

Software de diseño de instrucción. Evaluación de su utilidad para diseñar exposiciones educativas en museos

Instructional design software. Evaluation of its usefulness for the design of educational exhibitions in museums

RECIBIDO 20/12/2019 ACEPTADO 11/8/2020 PUBLICADO 1/12/2020

 Josep Bosch Bonacasa
Universidad de Girona, España
u1010545@campus.udg.edu

RESUMEN

Algunas exposiciones museísticas se diseñan con objetivos educativos. Estas exposiciones, se enmarcan dentro de la educación no formal aunque, si se analizan desde el punto de vista de la instrucción, tienen muchos aspectos en común con las actividades educativas de la educación formal.

Existe *software* desarrollado para diseñar actividades propias de la educación formal. En cambio, no se ha encontrado *software* para el diseño de exposiciones educativas en museos.

El objetivo de esta investigación es responder dos preguntas:

1. ¿Puede algún *software* existente ser utilizado para diseñar exposiciones educativas en museos?
2. ¿Puede algún *software* existente servir de base para desarrollar un *software* específico para diseñar exposiciones educativas en museos?

Para responder estas preguntas, en primer lugar, se han seleccionado y definido los conceptos que debería incluir un *software* para el diseño de exposiciones. Muchos de estos conceptos son compartidos con los utilizados para el diseño de las actividades propias de la educación formal; otros, son específicos y han sido definidos en esta investigación.

En segundo lugar, de entre diecisiete *software* de diseño de instrucción, se han seleccionado siete que han podido ser instalados y evaluados. A continuación, se ha verificado, uno a uno, si contemplan los conceptos que un *software* de diseño de exposiciones debería incluir.

Los resultados de la evaluación se presentan en forma de tabla y algunas observaciones. Su análisis ha permitido responder las preguntas formuladas.

De los siete evaluados, uno, *Compendium LD*, puede ser utilizado para el diseño de exposiciones educativas en museos, aunque con limitaciones. Ninguno de los analizados contempla conceptos importantes como la ubicación de los objetos educativos en el espacio o la descripción de los recorridos del visitante. *Compendium LD* puede ser, además, un buen punto de partida para desarrollar un *software* específico.

PALABRAS CLAVE diseño de instrucción, evaluación de software, museos, educación no formal, aprendizaje, instrucción.

ABSTRACT

Some museum exhibitions are designed for educational purposes. These exhibitions are part of non-formal education although, if analysed from the point of view of instruction, they have many aspects in common with the educational activities of formal education.

There is software developed to design activities that are proper to formal education. However, no software has been found for the design of educational exhibitions in museums.

The aim of this research is to answer two questions:

1. Can any existing software be used to design educational exhibitions in museums?
2. Can any existing software be used as a basis for developing specific software for designing educational exhibitions in museums?

In order to answer these questions, firstly, the concepts that should be included in software for exhibition design have been selected and defined. Many of these concepts are shared with those used for the design of formal education activities; others are specific and have been defined in this research.

Secondly, from among seventeen instructional design software, seven have been selected that have been able to be installed and evaluated. Next, it has been verified, one by one, if they contemplate the concepts that an exhibition design software should include.

The results of the evaluation are presented in a table and some observations. Their analysis has allowed to answer the questions asked.

Of the seven evaluated, one, Compendium LD, can be used for the design of educational exhibitions in museums, although with limitations. None of those analysed consider important concepts such as the location of educational objects in space or the description of visitor itineraries. Compendium LD can also be a good starting point for developing specific software.

KEYWORDS instructional design, computer software evaluation, museums, non-formal education, learning, instruction.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto de estudio

Uno de los objetivos del diseño de aprendizaje y del diseño de instrucción es diseñar actividades educativas que faciliten el aprendizaje y la instrucción. Existen matices entre el concepto de diseño de aprendizaje y el de diseño de instrucción (Wasson y Kirschner, 2020), pero en este artículo los consideraremos intercambiables.

El diseño de aprendizaje se interesa por la planificación y el desarrollo de actividades educativas con el objetivo de aumentar el aprendizaje de los estudiantes (Celik y Magoulas, 2016). Intenta definir, también, un marco para describir las actividades de enseñanza y aprendizaje y explorar, como este marco puede ayudar a los instructores a compartir y adoptar buenas prácticas (Dalziel et al., 2016). El diseño de aprendizaje persigue, así, una representación de lo que ocurre en una sesión de aprendizaje cuyo objetivo es alcanzar unos resultados educativos determinados (Laurillard et al., 2018).

Muchos conceptos del diseño de aprendizaje y del diseño de instrucción son aplicables al diseño de exposiciones educativas que se ofrecen en museos.

