

# Diseño de un entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente en estudiantes universitarios: usabilidad, adecuación y percepción de utilidad

## Design of 3D environment to develop pre-service teachers' digital competence: usability, adequacy and perceived usefulness

Francesc Marc Esteve Mon<sup>1</sup>, Jordi Adell Segura<sup>2</sup> y Mercè Gisbert Cervera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Pedagogía. Facultat de Ciències de l'Educació. Universitat Rovira i Virgili. Campus Sescelades. Ctra. de Valls s/n - 43007 Tarragona (España) <sup>2</sup> Departamento de Educación. Campus de Riu Sec. Universitat Jaume I - 12071 Castellón (España)

E-mail: francescmarc.esteve@urv.cat; jordi@uji.es; merce.gisbert@urv.cat

### Información del artículo

Recibido 22 de Octubre de 2014. Aceptado 9 de Diciembre de 2014.

#### Palabras clave:

Formación Inicial Docente, Competencia Digital, Entornos Virtuales, Aprendizaje Virtual, Tecnología Educativa,

#### Keywords:

Pre-Service Teacher Education, Digital Competence, Virtual Environments, Virtual Learning, Educational Technology,

### Resumen

Una de las condiciones esenciales para el desarrollo de la competencia digital docente de los futuros docentes es proporcionarles situaciones de aprendizaje que permitan ejercitar tales habilidades, conocimientos y actitudes en contextos similares a su futura realidad profesional. Los entornos virtuales 3D, altamente inmersivos e interactivos, son una tecnología prometedora para simular escenarios reales y ofrecer dichas oportunidades de aprendizaje. El objetivo de esta investigación es presentar el diseño de un entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente, centrado en el análisis de: (1) la usabilidad tecnológica y gráfica; (2) la adecuación del contenido de las actividades; y (3) la practicidad y utilidad pedagógica del entorno. Para ello, siguiendo la metodología de investigación para el diseño, se llevó a cabo un proceso de validación con distintos grupos de informantes clave: expertos en tecnología, docentes relacionados con la tecnología educativa y estudiantes de los grados de educación, a los que, además, se les administró un cuestionario de percepción de la utilidad pedagógica (Code et al. 2013). Los resultados muestran que a nivel tecnológico el entorno funcionó de manera fluida, aunque los gráficos resultaron limitados. A nivel didáctico, las actividades propuestas fueron adecuadas, realistas y actuales, y, a pesar de la complejidad inicial en el control de los avatares, destaca la alta motivación de los estudiantes debido a la similitud del entorno con su futura práctica profesional. La principal conclusión es que los entornos 3D son escenarios viables para el desarrollo actividades didácticas que favorezcan la adquisición de la competencia digital docente.

### Abstract

One of the most important conditions for the development of pre-service teachers' digital competence is to provide them with learning experiences to put in action such skills, knowledge and attitudes in similar contexts to their future professional reality. 3D virtual environments are an immersive and interactive promising technology that allow to simulate real scenarios and provide these learning opportunities. The aim of this research is to show the design of a 3D environment for the development of teachers' digital competence, focusing on the analysis of: (1) technical and graphical usability; (2) content adequacy of the activities; and (3) practicality and pedagogical usability of the environment. For this purpose, following design-based research method, we conducted a validity process with different key informants groups: technology experts, teachers related to educational technology, and students-teachers who also answered a pedagogical usability questionnaire (Code et al., 2013). From a technological view, the results show that the environment worked fluently, but the graphics were limited. From an educational point of view, the activities were appropriate, realistic and current. Despite the initial complexity in the avatars control, they emphasized its high motivation due to the similarity of 3D environment with their future professional work. The main conclusion of this work was that 3D environments are useful technology for developing educational activities that promote the acquisition of teachers' digital competence.



## 1. Introducción

Los nuevos retos que afronta la sociedad ponen de relieve una necesaria transformación de la educación. Preparar a los estudiantes para el aprendizaje en el siglo XXI representa un desafío para los educadores y nos obliga a repensar los objetivos de la educación (Comisión Europea, 2013; Mishra, Koehler y Henricksen, 2011). Uno de los escenarios a abordar para este cambio es la formación inicial de los futuros docentes. Resulta clave que tales programas formativos contemplen espacios y estrategias para una adecuada adquisición de competencias docentes, una de las cuales es la digital (UNESCO, 2008).

La competencia digital que deben desarrollar los docentes no sólo supone la capacidad de movilizar los conocimientos, habilidades y actitudes para utilizar las TIC de manera eficiente y eficaz, sino también para mejorar y transformar las prácticas de aula, enriquecer su propio desarrollo profesional y su identidad, así como la de sus estudiantes (Hall, Atkins y Fraser, 2014; Krumsvik, 2009).

La adquisición de una competencia como ésta a lo largo de la formación inicial docente requiere de actividades que permitan poner en práctica las destrezas y conocimientos, especialmente en contextos reales o situaciones similares a la realidad. Para tratar de abordar este aspecto, en diferentes países se están desarrollando entornos tecnológicos en tres dimensiones (3D) capaces de simular dicha realidad educativa y posibilitar la puesta en acción de diferentes competencias (Chau et al., 2013; Mahon, Bryant, Brown y Kim, 2010). Algo que, en nuestro contexto, resulta novedoso por la falta de experiencias similares.

El propósito de este artículo es presentar el proceso seguido para la creación de un entorno 3D para la adquisición de la competencia digital de los futuros docentes. Siguiendo el procedimiento de investigación para el diseño educativo (van den Akker, Gravemeijer, McKenney y Nieveen, 2006), se llevó a cabo un proceso iterativo de diseño, desarrollo y evaluación del entorno, centrado en (1) el análisis de la calidad tecnológica y gráfica; (2) la adecuación del contenido de las actividades; y (3) la practicidad y utilidad pedagógica del entorno.

