

Aplicaciones de *Simva* para simplificar la validación y el despliegue de juegos serios

Cristina Alonso-Fernández, Iván Pérez-Colado, Antonio Calvo-Morata,
Manuel Freire, Iván Martínez-Ortiz, Baltasar Fernández-Manjón

CÓMO REFERENCIAR ESTE ARTÍCULO:

Cristina Alonso-Fernández, Iván Pérez-Colado, Antonio Calvo-Morata, Manuel Freire, Iván Martínez-Ortiz, Baltasar Fernández-Manjón. "Aplicaciones de *Simva* para simplificar la validación y el despliegue de juegos serios", IEEE-RITA, Month. 20XX, Volume YY, Issue Z, Pages AA-BB

DOI: <https://doi.org/...>

Title—Applications of *Simva* to simplify serious games validation and deployment

Abstract—Serious games' evaluation and players' assessment is commonly done with experiments where the users play the game and fulfill one or more questionnaires. The tool *Simva* was designed to simplify these complex experiments, which commonly include the collection of game learning analytics data to provide further insight about players' progress and results. We present the latest updates on the tool *Simva* and three applications where it was used to validate serious games using pre-post experiments and collecting game learning analytics data of players' in-game interactions.

Index Terms—Serious Games, Learning Analytics, Evaluation, Assessment

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo es la versión en español del artículo publicado en IEEE-RITA como extensión del artículo de conferencia presentado en LASI-SPAIN 2019 [1], en la que se proporcionan más detalles sobre el uso de *Simva* y se describe la versión actualizada de la herramienta, que incorpora nuevas características para simplificar su uso en experimentos más complejos.

Los juegos serios (SGs, por sus siglas en inglés) se aplican con múltiples propósitos, incluyendo aumentar conocimiento, crear concienciación, o cambiar actitudes o comportamientos de los jugadores. Además, por la naturaleza interactiva de los SGs, es posible capturar las interacciones de los jugadores durante sus partidas, tanto las relacionadas con la consecución de objetivos específicos del diseño, como otras acciones que puedan proporcionar más información sobre el progreso de los jugadores. Esto último permite analizar aspectos adicionales de su comportamiento. En particular, las analíticas sobre los jugadores se han aplicado en SGs para dos objetivos principales: primero, validación del diseño y del juego; y segundo, para evaluación de los estudiantes/jugadores durante el despliegue.

Antes de pasar a su fase de despliegue, los juegos serios necesitan ser evaluados formalmente para asegurar que cumplen sus propósitos. Su evaluación formal asegurará que los juegos sean útiles para sus objetivos y que cualquier

cambio que se observe en las características de los jugadores (por ejemplo, conocimiento o actitud) pueda atribuirse directamente a la experiencia del juego [2].

Una vez que los juegos han pasado con éxito el proceso de validación, normalmente es deseable medir cuánto efecto han tenido en los jugadores que los han utilizado. En otras palabras, queremos ser capaces de medir cuánto han cambiado los juegos serios aquello que pretenden cambiar, como, por ejemplo, el conocimiento de sus jugadores o su concienciación sobre algunos asuntos.

Actualmente, las soluciones utilizadas en la literatura para validar los juegos serios y evaluar a los estudiantes que los juegan se basan normalmente bien en cuestionarios externos y que se realizan en papel, o bien en sistemas *ad hoc* que tienen altos costes ya que no son soluciones estándar que permitan capturar datos de interacciones en el juego a la vez que capturar los cuestionarios de evaluación. Cuando la información que se recoge de estas experiencias no está bien conectada, requiere un esfuerzo adicional por parte de los investigadores y educadores para relacionar toda la información recogida, analizarla y ser capaces de extraer información útil sobre sus resultados.

En este artículo, presentamos la herramienta *Simva* que busca simplificar los costes de estos pasos que habitualmente forman parte de la validación completa de juegos serios y de la evaluación de sus estudiantes: desde la recolección y análisis de datos de interacciones, la administración de los cuestionarios, y la gestión de grupos de estudiantes, incluyendo aspectos como la anonimización y la privacidad.

El resto de este artículo se estructura de la siguiente forma: la Sección 2 revisa el estado del arte en cuanto a la validación de juegos serios y la captura de datos. La Sección 3 detalla la herramienta *Simva* para simplificar la validación de juegos serios, y menciona sus últimas características. Las tres secciones siguientes ejemplifican cómo se ha utilizado *Simva* con diferentes juegos serios para simplificar los experimentos de validación y despliegue. La Sección 4 describe la experiencia con Conectado, un juego serio para aumentar la conciencia sobre el acoso y el ciberacoso, donde *Simva* se utilizó para realizar los experimentos para evaluar el juego y recoger datos de analíticas. La Sección 5 describe la experiencia con el test de 15 objetos, una tarea visual para

Manuscrito recibido el día de mes de año; revisado día de mes de año; aceptado día de mes de año.

English version received Month, day-th, year. Revised Month, day-th, year. Accepted Month, day-th, year.

Nombres de los autores, Lugares actuales de trabajo, ciudad, país (email ejemplo@ejemplo.es).
(<https://orcid.org/...>)

entrenar la memoria, donde *Simva* se utilizó para evaluar y comparar dos versiones diferentes del juego y dos formatos (en papel y en ordenador). La Sección 6 describe la experiencia con First Aid Game, un juego para enseñar técnicas de primeros auxilios, donde *Simva* se utilizó para recoger cuestionarios y datos de interacción en un experimento original y otro posterior de recuerdo. La Sección 7 discute las lecciones aprendidas de estas experiencias. Finalmente, la Sección 8 resume las conclusiones de nuestro trabajo.

II. ESTADO DEL ARTE

Existen varios métodos para validar los juegos serios y medir el cambio que causan en sus jugadores. Se han realizado estudios para evaluar juegos mediante distintos métodos como cuestionarios, entrevistas, discusiones o ficheros de log [3]. Estos métodos pueden combinarse de distintas formas según las necesidades de la investigación y la validación. También se han utilizado distintos métodos para evaluar a los jugadores que usan estos juegos, aunque la investigación está avanzando hacia la validación a través de las interacciones capturadas en las partidas de juego.

Para evaluar los juegos o a sus jugadores en base a los datos de interacción, el primer paso es definir cómo se va a recoger, almacenar y gestionar los datos de interacción. Una opción habitual es utilizar Learning Record Stores (LRSs), repositorios de colección de datos que permiten capturar datos siguiendo el estándar de xAPI [4]. Sin embargo, si se realizan experimentos que requieren recoger más información que las trazas xAPI, estos repositorios no proporcionar una integración adecuada que simplifique gestionar los estudiantes/jugadores y que garantice cumplir los requisitos de privacidad.

En las siguientes subsecciones, revisamos dos de los métodos más utilizados para evaluar juegos serios: los experimentos pre-post y las analíticas de aprendizaje para juegos. Ambos métodos son esenciales para entender la herramienta *Simva*, que permite usar ambos en conjunto a la vez que gestionar los grupos de estudiantes.

A. Experimentos pre-post

Los experimentos pre-post son el método más aplicado para evaluar juegos serios y a los estudiantes que los juegan [3]. Estos experimentos suelen incluir tres pasos:

1. El pre-test: un cuestionario inicial que evalúa la característica de los estudiantes (por ejemplo, el conocimiento) antes de la intervención. Puede realizarse tanto en papel como en ordenador y debe ser una medida válida de las características que el juego pretende cambiar. Por tanto, el cuestionario debe también estar formalmente validado.
2. La intervención: la actividad que pretende cambiar las características de los estudiantes. En el caso de juegos serios, será la partida de juego, normalmente de principio a fin. No debe pasar tiempo ni entre el pre-test y la intervención, ni entre la intervención y el post-test.
3. El post-test: un cuestionario posterior al juego que evalúa las características de los estudiantes (por ejemplo, el conocimiento) después de la

intervención. Este cuestionario tendrá los mismos requisitos que el pre-test. Adicionalmente, puede incluir preguntas opcionales sobre la experiencia, pero al menos debe incluir las mismas preguntas que miden dichas características.

El cambio en las características de los estudiantes se mide a continuación comparando los resultados del pre-test con los del post-test. Como la única intervención entre ambos es el juego, si hay un cambio significativo (normalmente un aumento en conocimiento, concienciación) en la característica medida por estos cuestionarios, queda probado que la intervención efectivamente cambia dicha característica. Con este método, el juego serio queda formalmente evaluado. Cuando se ha completado este proceso, podemos pasar al despliegue real del juego: ahora puede utilizarse en escenarios reales ya que hemos probado que cumple sus objetivos.

Durante la fase de despliegue de los juegos, los educadores, gestores o investigadores que los apliquen querrán conocer cuánto efecto tiene el juego en sus jugadores. Para ello, es posible y común utilizar los experimentos pre-post. Esta solución, sin embargo, puede no ser la más precisa al tratarse de una medida externa. En comparación, las analíticas son internas al juego, y proporcionan dimensiones temporales y causales. Sin embargo, los experimentos pre-post pueden ser convenientes, incluso efectivos en cuanto al coste, si el escenario educativo especificado o el experimento de investigación mide una característica para la cual no hay analíticas disponibles, como en casos donde no hay analíticas proporcionadas o faltan recursos que permitan incluirlas.

Estos cuestionarios proporcionarán una medida de la característica antes (pre-test) y después (post-test) de la intervención. Comparando ambos, podemos calcular cuánto efecto ha tenido el juego en cada usuario. Por ejemplo, en un juego que pretende enseñar conocimiento a los jugadores, el pre-test mostrará cuánto sabían los jugadores del tema antes de jugar, el post-test informará sobre su conocimiento del tema después de jugar, y la comparación de ambas medidas mostrará cuánto han aprendido los jugadores con el juego. Esta información será relevante para los profesores o educadores para medir el efecto de los juegos, pero también para las instituciones para tomar decisiones basadas en evidencias sobre la aplicación de juegos en sus cursos.

B. Analíticas de aprendizaje para juegos

Además de las medidas externas que suministran los cuestionarios, otra opción para medir de forma efectiva los cambios en las características de los estudiantes o para obtener más información de sus partidas con juegos serios es analizando sus interacciones con el juego. En el campo de las analíticas de juegos (*Game Analytics*) para juegos de entretenimiento, se recoge información de las interacciones de los jugadores de forma transparente (en un proceso llamado *tracking*), principalmente con objetivos de rentabilidad [5]. Para juegos serios, la combinación de estas técnicas de analíticas de juegos con los propósitos de las analíticas de aprendizaje (*Learning Analytics*) [6] (aplicadas en todo tipo de entornos de aprendizaje) resulta en las llamadas analíticas de aprendizaje para juegos (*Game Learning Analytics*, GLA) [7].

Los datos de GLA recogidos de juegos serios pueden

aportar información de las interacciones en el juego tanto desde una perspectiva educativa como desde una perspectiva de juego. Es decir, pueden proporcionar información para evaluar y mejorar el juego, pero también para dar una visión sobre el progreso y los resultados de los estudiantes, o incluso para evaluarlos. La información obtenida de las interacciones capturadas puede por tanto proporcionar una visión muy amplia para diversos actores (profesores, gestores, autoridades educativas, investigadores, estudiantes) y con varios propósitos (validar el diseño del juego, evaluar a los estudiantes, mejorar el juego, mostrar información en tiempo real, mostrar información global) [8]–[11].

III. SIMVA

El estado del arte actual sobre validación de juegos serios y evaluación de los estudiantes, y nuestra experiencia previa en esta área nos han llevado a crear una herramienta para simplificar estos complejos y costosos procesos para cualquier juego serio después de una breve configuración. Para la creación de esta herramienta, partimos de un conjunto de requisitos identificados:

- Almacenamiento y gestión de datos: la herramienta debe almacenar los cuestionarios y los datos de las interacciones en el juego, permitiendo recoger y analizar sus resultados. Estos requisitos por tanto evitan tratar con cuestionarios en papel y simplifican enlazar toda la información recogida de cada estudiante.
- Gestión y anonimización de estudiantes: debe estar disponible tanto la creación de grupos de estudiantes como la asignación de grupos de estudiantes a cuestionarios para simplificar hacer un seguimiento de qué cuestionarios ha completado cada estudiante. Además, los estudiantes deben ser anónimos y no guardar información personal.
- Control de acceso y nivel de completitud: la herramienta debe gestionar el acceso a cada

cuestionario y, si se conecta con el juego, incluso el acceso a éste después de completar cualquier cuestionario previo. La herramienta debe también proporcionar información acerca del progreso y la completitud de los cuestionarios de los jugadores.

Simva es una herramienta para simplificar la validación de los juegos serios, así como el despliegue de los juegos en escenarios educativos cuando se necesitan características adicionales como cuestionarios o recogida de datos de interacción. *Simva* es capaz de gestionar la mayoría de estos requisitos comunes para llevar a cabo experimentos que están guiados por cuestionarios y donde las interacciones de los jugadores se recogen en archivos log o mediante una plataforma de GLA. Estos incluyen: cuestionarios, que pueden ser más de uno, por ejemplo en los experimentos pre-post; clases de estudiantes y usuarios; y datos de interacción. Adicionalmente, trata otros asuntos requeridos como la privacidad y la anonimización. Con estas características, *Simva* puede aplicarse para la validación de cualquier juego serio o la evaluación sus estudiantes tras la adecuada configuración.

Simva está altamente integrado con LimeSurvey [12], un software que gestiona cuestionarios. Con esta conexión con LimeSurvey se trata la creación, edición y gestión de los cuestionarios. *Simva* además enlaza estos cuestionarios que van a usarse en los experimentos con los estudiantes que los van a completar. En *Simva*, las clases pueden crearse como grupos de estudiantes que van a pasar por la validación de juegos serios. Para cada uno de los estudiantes creados, *Simva* proporciona identificadores anónimos consistentes en 4 letras que se utilizan como nombres de usuario en lugar de identificadores personales que puedan comprometer los requisitos de privacidad. Además, *Simva* puede conectarse con un sistema de analíticas para compartir los usuarios (representados por los identificadores) de tal forma que todos los datos (cuestionarios, logs y datos de GLA) del mismo usuario queden relacionados por su identificador anónimo.

Los identificadores pueden descargarse para ser impresos

Clase ElCaton 1A

<input type="checkbox"/>	Code	Conectado (Pre Post Other)			<input type="checkbox"/>	+	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	GYRJ	FINISHED	FINISHED	FINISHED	TRACES		
<input type="checkbox"/>	WEFF	FINISHED	FINISHED	STARTED	TRACES		
<input type="checkbox"/>	YEYT	FINISHED	NOT FOUND	NOT FOUND	TRACES		
<input type="checkbox"/>	ZMBL	FINISHED	STARTED	NOT FOUND	TRACES		

Clase ElCaton 1A:						
No.	Nombre	Código				
1		GYRJ	GYRJ	GYRJ	GYRJ	
2		WEFF	WEFF	WEFF	WEFF	
3		YEYT	YEYT	YEYT	YEYT	
4		ZMBL	ZMBL	ZMBL	ZMBL	
5		WSFJ	WSFJ	WSFJ	WSFJ	

Fig. 1. La herramienta *Simva* proporciona acceso a los cuestionarios de los estudiantes y a las trazas de interacción recogidas (figura superior) y una lista de códigos anónimos preparada para ser impresa y repartirse a los estudiantes (figura inferior). Capturas obtenidas de [22].

y repartidos a los estudiantes (ver imagen inferior en la **Fig. 1**). Esta técnica de pseudo-anonimización permite a los profesores seguir el proceso de aprendizaje de cada estudiante (relacionándolos a través del identificador) a la vez que cumple los requisitos y las regulaciones de privacidad (por ejemplo, ayuda a cumplir el Reglamento General de Protección de Datos). También permite llevar a cabo experimentos de recuerdo o estudios longitudinales.

