

2

Laboratorios virtuales en entornos 3D para la formación en competencias

MERCÈ GISBERT

Universitat Rovira i Virgili

VANESSA ESTEVE-GONZÁLEZ

Universitat Rovira i Virgili

FRANCESC M. ESTEVE MON

Universitat Jaume I

El profesor Bates (2015) hace en su libro *Teaching in a Digital Age* una interesante distinción entre conocimiento académico y conocimiento aplicado, a la vez que destaca que esta distinción es la que necesita la educación de la era digital para seguir avanzando. Esta perspectiva supera la visión clásica del conocimiento básico y aplicado, que es importante, pero también lo son la competencia digital, las habilidades asociadas al aprendizaje a lo largo de la vida y las actitudes, la ética y el comportamiento social en un contexto digital. Esta es, desde nuestro punto de vista, la principal justificación del uso de los laboratorios virtuales como espacios donde recrear escenarios reales para poder desarrollar todos estos aspectos, considerando que los estudiantes universitarios son ya ciudadanos digitales y, en particular, futuros docentes en un contexto educativo digital.

No es suficiente con que el profesor garantice al acceso al conocimiento, facilite instrumentos para acceder a la información y proporcione herramientas para construir conocimiento, sino que debe preparar a sus estudiantes para que sean capaces de tener una actitud proactiva, más que reactiva, en su proceso de aprendizaje, o, dicho de otro modo, para que asuman la responsabilidad de convertir el proceso de aprender en un reto constante, y a la vez debe facilitarles escenarios formativos, analógicos y digitales que requieran un continuo proceso de toma de decisiones y una orientación activa de manera permanente (Bates, 2015). Los estudiantes en general, y los estudiantes universitarios en particular, necesitan escenarios en los que tengan que aplicar conocimientos como si de un entorno profesional, a veces también

personal, se tratara. No basta con la escucha activa, sino que necesitan poder pasar a la acción, aunque sea de manera simulada. Convertir el proceso de aprendizaje en una continua toma de decisiones provoca que el aprender se transforme en una verdadera responsabilidad más allá de un proceso memorístico, a la vez que se transforma en un reto continuo la aplicación de todos los contenidos, no de manera parcelada sino desde una perspectiva interdisciplinar y multidisciplinar, y de manera colectiva más que individual.

El contenido con el que trabajamos en los procesos de formación en sí no es algo estático, sino que debemos considerarlo como algo dinámico, y más si tenemos en cuenta el efecto que sobre los contenidos ha ejercido la red Internet desde su aparición, si bien es evidente que está en continua discusión y revisión. Esto es algo que no pasaba antes de que la red se convirtiera en una de las herramientas principales del proceso de E-A en la Educación Superior. El hecho de que cada uno de nosotros, profesores, estudiantes y la propia institución, podamos acceder con la misma facilidad a los contenidos virtuales y que seamos a la vez productores y consumidores de información y de conocimiento ha variado las reglas del proceso educativo y favorece la necesidad de redefinir tanto los escenarios y los contextos como las herramientas que debemos desarrollar y aplicar no solo para acceder a los contenidos, sino también para garantizar el proceso de aprendizaje.

2.1. ¿Qué son los laboratorios virtuales?

Los laboratorios virtuales deben su aparición a la necesidad de reproducir, de manera artificial o simulada, situaciones, escenarios o procesos complejos y peligrosos, para conseguir más eficiencia en el aprendizaje a la vez que ahorrar costes, puesto que se evitaba tener que diseñar y desarrollar los laboratorios «reales». Pero no siempre tenemos evidencias de cuán eficientes son estos laboratorios. Como dice Wolf (2010), el verdadero reto es poder demostrar cuán efectivos son en términos de aprendizaje de los estudiantes.

Los laboratorios virtuales pueden constituir un excelente espacio de trabajo en el que se puede colaborar a distancia, experimentar, investigar o llevar a cabo cualquier otra actividad creativa que pueda generar buenos resultados en términos de aprendizaje, usando las tecnologías. A la vez constituyen una alternativa viable aplicable al desarrollo de la capacitación de profesionales en diferentes campos (Oliveira *et al*, 2018).