## 2. Marco teórico

### 2.1. *El desarrollo de competencias y la competencia digital docente*

El término competencia se define frecuentemente como la puesta en acción de conocimientos, habilidades y actitudes requeridas para el desempeño exitoso de una acción, o de unas funciones y roles en un ámbito determinado o para la vida en general (Perrenoud, 2005). Un aprendizaje que no puede desarrollarse exclusivamente a través de la mera transmisión de conocimientos sino que exige situaciones donde el estudiante pueda reflexionar, debatir, trabajar en grupo y aprender de manera activa, acercándose a través de la práctica de aula a la realidad profesional (Rodríguez Espinar y Prades, 2009; Ruiz, Rubia, Anguita y Fernández, 2010).

En el caso de la formación inicial de maestros, ésta requiere además de un importante componente de experiencial y los periodos de prácticas en las escuelas son parte esencial de los planes de estudio (Gregory et al., 2011). No obstante, según estos mismos autores, los maestros en formación a menudo entran en el ámbito de trabajo mal equipados para su rol profesional y es necesario plantear nuevas estrategias formativas más allá de los periodos de prácticas.

El desarrollo y la evaluación de competencias, como parte intrínseca del proceso de enseñanza-aprendizaje, requiere de situaciones y estrategias formativas adecuadas (De la Orden, 2011). Por ello,

estrategias como el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), las simulaciones, el estudio de casos o el role-playing, con actividades similares a las que se encontrarán en su futura profesión docente, permiten movilizar habilidades, conocimientos y actitudes, poniendo en acción las competencias (Beaumont, Savin-Baden, Conradi y Poulton, 2014), complementando la formación recibida y favoreciendo la correcta adquisición de competencias docentes (Quellmalz, Timms, Silbergliitt y Buckley, 2012).

El presente estudio se centra en una de las competencias fundamentales para el desempeño de la profesión docente, la competencia digital (Prendes, Castañeda y Gutiérrez, 2010; UNESCO 2008). No hay una única forma de entender la competencia digital docente, existen desde modelos más técnicos, centrados en el dominio de habilidades informacionales y tecnológicas a otros más holísticos donde la competencia digital se integra con el resto de otras competencias docentes (Silva, 2012).

Krumsvik (2012) define esta competencia en tres niveles: (1) las habilidades digitales básicas, el uso de herramientas tecnológicas básicas para acceder a la información y comunicarnos en situaciones cotidianas (Ferrari, 2012); (2) la competencia didáctica con TIC, el uso de las herramientas digitales junto con las estrategias didácticas adecuadas que faciliten la adquisición y construcción de conocimiento (Mishra et al., 2011); y (3) las estrategias de aprendizaje, la capacidad de poner las TIC al servicio de sus propios objetivos de aprendizaje, para seguir aprendiendo de manera continua, en ambientes cada día más flexibles, auto-organizados y cooperativos (Castañeda y Adell, 2013). En una línea similar, para Hall et al. (2014) la competencia digital docente es la combinación de las habilidades, conocimientos y actitudes requeridas para apoyar el aprendizaje del alumno en un mundo digital rico, éstos deben ser capaces de utilizar la tecnología para mejorar y transformar las prácticas de aula y enriquecer su propio desarrollo profesional e identidad.

A nivel internacional, diferentes instituciones han tratado de establecer estándares e indicadores TIC para el docente y su formación inicial (Fraser et al., 2013; ISTE, 2009; Silva, 2012; UNESCO, 2008). Uno de los más conocidos son los Estándares de Tecnologías de la Información y la Comunicación para Docentes (NETS-T), desarrollados por la International Society for Technology in Education (ISTE, 2009), y que especifica cinco estándares desglosados en una serie de indicadores de desempeño, los cuales hemos tomado como referencia para el diseño y desarrollo del presente entorno 3D.

## *2.2. Los entornos virtuales 3D en la educación superior*

En la última década han aparecido una serie de entornos tecnológicos avanzados especialmente idóneos para el desarrollo y la evaluación de las competencias (Redecker, 2013). Uno de ellos son los entornos virtuales 3D, también denominados, aunque con matices diferentes, metaversos o entornos virtuales multiusuario (MUVes) (De Freitas, 2008). Los entornos virtuales 3D, como por ejemplo Second Life u OpenSim, son comunidades online que simulan espacios físicos en tres dimensiones, similares a la realidad o no, y que permiten a los usuarios, a través de sus avatares, interactuar entre sí y con el entorno, y utilizar, crear e intercambiar objetos. Según Atkins (2009) se trata de entornos inmersivos, interactivos, personalizables, accesibles y programables, con numerosas potencialidades para prácticas e investigaciones educativas (Esteve y Gisbert, 2013).

A nivel tecnológico, estos mundos virtuales se basan en un modelo de cliente-servidor, cada cliente accede mediante un navegador 3D o interfaz gráfica instalada a nivel local, por el que se conecta y recibe todo el contenido visual y gráfico en tiempo real, a diferencia de otros motores de juego que almacenan tal información localmente (Warburton, 2009).

Según diferentes autores, por sus características estos entornos poseen múltiples potencialidades para la educación. La interactividad es una de las características más destacables y claves de estos

entornos según Eseryel, Guo y Law (2012). Para que la interacción sea efectiva y atractiva es necesario tener en cuenta la navegación dentro del entorno, que el usuario entienda qué debe hacer y por donde debe ir, la correcta visualización de la información y el aspecto de la interfaz. Otra característica destacada es la sensación de inmersión que ofrece esta tecnología (Olasoji y Henderson-Begg, 2010), frente a otras plataformas utilizadas también en educación. La posibilidad de comunicarse, interaccionar y colaborar con los demás es otra de las potencialidades educativas de estos entornos (Eseryel et al., 2012). Otro aspecto a destacar es la motivación, debido al elevado número de estímulos sensoriales (visuales, auditivos y táctiles) y a la percepción del entorno como similar a la realidad (Wilson et al., 2009).

