terminológica*. Tesis doctoral. Departamento de Filología Inglesa, Universidad de Alicante, enero de 2013.
- [3] María Jesus Castel De Haro, Francisco Gallego Durán, Cristina Pomares Puig, Pablo Suau Pérez, Carlos J. Villagrà Arnedo y Santiago Cortés Vaíllo: *e- VALUACIÓN en tiempo real*. En Actas de las XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2009, pp. 89 – 96, Barcelona, Julio 2009.
- [4] M. J. Castel, F. Gallego, C. Pomares, P. Suau, C. Villagrà, S. Cortés: *Real-Time Evaluation*. En actas del International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN). Barcelona, 2009.
- [5] Sara de Freitas: *Learning in Immersive worlds. A review of game-based learning*. Prepared for the JISC e-Learning Programme. JISC (Joint Information Systems Committee), 2010. Disponible en http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf
- [6] Sara de Freitas y Tim Neumann: *The use of exploratory learning for supporting immersive learning in virtual environments*. Computers & Education, vol. 52, núm. 2, pp. 343–352, febrero de 2009.
- [7] F.J. Gallego, A. Bernabeu, J. Reverte, R. Satorre y F. Llorens: *A Computer-Games-Based AI research environment*. En actas del 5th Mexican International Conference on Artificial Intelligence (MICAI 2006), Ciudad de México, 2006.
- [8] F.J. Gallego y F. Llorens: *¿Qué nos enseña Pacman? Lecciones aprendidas desarrollando videojuegos educativos*. I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2011). Madrid, 2011.
- [9] F.J. Gallego, F. Llorens, M. Pujol y H. Linares: *Aprendizaje no supervisado de habilidades de conducción: Screaming Racers*. Simposio de Inteligencia Computacional (IEEE Computational Intelligence Society), Granada, 2005.
- [10] Francisco Gallego, Faraón Llorens, Mar Pujol, Ramón Rizo: *Driving Bots with a Neuroevolved Brain: Screaming Racers*. Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, vol. 9, núm. 28, 2005.
- [11] F.J. Gallego, F. Llorens, M. Pujol, R. Rizo: *Learning Human-Level AI Abilities to Drive Racing Cars. Artificial Intelligence Research and Development*. VIIIè Congrés Català d'Intel·ligència Artificial, 2005.
- [12] Francisco Gallego, Faraón Llorens, Mar Pujol, Ramón Rizo: *Boosting human-level AI with videogames: Mad University*, Kybernetes. The international journal of cybernetics, systems and management sciences, vol. 36, núm. 3/4, 2007.
- [13] F.J. Gallego, R. Satorre, F. Llorens: *Computer Games tell, show, involve... and teach*. VIII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE), 2006.
- [14] Júlia Garrigós Sabaté y Miguel Valero-García: *Hablando sobre Aprendizaje Basado en Proyectos con Júlia*. REDU: Revista de Docencia Universitaria, vol. 10, núm. 3, pp. 125 –151, octubre-diciembre de 2012.
- [15] Gartner. *Gamification 2020: What Is the Future of Gamification?* Analyst: Brian Burke. Publicado el 5 november 2012.
- [16] A. Illanas, F. Gallego, R. Satorre, F. Llorens: *Conceptual Mini-Games For Learning*. International Technology, Education and Development Conference (INTED 2008). Valencia, marzo de 2008.
- [17] A. Illanas: *Un videojuego como sistema predictivo de aprendizaje*, Memoria para el Diploma de Estudios Avanzados, Doctorado en Ingeniería Informática y

Computación. Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Alicante, 2013.

- [18] A.I. Illanas Vila, J.R. Calvo Ferrer, F.J. Gallego Durán, F. Llorens Largo: *Predicting Student Performance in Foreign Languages with a Serious Game*, International Technology, Education and Development Conference (INTED 2013). Valencia, marzo de 2013.
- [19] Karl M. Kapp: *The Gamification of Learning and Instruction. Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer, mayo de 2012.
- [20] Ralph Koster: *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press. Scottsdale, Arizona, 2005.
- [21] John E. Laird: *Using a Computer Game to Develop Advanced AI*, Computer, vol. 34, núm. 7, pp. 70–75, julio de 2001.
- [22] John E. Laird y Michael van Lent: *Interactive computer games: human-level AI's killer application*, En actas del National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-00), Austin, Texas, julio de 2001.
- [23] F. Llorens, R. Molina, F.J. Gallego, C. Villagra: *ABPgame: un videojuego como proyecto de aprendizaje coordinado para varias asignaturas*. II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2013). Madrid, noviembre de 2013.
- [24] Pablo Moreno-Ger, Daniel Burgos, Javier Torrente: *Digital games in elearning environments: Current uses and emerging trends*. Simulation & Gaming, vol. 40, núm. 5, pp. 669–687 octubre de 2009.
- [25] New Media Consortium and the EDUCAUSE Learning Initiative: *NMC Horizon Report > 2013 Higher Education Edition*, 2013 Disponible en <http://www.nmc.org/pdf/2013-horizon-report-HE.pdf>.
- [26] Mark Prensky: *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill, 2001.
- [27] Mark Prensky: *Don't Bother Me Mom – I'm Learning!* Paragon House, 2006.
- [28] Juan R Reverte Bernabeu, Antonio Javier Gallego Sánchez, Rafael Molina Carmona, Rosana Satorre Cuerda: *El Aprendizaje Basado en Proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas Groupware*. En Actas de las XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2007, pp. 285 – 292, Teruel, julio de 2007.
- [29] Miguel Valero-García y Javier García Zubía: *Cómo empezar fácil con PBL*. En Actas de las XVII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui 2011, pp. 109–116, Sevilla, julio de 2011.