Aunque, como acabamos de mencionar, son aplicables a todos los ámbitos del conocimiento, este tipo de laboratorios se han utilizado mucho más para la experimentación y la simulación en los ámbitos

del conocimiento científico-tecnológico (Dalgarno, Bishop, Adlong, y Bedgood, 2009; Le Xu, Dijiang Huang y Wei-Tek Tsai, 2014; Stankova, Dyachenko y Tibilova, 2018) que en los de ciencias humanas y sociales (Oliveira *et al.*, 2018), y existen muy pocas experiencias de uso de este tipo de estrategias para la formación inicial y permanente del profesorado. Las experiencias que encontramos en este sentido tienen que ver con la docencia de una materia concreta más que con el desarrollo e innovación de planes de formación docente (Reisoğlu *et al.*, 2017).

Estamos de acuerdo con Le Xu, Dijiang Huang y Wei-Tek Tsai (2014) en que la existencia de este tipo de laboratorios casi siempre requiere un considerable esfuerzo de diseño y configuración, y no siempre tenemos la posibilidad de reconfigurar y de garantizar el nivel adecuado de flexibilidad y escalabilidad en función del perfil de los usuarios. Aún no existen herramientas para el diseño y desarrollo que no requieran una intervención tecnológica por parte de especialistas. Esta es una de las principales barreras con las que nos hemos encontrado durante el desarrollo de los proyectos *Simul@* (ref. EDU2013-42223-P) y *Simul@b* (ref. EDU2013-42223-P).

Este tipo de laboratorios se diseñan e implementan para poder mejorar la formación de los estudiantes aproximándolos a situaciones y sistemas reales de una manera simplificada, a veces, y mucho más próxima que los planteamientos teóricos. Constituyen una herramienta tecnológica que puede utilizarse de forma colaborativa y distribuida geográficamente (Wolf, 2010).

Los estudiantes presenciales valoran positivamente este tipo de laboratorios, ya que a menudo constituyen una herramienta para familiarizarse con una realidad o, incluso, con el laboratorio presencial, pero no siempre son utilizados y valorados positivamente por los estudiantes virtuales, según evidencian Dalgarno *et al.* (2009). En la experiencia que presentan, ellos justifican esta situación porque su uso no formaba parte del proceso de evaluación y no se vieron «obligados» a usarlo.

Nuestra experiencia, tanto en el caso de *Simul@* (Cela-Ranilla, Esteve-González, Marqués-Molíás, Gisbert-Cervera y Arias-Barranco, 2011) como de *Simul@b* (Lázaro, Esteve, Sanromá y Gisbert, 2016) se basó en el uso del laboratorio virtual como actividad de aprendizaje de una o varias asignaturas de los estudios del Grado en Educación. Por esta razón, su utilización ha formado parte del proceso de evaluación de cada una de las materias. Este hecho ha favorecido tanto su uso en el proceso de aprendizaje de los estudiantes como la necesidad de introducir una herramienta de estas características en el diseño instruccional del profesorado. Los estudiantes valoran positivamente este tipo de experiencias, el uso de estas herramientas para el aprendizaje, y lo

recomendarían a otros estudiantes (Dalgarno *et al.*, 2009; Lázaro, Esteve, Sanromá y Gisbert, 2016).

En el mismo estudio que realizan Dalgarno *et al.* (2009) se evidencia un mayor nivel de ansiedad en los estudiantes que han de utilizar el laboratorio virtual cuando no están familiarizados con él y, en general, no han encontrado evidencias de que este tipo de herramientas mejore el proceso de aprendizaje de los conceptos de las matemáticas y la química.

Los resultados, en términos de aprendizaje, muestran que el aprendizaje que se desarrolla durante las sesiones de laboratorio (45,9 %) es de un nivel similar al de las clases (54,1 %). Se observa, también, que los estudiantes que tienen experiencia previa en el uso de las redes se benefician más de los laboratorios virtuales (Wolf, 2010). Otros estudios aportan evidencias de los buenos resultados que este tipo de laboratorios producen en términos de aprendizaje de los estudiantes cuando estas herramientas, si son flexibles y configurables, se integran además en el diseño del plan de estudios a la vez que proporcionan itinerarios de aprendizaje (Le Xu, Dijiang Huang y Wei-Tek Tsai, 2014).

Estas herramientas, para tener un carácter pedagógico en lo que se refiere al laboratorio virtual, deben diseñarse para permitir a los estudiantes simular un proceso estándar que incluye interacciones y procesos de manipulación que se aproximen lo máximo posible a la realidad analógica de un laboratorio (Luengas, Sánchez, Cárdenas, 2017).

Además de favorecer la interacción en escenarios reales (simulados en contextos digitales), estas también son especialmente adecuadas para procesos de formación a distancia o semipresenciales. Tal es la perspectiva que creemos que más recorrido tendrá en los próximos años en la formación inicial, y especialmente en la formación continua.

Las instituciones educativas que utilicen este tipo de herramientas se beneficiarán de una mejor accesibilidad a las tecnologías virtuales; lo que permitirá enseñar en entornos virtuales que son imposibles de visualizar en las aulas físicas, como el acceso a laboratorios virtuales, máquinas de visualización, plantas industriales o incluso escenarios médicos (Martín-Gutiérrez *et al.*, 2017).

2.2. El valor añadido de diseñar laboratorios virtuales en entornos 3D

Los entornos virtuales 3D interactivos, como ya hemos visto, tienen un gran potencial para motivar a los estudiantes a experimentar, construir y explorar con objetos virtuales, estructuras y representaciones de ideas de manera metafórica (Dalgarno *et al.*, 2009). Se han realizado diferen-

tes investigaciones (Pivec, Stefanelli, Christien y Pauschenwein, 2011; Duncan, Miller y Jiang, 2012; Gregory *et al.*, 2015; McKenna, Myers y Gardner, 2015) que ponen de manifiesto su aplicación en diferentes contextos y áreas de conocimiento en la Educación Superior.

Los desarrollos tecnológicos de estos últimos años han favorecido la definición de nuevas estrategias de E-A que aportan un valor añadido a las metodologías tradicionales (Luengas, Sánchez y Cárdenas, 2017).

Castronova (2005) definía los mundos virtuales como entornos 3D en los que un gran número de sujetos podían interactuar mediante el uso de un avatar que era la representación digital de sí mismos (Castronova, 2003). Las características principales de los mundos virtuales 3D son: facilidad de uso, posibilidad de colaborar con otros sujetos y sensación de inmersión en el usuario, a las que añadimos las que mencionaba De Freitas (2006): espacio compartido, representación de los usuarios mediante un avatar, interactividad, inmediatez en las acciones e interacciones en tiempo real similares a las que se producen en el mundo real. La situación en el espacio y los movimientos físicos de los avatares provocan la «ilusión» de una realidad como la analógica.

Los mundos virtuales propician experiencias inmersivas y transmiten una sensación de presencia cuando se comparte un espacio en el mundo con otros avatares. Ello facilita la creación de comunidades virtuales en contextos educativos (Warburton, 2009), lo que da al profesor y al estudiante la sensación de una presencia real y, por tanto, la capacidad de desarrollar sus habilidades (también el en mundo virtual); de ello dependerá la eficiencia del proceso de aprendizaje que en él se desarrolle.

La naturaleza inmersiva de estos mundos virtuales con derechos y deberes físicos, sociales y culturales no solo ayuda a trabajar la identidad digital de los estudiantes, sino también su presencia social (Esteve-González, 2015). Ambas habilidades serán fundamentales para el desarrollo de estos como ciudadanos digitales y, lo que es más importante, como futuros profesionales (Esteve-Mon, 2015).

2.3. Enseñar y aprender en un entorno de simulación 3D en la Educación Superior

Cada vez es más relevante el papel que desempeñan las tecnologías digitales en la Educación Superior, y por ello es necesario investigar y experimentar no solo con herramientas, sino también con diferentes escenarios y entornos tecnológicos a fin de recabar evidencias de su eficacia en el proceso formativo, tanto desde la perspectiva de la enseñanza como del aprendizaje (Kennedy *et al.*, 2009; Bullen *et al.*, 2009;

Gisbert *et al.*, 2010; González *et al.*, 2010). Las instituciones de formación superior deben superar los modelos de formación presencial y explorar las posibilidades de las herramientas tecnológicas para conseguir programas, procesos y estrategias formativas mucho más flexibles y diversificados (Berlanga *et al.*, 2010).

La evolución de los espacios formativos nos ha llevado a aplicar la tecnología 3D también en los procesos de formación, de forma que constituyan no solo un entorno y una herramienta tecnológica, sino también, y siguiendo las estrategias de los videojuegos, una «metáfora teatralizada». Esta idea fue desarrollada por Tu, Blocher y Roberts (2008) y creemos que explica perfectamente las propuestas de realidad que pueden definirse en Second Life (SL) como herramienta y estrategia para el desarrollo de mundos virtuales en espacios 3D. Podemos analizar el diseño y desarrollo de estos mundos teniendo en cuenta esta perspectiva metafórica y considerando cuatro dimensiones (Cela *et al.*, 2011):

- ▶ **Cognitivos/guiones:** para estructurar el proceso de capacitación en SL para ayudar a los estudiantes a desarrollar procesos de aprendizaje significativos.
- ▶ **Social/actores:** los avatares permiten ayudar a los estudiantes a definir su identidad digital y asumir un rol dentro del mundo de SL. Los docentes deben crear, también, su identidad digital a la vez que asumir el papel que les corresponde en este escenario formativo.
- ▶ **Redes/etapas:** las herramientas de comunicación que ofrece SL ayudan a generar un clima y un contexto adecuados para la comunicación. También permiten implementar los roles que los distintos actores (avatares) deben asumir durante este proceso de formación y el entorno 3D.
- ▶ **Integración/actuación:** el proceso educativo, como proceso de comunicación que tiene lugar en un entorno social, se ve favorecido por las herramientas incluidas en SL, en términos de promover el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Este tipo de entornos permiten las interacciones entre los usuarios a través de una representación personalizada de los avatares. Al mismo tiempo, favorecen el desarrollo de actividades colaborativas (Wolf, 2010), puesto que facilitan el trabajo en grupo y el desarrollo de la identidad personal que tendrán que aprender a gestionar (Evans, 2011) en un entorno de tales características. Según este autor, los mundos virtuales son espacios en los que los avatares viven vidas, tienen relaciones interpersonales y van modelando su identidad personal y social.

2.4. La formación por competencias en entornos simulados 3D: desarrollo y evaluación

Las habilidades genéricas se entienden como aquellas competencias que son comunes a la mayoría de las profesiones, que están relacionadas con la aplicación integrada de aptitudes, características de la personalidad, antecedentes educativos y también otros valores. Se aprenden y desarrollan, principalmente, en entornos relacionados con el trabajo. Teniendo en cuenta que la Educación Superior ha de capacitar para la incorporación al mundo laboral y profesional, debe acercarse de manera real o simulada a los diferentes escenarios laborales.

El aprendizaje de competencias en la Universidad, y especialmente después de la adaptación de las titulaciones al EEES, ha exigido un cambio metodológico, y la creciente digitalización ha llevado a la inclusión y soporte de herramientas tecnológicas para facilitar estos procesos. Los entornos tecnológicos que simulan situaciones profesionales pueden mejorar el proceso de E-A, como se evidencia en el metaanálisis que Oliveira *et al.* (2018) han realizado a partir de una serie de investigaciones.

En cuanto a la evaluación de competencias, este es un proceso complejo para el que es aconsejable utilizar instrumentos que no solo discriminen los indicadores de competencia evaluados, sino que también proporcionen un proceso de evaluación más objetivo y permitan recoger evidencias de todos los indicadores de un proceso muy complejo y casi siempre multidimensional. En este sentido, las herramientas y escenarios tecnológicos están resultando de gran ayuda, pues nos permiten la recogida de evidencias y, a menudo, el retorno del proceso en tiempo real. Canelo (2009) señala que la evaluación de habilidades es un proceso continuo que busca reconocer el desarrollo de habilidades y permite identificar ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes.

Las competencias no son siempre directamente observables. En este sentido, estamos de acuerdo con De Miguel (2007) cuando señala que estas requieren nuevos criterios e instrumentos para ser utilizados en los procedimientos de evaluación. Del mismo modo, Cano (2008) explica que la evaluación de habilidades requiere el uso de una variedad de instrumentos y la participación de diferentes actores. Los instrumentos que utilizemos nos deben permitir la recopilación sistemática de datos sobre el proceso de aprendizaje y sobre los laboratorios virtuales, y además nos han de permitir hacerlo en tiempo real, a la vez que abrir registros que pueden ser utilizados por uno o varios evaluadores (modelo de 360°) de manera simultánea. Esta posibilidad enriquece en gran medida el proceso de monitorización de aprendizaje del estudian-

te y ayuda a medir la eficacia de la estrategia de enseñanza diseñada y desarrollada por el profesor.

Para el desarrollo y la evaluación de competencias, acabamos de mencionarlo, se precisan entornos complejos que permitan poner al estudiante en acción, en contextos reales, con un aprendizaje significativo y, además, recoger evidencias del proceso de E-A. Los entornos de simulación 3D cubren estas necesidades, puesto que el estudiante puede adquirir competencias y habilidades como si se tratara de una realidad concreta (Esteve-González y Esteve-Mon, 2014).

Por un lado, el nivel de realismo que ofrece la tecnología 3D permite replicar situaciones reales donde los estudiantes tienen el control de las interacciones, como la comunicación entre ellos, la toma de decisiones, la manipulación de objetos y la navegación por el entorno.

Por otro lado, estrategias como las simulaciones en entornos tecnológicos permiten reproducir la realidad para convertirla en un escenario virtual en el cual experimentar (Gisbert, Cela-Ranilla e Isus, 2010; Pivec, Stefanelli, Christien y Pauschenwein, 2011; Duncan, Miller y Jiang, 2012; Gregory *et al.*, 2015; McKenna, Myers y Gardner, 2015, Oliveira *et al.*, 2018). Mediante esta experimentación se pueden obtener resultados similares a los que se obtendrían en la situación «real», puesto que ofrecen más plasticidad que un laboratorio real dentro de un entorno controlado. Después del proceso de simulación se pueden obtener conclusiones que tienen aplicaciones en una situación real.

Por este motivo, a la hora de diseñar los escenarios de aprendizaje en entornos de simulación 3D se debe tener en cuenta que sean escenarios interactivos y representen diferentes contextos y contenidos (Pivec, Dziabenko y Schinner 2003; Thomassen y Rive, 2010), así como que fomenten los procesos de comunicación y socialización (Minocha y Reeves, 2010; Koster, 2006).

El potencial educativo de los entornos de simulación 3D, como ya hemos dicho, nos permite recrear estos aspectos, diseñando los escenarios de aprendizaje apropiados junto con una estrategia metodológica activa, participativa, como el aprendizaje basado en problemas, la simulación, el juego de rol y el trabajo cooperativo para la adquisición de la CDD (Esteve-González, 2015).

Este binomio entre la tecnología y la simulación que permite poner al estudiante en acción y desarrollar diferentes competencias debe ir acompañado de una estrategia didáctica donde el nivel de inmersión intervenga en el diseño de aprendizaje para garantizar que el aprendizaje sea más efectivo. Por este motivo, en el diseño de la estrategia didáctica se tienen en cuenta los principios de Chang *et al.* (2010):

- ▶ Retos: el contenido del juego tiene que ser un desafío a fin de motivar a los estudiantes.

- ▶ Competición: para mantener la motivación, los estudiantes tienen que competir entre sí, ya sea entre ellos o entre grupos.
- ▶ Cooperación: el diseño del juego ha de favorecer en los estudiantes el desarrollo de un sentimiento de trabajar en equipo y de ganar en equipo.
- ▶ Tareas fidedignas: el juego tiene que incorporar casos reales en los cuales se identifiquen.

La motivación y la implicación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje siempre han sido uno de los retos más importantes en el sector educativo (Glover, 2013), y se usan metodologías como la gamificación para este fin.

Siguiendo la idea del aprendizaje activo, el modelo de evaluación en el proceso de formación debe tener en cuenta el conocimiento aplicado, centrándose en la documentación de las evidencias de aprendizaje, el proceso y el producto final, donde se demuestra que los mecanismos de actuación que se han aprendido en la simulación pueden ser útiles para superar situaciones reales en contextos concretos.

Uno de los instrumentos que facilita la evaluación competencial es la rúbrica. Según Blanco (2008), las rúbricas dividen la competencia en resultados de aprendizaje, acciones observables y evaluables, establecen criterios que permiten determinar el grado de desempeño de la tarea asignada. Los entornos de simulación 3D ofrecen herramientas de recogida de evidencias para tener una visión más amplia, más allá del resultado final de la tarea asignada.

A continuación, presentamos, de manera muy sintética, una experiencia de la creación de un escenario de aprendizaje para el desarrollo y evaluación de la CDD.

A partir de la rúbrica de la CDD (Lázaro y Gisbert, 2015) se elabora la propuesta didáctica teniendo en cuenta las potencialidades que el entorno virtual 3D ofrece y cómo estas pueden transformar y dar respuesta a los procesos de E-A (Esteve-Mon, Esteve-González y Gisbert, 2012). La propuesta didáctica está diseñada (Lázaro, J., Esteve, V., Sanromá, M. y Gisbert, M., 2016) para desarrollar y evaluar la CDD, compuesta por cuatro dimensiones:

1. Didáctica, curricular y metodológica
2. Planificación, organización y gestión de espacios y recursos tecnológicos digitales
3. Relacional, ética y de seguridad
4. Personal y profesional

La implementación de técnicas de gamificación proviene de los resultados recogidos en la primera fase del proyecto (*Simul@b*, al que

ya nos hemos referido) y tiene el objetivo de mejorar la eficiencia de la propuesta didáctica y aumentar la motivación e implicación de los estudiantes en los procesos de aprendizaje (Esteve-González, V. y Domínguez, S., 2017). La secuencia didáctica se engloba en cuatro fases de un mes de duración, formadas por diferentes actividades y divididas, a su vez, en una serie de tareas. Durante el desarrollo de las tareas, los estudiantes reciben retroacción por parte del supervisor y del docente.

Una vez definidos, a través de la rúbrica, los resultados de aprendizaje y las evidencias del desarrollo de la CDD que se pretende desarrollar, se procede a aplicar mecánicas del diseño de juegos y elementos de gamificación con los siguientes objetivos:

- ▶ Conseguir que los alumnos realicen ciertas acciones y, por tanto, adquieran ciertos aprendizajes que por ellos mismos no tenían la necesidad de realizar dentro del entorno de simulación 3D.
- ▶ Recoger evidencias útiles del desarrollo de la CDD que sin este sistema sería imposible recopilar.

Desarrollar todo este proceso formativo en un laboratorio virtual en un entorno 3D (durante la realización de los proyectos *Simul@a* y *Simul@b*) nos ha permitido contar con una herramienta que se ha incorporado a una asignatura de segundo curso del Grado de Educación Infantil y Primaria y constituye un escenario en el que los futuros maestros «se entrenan» para diseñar espacios formativos, interactuar con un centro educativo simulado en el que pueden tomar decisiones sin miedo a provocar alteraciones en una realidad sobre la cual no pueden incidir ni durante el periodo de las prácticas presenciales. Los avatares de este mundo, como si de profesores reales se tratara, deben resolver los problemas y las situaciones en un mundo digital como si fuera analógico. La aplicación de estrategias de gamificación ha resultado un elemento motivador para los estudiantes a la vez que un estímulo para alcanzar la mayor calidad posible en la consecución de sus objetivos de aprendizaje.

Este caso que hemos relatado de manera sintética sirve como ejemplo de cómo se han integrado en una experiencia real todos los principios sobre el uso de laboratorios virtuales 3D en el contexto de la Educación Superior y en un ámbito, el de la formación del profesorado, del cual existen muy pocas experiencias de investigación y pocos resultados en torno a su eficiencia. Nuestra experiencia ha sido muy enriquecedora tanto desde la perspectiva del estudio y de los avances sobre cómo incorporar en el diseño instruccional este tipo de entornos y herramientas, como de la implicación y motivación de los estudiantes que han participado en las diferentes experiencias realizadas durante el periodo 2014-17.

2.5. Bibliografía

- Bates, A. W. (2015) *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning* Vancouver BC: Tony Bates Associates Ltd. Recuperado de: <<https://opentextbc.ca/teachinginadigitalage>>.
- Blanco, A. (2008). «Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias». En: Blanco, A., Morales, P. y Torre, J. C. (eds.). *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado*. Barcelona: Octaedro.
- Bullen, M., Morgan, T., Belfer, K., y Qayyum, A. (2009). «The net generation in higher education: Rhetoric and reality». *International Journal of Excellence in E-Learning*, 2 (1).
- Canelo, J. C. (2009). «Evaluación por competencias o por indicadores de logro?» (en línea). Recuperado de: <<http://www.nicaraguaeduca.edu.ni:8088/edublogs/?>>.
- Cano García, M. E. (2008). «La evaluación por competencias en la educación superior». *Profesorado. Revista de curriculum y formación de profesorado*, 12 (3): 1-16.
- Castronova E. (2003). «Theory of the Avatar». *CESifo Working Papers*, 863.
- (2005). *Synthetic Worlds*, Chicago: University of Chicago Press.
- Cela-Ranilla, J. M., Esteve-González, V., Marqués-Molíes, L., Arias-Barranco, I., Gisbert-Cervera, M., Vaca Barahona, B. E. y Samaniego Erazo, G. N. (2011). *Simul@: 3D spaces to learn generic skills. A pilot study with education students*. Proceedings of 6th International Conference on E-Learning. Kelowna, British Columbia (Canadá).
- Chang, Y. C., Peng, H. Y. y Chao, H. C. (2010). «Examining the effects of learning motivation and of course design in an instructional simulation game». *Interactive learning environments*, 18 (4): 319-339.
- Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W. y Bedgood Jr. D. R. (2009). «Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students». *Computers & Education*, 53 (3): 853-865.
- De Freitas, S. (2006). «Learning in Immersive Worlds». *A review of game-based Learning*. Londres: JISC.
- De Miguel, M. (2007). «Cambio de paradigma metodológico en la educación superior. Exigencias que conlleva. Universidad de Oviedo». *Cuadernos de integración europea*, 2: 16-27. Recuperado de: <http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/encuentro2007/02_auspicios_publicaciones/actas_diseno/articulos_pdf/A010.pdf>.
- Duncan, I., Miller, A. y Jiang, S. (2012). «A taxonomy of virtual worlds usage in education». *British Journal of Educational Technology*, 43 (6): 949-964.
- Esteve-González, V. (2015). *Els entorns de simulació 3D per a la formació en competències transversals a la universitat* (tesis doctoral). Universitat Rovira i Virgili. Recuperado de: <<http://hdl.handle.net/10803/312150>>.

- Esteve-González, V. y Domínguez, S. (2017). «Diseño de una propuesta didáctica para el desarrollo de la competencia digital docente usando técnicas de gamificación». En: Silva Quiroz, J. (ed.) *Investigación, Innovación y Tecnologías, la triada para transformar los procesos formativos* (pp. 242-252). Santiago de Chile: USACH.
- Esteve-González, V., Esteve-Mon, F. (2014). «Entornos de simulación 3D: nuevas perspectivas para la formación digital del docente». Aportación al simposio Gisbert-Cervera, M. (coord.). Capítulo XIV: «Indicadores de calidad para el uso de las TIC en los centros educativos. Compartir aprendizaje». En: Gairin, J., Barrera, A. (eds.) *Organizaciones que aprenden y generan conocimiento. Actas del Congreso internacional EDO*. Barcelona: Wolters Kluwer Educación.
- Esteve-Mon, F. (2015). *La competencia digital docente* (tesis doctoral). Recuperada de: <<http://www.tdx.cat/handle/10803/291441>>.
- Esteve-Mon, F., Esteve-González, V. y Gisbert, M. (2012). «Simul@: el uso de mundos virtuales para la adquisición de competencias transversales en la universidad». *Universitas tarraconensis: Revista de ciències de l'educació*, 2: 7-23.
- Evans, S. (2011). «The Self and Second Life: A case Study exploring the emergence of Virtual Selves». En: Peachey, A. y Childs, M. *Reinventing ourselves: contemporary concepts of identity in virtual worlds*.
- Gisbert, M.; Cela, J. M. e Isus, S. (2010). «Las simulaciones en entornos TIC como herramienta para la formación en competencias transversales de los estudiantes universitarios». *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11 (1): 352-370.
- Glover, I. (2013). «Play as you learn: gamification as a technique for motivating learners». En: *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*. Chesapeake.
- González, J., Espuny, C. y Gisbert, M. (2010) «La evaluación cero de la competencia nuclear digital en los nuevos grados del EEES». *@tic. Revista d'Innovació Educativa*, 4: 13-20.
- Gregory, S., Scutter, S., Jacka, L., McDonald, M. y Farley, H. (2015). «Barriers and Enablers to the Use of Virtual Worlds in Higher Education: An Exploration of Educator Perceptions, Attitudes and Experiences». *Educational Technology & Society*, 18 (1): 3-12.
- Kennedy, G. et al. (2009) «Educating the Net Generation. A Handbook of findings for Practice and Policy». *Australian Learning and Teaching Council* (en línea). Recuperado de: <<http://www.netgen.unimelb.edu.au/downloads/handbook/NetGenHandbookAll.pdf>>.
- Koster, R. (2006). «Declaring the rights of players». En: Balkin, J. M. y Noveck, B. S. (eds.). *The state of play: Law, games, and virtual world*. (pp. 55-67). Nueva York: New York University Press.
- Lázaro, J., Esteve, V., Sanromà, M. y Gisbert, M. (2016). «Diseño y validación de actividades en un entorno de simulación 3D para el desarrollo de la competencia digital docente en los estudiantes del grado de educación».

- En: Roig-Vila, R. (ed.). *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza- aprendizaje* (pp. 2606-2615). Barcelona: Octaedro.
- Lázaro, J. L. y Gisbert, M. (2015). «Elaboració d'una rúbrica per avaluar la competència digital del docent». *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1: 30-47.
- Le Xu, Dijiang Huang y Wei-Tek Tsai (2014). «Cloud-Based Virtual Laboratory for Network Security Education». *IEEE Transactions on Education*, 57(3): 2014.
- Luengas L. A., Sánchez, G. y Cárdenas, S. M. *New pedagogical tools: virtual laboratory*. Recuperado de: <<http://hdl.handle.net/11349/11532>>.
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B. y González-Marrero, A. (2017). «Virtual technologies trends in education». *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2): 469-486.
- McKenna, B. J. A., Myers, M. y Gardner, L. (2015). «Analysing qualitative data from virtual worlds: using images and text mining». En: *European, Mediterranean & Middle Eastern Conference on Information Systems 2015* (pp. 1-15).
- Minocha, S. y Reeves, A. J. (2010). «Design of learning spaces in 3D virtual worlds: an empirical investigation of Second Life». *Learning, Media and Technology*, 35(2): 111-137.
- Oliveira, T. A., Marranghello, N., Silva, A. C. R. y Pereira, A. S. (2018). «Virtual laboratories development using 3D environments». En: *Virtual and Augmented Reality: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications* (pp. 733-758). IGI Global.
- Pivec, M., Dziabenko, O. y Schinnerl, I. (2003). «Aspects of Game-Based Learning». En: *I-KNOW'03*. Graz (Austria). Recuperado de: <http://knowminer.know-center.tugraz.at/corpi/iknow-papers/data-2000-2010/pdf/32_Aspects_of.pdf>.
- Pivec, M., Stefanelli, C., Christien, I.-M. F. y Pauschenwein, J. (2011). «AVATAR-The Course: Recommendations for Using 3D Virtual Environments for Teaching». *E-Learning Papers*, 25: 1-8. Recuperado de: <http://www.elearningeuropa.info/sites/default/files/asset/From-field_25_1.pdf>.
- Reisoğlu, I., Topu, B., Yılmaz, R., Yılmaz, T. K. y Göktaş, Y. (2017). «3D virtual learning environments in education: A meta-review». *Asia Pacific Education Review*, 18(1): 81-100.
- Stankova, E. N., Dyachenko, N. V. y Tibilova, G. S. (2018). «Virtual Laboratories: Prospects for the Development of Techniques and Methods of Work». En: *International Conference on Computational Science and Its Applications* (pp. 3-11). Springer, Cham.
- Thomassen, Aukje y Rive, P. (2010). «How to enable knowledge exchange in Second Life in design education?». *Learning, Media and Technology*, 35(2): 155-169.
- Tu, C., Blocher, M. y Roberts, G. (2008). «Constructs for Web 2.0 learning environments: a theatrical metaphor». *Educational Media International*, 45(4): 253-269.

- Warburton, S. (2009). «Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching». *British Journal of Educational Technology*, 40(3): 414-426.
- Wolf, T. (2010). «Assessing student learning in a virtual laboratory environment». *IEEE Trans. Educ.*, 53(2): 216-222.