En los últimos años se han llevado a cabo numerosas experiencias, en múltiples disciplinas y niveles educativos, utilizando este tipo de tecnología (Clarke y Dede, 2009; Code, Clarke, Zap y Dede, 2013; Jin, 2011). Uno de los campos es la formación de maestros (Chau et al., 2013; Gregory et al., 2013; Mahon et al., 2010) donde estos entornos ofrecen un ambiente altamente inmersivo, contextualizado y similar a su futuro profesional (Dalgarno y Lee, 2010).

Como plantean Sparrow, Blevins y Brenner (2011), estos entornos permiten el diseño y la realización de actividades didácticas prácticas, contextualizadas y basadas en problemas reales que pueden ser introducidas en la formación impartida en las facultades, trabajada de manera colaborativa por los estudiantes y con la guía del profesorado. Sin embargo, será necesario una adecuada delimitación de las competencias y de las actividades a realizar en estos entornos, así como su vinculación con los estándares (Rodríguez Espinar y Prades, 2009). Para ello, algunas experiencias de aprendizaje en entornos 3D han hecho uso de la metodología del diseño centrado en la evidencia (evidence-centered design, ECD) (Mislevy, 2011; Quellmalz et al., 2012). Tanto la alineación o vinculación de las tareas con los estándares, los aspectos técnicos y gráficos, como la apariencia y secuenciación de los escenarios, deberán ser revisados por expertos internos y externos, así como por potenciales usuarios, garantizando la usabilidad tecnológica y la practicidad del entorno, el realismo y la adecuación de las actividades (Feinstein y Cannon, 2002) así como su utilidad pedagógica, entendida como aquellos factores determinantes que influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Nokelainen, 2006).

### **3. Diseño del entorno 3D para el desarrollo de la competencia digital docente**

La creación del entorno 3D siguió una metodología de investigación basada en el diseño educativo (Plomp y Nieveen, 2009; van den Akker et al, 2006). Partiendo del análisis de la literatura y del contexto real se diseñó un primer prototipo que fue desarrollado y revisado de manera sistemática e iterativa durante el curso 2013–2014. Se pretendió que el entorno 3D simulara el espacio físico de un centro escolar, que permitiese la realización de actividades prácticas (Gregory et al., 2011), contextualizadas (Korthagen, 2010), y colaborativas (Colás y De Pablos, 2004).

A nivel tecnológico se desarrolló utilizando el software libre OpenSim (versión 0.7.5), un programa que permite la creación y configuración de mundos virtuales, y se instaló y configuró un visor de mundos virtuales en dos aulas de informática de la facultad de educación para poder acceder al entorno. A nivel gráfico, se diseñaron ad-hoc los diferentes escenarios y objetos.

Para el diseño conceptual del entorno, los escenarios, las actividades y las secuencias didácticas se utilizó como referente el modelo de diseño centrado en la evidencia y que comprende la siguientes fases (Mislevy, 2011):

Fase 1: Competencia. Se analizó y operativizó la competencia digital de los futuros docentes tomando como referente el primer nivel desempeño de los estándares NETS-T (ISTE, 2009).

Fase 2: Evidencia. Se agruparon los indicadores en función del tipo de demanda que se exige en cada uno de ellos, tomando como referencia la versión revisada de la Taxonomía de Bloom (Anderson et al., 2001). Tras esta clasificación se distribuyeron, de manera equilibrada, en tres posibles escenarios que permitiesen generar situaciones donde evidenciarse tales resultados de aprendizaje: un aula, un espacio para la creación de recursos y un aula de profesores (Figura 1). Se trató de que los espacios fuesen similares a la realidad que se van a encontrar tales estudiantes en su contexto profesional (Dalgarno y Lee, 2010). Para ello se utilizaron referentes reales de centros de la misma comunidad autónoma, tanto para la organización espacial, como para la generación de objetos, documentos e instrucciones.



Fase 3: Actividad. Finalmente se realizó una descripción detallada de las características de cada una de las actividades y tareas a realizar en cada uno de los escenarios. Las tareas se vincularon a los indicadores y en correspondencia con el tipo de evidencia que demandada.

Como resultado de este proceso, el entorno 3D cuenta con tres principales escenarios:

El escenario 1, «El aula, espacios y recursos», simula un aula de primaria, con su respectivo mobiliario y recursos. Durante las actividades previstas, el estudiante debe examinar, seleccionar y tomar decisiones teniendo en cuenta las características del centro, de los estudiantes, y de los objetivos didácticos propuestos.

El escenario 2, «Taller de actividades didácticas», simula un aula polivalente utilizada para el diseño de actividades didácticas. En la secuencia didáctica que se presenta, el estudiante debe pensar actividades para hacer con unos recursos digitales concretos que encuentra en el escenario y un determinado objetivo curricular.

El escenario 3, «La sala de profesores», simula el espacio común de reunión de los docentes. Los estudiantes deben interactuar con el entorno, contestar a una serie de mensajes recibidos en los ordenadores del centro, buscar información en internet, y preparar con sus compañeros una propuesta para su propio desarrollo profesional.

## 4. Método

Siguiendo con las fases propuestas por Plomb y Nieveen (2009), tras el diseño y desarrollo de cada uno de los prototipos se llevó a cabo una fase de evaluación, de tipo exploratoria. Esto sirvió para detectar las potencialidades del entorno y corregir los posibles desajustes.