- [30] Miguel Valero-García: *PBL (Piénsatelo Bien antes de Liarte)*. ReVisión (Revista de investigación en Docencia Universitaria de la Informática), Vol. 5, núm. 2, pp. 11–16, diciembre de 2012.



Francisco J. Gallego es Ingeniero en Informática por la Universidad de Alicante (2003). Investigador del grupo de Informática Industrial e Inteligencia Artificial (i3a) desde 2004. Diploma de Estudios Avanzados en Ingeniería en Informática y Computación (2005). Profesor del Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Alicante desde 2005. Se inició en la informática en 1988, y desde entonces sus intereses principales han sido los videojuegos y la Inteligencia Artificial. Ha diseñado y desarrollado muchos videojuegos, entre los que se incluyen Mad University, Screaming Racers, Box Attack y PLMan. Es Director Técnico del grupo ByteRealms desde 2008, miembro de la AEPIA y de AENUI, y tiene un especial interés en el potencial educativo de los videojuegos. Actualmente investigando y escribiendo su tesis doctoral en Neuroevolución, Machine Learning y Videojuegos.



Carlos J. Villagrà es Profesor Titular de E.U. del Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universitat d'Alacant. Ha sido jefe de estudios del Grado en Ingeniería Multimedia (2010-2013). Sus trabajos se enmarcan en los campos de la realidad virtual y aumentada y el desarrollo de videojuegos. Para más detalles, envíele un correo electrónico

a villagra@ua.es.



Rosana Satorre es Licenciada en Informática por la Universidad Politécnica de Valencia (1993) y Doctora en Ingeniería Informática por la Universidad de Alicante (2002). Su especialidad incluye la programación, la visión estereoscópica, los juegos educativos, la educación en ingeniería y la formación del profesorado en las TIC. Desde 1994 trabaja como profesora en el Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Alicante, donde es profesora Titular de Universidad desde 2008. Ha ocupado los cargos de Subdirectora (2000-2004) y Directora en funciones (2004-2005) del Departamento, y Subdirectora de las Titulaciones de Informática (2005-2009) y Secretaria (2009-2013) de la Escuela Politécnica Superior. En su periodo de Subdirectora de las titulaciones de Informática coordinó la elaboración de los nuevos planes de estudio de Grado en Ingeniería Informática,

implantados en este momento en la Universidad de Alicante. Es miembro de AENUI.



Patricia Compañ es Ingeniera en Informática (1994) y Doctora Ingeniera en Informática por la Universidad de Alicante (2004). Su especialidad incluye la programación, la visión estereoscópica, los juegos educativos y la educación en ingeniería. Desde 1994 trabaja como profesora en el Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Alicante, donde es profesora Titular de Universidad desde 2008. Ha ocupado el cargo de Subdirectora de las Titulaciones de Informática (2009-2012) y Subdirectora Coordinadora (2012-2013) de la Escuela Politécnica Superior. En su periodo de Subdirectora de las titulaciones de Informática coordinó la implantación del nuevo plan de estudios del Grado en Ingeniería Informática así como la elaboración e implantación del plan de estudios del Máster en Ingeniería Informática. Es miembro de AENUI.



Rafael Molina es Titular de Universidad de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universitat d'Alacant (UA). Sus actividad docente e investigadora se centra en la inteligencia artificial aplicada a diferentes ámbitos, en particular, a la educación, a la realidad virtual y los gráficos y al diseño y fabricación por ordenador. Ha ocupado los cargos de secretario y di-

rector de su departamento, y ha participado en numerosos foros relacionados con la adaptación de los planes de estudio al EEES. Para más detalles, pueden contactar a través de correo electrónico a rmolina@ua.es.



Faraón Llorens es Catedrático de E.U. de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universitat d'Alacant (UA). Ha ocupado distintos cargos de dirección, destacando los de Director de la Escuela Politécnica Superior (2000-2005) y Vicerrector de Tecnología e Innovación Educativa (2005-2012) ambos en la UA y el de Secretario Ejecutivo de la Comisión Sectorial TIC de la CRUE (2010-2012). Recibió en 2013 el Premio AENUI a la Calidad e Innovación Docente. Sus trabajos se enmarcan en los campos de la inteligencia artificial, el desarrollo de videojuegos, la aplicación de las tecnologías digitales a la educación y el gobierno de las TI. Para más detalles, consulte <http://blogs.ua.es/faraonllorens> o envíele un correo electrónico a Faraon.Llorens@ua.es.

©2014 F.J. Gallego, C.J. Villagrà, R. Satorre, P. Compañ, R. Molina, F. Llorens. Este artículo es de acceso libre, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons de Atribución, que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales.