

Revisión Sistemática: Elicitación de requerimientos educativos en serious games

Adolfo Spinelli¹, Stella Massa¹:

¹ Grupo de investigación en Tecnologías Interactivas (GTI), Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, República Argentina, Provincia de Buenos Aires, ciudad de Mar del Plata, avenida Juan B. Justo y Ratero.
spinelliadolfo@gmail.com y smassa4@gmail.com.

Resumen. La introducción de los serious game en el ámbito de la educación formal es reciente y enfrenta importantes desafíos. Estas aplicaciones se concebían para el entrenamiento de profesionales en temas críticos, siendo su desarrollo caso por caso, lo que implicaba un alto costo. Reducir estos costos acercándose a los estándares de la industria de videojuegos, es una meta necesaria para que los docentes consideren el uso de esta herramienta de aprendizaje. Nuestro desafío es proveer buenas prácticas de diseño y desarrollo, específicas para serious game, con énfasis en la introducción de las secuencias de aprendizaje dentro del juego, para ello, es determinante la elicitación de requerimientos educativos. El presente estudio revisa las metodologías propuestas tanto en el ámbito académico como, privado, con el objeto de identificar las líneas de trabajo y detectar las oportunidades de mejora en este campo de investigación.

Palabras Clave: serious game, Herramientas de aprendizaje, Requerimientos educativos, Elicitación, Diseño.

1 Introducción

Ya en 1790 el P.D. Jaime Roig y Benet, vicario de la Real Cartuja de Porta proponía un método para enseñar números, letras, puntuación y sílabas mediante juegos de mesa.

En 1979 Abt [1] introduce el término Serious Game (SG) para identificar aquellos juegos cuyo objetivo era la capacitación. La extensión del concepto a los videojuegos era cuestión de tiempo.

Para [2] y [3] un videojuego (VJ) simula una realidad basada en ciertas reglas, donde los jugadores conviven con un conflicto artificial donde ponen sus emociones en juego. Estas emociones y sensaciones atraen al jugador [4] y componen el “estado flow” descrito por [5] el cual se manifiesta en el grado de inmersión definido por [6]: “nos sumergimos completamente en otra realidad [...] que acapara toda nuestra atención y aparato sensorial.”. El grado de inmersión que disfruta el jugador a través de estas sensaciones y emociones, configuran se la conoce como la experiencia del jugador que [7] denomina “jugabilidad”.

Según [8] y [9] los SG pretenden que el jugador incorpore conocimiento o modifique su conducta. Su uso en la educación formal es reciente, estudios como los propuestos por [10] avalan su eficacia. En tanto que [11] y [12] reportan la contribución de la actividad lúdica en el aprendizaje.

Si queremos un SG efectivo según [8] en el debe primar el entretenimiento, con un equilibrio entre aprendizaje y diversión sin perder el “estado flow”. En consonancia [13] y [14] afirman que deben aprovecharse la experiencia del jugador para propiciar y potenciar el aprendizaje.

Jenkins [11] identifica once habilidades sociales y competencias culturales que deben adquirir los jóvenes para participar en el nuevo ambiente de medios: Jugar, Actuar, Simular, Apropiar, Multitarea, Cognición distribuida, Inteligencia colectiva, Juicio, Navegación transmediática, Trabajo en la red y Negociación.

A través de ellas se experimenta con la realidad adoptando diversos puntos de vista, se interpreta la realidad, se interactúa con el medio y los pares, se intercambia información, se resuelven problemas y se aprende.

Por su parte Prensky [12] enumera cinco niveles de aprendizaje : Aprender como jugar, Aprender que hacer o no hacer en el juego, Aprender por que hacer algo en el juego, Aprender donde hacerlo, Aprender cuándo hacerlo y si conviene hacerlo.

Estas competencias y niveles están relacionados, pues acceder a un determinado nivel requiere dominar algunas de estas competencias. Podemos aprovechar esta relación para embeber las rutinas de aprendizaje, sin perder el “estado flow”.

Al diseñar [15] afirma que se debe asumir la necesidad de despertar interés para que el juego contribuya con el aprendizaje. Por su parte [16], [17], [18], [19] y [20] coinciden en afirmar que esto solo se logra al crear una motivación intrínseca de forma que el aprendizaje ocurra naturalmente.

Como señala [21] el éxito de un SG depende de una especificación que cubra los aspectos educativos, lúdicos y de contexto. Para ello se debe combinar la experiencia del juego y la motivación intrínseca, embebiendo los objetivos de aprendizaje.

En el 2008 Sawyer y Smith [9] proponen una taxonomía para SG, donde clasifican estos según el sector de la sociedad que los solicita (Gobierno/ONG, Defensa, Salud, Marketing, Educación, Empresas e Industrias) y el área del objetivo de capacitación buscado (Salud, Publicidad, Formación, Educación, Ciencia, Producción y Juego como Empleo).

Analizando dicha taxonomía se observa que salvo en el aprendizaje en el aula, las aplicaciones se caracterizan por contener un objetivo corporativo. Son desarrollos de alto costo, pensadas para un público reducido, donde la motivación intrínseca radica en la necesidad del jugador de capacitarse y entrenarse, en este contexto la inmersión aporta realismo a las situaciones de juego, pero no atrae al jugador.

Los SG acumulan casos de éxito, sin embargo estos no son tan evidentes en el aula, esta situación puede explicarse en la naturaleza de los SG tradicionales y las particularidades de las actividades dentro del aula:

- Los usuarios son alumnos y docentes, se necesitan SG que capaciten en los contenidos educativos de los docentes y estos evoluciona permanentemente, en contraposición con los otros SG, no tienen porque perdurar en el tiempo.

- Los docentes (que no son expertos operadores de una aplicación) deben ser capaces de entender la tecnología y aprovecharse de ella creando rutinas de aprendizaje acorde a sus necesidades.

- Los alumnos no están obligados a aprender mediante el juego, por lo cual es preciso aprovecharse del “estado flow”, para atraerlos.
- El desarrollo de los SG, debe lograr productos asequible a los docentes y alumnos. Y flexibles para adaptarse a los cambios de contenido.

Este listado de razones no es exhaustivo y aunque podemos encontrar otras causas, es útil obtener información sobre una causa posible: la elicitación de requerimientos educativos en el contexto del diseño de SG, pues ella es determinante a la hora del diseño.

2 Método

En esta revisión sistemática se utiliza el método propuesto por [22], el cual consiste en planificar la revisión, obtener los documentos, analizar los mismos y obtener conclusiones.

Para obtener información relevante sobre los mecanismos de elicitación en SG se formulan cuatro preguntas que se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1. Preguntas de investigación.

Q1	¿Cuáles son las metodologías o procesos utilizados en la obtención de requerimientos para la especificación de un SG?
Q2	¿Qué tipos de requerimientos se obtienen en una elicitación de SG, para la especificación del mismo?
Q3	¿Qué características o atributos relevantes se toman en cuenta en los requerimientos educativos para un SG?
Q4	¿Cuáles son las metodologías o procesos utilizados en la obtención de requerimientos educativos para la especificación de un SG?

Las bases de datos utilizadas son: *SpringerLink*, *ScienceDirect (Elsevier)*, *IEEEExplore*, *Taylor & Francis*, *Wiley*, *ACM*, *Sage Journal*, *DOAJ* e *Inderscience*. Las mismas fueron elegidas por ser las de mayor contenido sobre SG. Con el objeto de consultar dichas bases y procurando responder a las preguntas formuladas se diseñó la siguiente sentencia de consulta:

((serious game OR serious games) AND (Specification OR Elicitation OR Specifications OR Elicitations) AND (Requirement OR Requirements) AND (Pedagogical))

Las consultas se realizaron entre 28/02/2019 y el 1/3/2019, de la cuales se obtuvieron 112 documentos a los cuales se aplicaron los criterios de exclusión e inclusión (resumidos en la tabla 2). Luego de esta tarea quedaron 28 trabajos cuya distribución por año y fuente se refleja en la Figura 1. Por último se procedió a leer los artículos en forma completa, al final de lo cual quedaron seleccionados 14 trabajos, cuya distribución por año y fuente refleja la Figura 2.

Tabla 2. Criterios de Inclusión y Exclusión

Inclusión	Exclusión
Artículos publicados entre 2007 y 2019	Artículos anteriores al 2007
Artículos de revistas, conferencias y congresos	Artículos no presentados en revistas, conferencias o congresos.
Contenido en el resumen relacionado con el tema	Contenido en el resumen no relacionado con el tema
Artículos accesibles	Artículos no accesibles

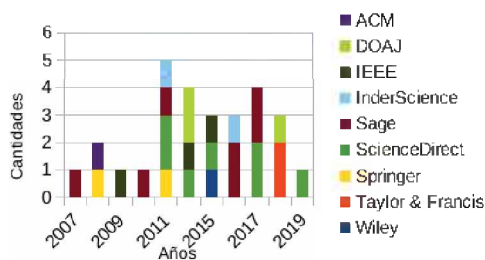


Figura 1: Distribución por Banco de Datos y año de publicación luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión.

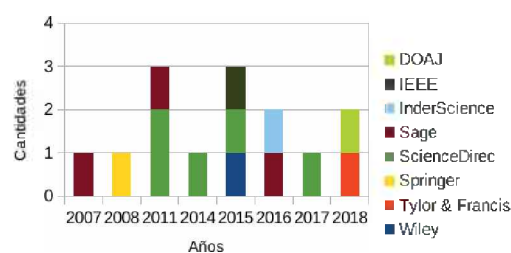


Figura 2: Distribución por Banco de Datos y año de los artículos utilizados en la revisión.

3 Resultados

En esta sección, se resumen los resultados de los trabajos seleccionados para esta revisión con respecto a las preguntas de investigación citadas anteriormente en este artículo.

Q1: ¿Cuáles son las metodologías o procesos utilizados en la obtención de requerimientos para la especificación de un SG?

De Lope [27] afirma que las metodologías y herramientas existentes para el desarrollo de SG son escasas y no son específicas. Como consecuencia de ello, [31] y [29] afirman que las mismas no garantizan su efectividad en el aprendizaje.

Los marcos de diseño aún están en desarrollo y se enfocan en el desarrollador, no hay diseño participativo, colaborativo y multidisciplinario [28], [27] y [25], a pesar que el producto es especialmente apto para estos enfoques [23] y [36].

Los procesos de diseño para VJ propuestos no son descriptos en detalle, un ejemplo es el propuesto por [27], que enumera nueve fases pero no menciona técnicas y métodos.

Sólo los modelos conocidos como MDA (Mecánica Diseño y Estética) y su extensión el DPE (Diseño Juego y Experiencia) describen el proceso de diseño del juego, la estrategia de aprendizaje y la experiencia del jugador, al tiempo que toman en cuenta la colaboración [35]. Algunos de los modelos propuestos para SG amplían el modelo DPE, dotando a este de mecanismos que promuevan la participación de los stakeholders [32] y [35].

Aunque toman ideas de modelos de diseño pensados para VJ, algunos modelos para SG, usan lenguajes de modelado para describir las narrativas, tales como DVSL (Lenguaje Visual de Dominio Específico) [25] y DSML (Lenguaje de Modelado de Dominio Específico) [30], al hacerlo apuestan a lograr un mecanismo descriptivo que involucre a todos los interesados en el diseño. Dado que los lenguajes de modelado no sirven para especificar la relación juego/aprendizaje [25] propone el uso del protocolo IMP (Protocolo e Mapeo de Intervenciones) junto a anotaciones y [30] hace uso del modelo LM-GM (Máquina de Aprendizaje – Máquina de Juego).

Otro enfoque es el de [23], donde el diseño se basa en el desarrollo de un prototipo evolutivo donde los interesados en el diseño puedan visualizar el resultado de sus propuestas, evitando confusiones y malos entendidos.

EMERGO es una metodología propuesta por [33] en línea con la propuesta anterior, que modela situaciones reales con secuencias de aprendizaje que implican toma de decisiones y resolución de problemas, inteligencia, razonamiento, y otras habilidades cognitivas. Representadas mediante componentes re-utilizables.

Avanzando en la misma idea los modelos descriptos por [24], [26], [29] y [31], proponen desde diferentes puntos de vista la construcción de tablas de criterios y componentes re-utilizables (plantillas de mecánicas, patrones por ejemplo). Con respecto a esto último [32] propone una arquitectura de diseño, dentro de la iniciativa RAGE (*Realising an Applied Gaming Eco-System*), basada en la construcción de componentes donde la especificación del dominio y los contenidos de aprendizaje, se diseñen en forma genérica, con el objeto de reutilizarlos y al mismo tiempo permitir que los expertos en dominio y educación trabajen en forma independiente del resto.

Q2: ¿Qué tipos de requerimientos se obtienen en una elicitación de SG, para la especificación del mismo?:-

Existe consenso en afirmar los requerimientos a especificar en un SG, cubren tres dimensiones, aquellas características de todo producto de software, aquellas que describen los mecanismos del juego que han de proveer jugabilidad e inmersión y aquellas que describen los requerimientos educativos relacionados con los contenidos y la evaluación de los mismos. La especificación de los dos últimos no sería completa si en cada uno no consta la interacción entre ellos con el objeto de proveer el balance juego/aprendizaje.

Para obtener un modelo de diseño eficaz es preciso determinar los aspectos relevantes en un SG, para lo cual debe analizarse su uso en diversos ambientes de aprendizaje, por ejemplo el aula. Según el análisis realizado por [30] existen dos facetas la diversión y la educación, esto concuerda con la opinión del resto de los

autores presentes en esta revisión.

Desde diferentes enfoques los autores expresan el consenso existente sobre la necesidad de lograr la coexistencia de ambas facetas dentro del SG y que solo su adecuada integración dará como resultado un producto que cumpla sus funciones educativas.

Sin embargo es necesario [26] y [24], la existencia de nuevos marcos teóricos que además de tratar la motivación o el aprendizaje, incluyan la integración de ambas facetas.

Aunque en línea con estos nuevos desarrollos, algunos proponen técnicas de mapeo, no existen líneas claras para lograr una integración efectiva entre diversión y aprendizaje [25], ni métodos formales para identificar la eficacia de la integración durante la fase de diseño [29]. Al mismo tiempo este autor destaca que es crucial una selección adecuada del proceso de aprendizaje, para que interacción con la mecánica de juego sea natural.

Según [27] estos nuevos marcos deben incorporar los procesos de aprendizaje mencionados por [29], al tiempo que deben definir la forma de describir e incluir los retos educativos. Y establecer técnicas de diseño como lenguajes para modelar o herramientas gráficas que soporten la descripción de la narrativa.

Los SG deben contar con una narrativa y estrategias de aprendizaje desafiante [25] sin embargo, los marcos actuales le dan escasa importancia a la capacidad que tiene la narrativa e historia de captar la atención y mantener la motivación [27].

En síntesis estos nuevos marcos deben conseguir un equilibrio entre diversión y aprendizaje al mezclar el contenido de instrucción, los mecánica de juego y los mecanismos de retro-alimentación, con el fin de mantener el compromiso y la motivación del jugador [32].

Estos nuevos marcos implican la propuesta de nuevas estrategias o modelos de diseño, salvo [23], [28] y [34] el resto de los autores proponen un modelo propio, desarrollado para casos específicos, los cuales no están generalizados.

Otro enfoque es el de [24], que parte de la existencia de las mecánicas de juego (GM) e incorpora el concepto de mecánica de aprendizaje (LM), que define como el conjunto de tareas, actividades, objetivos o relaciones que el alumno/jugador debe cumplimentar para adquirir un conocimiento o habilidad, sus instrucciones de uso y la relación con el contexto, las cuales en conjunto constituyen una estrategia de aprendizaje.

Las GM y las LM deben interactuar, para lo cual [32] y [36] introducen en su modelo LM-GM, el concepto de mapeo, aunque reconocen que no existe un marco o modelo para descubrir y entender cómo se relaciona la mecánica del juego con los objetivos educativos. El tríptico LM, GM y mapeo, constituyen la mecánica de SG o SGM, la cual refleja las relaciones complejas entre pedagogía, aprendizaje, entretenimiento y diversión. Esta visión es compartida por [26], [30] y [32], que incluyen el modelo de especificación LM-GM dentro de sus modelos de diseño.

Observando el conjunto de propuestas también se advierte la necesidad de determinar en una misma fase, los aspectos de diversión, las estrategias de aprendizaje y su interacción, este hecho sumado a la naturaleza iterativa de los modelos participativos, torna difusa la frontera entre especificación y diseño, al punto que se las puede considerar como una sola fase.

Q3: ¿Qué características o atributos relevantes se toman en cuenta en los requerimientos educativos para un SG?

Aunque no hay mención directa sobre los atributos de los requerimientos educativos, de su lectura se puede inferir que se focaliza en:

- a) Estrategias de aprendizaje: descripción de los contenidos y de la forma en que el alumno se capacitará mientras juega, su definición requiere el trabajo compartido de expertos docentes, expertos del dominio [24] y del juego, abarcando todas las teorías educativas [29].
- b) Feedback: necesario para que el alumno comprenda el concepto envuelto en el contenido y las razones del éxito ó el fracaso de las decisiones que adopta [29] [35].
- c) Repetición: posibilidad repetición ilimitada de las sesiones de juego, como soporte del aprendizaje [32] y [35].
- a) Evaluación: mecanismos que permitan evaluar el progreso de los alumnos mediante el uso de analíticas del aprendizaje y considerando los principios educativos [31].

Q4: ¿Cuáles son las metodologías o procesos utilizados en la obtención de requerimientos educativos para la especificación de un SG?

Dado que la tarea es multidisciplinaria [34] propone la identificación de tareas que impliquen adquirir un conocimiento o habilidad. En ese camino utiliza entrevistas, diagrama de tareas, auditoría del conocimiento y entrevistas de simulación. Con el objeto de obtener una descripción detallada de los componentes, los desafíos, el conocimiento subyacente, los procesos de pensamiento y la estructura de objetivos.

Por su parte [28] proponen un esquema de reuniones plenarias de stakeholders (incluidos los jugadores/alumnos), donde se debaten un conjunto de escenarios planteados mediante una herramienta participativa que aporta una lista de puntos a considerar, al tiempo que ayuda a encontrar respuestas y aporta trazabilidad de las decisiones adoptadas

Con respecto al balance juego/aprendizaje, se propone el uso de dos enfoques: el endógeno (contenido y gameplay juntos) y exógeno (primero un modelo de contenido y luego el gameplay). En el caso exógeno se construye un modelo cognitivo y sobre este un sistema experto para utilizarlo como base en la construcción de las mecánicas de juego. Mientras que en el enfoque exógeno se utiliza un motor de juego donde se va construyendo una simulación del dominio, sobre la cual se construye el modelo de juego [32].

Por último cabe recordar que los modelos de diseño participativos son iterativos y por ende el proceso de especificación y sus técnicas han de ser ejecutadas en repetidas ocasiones y sus resultados validados siguiendo criterios de eficacia [29].

4 Conclusiones

Los documentos centran su análisis en los procesos de desarrollo en general y

hacen referencias indirectas a la especificación. Por ello en respuesta a Q1 los autores destacan que la especificación debe ser iterativa como los procesos de desarrollo y al igual que estos colaborativas, multidisciplinarias y centradas en el usuario.

Todos en que esta etapa debe proveernos los requerimientos para lograr un SG entretenido y útil para el aprendizaje, garantizando un equilibrio entre estas dos facetas. En este sentido plantean diferentes métodos de modelado capaces de representar los requerimientos y sus interacciones. En la pregunta Q2 acuerdan que existen de dos tipos de requerimientos específicos; los relacionados con el juego (que aportan jugabilidad) y los relacionados con el aprendizaje.

En el contexto de Q2 y de acuerdo con Q1, manifiestan que es preciso determinar qué requerimientos del juego contribuyen a cumplir un requerimiento educativo, para lo cual proponen diferentes tipos de mapeo, tendientes a definir una mecánica de SG (SGM) que una los conceptos de mecánica de aprendizaje (LM) y mecánica de Juego (GM).

Para lograr una SGM es preciso determinar cómo, cuándo, dónde y porque el alumno a de adquirir una competencia a través del juego. La pregunta Q3 apunta a esto e indica que la estrategia de aprendizaje, el feedback, la repetición y la evaluación, son los aspectos relevantes a tomar en cuenta.

La pregunta Q4 apunta a detectar las metodologías específicas para la especificación de SG. Como se adelantó en Q1, los trabajos no hacen mención específica a esta fase. Solo algunos mencionan reuniones plenarias de stakeholders, entrevistas y cuestionarios. Lo más interesante es la propuesta para lograr el equilibrio entretenimiento/aprendizaje mediante dos enfoques uno endógeno y otro exógeno con el auxilio de prototipos.

Los documentos seleccionados a la luz de las preguntas propuestas, nos dicen que es preciso definir procesos de desarrollo específicos para SG, que sean de naturaleza iterativa, colaborativos, multidisciplinarios y centrados en el usuario.

Con una etapa de especificación que nos permita obtener los requerimientos del juego que describen la máquina del juego (GM) y los requerimientos educativos que describen la máquina de aprendizaje (LM).

Ambos tipos de requerimientos deben relacionarse entre sí para lograr el objetivo de aprendizaje, para ello es preciso mapear unos a otros, lo que constituye la mecánica del SG (SGM) ó LM-GM.

El mapeo o relación a la que hacemos referencia es aquella responsable del equilibrio entre entretenimiento y aprendizaje. Para debemos conocer los atributos de nuestros requerimientos entre los que se destacan en esta revisión; las estrategias de aprendizaje, el feedback, la repetición y la evaluación.

La información relevada no presenta un conjunto de metodologías consistente para lograr el mencionado equilibrio, más bien describe un proceso artesanal, donde lo más destacado es el uso de prototipos como un medio de llegar a dicho equilibrio mediante un proceso de simulación.

Para terminar, como toda revisión sistemática, se remite a los documentos seleccionados y sus conclusiones no pueden ir más allá de las mismas. Trabajos posteriores seguramente han de aportar mayor luz al tema que nos ocupa.

5 Referencias

1. Abt, C. (1970). *Serious games*. The Viking Press. New York, EEUU.
2. Salen, K. y Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. The MIT Press.
3. Crawford, C. (2003). *Chris Crawford on game design*. New Riders, Indianapolis EEUU.
4. Connolly, T. M., Boyle, E. A. y Hainey, T. (2007). Motivations for playing computer games: a comparative analysis. In *Proceedings of the 1st European conference on games-based learning (ECGBL)*. pp. 71-78. Paisley, Escocia, Reino Unido.
5. Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper and Row.
6. Murray, J. H. (1997). *Hamlet on the Holodeck: The Future of Narrative in Cyberspace*. Simon and Schuster.
7. González Sánchez, J. L. (2010). *Jugabilidad. Caracterización de la experiencia del jugador en videojuegos*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, España.
8. Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32. IEEE.
9. Sawyer, B. y Smith, P. (2008). *serious games taxonomy*. serious game Summit 2008. San Francisco, USA.
10. Urquidi, M. & Tamarit Aznar, C. (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: evidencia empírica. *Revista Opción*, 31(3), 1201 - 1220. Universidad de Zulia, Venezuela.
11. Jenkins, H. (2009). *Confronting the challenges of participatory culture: Mediaeducation for the 21st century*. White Paper. MacArthur Foundation.
12. Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
13. González Tardón, C. (2006). *Emociones y Videojuegos*. En III Congreso Online-Observatorio para la cibernsiedad. Conocimiento Abierto. Sociedad libre.
14. González, C. y Blanco, F. (2008). Emociones con videojuegos: incrementando la motivación para el aprendizaje. *Revista electrónica teoría de la educación. Educación y cultura en la sociedad de la información*, 9, 69- 92.
15. Portnow, J. (2008). The power of tangential learning [Mensaje en un blog].. Recuperado de <http://www.edgeonline.com/blogs/the-power-tangential-learning>.
16. Hecker, C. (2010). *Achievements considered harmful?*. Conference presented at Game Developer's Conference. San Francisco, California.
17. Blair, L. (2012). *The use of video game achievements to enhance player performance, self-efficacy, and motivation*. Doctoral Dissertation. University of Central Florida.
18. Carcía Mundo, L., Vargas Enríquez, J. , Genero, M. y Piattini, M. (2014). ¿Contribuye el Uso de Juegos Serios a Mejorar el Aprendizaje en el Área de la Informática?. En *Actas de las Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI 2014)*. Oviedo.
19. Bossolasco, M., Enrico, R. Casanova, A. y Enrico, E. (2015). Kokori, un serious game. La perspectiva de los estudiantes ante una propuesta de aprendizaje innovadora. *Revista de Educación a Distancia*, 45.
20. Fanfarelli, J. & McDaniel, R. (2015) Individual Differences in Digital Badging: Do Learner Characteristics Matter?. *Journal of Educational Technology Systems*, 43(4), 403–428.
21. Rocha V.R., Isotani S. y Biitencourt I. (2015). Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades. IV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação e X Conferencia Latino Americana de Objetos e Tecnologias de Aprendizagem , 26(1), pp. 692. Maceió, Alagoas, Brasil.
22. Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Joint Technical Report, Keele University TR/SE-0401 and NICTA 0400011T.1

23. Ampatzidou, C., & Gugerell, K. (2018). Participatory game prototyping – balancing domain content and playability in a serious game design for the energy transition. *CoDesign*, 0(0), 1-16. <https://doi.org/10.1080/15710882.2018.1504084>
 24. Arnab, S., Lim, T., Carvalho, M. B., Bellotti, F., Freitas, S. de, Louchart, S., ... Gloria, A. D. (2015). Mapping learning and game mechanics for serious games analysis. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 391-411. <https://doi.org/10.1111/bjet.12113>
 25. Broeckhoven, F. V., Vlieghe, J., & Troyer, O. D. (2015). Mapping between Pedagogical Design Strategies and serious game Narratives. 2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 1-8. <https://doi.org/10.1109/VS-GAMES.2015.7295780>
 26. Carvalho, M. B., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Sedano, C. I., Hauge, J. B., ... Rauterberg, M. (2015). An activity theory-based model for serious games analysis and conceptual design. *Computers & Education*, 87, 166-181. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.023>
 27. De Lope, R. P., López Arcos, J. R., Medina-Medina, N., Paderewski, P., & Gutiérrez-Vela, F. L. (2017). Design methodology for educational games based on graphical notations: Designing Urano. *Entertainment Computing*, 18, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.08.005>
 28. De Troyer, O., & Janssens, E. (2014). Supporting the requirement analysis phase for the development of serious games for children. *Special Issue: Learning from Failures in Game Design for Children*, 2(2), 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2014.05.001>
 29. Gunter, G. A., Kenny, R. F., & Vick, E. H. (2008). Taking educational games seriously: using the RETAIN model to design endogenous fantasy into standalone educational games. *Educational Technology Research and Development*, 56(5), 511-537. <https://doi.org/10.1007/s11423-007-9073-2>
 30. Marchiori, E. J., del Blanco, Á., Torrente, J., Martínez-Ortiz, I., & Fernández-Manjón, B. (2011). A visual language for the creation of narrative educational games. *Journal of Visual Languages & Computing*, 22(6), 443-452. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2011.09.001>
 31. Mariais, C., Michau, F., & Pemin, J.-P. (2011). A Description Grid to Support the Design of Learning Role-Play Games. *Simulation & Gaming*, 43(1), 23-33. <https://doi.org/10.1177/1046878110390764>
 32. Mestadi, W., Nafil, K., Touahni, R., & Messoussi, R. (2018). An Assessment of serious games Technology: Toward an Architecture for serious games Design. *International Journal of Computer Games Technology*. <https://doi.org/10.1155/2018/9834565>
 33. Nadolski, R. J., Hummel, H. G. K., van den Brink, H. J., Hoefakker, R. E., Slootmaker, A., Kurvers, H. J., & Storm, J. (2007). EMERGO: A methodology and toolkit for developing serious games in higher education. *Simulation & Gaming*, 39(3), 338-352. <https://doi.org/10.1177/1046878108319278>
 34. Seager, W., Ruskov, M., Sasse, M. A., & Oliveira, M. (2011). Eliciting and modelling expertise for serious games in project management. *serious games Development and Applications*, 2(2), 75-80. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2011.01.002>
 35. Slimani, A., Yedri, O. B., Elouaai, F., & Bouhorma, M. (2016). Towards a design approach for serious games. *International Journal of Knowledge and Learning*, 11(1), 58-81. <https://doi.org/10.1504/IJKL.2016.078649>
 36. Strzalkowski, T., & Symborski, C. (2016). Lessons Learned About serious game Design and Development. *Games and Culture*, 12(3), 292-298. <https://doi.org/10.1177/1555412016673524>
- T.F., Waterman, M.S.: Identification of Common Molecular Subsequences. *J. Mol. Biol.* 147, 195--197 (1981)