Tal y como sugieren Dede, Nelson, Ketelhut, Clarke y Bowman (2004) para este tipo de experiencias, se utilizaron métodos cuantitativos y cualitativos, a partir de una muestra de informantes clave y potenciales usuarios (Tessmer, 1993), por medio de un procedimiento sistemático de recogida de información que a continuación se describe.

### 4.1. Participantes

En el estudio participaron un total de 28 estudiantes de 3º y 4º curso de los grados de educación primaria y pedagogía (78,58% chicas y 21,42% chicos), y 22 expertos en tecnología educativa. De este último grupo, 6 tenían un perfil más tecnológico (especialistas universitarios en entornos de enseñanza-aprendizaje) y 16 un perfil académico (68,75% profesores universitarios y 31,25% docentes pre-universitarios), de 10 instituciones diferentes.

### 4.2. Proceso e instrumentos de recogida de la información

En primer lugar, se analizó la usabilidad tecnológica y gráfica del primer prototipo. Para ello, se realizaron dos grupos de discusión: el primero con expertos en tecnología (n=6) y a continuación con los estudiantes. Las dos sesiones se realizaron durante 90 minutos y fueron grabadas en vídeo, transcritas y codificadas. Los participantes exploraron libremente el entorno 3D y a continuación, junto con el investigador y siguiendo una lista de control, fueron revisando y debatiendo todos los aspectos del entorno (Plomb y Nieveen, 2009).

En segundo lugar, con el grupo de expertos académicos (n=16) se analizó la adecuación del contenido y de las actividades didácticas propuestas (validez de contenido y de apariencia), mediante un cuestionario compuesto por 5 ítems (Feinstein y Cannon, 2002): adecuación de las actividades, realismo, actualidad, claridad y tiempo disponible. 15 ítems en total, medidos con una escala de tipo Likert, de 1=completamente en desacuerdo, a 5=completamente de acuerdo, y con una pregunta abierta final.

Tras los resultados, se mejoró el entorno y se creó el segundo prototipo. En éste se realizó un análisis centrado en la practicidad del entorno y su percepción de utilidad pedagógica. Para ello, los 28 estudiantes exploraron durante 120 minutos el entorno y realizaron de manera libre las actividades, como potenciales usuarios finales. A continuación, se les administró un cuestionario adaptado de utilidad pedagógica de Code et al. (2013), basado en Nokelainen (2006) y compuesto por 12 ítems acerca de su percepción sobre los siguientes componentes del entorno 3D: comprensibilidad de la codificación, control de usuario, pensamiento reflexivo, sensación de inmersión, comunicación y diálogo, trabajo en equipo, percepción de utilidad, valor añadido del tema, valor añadido del entorno gráfico, interés para los estudios, motivación extrínseca y valoración de los conocimientos previos. Para ello se utilizó una escala de tipo Likert, de 1=completamente en desacuerdo, a 5=completamente de acuerdo.

## 5. Resultados

A partir del análisis cualitativo del contenido de los grupos de discusión de expertos y de estudiantes se obtuvieron 47 ideas principales y 9 categorías (Miles y Huberman, 1994). A continuación

se presenta, junto con los resultados cuantitativos, un análisis narrativo de los principales resultados, acompañado de fragmentos y citas literales, contextualizadas e interpretadas (Gil Flores, 1993).

### 5.1. El rendimiento tecnológico y la calidad de los gráficos

Uno de los aspectos que centralizaron parte del debate en los dos grupos de discusión fue la cuestión tecnológica y gráfica del entorno. Pese a la potencialidad 3D de estos entornos, los resultados del primer prototipo muestran que los gráficos eran todavía muy rudimentarios, especialmente en comparación con otros entornos inmersivos, como los de algunos videjuegos con los que frecuentemente los comparan. Veamos a continuación un pequeño fragmento sobre cómo veían el tema de los gráficos el grupo de estudiantes: «Lo veo limitado...» (Estudiante 1), «sí, es que ves otros juegos, como por ejemplo los Sims, que son lo mismo, unos espacios y unos personajes, y se ven más currados (...) no se, me recuerda a los Sims de hace años» (Estudiante 2). Y es que, como destaca el grupo de expertos, el mundo de los videjuegos «alcanza un elevado nivel de realismo difícil de alcanzar a través de este tipo de entornos» (Experto 1). No obstante, para mejorar la calidad gráfica del entorno el grupo de expertos apuntaba la posibilidad de incorporar objetos más sofisticados y realistas de repositorios en abierto y de trabajar con un mayor número de texturas para enriquecer el resultado final.

A nivel tecnológico, tanto para el grupo de estudiantes como de expertos, el entorno 3D analizado resultó sencillo de instalar, configurar y/o ejecutar, y en general se comportó de manera estable y fluida. Aún así, se remarcó la elevada exigencia del funcionamiento del equipo: «El problema de estas cosas, de todo lo que toque gráficos y cosas de estas, es que al final necesita más gráficos de lo que parece» (Experto 1), «sí, esto está ardiendo...» (Experto 2), «eso iba a decir, toca este lado (señalando una parte del portátil). Claro y probablemente podríamos subir los gráficos pero a costa de más rendimiento de la máquina» (Experto 3). Según los dos grupos, los textos y la información escrita presentada en el entorno 3D resultó práctica y fácil de entender, sugiriéndose la posibilidad de mejorarla gráficamente, e incluso incluir algunos pequeños vídeos para complementar la información, mejorando su atractivo visual.