Los juegos serios pueden configurarse después para acceder a los cuestionarios específicos creados en *Simva*. La información sobre los cuestionarios (normalmente pre-test y post-test) que el juego debe acceder se incluye en un fichero simple de configuración. Esta es la única configuración necesaria para conectar el juego con *Simva*, simplificando por tanto el uso de la herramienta con cualquier juego serio. Estos cuestionarios se enlazan en *Simva* a las clases formadas por los usuarios que deben utilizarlos. Cada clase tendrá toda la información sobre los identificadores de los estudiantes que la componen (y por tanto pueden acceder y jugar el juego) y los cuestionarios que deben completar, antes y después de jugar. Toda la información recogida de cada estudiante se une por su identificador anónimo, incluyendo: pre-test, post-test y datos de interacciones en el juego (ver imagen superior en la **Fig. 1**). Toda la información está finalmente disponible en *Simva* para ser descargada por los usuarios que tengan acceso (profesores, investigadores).

La **Fig. 2** muestra una vista general de la arquitectura de *Simva*. Como se ha explicado, *Simva* ha sido diseñada para ser modular y administrar de forma transparente otros sistemas que gestionan cuestionarios (actualmente LimeSurvey) y, si se configura, un sistema de analíticas (actualmente la plataforma H2020 Rage Analytics [13]). Externamente, los profesores pueden crear clases, cuestionarios y asignaciones entre ellos, permitiendo a una clase participar en un cuestionario.

Las clases están diseñadas para unificar la gestión de estudiantes. Cuando se añade una clase a *Simva*, los profesores o gestores especifican el número de estudiantes, y se crean un número correspondiente de identificadores anónimos de 4 letras (cadenas aleatorias de 4 letras como "FJCD" o "PWNB") para asignar a cada uno de los participantes, permitiéndoles acceso tanto a los cuestionarios como al juego que va a utilizarse. Una vez que la clase se ha creado, los estudiantes se replican en el sistema de analíticas y se crea un grupo que incluye a todos estos usuarios. Después de estos pasos, mediante el sistema de analíticas, se puede crear una actividad con este grupo, y los estudiantes podrán enviar datos autenticados utilizando sus identificadores anónimos.

Los cuestionarios, por otro lado, están diseñados para medir aprendizaje o las características específicas de los usuarios en distintos momentos. Un objeto cuestionario se compone de hasta tres cuestionarios concretos: un cuestionario anterior al juego, un cuestionario posterior al juego, y, si se necesita, un cuestionario adicional. Cuando los cuestionarios se crean, los archivos con el esquema de LimeSurvey se añaden a *Simva* y con estos esquemas los cuestionarios se crean en LimeSurvey mediante su API, guardando sus identificadores para usarlos posteriormente.

Finalmente, para usarlo en una sesión de clase, el cuestionario debe asignarse a la clase. Cuando se realiza esta asignación, los identificadores anónimos de la clase se añaden como participantes del cuestionario en LimeSurvey. Además, mediante la API de LimeSurvey, *Simva* puede obtener, mediante una simple petición de estado, el estado de completitud del cuestionario y utilizarlo para permitir o denegar acceso al juego, evitando que los estudiantes jueguen sin haber completado antes el cuestionario. Cuando el juego termina, en punto de acceso de la API de *Simva* queda disponible para subir los resultados del juego, donde se

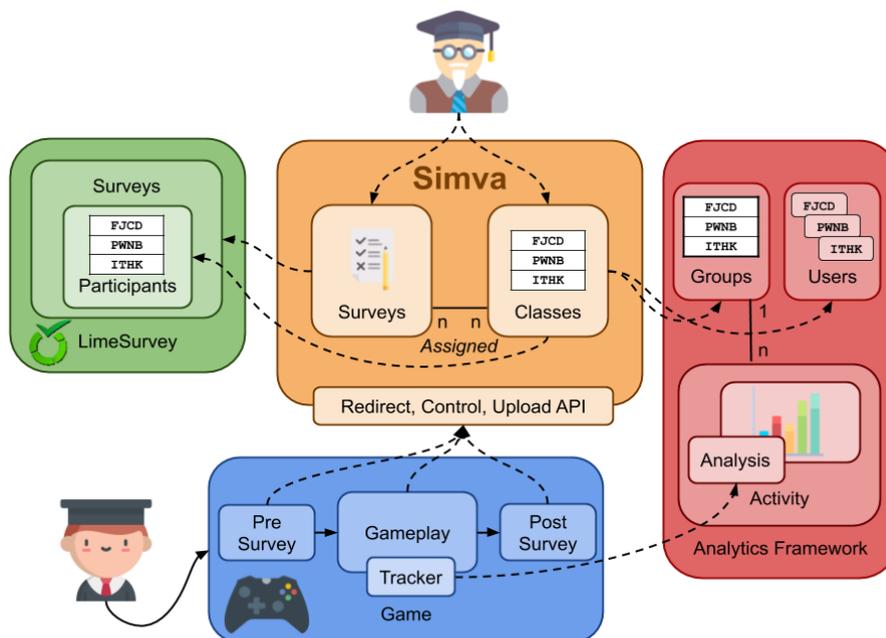


Fig. 2. Vista general de la arquitectura de *Simva* gestionando cuestionarios, clases y el Sistema de Analíticas. Los profesores pueden acceder a los cuestionarios y a las clases en *Simva*; los jugadores normalmente completan el cuestionario previo, la partida de juego, y el cuestionario posterior. Todos los datos se envían a *Simva*, enlazados mediante los identificadores pseudo-anónimos de los usuarios y están disponibles para su acceso posterior.

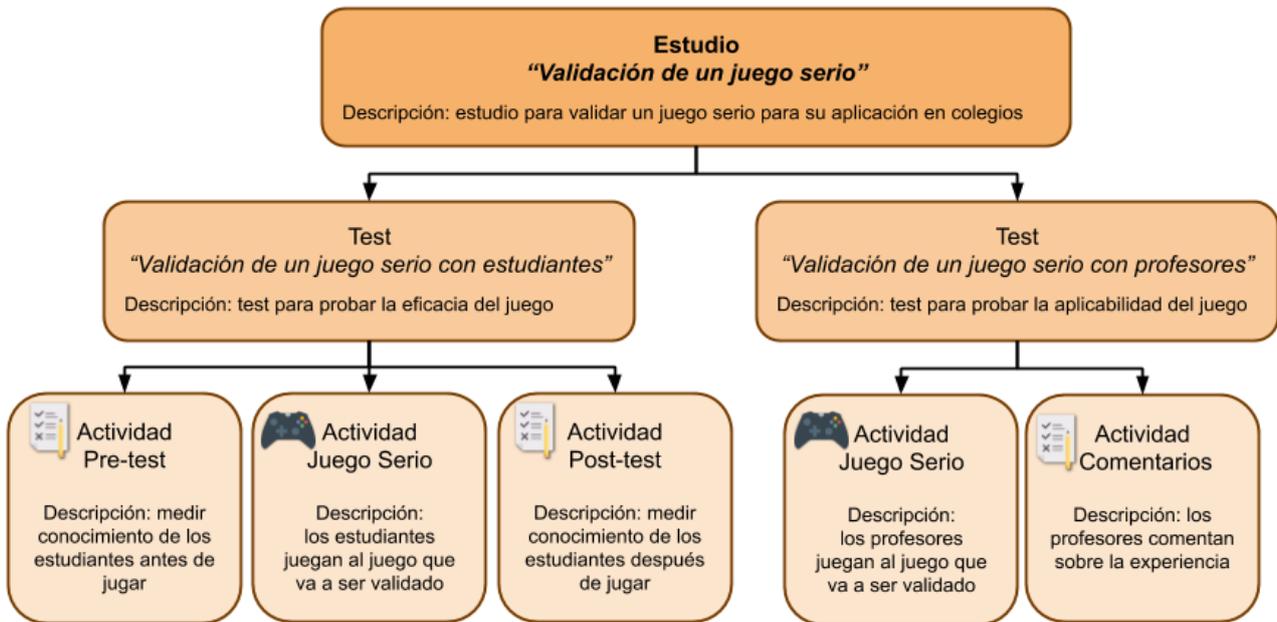


Fig. 3. Jerarquía de ejemplo de un estudio sobre “Validación de un Juego Serio” que contiene dos tests que, a su vez, contienen tres y dos actividades, respectivamente. Un estudio con una jerarquía como esta podría realizarse ahora con *Simva*.

pueden añadir ficheros de log, puntuaciones, o estadísticas para un análisis posterior.

A. Última versión de *Simva*

La herramienta *Simva* ha pasado recientemente por un proceso de actualización para incluir nuevas características y reestructurar la jerarquía de experimentos y cuestionarios. La nueva versión proporciona nuevas opciones para profesores, investigadores y estudiantes para simplificar la aplicación de juegos tanto en las fases de validación como en la de despliegue.

En *Simva*, los usuarios con rol de profesor o investigador ahora pueden gestionar cuatro elementos diferentes: grupos, estudios, tests y actividades. Los grupos de estudiantes se gestionan por el profesor/investigador, que puede crearlos, imprimir información de los estudiantes de un grupo, y asignar estudios a un grupo. La jerarquía de estudios-tests-actividades es la característica principal de la nueva implementación de *Simva*. Un estudio se define como un trabajo de investigación completo que va a realizarse y que puede involucrar a distintos actores (por ejemplo, un estudio para validar un juego serio puede componerse de validación del juego con estudiantes, y otro de validación con profesores). Cada estudio es gestionado por uno o más propietarios. Los estudios contienen una lista de tests, que pueden utilizarse para llevar a cabo una parte específica del estudio o una variación de éste: por ejemplo, un test puede ser “Validación del juego serio con profesores” o “Validación del juego serio con estudiantes” o incluso “Caso A” y “Caso B” para test con subgrupos. Los tests, a su vez, contienen una lista de actividades, y cada actividad corresponde a una tarea específica que llevar a cabo durante el estudio: por ejemplo, una actividad puede ser un cuestionario (por ejemplo, el pre-test), una partida de juego, etc. La **Fig. 3** muestra un ejemplo de jerarquía de un estudio para validar un juego serio con dos tests diferentes, cada uno de ellos compuesto de dos y tres

actividades, respectivamente.

Los profesores, al igual que los investigadores, pueden gestionar la creación y asignación de estudios, tests y actividades. Como propietarios de los estudios, tienen también asociados los tests que pertenecen a sus estudios y, por consiguiente, las actividades asociadas a estos tests. De esta forma, los profesores pueden desplegar los juegos con sus funcionalidades asociadas como los cuestionarios para medir el aprendizaje de los estudiantes/jugadores o para proporcionar actividades asociadas a la partida de juego.

Los estudiantes, por otro lado, simplemente solicitan a través de *Simva* información sobre los estudios a los que han sido añadidos (una lista de actividades). También pueden solicitar información sobre cada actividad específica que se les ha asignado: si está abierta o no, si se ha completado o no, solicitar enlaces a las que estén abiertas y obtener la siguiente actividad para cierto estudio.

Adicionalmente, el calendario de actividades del estudiante puede obtenerse y actualizarse a través de la API, permitiendo automatizar y simplificar la experiencia de usuario. Por ejemplo, el juego puede conectar con esta API para asegurar que el estudiante completa el cuestionario antes de jugar al juego; o que el estudiante completa algún test entre capítulos; o incluso para pasar entre un conjunto de mini-juegos programados.

Simva está disponible en código abierto para descargarse en GitHub (<https://github.com/e-ucm/simva>).

Simva se ha probado siguiendo una metodología de estudio de múltiples casos con tres experiencias, usando distintos juegos serios, descritas en detalle en las siguientes secciones. En la Sección 4, hemos utilizado *Simva* para evaluar un juego serio para crear conciencia sobre el acoso y el ciberacoso. *Simva* se utilizó para gestionar los cuestionarios y los estudiantes, además de para recoger los datos de las interacciones con el juego. La Sección 5 describe la experiencia de uso de *Simva* para comparar dos versiones de

un juego para envejecimiento activo. *Simva* gestionó toda la información de los cuestionarios y la opción de incluir metadatos se utilizó para enlazar información adicional para cada participante. La experiencia final, en la Sección 6, incluye un experimento de recuerdo utilizando un juego que enseña técnicas de primeros auxilios y que incluyó tanto la recogida de cuestionarios como de datos de interacción y el uso de los identificadores anónimos para enlazar todos los datos de ambos experimentos.

IV. EVALUANDO UN JUEGO SERIO PARA CONCIENCIAR: CONECTADO

El videojuego Conectado es una aventura gráfica que pretende concienciar contra el acoso y el ciberacoso escolar. El juego se ha diseñado como una herramienta con la que los profesores puedan iniciar una discusión o una sesión de reflexión con sus estudiantes sobre los temas que cubre el juego, una vez que todos han compartido la experiencia común de jugarlo y experimentando el acoso en primera persona (dentro del juego). Hasta ahora, el juego se ha validado en varios experimentos en institutos con más de 1000 alumnos de entre 12 y 17 años, y con más de 200 profesores y estudiantes de ciencias de la educación [14], [15].

La validación del juego se ha realizado mediante experimentos pre-post utilizando un cuestionario formal que evalúa la concienciación de los jugadores sobre el acoso y el ciberacoso. Este cuestionario se utilizó como pre-test y post-test en los experimentos para comparar la concienciación de los jugadores antes y después de jugar a Conectado. Además, se recogieron las interacciones más relevantes de los jugadores con el juego para analizar su progreso, sus interacciones con los personajes, sus elecciones y actitudes. Toda esta información puede aportar una visión más amplia sobre cómo los jugadores han usado el juego y sus comportamientos en las situaciones de acoso y ciberacoso que muestra el juego.

Antes de realizar los experimentos, el investigador principal que debía supervisar la experiencia preparó los cuestionarios pre-post en *Simva*. Esto incluyó los siguientes pasos: los cuestionarios se registraron en *Simva*, y se crearon los grupos que los iban a usar, con 30 estudiantes por grupo, guardando algunos espacios vacíos como margen de seguridad. Todos los espacios para estudiantes se identificaban por sus códigos, conjuntos de 4 letras aleatorias. Esta lista de códigos que proporciona *Simva* fue impresa por adelantado para llevarla a los colegios. Los datos de interacción capturados por el juego se enviaron a *Simva*, y al Sistema de Analíticas para su procesamiento. Por tanto, los usuarios creados con *Simva* fueron enlazados con los creados en el Sistema de Analíticas utilizado mediante el mismo identificador para recoger y analizar los datos de interacción de los usuarios durante los experimentos.

Durante las diferentes sesiones de los experimentos, el investigador principal distribuyó los identificadores impresos, uno por estudiante. Los estudiantes los utilizaron después para acceder al juego, que mostraba una pantalla de bienvenida pidiendo el código a utilizar como identificador para los datos que manda al sistema de analíticas. Después de esta fase, el juego comprobaba en el archivo de configuración los cuestionarios que iban a utilizarse. Después, el juego

accedió a *Simva* y comprobó que el cuestionario pre-test asignado estaba disponible para el identificador proporcionado por el estudiante. Si es así, automáticamente se abría el navegador con el cuestionario inicial que los jugadores debían completar. *Simva* comprobaba que los cuestionarios estaban correctamente configurados para el usuario, identificado por el código que ha usado para acceder al juego. Si *Simva* indicaba que el cuestionario no existe, o que no está disponible para el usuario dado, el juego no continuaba. Una vez completado el pre-test, sus resultados se enviaban a *Simva*, y los usuarios podían acceder al juego. Cuando la partida había terminado, los datos de interacción se enviaban a *Simva*. Para el post-test, se repetían las mismas comprobaciones y el mismo proceso que para el pre-test. Si todo estaba correctamente configurado, el cuestionario post-test se iniciaba y, cuando se completaba, sus resultados se enviaban a *Simva*.

Al finalizar los experimentos, el investigador principal descargaba las respuestas a ambos cuestionarios junto con los datos de interacción desde la pantalla correspondiente en *Simva*. Las distintas fuentes de datos recogidas para cada usuario (pre-test, post-test e interacciones con el juego) quedaban unidas por el identificador único de cada jugador, simplificando el siguiente paso de análisis.

Con la información recogida en estos experimentos utilizando *Simva*, se pudo realizar la validación de Conectado, analizando que el juego de hecho aumenta la concienciación sobre el acoso y el ciberacoso, como se mide en los cuestionarios pre-post. Además, el análisis de los datos de interacción recogidos permitió extraer más información como el tiempo necesitado para completar el juego, el progreso, o las diferentes elecciones en el juego y las interacciones con personajes del juego.

V. COMPARANDO DOS VERSIONES DE UN JUEGO SERIO PARA ENVEJECIMIENTO ACTIVO: TEST DE 15 OBJETOS

El test de los 15 objetos (15-OT) es una tarea visual que presenta 15 objetos superpuestos que los usuarios tienen que identificar lo más rápidamente posible. El objetivo de este test de discriminación visual es evaluar la ralentización del proceso cognitivo de la enfermedad del Parkinson [16]. El

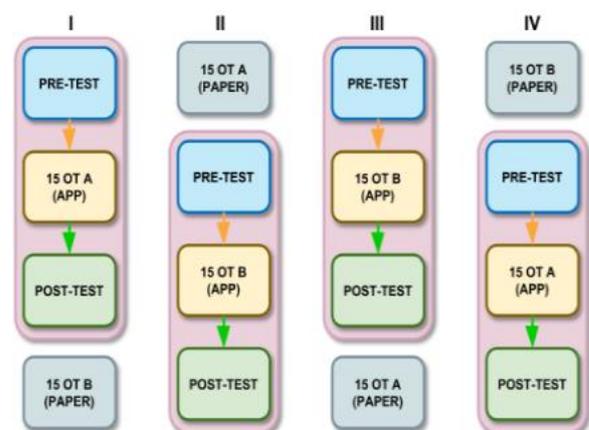


Fig. 4. Cuatro condiciones experimentales en los experimentos con el test de 15 objetos. Los participantes eran asignados aleatoriamente a una de estas cuatro condiciones. Figura adaptada de [17].

<input type="checkbox"/>	Code	AB
<input type="checkbox"/>	YNHW	A ▼
<input type="checkbox"/>	PWPI	B ▼
<input type="checkbox"/>	DVVB	A ▼

Fig. 5. Un grupo de participantes en el experimento del test de 15 objetos, mostrando la versión de juego que usó cada uno (A/B). Este ejemplo muestra un posible uso de los metadatos en *Simva*.

test se realiza con dos figuras de 15 objetos superpuestos, tradicionalmente entregados a los participantes en papel.

Para estos experimentos, además de la versión tradicional en papel del test 15-OT, desarrollamos una nueva versión en ordenador con la misma estructura y características. Esta nueva versión se probó con 18 adultos [17]. Para esta prueba, se crearon dos configuraciones diferentes del 15-OT (A y B), cada una con un posicionamiento distinto de los 15 objetos superpuestos. Para comparar los resultados de las versiones en papel y en ordenador de cada participante, además de las dos versiones del juego (A y B), se asignó a los participantes aleatoriamente a cuatro condiciones experimentales, balanceadas por edad y género (véase la **Fig. 4**). Estos experimentos fueron una prueba de concepto para probar si la versión en ordenador de este test tradicional puede usarse para investigar el envejecimiento activo.

Para este experimento, los grupos de participantes necesarios se crearon en *Simva*. Ambos cuestionarios (pre-test y post-test) se crearon y se gestionaron con *Simva*. Los cuestionarios se enlazaron después a los grupos de participantes que iban a usarlos. Todos los participantes tenían que completar ambos cuestionarios en diferentes momentos según las condiciones mostradas en la **Fig. 4**. Las versiones en papel del test se prepararon por adelantado y se repartieron a los participantes al principio del experimento (para los participantes asignados a las condiciones experimentales II y IV) o al final (participantes asignados a las condiciones I y III). Todos los participantes recibieron sus identificadores anónimos de 4 letras al principio del experimento y se les pidió que los escribieran en ambos cuestionarios pre-post, y en la versión en papel del test 15-OT además de en la versión en ordenador del test 15-OT.

El experimento se realizó con dos versiones del juego (A y B) dependiendo de los objetos utilizados. Como se ha visto en la **Fig. 4**, algunos participantes (asignados a las condiciones II y III) completaron la versión A del test 15-OT en papel, y la versión B en el ordenador. El resto de los participantes (asignados a las condiciones I y IV) completaron la versión B en papel y la versión A en el ordenador. Para el análisis, era necesario saber qué versión del juego realizaba cada participante en el ordenador (y por tanto cuál completaban en papel). Para realizar el análisis, era recomendable enlazar esta información con las respuestas de los participantes en los cuestionarios. Para enlazar esta información con los cuestionarios de los participantes,

usamos la opción de metadatos del experimento disponible en *Simva*. Esta característica permite incluir información adicional para cada participante. Por tanto, en la vista de clase se pudo añadir qué versión del juego completaba cada participante en el ordenador (A o B). Esta información se muestra en *Simva* como aparece en la **Fig. 5**.

Después del experimento, todas las respuestas de los participantes en ambos cuestionarios se guardaron en *Simva*, uniéndolas con la información de la versión de juego utilizado en cada condición por el identificador único proporcionado por los estudiantes. Los investigadores pudieron analizar después las respuestas de los cuestionarios junto con la versión de juego para comparar la versión en papel con la versión en ordenador del test, así como para estudiar la equivalencia de las dos versiones de juego utilizadas.

La comparativa entre ambas versiones de juego se realizó fácilmente, con la ayuda de la información recogida en estos experimentos con *Simva*, y además comparando las versiones en papel y en ordenador del test. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre las versiones del juego, probando su equivalencia. Como no se encontraron diferencias significativas entre los resultados de las versiones en papel y en ordenador del test, concluimos que la versión en ordenador del test es una alternativa válida y equivalente a la versión tradicional en papel.

VI. RECOGIENDO DATOS DE GLA Y REALIZANDO UN EXPERIMENTO DE RECUERDO: FIRST AID GAME

First Aid Game es un videojuego para enseñar técnicas de primeros auxilios en diferentes situaciones de emergencia a jugadores jóvenes. El juego ya había sido formalmente validado en un experimento pre-post previo en papel. En esa validación, el juego se comparó incluso con un grupo de control que asistió a una demostración teórico-práctica de los mismos temas tratados en el juego [18]. Esa validación del juego fue un claro ejemplo de los problemas que tienen este tipo de experiencias: después de completar los experimentos, los investigadores tuvieron que lidiar con un gran número de cuestionarios en papel, leerlos, procesarlos y transcribir sus resultados a un ordenador para su análisis.

Con *Simva*, realizamos un nuevo conjunto de experimentos en los que se recogieron datos de más de 300 estudiantes de 12 a 17 años [19], [20]. Los estudiantes completaron los cuestionarios pre-post evaluando su conocimiento sobre técnicas de primeros auxilios, adaptados de los cuestionarios utilizados en el experimento de validación original [18]. Para esta experiencia, el juego se había reconstruido utilizando una tecnología diferente, pero manteniendo el mismo diseño y mecánicas de juego. Pese a ello, estos experimentos se utilizaron para validar que la versión actualizada del juego seguía siendo efectiva para enseñar a los jugadores. Además, en esta nueva versión del juego se incorporó la recolección de datos de interacciones con el juego. Los datos de interacción recogidos mientras los estudiantes jugaban al juego incluyen puntuaciones, elecciones y respuestas en el juego, y sus interacciones con distintos elementos del juego. Esta información ayudó a seguir el progreso y los resultados de los estudiantes mientras jugaban.

En estos experimentos, los cuestionarios pre-post y los grupos de estudiantes se gestionaron utilizando *Simva*. Al

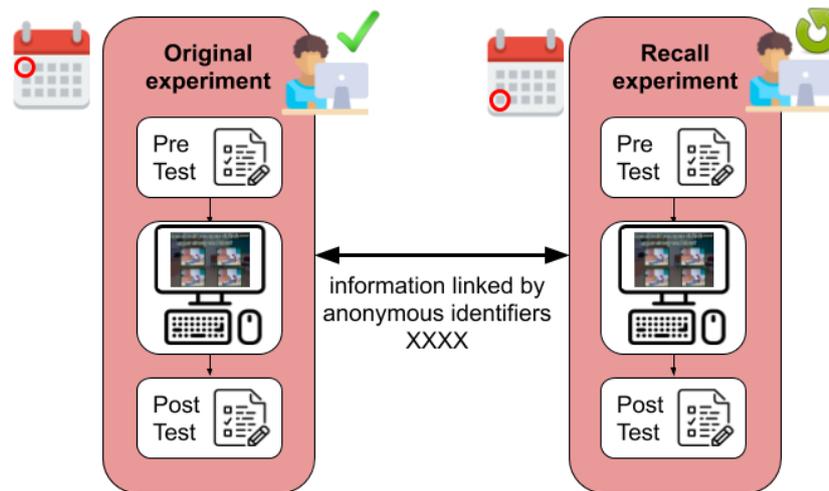


Fig. 6. Marco experimental para el experimento original y el de recuerdo con *First Aid Game*. *Simva* simplificó la unión de la información de ambos experimentos, y entre las distintas fuentes de datos (pre-test, analíticas de juego, post-test) en cada experimento.

principio de cada sesión, los profesores repartieron a los estudiantes los códigos que habían previamente descargado de *Simva* e impreso. Durante la sesión, los profesores escribieron el nombre de cada estudiante al lado de su código en sus copias impresas. De esta forma, los profesores (y solo ellos) tenían la relación entre los identificadores anónimos de 4 letras con los estudiantes a los que corresponden – en un medio físico, a salvo de usos indebidos en línea. Cada código puede así reutilizarse por el mismo estudiante en el futuro. Ninguna información personal entra en el juego. Se pidió a los profesores que mantuvieran las hojas impresas con los códigos para posibles actividades futuras.

Unas semanas después de completar el entrenamiento con el juego en el colegio, los investigadores volvieron a realizar un experimento adicional para medir el recuerdo del conocimiento aprendido con el juego. Para este experimento, los profesores repartieron el mismo código a cada alumno de los papeles que habían guardado (donde habían escrito a mano el nombre de cada estudiante al lado de su código asignado). Los identificadores de *Simva* permitieron que toda la información de los estudiantes fuera agrupada por estudiante a la vez que se mantiene la anonimización (al menos para los investigadores), tanto en el experimento original como en el siguiente experimento de recuerdo. Esto simplificó el proceso de analizar si los estudiantes recordaban lo que habían aprendido, ya que toda la información de sus cuestionarios e interacciones con el juego en ambos experimentos pudo relacionarse a través del identificador anónimo. La **Fig. 6** muestra el marco experimental de estos dos experimentos consecutivos utilizando el juego *First Aid Game*.

La combinación de ambos experimentos ayudó a medir no solo cuánto habían aprendido los estudiantes mientras jugaban, sino también cuánto eran capaces de recordar unas semanas después del experimento de validación original. De su conocimiento inicial (medido en el pre-test del experimento original) a su conocimiento final (medido en el post-test del experimento de recuerdo), podemos determinar cuánto ha mejorado su conocimiento con la experiencia y en el tiempo intermedio (donde pueden haber tenido otras intervenciones relacionadas con los temas tratados en el

juego). En un análisis más preciso, el recuerdo de la primera experiencia a la segunda puede medirse comparando su conocimiento final (post-test) en el experimento original con el conocimiento que tenían unas semanas después, antes de otra intervención (pre-test en el experimento de recuerdo). Esto muestra no solo que los jugadores aprenden mientras juegan, sino que también son capaces de recordar lo que han aprendido con el juego.

VII. DISCUSIÓN

Simva busca reducir la complejidad de los experimentos de validación y despliegue de juegos serios. Las tres experiencias descritas en este artículo (Secciones 3, 4 y 5) muestran cómo *Simva* ha ayudado a simplificar la validación de distintos juegos serios, así como la evaluación de los estudiantes que los juegan. La validación de los juegos se ha realizado combinando los experimentos pre-post tradicionales con la información recogida de los datos GLA de interacciones con el juego, después de un sencillo paso de configuración para conectar los juegos serios con *Simva*. Además, algunas características de *Simva* también han simplificado la ejecución de experimentos con requisitos específicos, como comparar dos versiones de juego o realizar un experimento de recuerdo.

En los experimentos descritos en este artículo, toda la información recogida de las distintas fuentes de datos (cuestionarios e interacciones en el juego) se recogieron con *Simva* y se relacionaron para cada usuario a través de sus identificadores anónimos y únicos. Los encargados de la actividad repartieron estos identificadores a los jugadores, tras obtenerlos de la lista de códigos que crea *Simva* al añadir las clases de estudiantes necesarias. Para cada participante, los investigadores podían obtener después toda la información del experimento: pre-test, post-test, datos de interacciones GLA, y en los casos específicos, versión del juego jugada, o pre-test, post-test y datos de interacciones GLA del siguiente experimento de recuerdo. Toda la información recogida puede utilizarse para simplificar la validación y el despliegue de juegos por parte de los profesores.

En estas experiencias hemos encontrado algunos aspectos

que consideramos esenciales a la hora de realizar experimentos en escenarios reales validando juegos serios o desplegándolos para evaluar a los estudiantes. Como consideramos que tener en cuenta estos aspectos puede ayudar a otros investigadores en esta área o en otras similares, los hemos resumido como las siguientes lecciones aprendidas de nuestro trabajo:

- **Asegurar la privacidad de los usuarios:** para realizar experimentos pre-post de forma adecuada, fue esencial que la herramienta que utilizamos para gestionar los estudiantes y los cuestionarios, en este caso *Simva*, lidiara automáticamente y asegurara la privacidad. Para asegurar la privacidad de forma efectiva, la opción más segura es no recoger información personal de los experimentos. En nuestras experiencias, ni *Simva* ni el Sistema de Analíticas, a donde se enviaban también los datos de interacción, recogen ninguna información personal. Pese a asegurar la privacidad, aun así se relacionaba toda la información de cada estudiante (pre-test, post-test, interacciones con el juego y cualquier metadato adicional), lo que era necesario para el análisis posterior. Para ello, la pseudo-anonimización, a través de identificadores de 4 letras aleatorias, proporcionada automáticamente por *Simva* al crearse las clases de estudiantes, ha sido una solución efectiva, ya que aseguraba la privacidad a la vez que mantenía toda la información de los estudiantes relacionada. Para otros investigadores en escenarios similares, animamos a utilizar un sistema de anonimización simple como este, que de manera efectiva relacione toda la información recogida de cada usuario, simplificando el análisis posterior, mientras se asegura la privacidad ya que los identificadores de los usuarios no proporcionan ninguna información personal y son el único dato identificativo que se introduce en el sistema.
- **Recoger diferentes fuentes de datos:** la recolección de cuestionarios con *Simva*, automáticamente lanzados desde el juego y realizados en línea recogiendo sus resultados sin ningún esfuerzo, reduce el tiempo y el coste de realizar experimentos pre-post, así como el uso de materiales de papel e impresoras. Durante los experimentos, también estaba disponible la opción adicional de recoger la información sin conexión. Con esta opción, todos los datos se almacenaban en los ordenadores donde jugaban los estudiantes, para ser después recogidos manualmente por los investigadores en caso de algún problema de conexión. Todos los datos de interacción también se almacenaban y se unían a los cuestionarios con y sin conexión. La opción de incluir metadatos adicionales en *Simva* así como la posibilidad de relacionar la información de diversos experimentos también ha sido útil ya que simplifica el análisis posterior de todos los distintos datos recogidos de cada usuario. Recomendamos a los investigadores que consideren opciones para relacionar las distintas fuentes de datos de sus experimentos ya que simplifica en gran medida los siguientes pasos de análisis.
- **Pasar de experimentos pre-post a GLA:** aunque en los tres casos presentados hemos utilizado los tradicionales experimentos pre-post para evaluar la eficacia de los juegos serios y evaluar a los estudiantes que los jugaban, consideramos que la información extraída de las interacciones con el juego es también esencial y que la investigación futura en este campo debería siempre incluir este tipo de información. En nuestro caso, hemos utilizado el Perfil xAPI-SG [21] como el estándar de captura de datos de las interacciones en el juego. Este Perfil describe un conjunto común de interacciones que recoger de juegos serios y como cada una de esas interacciones puede capturarse utilizando una traza en xAPI mediante un conjunto de verbos y tipos de actividades. Las interacciones se recogieron utilizando distintas herramientas de captura de datos (*trackers*) que envían los datos de interacción siguiendo el Perfil xAPI-SG. También recomendamos a los investigadores que utilicen este u otros estándares cuando capturen datos de interacción ya que simplifica la reutilización de los datos y la integración en sistemas más amplios, y simplifica el proceso de recolección [11].

Consideramos que la combinación de estas lecciones aprendidas de nuestro trabajo, recogiendo distintas fuentes de datos desde los tradicionales experimentos pre-post hasta los datos de GLA más informáticos mientras se asegura la privacidad, puede beneficiar a la realización de experimentos para evaluar juegos serios y evaluar a los estudiantes que los juegan. La herramienta *Simva* ha sido efectiva en los experimentos descritos y ha cumplido los requisitos de las tres experiencias, simplificando la complejidad de los diversos pasos del proceso. Su última versión, además, puede simplificar la ejecución de experimentos y despliegues a largo plazo y más complejos, utilizando su nueva jerarquía de estudios, tests y actividades.

VIII. CONCLUSIONES

El auge en la adopción de juegos serios en educación se basa en su validación formal previa. A pesar de sus inconvenientes, los experimentos pre-post son todavía uno de los métodos más comunes de validación de juegos serios y de evaluación de los estudiantes que los juegan. Junto con estos experimentos clásicos, el uso de analíticas de aprendizaje basadas en la captura de las interacciones con el juego también ha aumentado, proporcionando una información más completa y basada en el comportamiento de los estudiantes/jugadores en el juego. La combinación de los experimentos pre-post y la captura de datos de analíticas de aprendizaje para juegos hacen que la validación formal de juegos sea muy compleja y costosa. Simplificar estos experimentos, haciéndolos más sencillos de aplicar para los investigadores, y reduciendo sus costes tanto en tiempo como en esfuerzo, puede mejorar la generalización del uso de juegos en escenarios reales. Así se simplifica su validación y despliegue, y puede aumentar su uso ya que es posible incluir una mejor evaluación de los jugadores.

Con este objetivo se creó la herramienta *Simva*: para simplificar todos los pasos necesarios al realizar experimentos de validación de juegos serios. *Simva* gestiona

tanto los cuestionarios como los grupos de jugadores, asegurando aspectos como la privacidad y permitiendo recoger y conectar la información de distintas fuentes de datos (tanto cuestionarios como interacciones en el juego). También incluye características adicionales para requisitos como incluir metadatos de los estudiantes y simplificar experimentos de recuerdo para medir la eficacia del juego a largo plazo. Además, *Simva* ha sido actualizada recientemente para extender y mejorar la gestión de los experimentos que pueden realizarse con ella. Es un proyecto de software abierto en evolución que, en su última versión, incluye una jerarquía de tres niveles de estudios, tests y actividades para gestionar experimentos más complejos, a lo largo de más tiempo, o involucrando a distintos actores o etapas. Como trabajo futuro, validaremos esta extensión de *Simva* en nuevos experimentos.

Las tres aplicaciones de *Simva* descritas en este artículo muestra cómo la herramienta se ha utilizado en escenarios reales y con diferentes objetivos relacionados con la validación de juegos serios y la evaluación de los estudiantes que los juegan.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por la Comunidad de Madrid (eMadrid P2018/TCS4307), por el Ministerio de Educación (TIN2017-89238-R) y por la Comisión Europea (RAGE H2020-ICT-2014-1-644187, BEACONING H2020-ICT-2015-687676, Erasmus+ IMPRESS 2017-1-NL01-KA203-035259) y por la Cátedra Telefónica-Complutense en Educación Digital y Juegos Serios.

REFERENCIAS

- [1] C. Alonso-Fernández, I. J. Perez-Colado, A. Calvo-Morata, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernandez-Manjon, "Using Simva to evaluate serious games and collect learning analytics data," in *LASI-SPAIN*, 2019.
- [2] C. S. Loh, Y. Sheng, and D. Ifenthaler, *Serious Games Analytics*. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- [3] A. Calderón and M. Ruiz, "A systematic literature review on serious games evaluation: An application to software project management," *Comput. Educ.*, vol. 87, pp. 396–422, Sep. 2015.
- [4] ADL, "xAPI Lab." [Online]. Available: <http://adlnet.github.io/xapi-lab/>. [Accessed: 03-Jun-2016].
- [5] M. El-Nasr, A. Drachen, and A. Canossa, *Game Analytics: Maximizing the Value of Player Data*. London: Springer London, 2013.
- [6] P. Long and G. Siemens, "Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education," *Educ. Rev.*, pp. 31–40, 2011.
- [7] M. Freire, Á. Serrano-Laguna, B. M. Iglesias, I. Martínez-Ortiz, P. Moreno-Ger, and B. Fernández-Manjón, "Game Learning Analytics: Learning Analytics for Serious Games," in *Learning, Design, and Technology*, Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 1–29.
- [8] V. Shute and M. Ventura, "Stealth Assessment," in *The SAGE Encyclopedia of Educational Technology*, 2455 Teller Road, Thousand Oaks, California 91320: SAGE Publications, Inc., 2013, p. 91.
- [9] A. R. Cano, B. Fernández-Manjón, and Á. J. García-Tejedor, "Using game learning analytics for validating the design of a learning game for adults with intellectual disabilities," *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 49, no. 4, pp. 659–672, Jul. 2018.
- [10] M. Muratet, A. Yessad, and T. Carron, "Understanding Learners' Behaviors in Serious Games," in *Advances in Web-Based Learning - ICWL 2015*, vol. 9412, F. W. B. Li, R. Klamma, M. Laanpere, J. Zhang, B. F. Manjón, and R. W. H. Lau, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2016, pp. 195–205.
- [11] C. Alonso-Fernández, A. Calvo-Morata, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Applications of data science to game learning analytics data: a systematic literature review," *Comput. Educ.*, 2019.
- [12] The LimeSurvey Project Team, "LimeSurvey," 2013. [Online]. Available: <https://www.limesurvey.org/>.
- [13] eUCM Research Group, "RAGE Analytics," 2016. [Online]. Available: <https://github.com/e-ucm/rage-analytics>. [Accessed: 13-Nov-2016].
- [14] A. Calvo-Morata, D. C. Rotaru, C. Alonso-Fernández, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernandez-Manjon, "Validation of a Cyberbullying Serious Game Using Game Analytics," *IEEE Trans. Learn. Technol.*, pp. 1–1, 2018.
- [15] A. Calvo-Morata, M. Freire-Moran, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernandez-Manjon, "Applicability of a Cyberbullying Videogame as a Teacher Tool: Comparing Teachers and Educational Sciences Students," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 55841–55850, 2019.
- [16] B. Pillon *et al.*, "Cognitive slowing in Parkinson's disease fails to respond to levodopa treatment: The 15-objects test," *Neurology*, vol. 39, no. 6, pp. 762–762, Jun. 1989.
- [17] M. C. D.-M. Dan-Cristian Rotaru, Sara García-Herranz, Manuel Freire, Iván Martínez-Ortiz, Baltasar Fernández-Manjón, "Using Game Technology to Automate Neuropsychological Tests and Research in Active Aging," *GOODTECHS 2018 - 4th EAI Int. Conf. Smart Objects Technol. Soc. Good*, 2018.
- [18] E. J. Marchiori, G. Ferrer, B. Fernandez-Manjon, J. Povar-Marco, J. F. Suberviola, and A. Gimenez-Valverde, "Video-game instruction in basic life support maneuvers," *Emergencias*, vol. 24, no. 6, pp. 433–437, 2012.
- [19] C. Alonso-Fernández, A. R. Cano, A. Calvo-Morata, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Lessons learned applying learning analytics to assess serious games," *Comput. Human Behav.*, vol. 99, pp. 301–309, Oct. 2019.
- [20] C. Alonso-Fernández, R. Caballero Roldán, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Predicting students' knowledge after playing a serious game based on learning analytics data: A case study (in press)," *J. Comput. Assist. Learn.*, 2019.
- [21] Á. Serrano-Laguna, I. Martínez-Ortiz, J. Haag, D. Regan, A. Johnson, and B. Fernández-Manjón, "Applying standards to systematize learning analytics in serious games," *Comput. Stand. Interfaces*, vol. 50, pp. 116–123, 2017.
- [22] I. J. Perez-Colado, C. Alonso-Fernández, A. Calvo-Morata, M. Freire, I. Martínez-Ortiz, and B. Fernández-Manjón, "Simva: Simplifying the scientific validation of serious games," in *9th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2019.



Cristina Alonso Fernández obtuvo los títulos de Ingeniería Informática y Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid en 2016. Un año después, completó el Máster en Minería de Datos e Inteligencia de Negocio, también por la UCM. Forma parte del grupo de investigación eUCM desde septiembre de 2016, como Investigador Contratado, habiendo formado parte del proyecto H2020 Beaconing. Actualmente realiza su Doctorado en Ingeniería Informática. Entre sus intereses de investigación se encuentran el estudio de videojuegos educativos y la aplicación de técnicas de análisis y minería de datos para su mejora.



Iván Pérez Colado obtuvo su título de Ingeniero de Software por la Universidad Complutense de Madrid en 2014. Dos años después completó el Máster en Ingeniería Informática, también por la UCM. Desde su Trabajo de Fin de Máster con uAdventure, una nueva implementación de eAdventure en Unity 3D, forma parte del grupo de investigación eUCM como Investigador Contratado. Asimismo, comenzó sus estudios de doctorado ese mismo año. Tras seis meses, Iván pasó a formar parte del proyecto H2020 Beaconing. Entre sus intereses de investigación se encuentran el estudio de videojuegos educativos y las herramientas de autoría que se utilizan para crearlos. Debido su trabajo en Beaconing, el estudio e investigación de técnicas y estándares de Learning Analytics es uno de sus principales puntos de investigación.



Antonio Calvo-Morata obtuvo el título de Ingeniería Informática por la Universidad Complutense de Madrid en 2014. En 2017 completó el Máster en Ingeniería Informática también por la UCM. Actualmente se encuentra realizando sus estudios de doctorado. Forma parte del grupo de investigación eUCM desde 2014, como Investigador Contratado formando parte de los proyectos eMadrid y H2020 RAGE. Entre sus intereses de investigación se encuentran el estudio de videojuegos educativos y su aplicación en las aulas, así como el estudio de técnicas de Learning Analytics para mejorar su eficacia y su validación como herramienta educativa.



Manuel Freire es Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Sus intereses se centran en la visualización de información, la interacción persona-ordenador, el aprendizaje online, los juegos serios y la detección de plagio. En 2008, realizó una estancia postdoctoral Fulbright en el laboratorio HCIL de la Universidad de Maryland, EEUU, trabajando con Ben Shneiderman y Catherine Plaisant. En 2010, entró en el grupo e-UCM de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) como Profesor Ayudante Doctor. Desde 2013, es Profesor Contratado.



Iván Martínez-Ortiz trabaja como Profesor Asociado en el Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial (DISIA) de la Universidad Complutense de Madrid (UCM). Ha sido asistente del Vicerrector de Tecnología de la UCM y Vicedecano de Innovación en Estudios de Informática. Ha sido profesor en la Facultad de Informática de la UCM y en la Facultad de Informática del Centro de Estudios Superiores Felipe II. Obtuvo su título de Ingeniería Informática (obteniendo el primer premio extraordinario) y el Máster y Doctorado en Ingeniería Informática en la UCM. Sus intereses de investigación incluyen las tecnologías de e-learning y la integración de lenguajes de modelado educativo, juegos serios y estandarización en e-learning.



Baltasar Fernández-Manjón es Catedrático de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid. Es el director del grupo de investigación en e-learning e-UCM y de la Cátedra Telefónica-Complutense en Educación Digital y Juegos Serios. Sus líneas de investigación principales son las tecnologías para e-learning, los estándares educativos y las aplicaciones de los juegos y simulaciones educativas. Dr. Fernández Manjón es IEEE Senior Member, miembro del Working Group 3.3 “Research on the Educational uses of Communication and Information Technologies” de la International Federation for Information Processing (IFIP) y miembro del comité técnico de estandarización en e-learning (AENOR CTN71/SC36).