El control del usuario fue otro de los elementos en los que se incidió de manera negativa. Algunos aspectos que se manifestaron de manera reiterada fueron la complejidad de la interfaz, dando sensación de poco intuitivo, como podemos ver en el siguiente fragmento: «Desde mi punto de vista, me parece complicado. No encuentro cómo hacer las cosas, porque no son obvias y eso se relaciona más a las características del software, supongo, que a las del 3D. Después ya he visto cómo se hacían las cosas, pero al principio para mí no era nada obvio... Creo que con un sistema más sofisticado ganaría, sería más evidente para la gente que está acostumbrada a jugar» (Experto 3), «Sí, aprovechar los aprendizajes previos de la gente. En los videjuegos, a veces, las cosas simplemente se cogen» (Experto 4), «ya tocas, lo tienes y te dice alguna cosa de qué puedes hacer con ella» (Experto 1). No obstante, hay que tener en cuenta el tiempo limitado que tuvieron para probar y familiarizarse con el entorno.

Una de las cuestiones que por parte de los expertos se planteó en reiteradas ocasiones fue la disyuntiva entre el control del usuario y la flexibilidad del software. Según éstos, la flexibilidad y las posibilidades tan amplias que ofrece este tipo de entornos abre un abanico demasiado amplio de opciones para el usuario que puede llegar a generar confusión en el usuario novel.

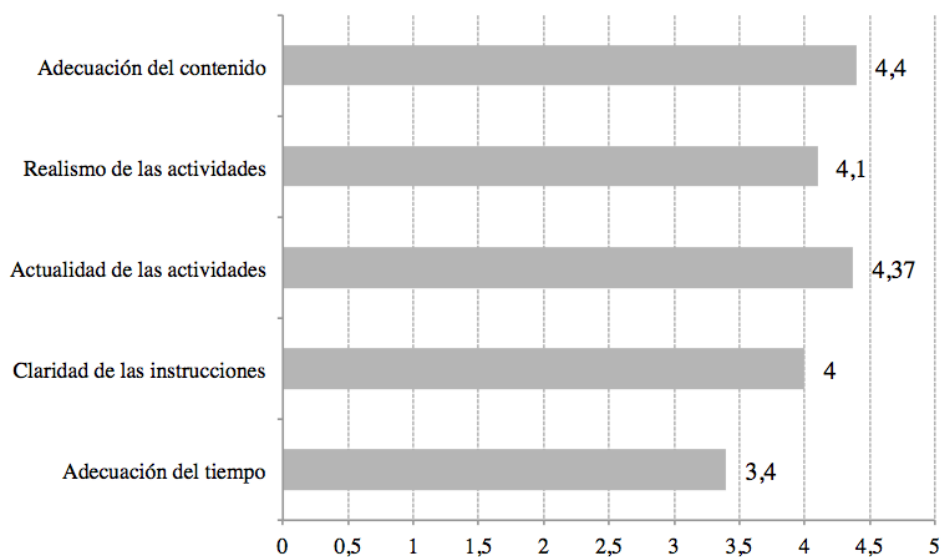
Los movimientos del avatar y de la cámara resultaron también relativamente arcaicos, especialmente en comparación con el mundo de los videjuegos: «Yo lo que le veo son dificultades de movimiento. Es muy limitado, sólo hacia aquí y gira... no sé. Yo por ejemplo, que he jugado mucho al WoW... (risas) Y es muy fácil. Puedes moverte a un lado, al otro, aquí y allá, delante y atrás (...) e incluso a la hora de mover el escenario y la cámara...» (Estudiante 3), «y sólo puedes guiarte por las direcciones

(mencionando las flechas del teclado), que tú a lo mejor quieres ir hacia la otra punta de la pantalla y con el ratón, hay programas que le das y ya va directamente hacia allí» (Estudiante 4).

Estos aspectos, relativos al control del usuario y a los gráficos, que mencionábamos anteriormente, fueron relacionados frecuentemente con la sensación de inmersión: «Juegos relativamente simples, gráficamente, pueden ser muy inmersivos» (Experto 1), «...Es que el efecto de inmersión depende más de la situación en sí que de los gráficos... si tienes partes como más naturales... ya no te tienes que preocupar de ese problema y estás inmerso en otras problemáticas» (Experto 1). En este sentido, alguno de los aspectos que destacaron positivamente relacionados con la sensación de inmersión del entorno 3D fue la posibilidad de comunicarse con los compañeros y trabajar en equipo: «Yo creo que el escenario más inmersivo es la sala de profesores, en cuanto se pone a charlar la gente, posiblemente. Lo que da sensación de inmersión será las demandas cognitivas que implique el charlar con la gente, contestar y colaborar en una reunión» (Experto 4).

### 5.2. La adecuación del contenido y de las actividades didácticas

Como vemos en el gráfico 1, los expertos destacaron que el contenido trabajado en las actividades es muy adecuado para desarrollar la competencia digital como futuros docentes (4,4 sobre 5), y que dichas actividades resultan muy actuales (4,4) y similares a las que se podrían dar en la realidad de un docente (4,1).



La claridad de las instrucciones y la adecuación del tiempo para realizar las actividades obtuvieron las puntuaciones más bajas (4 y 3,4 respectivamente). A pesar de ser resultados positivos, teniendo en cuenta las características de la muestra y de este proceso de mejora iterativa, se tuvieron en cuenta tales apreciaciones para el perfeccionamiento del prototipo.

En cuanto a la pregunta abierta se obtuvieron un total de 54 comentarios, agrupados en estas mismas categorías, de los cuales destacamos los más coincidentes o que sugieren algunos aspectos concretos de mejora. Por un lado, se apuntaron algunos aspectos relativos a la mejora de las instrucciones dadas al estudiante: «La redacción de la tarea debería quedar más clara» (Experto 6), «Las instrucciones



son claras pero el orden en que se presentan hace que se tengan que leer todas para entenderse el objetivo del escenario» (Experto 8), «Considero que las instrucciones que recibe el alumno no son del todo claras, las estructuraría por ejemplo en pequeños apartados con enunciados como: ¿Qué tengo que hacer en este escenario?... por ejemplo...dejar más claras en las instrucciones todas las subtareas de las que se compone el escenario. Lo que le daría a las instrucciones un toque algo más coloquial y cercano al lenguaje de los alumnos» (Experto 9). También se hicieron comentarios y sugerencias relativos a aspectos concretos de los escenarios y de los objetos del mismo, como por ejemplo colocar la pizarra digital (PDI) al escenario 1, ya que como comenta el Experto 10, «la PDI ya suele encontrarse en el aula», o añadir nuevos objetos al escenario 2: «En un «taller de actividades didácticas» tal vez deberían estar presentes por ahí algunos libros de texto» (Experto 7), o «En el escenario 2 se podrían añadir sillas para dar sensación de grupo de trabajo». Todos estos comentarios se tuvieron en cuenta en el rediseño del siguiente prototipo.

### 5.3. La practicidad y la utilidad pedagógica del entorno 3D

En la tabla 1 se presentan los resultados descriptivos obtenidos tras la aplicación del cuestionario de percepción de utilidad pedagógica del entorno 3D al grupo de estudiantes.

Tabla 1. Percepción de los estudiantes acerca de la utilidad pedagógica del entorno 3D

Ítem	M <sup>a</sup>	SD	Categoría de Respuesta (%)				
			1	2	3	4	5
1. El entorno 3D presenta la información en un formato que es fácil de entender	3,43	0,74	3,6	3,6	39,3	53,6	0
2. Al realizar las actividades en este entorno siento que controlo lo que hago	3,11	0,87	3,6	17,9	46,4	28,6	3,6
3. Tengo que pensar y llegar a mis propias soluciones para realizar estas actividades	4	0,72	0	0	25	50	25
4. Cuando utilizo el entorno 3D me olvido de la hora y de lo que ocurre a mi alrededor	3,86	1,04	0	14,3	17,9	35,7	32,1
5. Este entorno 3D me facilita hablar con mis compañeros de clase	3,75	0,89	0	10,7	21,4	50	17,9
6. Puedo trabajar en grupo con mis compañeros a través de este entorno	3,93	0,72	0	0	28,6	50	21,4
7. En este entorno 3D se trabajan habilidades reales que voy a necesitar en un futuro	3,75	0,75	0	7,1	21,4	60,7	10,7
8. Se trabajan más habilidades y conocimientos en este entorno que en el aula de clase	3,29	0,85	0	21,4	32,1	42,9	3,6
9. Las imágenes y los gráficos de este entorno me ayudan a realizar las actividades	3,21	0,88	0	28,6	21	50	0
10. Me interesa el tema que se trabaja en estas actividades	4	0,67	0	0	21,4	57,1	21,4
11. El entorno me motiva, intento conseguir la máxima puntuación posible	4,11	0,87	3,6	0	10,7	53,6	32,1
12. Necesito utilizar mis conocimientos previos	3,93	0,86	0	7,1	17,9	50	25

Como vemos en la tabla anterior, todos los ítems fueron valorados positivamente. Los ítems más valorados fueron los referentes a la motivación (4,00 y 4,11, sobre 5), mientras que los menos valorados corresponden al control del usuario (3,11), o al valor añadido de los gráficos de este entorno 3D (3,21). En este sentido, el 32,2% de los estudiantes manifestó tener sensación de control en este entorno, frente al 21% que lo calificó de manera negativa y al 46,4% que se mostró neutral. Hay que tener en cuenta, no obstante, el tiempo limitado que tuvieron para probar y familiarizarse con el entorno. Asimismo, y pese a las mejoras gráficas de este segundo prototipo, el valor añadido de los gráficos y las imágenes fue uno de los aspectos menos valorados por parte de los estudiantes (3,21 de media, sobre 5).

Estos aspectos, relativos al control del usuario y a los gráficos fueron relacionados frecuentemente por los estudiantes con la sensación de inmersión. Según los resultados del cuestionario, el 67,8% de los estudiantes manifestaron olvidarse de la hora y de lo que ocurre a su alrededor al utilizar este entorno, frente a un 14,3% que se mostró en desacuerdo, siendo uno de los ítems mejor valorados. En la figura 2 podemos ver a una parte del grupo de estudiantes explorando el entorno. Alguno de los aspectos que destacaron positivamente relacionados con la sensación de inmersión fue la posibilidad de comunicarse con los compañeros y de trabajar en equipo. Según los resultados del cuestionario, el 67,9% de los estudiantes manifiesta que el entorno 3D le facilita hablar y comunicarse con sus compañeros de clase y el 71,4% afirma que este entorno les permite trabajar en equipo de manera adecuada.



Por otro lado, el 53,6% de los estudiantes valoraron que la información presentada a través del entorno 3D era fácil de entender, frente a un 7,2% que no estaba de acuerdo y un 39,3% que se mostraron indiferentes.

Finalmente destacar que, en líneas generales, tanto en el grupo de expertos como en el de estudiantes hubo sensación de utilidad del entorno y de los escenarios educativos. El 71,4% de los estudiantes considera que en este entorno se trabajan habilidades reales que va a necesitar en un futuro, así como el fomento del pensamiento reflexivo (4 de media sobre 5) y la valoración de los conocimientos previos (3,94).

A pesar de los aspectos negativos mencionados anteriormente, según la valoración de los estudiantes, este entorno aumenta su motivación, tanto por la propia tecnología como por el contenido de las actividades, siendo éstos los ítems más valorados. El 78,5% de los estudiantes declara que le interesa el tema que se trabaja en estas actividades y el 85,7% manifiesta que intentaría conseguir la máxima puntuación posible.

## 6. Conclusiones

Como se ha planteado a lo largo del presente artículo, la competencia digital docente resulta clave en la actualidad, y su adquisición en su etapa de formación inicial es imprescindible. Es necesario establecer adecuadas estrategias que permitan un aprendizaje más activo, contextualizado y colaborativo. La tecnología 3D permite la creación de espacios de trabajos, similares a la realidad, que junto con adecuadas estrategias didácticas, pueden favorecer la correcta adquisición de competencias. El objetivo de la presente investigación ha sido mostrar el proceso de diseño, desarrollo y evaluación de un entorno 3D para la adquisición de tal competencia en estudiantes universitarios de Educación.

En primer lugar nos planteamos analizar la usabilidad de la tecnología y del aspecto gráfico y visual del entorno 3D. Según los resultados obtenidos, el entorno se comportó de manera estable y fluida, a pesar de la elevada exigencia de funcionamiento del equipo. La información presentada resultó práctica y fácil de entender, aunque se incidió en que los gráficos del primer prototipo eran demasiado básicos y primitivos, especialmente en comparación con otros videojuegos digitales. Este hecho pone de manifiesto la disyuntiva existente entre la necesaria mejora de la calidad de los gráficos, la elevada potencia gráfica que ello requiere y la imprescindible fluidez para el manejo de estos sistemas, tal y como plantean Quellmalz et al. (2012). Otro de los aspectos menos valorados, tanto por los expertos como por los estudiantes, fue la sensación de control del usuario. Cabe recordar que era la primera vez que los participantes utilizaban esta tecnología y no habían recibido formación previa. Como plantean Olasoji y Henderson-Begg (2010), a pesar de la proliferación de los videojuegos este tipo de tecnologías 3D, es necesario tener en cuenta la curva de aprendizaje de este tipo de tecnologías y establecer mecanismos de aprendizaje inicial de este tipo de herramientas.

En segundo lugar, el análisis se ha centrado en la adecuación del contenido y de las actividades propuestas. Según los expertos, el contenido trabajado resulta muy adecuado para el desarrollo de la competencia digital de estos estudiantes, y las actividades resultaron muy actuales y similares a su futuro profesional. Aún obteniendo valoraciones positivas, la claridad de las instrucciones dadas al estudiante en cada escenario, así como el tiempo disponible para su realización fueron los aspectos menos valorados. Como resultados de ello, se realizaron tales modificaciones en los prototipos del entorno 3D.

Finalmente, se analizó la practicidad y utilidad pedagógica del entorno 3D percibida por los propios usuarios, los estudiantes. En general, el entorno 3D resultó especialmente motivador para el estudiante, tanto por la propia tecnología en sí como por el contenido de las actividades trabajadas en él. Las actividades resultaron muy útiles para trabajar las habilidades reales que van a necesitar en su futuro profesional, siendo resultados muy similares a los apuntados por diferentes autores (Clarke y Dede, 2009; Dalgarno y Lee, 2010; Gregory et al., 2013). Asimismo, este tipo de entornos 3D generaron una elevada sensación de inmersión, incrementada especialmente por las posibilidades de comunicación y colaboración con sus compañeros. Estos resultados van en la línea de otras investigaciones similares (Eseryel et al., 2012; Wilson et al., 2009) y evidencian la potencialidad educativa de estos entornos.

Para finalizar, es necesario interpretar con cautela los presentes resultados debido al tamaño muestral así como por el tiempo limitado que han tenido los participantes para familiarizarse con el entorno. Sin embargo, los resultados presentados pueden contribuir al desarrollo de este tipo de entornos

y de nuevas actividades de aprendizaje. Especialmente, pueden servir de base para el diseño de futuras experiencias que analicen el impacto y la efectividad en el desarrollo de tales competencias docentes, en especial la digital.

## 7. Referencias

- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R. et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Atkins, C. (2009). Virtual experience: Observations on Second Life. En M. Purvis y B. Savarimuthu (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Computer-Mediated social networking* (pp. 7-17). Berlin: Springer.
- Beaumont, C., Savin-Baden, M., Conradi, E. y Poulton, T. (2014). Evaluating a Second Life Problem-Based Learning (PBL) demonstrator project: What can we learn? *Interactive Learning Environments*, 22(1), 1-17.
- Castañeda, L. y Adell, J. (2013). *Entornos personales de aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red*. Alcoy: Marfil.
- Chau, M., Wong, A. et al. (2013). Using 3D virtual environments to facilitate students in constructivist learning. *Decision Support Systems*, 56, 115-121.
- Clarke, J. y Dede, C. (2009). Design for scalability: A case study of the river city curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 353-365.
- Code, J., Clarke, J., Zap, N. y Dede, C. (2013). The utility of using immersive virtual environments for the assessment of science inquiry learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 24(4), 371-396.
- Colás, P. y De Pablos, J. (2004). La formación del profesorado basada en redes de aprendizaje virtual: Aplicación de la técnica DAFO. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 5.
- Comisión Europea (2013). *Apertura de la educación: Docencia y aprendizaje innovadores para todos a través de nuevas tecnologías y recursos educativos abiertos {SWD(2013) 341 final}*. Bruselas.
- Dalgarno, B. y Lee, M.J.W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.
- Dede, C., Nelson, B., Ketelhut, D. J., Clarke, J. y Bowman, C. (2004). Design-based research strategies for studying situated learning in a multi-user virtual environment. In *Proceedings of the 6th international conference on learning sciences* (pp. 158-165).
- De Freitas, S. (2008). *Serious virtual worlds. A scoping guide*. UK: The Joint Information Systems Committee (JISC).
- De la Orden Hoz, A. (2011). Reflexiones en torno a las competencias como objeto de evaluación en el ámbito educativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(2), 1-21.
- Eseryel, D., Guo, Y. y Law, V. (2012). Interactivity design and assessment framework for educational games to promote motivation and complex problem-solving skills. En *Assessment in game-based learning* (pp. 257-285). New York: Springer.
- Esteve, F. y Gisbert, M. (2013). Explorando el potencial educativo de los entornos virtuales 3D. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14(3), 302-319.
- Feinstein, H. y Cannon, M. (2002). Constructs of simulation evaluation. *Simulation & Gaming*, 33(4), 425-440.
- Ferrari, A. (2012). Digital competence in practice: An analysis of frameworks. Sevilla: European Commission, Joint Research Centre (JRC).
- Fraser, J., Atkins, L. y Richard, H. (2013). *DigiLit leicester. Supporting teachers, promoting digital literacy, transforming learning*. Leicester City Council.
- Gil Flores, J. (1993). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Enseñanza & Teaching: Revista Interuniversitaria de Didáctica*, 10-11, 199-214.
- Gregory, S., Dalgarno, B. et al. (2011). Changing directions through virtualprex: Engaging pre-service teachers in virtual professional experience. En *Changing demands, changing directions: Proceedings of the ASCILLITE 2011 Conference* (pp. 491-501).
- Gregory, S., Dalgarno, B. et al. (2013). *VirtualPREX: Innovative assessment using a 3D virtual world with pre-service teachers*. Sidney: Office for Learning and Teaching, Australian Government.
- Hall, R., Atkins, L. y Fraser, J. (2014). Defining a self-evaluation digital literacy framework for secondary educators: The digilit leicester project. *Research in Learning Technology*, 22.
- ISTE (2009). National educational technology standards for teachers. Washington DC: International Society for Technology in Education.
- Jin, S. A. A. (2011). Leveraging avatars in 3D virtual environments (Second Life) for interactive learning. *Interactive Learning Environments*, 19(5), 467-486.

- Korthagen, F. (2010). La práctica, la teoría y la persona en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 68(24,2), 83-101.
- Krumsvik, R. (2009). Situated learning in the network society and the digitised school. *European Journal of Teacher Education*, 32(2), 167-185.
- Krumsvik, R. (2012). Teacher educators' digital competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 1-12.
- Mahon, J., Bryant, B., Brown, B. y Kim, M. (2010). Using Second Life to enhance classroom management practice in teacher education. *Educational Media International*, 47(2), 121-134.
- Miles, M.B. y Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks: Sage.
- Mishra, P., Koehler, M. y Henriksen, D. (2011). The seven trans-disciplinary habits of mind: Extending the TPACK framework towards 21st century learning. *Educational Technology*, 51(2), 22-28.
- Mislevy, R.J. (2011). Evidence-centered design for simulation-based assessment. Los Ángeles: The National Center for Research on Evaluation, Standards, and Student Testing (CRESST). Los Ángeles: University of California.
- Nokelainen, P. (2006). An empirical assessment of pedagogical usability criteria for digital learning material with elementary school students. *Educational Technology & Society*, 9(2), 178-197.
- Olasoji, R. y Henderson-Begg, S. (2010). Summative assessment in second life: A case study. *Journal of Virtual Worlds Research*, 3(3).
- Perrenoud, P. (2005). La universitat entre la transmissió de coneixements i el desenvolupament de competències. En J. Carreras y P. Perrenoud (Eds.), *El debat sobre les competències en l'ensenyament universitari*. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Plomp, T. y Nieveen, N. (2009). An introduction to educational design research. Enschede: Netherlands Institute for curriculum development.
- Prendes, M.P., Castañeda, L. y Gutiérrez, I. (2010). Competencias para el uso de TIC de los futuros maestros. *Comunicar*, 35, 175-183.
- Quellmalz, E.S., Timms, M.J., Silbergliitt, M.D. y Buckley, B.C. (2012). Science assessments for all: Integrating science simulations into balanced state science assessment systems. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(3), 363-393.
- Redecker, C. (2013). *The use of ICT for the assessment of key competences*. Sevilla: Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies. European Commission.
- Rodríguez Espinar, S. y Prades, A. (2009). *Guía para la evaluación de competencias en el área de ciencias sociales*. Barcelona: AQU Catalunya.
- Ruiz, I., Rubia, B., Anguita, R. y Fernández, E. (2010). Formar al profesorado inicialmente en habilidades y competencias en TIC: Perfiles de una experiencia colaborativa. *Revista de Educación*, 352, 149-178.
- Silva, J. (2012). Estándares TIC para la Formación Inicial Docente: Una política pública en el contexto chileno. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 20(7), 1-36.
- Sparrow, J. L., Blevins, S. J. y Brenner, A. M. (2011). Faculty development for and in virtual worlds. En R. Hinrichs y C. Wankel (Eds.), *Transforming virtual world learning* (pp. 47-65). United Kingdom: Emerald.
- Tessmer, M. (1993). Planning and conducting formative evaluations: Improving the quality of education and training. London: Kogan Page.
- UNESCO (2008). *ICT competency standards for teachers. Policy Framework*. Paris: Autor.
- van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S. y Nieveen, N. (2006). *Educational design research*. The Netherlands: Francis & Taylor.
- 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.
- Wilson, K., Bedwell, W. et al. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes. *Simulation & Gaming*, 40(2), 217-266.

## 8. Reconocimiento

Esta investigación se ha llevado a cabo con el apoyo de la Secretaria d'Universitats i Recerca del Departament d'Economia i Coneixement de la Generalitat de Catalunya y del Fondo Social Europeo.