Los museos tienen potencial para la educación no formal (Mujtaba et al., 2018). Al igual que los materiales de aprendizaje, que están diseñados teniendo presente las necesidades del destinatario, las exposiciones educativas deben diseñarse considerando quien las va a visitar (Hooper-Greenhill, 1999).

Algunas exposiciones comparten muchas características con las actividades de la educación formal: en ambas, por ejemplo, se establecen objetivos educativos y se emplean objetos educativos similares, como

lecturas, videos o la utilización de computadoras (Bitgood, 2002). Pero las exposiciones educativas en museos tienen unas características diferenciadoras. El visitante, por ejemplo, se desplaza por la exposición utilizando, con frecuencia, todos sus sentidos y su cuerpo. La interacción entre el cuerpo y el entorno es un aspecto importante para el aprendizaje, ya que el cuerpo está en la base del modo en el que experimentamos e interactuamos con el entorno (Koutsabasis y Vosinakis, 2018). Otro ejemplo de característica diferenciadora es que, en una exposición, los objetos educativos se distribuyen en todo el espacio expositivo. En algunos casos, el espacio en el que se desarrolla la actividad educativa incluso puede extenderse más allá de las salas del propio museo (Nisi et al., 2018).

Existe un considerable número de *software* para auxiliar en el diseño de actividades propias de la educación formal. Este *software* sería lo que algunos autores, como Sobreira y Tchounikine (2015), llaman *learning scenario editor*. Sin embargo, no se ha localizado *software* específicamente desarrollado para auxiliar en el diseño de exposiciones educativas en museos.

Utilizar un *software* para el diseño de exposiciones permitiría estandarizar su descripción, mejorar el proceso de diseño y también, mediante la evaluación de resultados, identificar patrones de diseño especialmente útiles. Todo ello revertiría en un aumento del aprendizaje por parte de los visitantes.

El objetivo de la investigación es responder dos preguntas:

1. ¿Puede algún *software* existente ser utilizado para diseñar exposiciones educativas en museos?
2. ¿Puede algún *software* existente servir de base para desarrollar un *software* específico para diseñar exposiciones educativas en museos?

1.2 Fundamentación teórica

Un conjunto de conceptos y sus relaciones, es un lenguaje. Se han venido desarrollando diferentes representaciones para definir y documentar un diseño de aprendizaje (Celik y Magoulas, 2016).

Educational Modelling Language (EML), que encontramos descrito en Koper y Manderveld (2004), es uno de los lenguajes más conocidos. *EML* no se centra en ninguna aproximación pedagógica concreta. *Integrated Management Systems-Learning Design (IMS-LD)*, basado en *EML*, es otro lenguaje muy extendido. *IMS-LD*, definido por el *IMS Global Learning Consortium* (2003), tampoco se centra en ninguna aproximación pedagógica concreta. Esta versatilidad permite que estos lenguajes incluyan conceptos que también son adecuados para el diseño de exposiciones museísticas.

Desarrollar un lenguaje común, aplicable a todas las situaciones educativas es, aún, algo que debe ser explorado (Celik y Magoulas, 2016).

Esta investigación contribuye, también, a acercarnos a este lenguaje estándar, lo cual permitiría, además, el análisis de datos, utilizado en educación para analizar aspectos como la retención de los estudiantes, el grado de participación o la interacción (Hernández-Leo et al., 2019).

Se ha venido desarrollando gran cantidad de *software* para asistir en el diseño de contenidos y también para planificar los objetivos educativos, los métodos de evaluación y otros aspectos del aprendizaje (Prieto et al., 2013). Detrás de cada *software* de diseño de actividades educativas, subyace una determinada representación, un determinado lenguaje. El exceso de oferta puede dificultar a los investigadores y a los diseñadores localizar el *software* más adecuado para sus objetivos (Prieto et al., 2013).

1.3 Antecedentes

Los antecedentes a esta investigación los encontramos, sobre todo, en el diseño de aprendizaje en educación formal.

Persico y Pozzi (2015) analizaron el conjunto de investigación reciente en el campo del diseño de aprendizaje, y afirmaron que la mayoría de las investigaciones pueden clasificarse en una de las áreas siguientes: el análisis de las representaciones que pueden ser utilizadas como lenguaje de diseño; las herramientas que pueden ser utilizadas en el proceso de diseño; y, finalmente, las aproximaciones metodológicas al diseño de aprendizaje.

Con relación a la representación, al lenguaje, Pozzi et al. (2015) realizaron una revisión sistemática de las representaciones existentes. Figl et al. (2010) analizaron los *Visual Instructional Design Languages (VIDL)* y las ventajas cognitivas derivadas de la utilización de representaciones gráficas de los conceptos. Katagall et al. (2015) trataron los fundamentos teóricos de los mapas conceptuales (un tipo de representación gráfica), destacando su utilidad para describir y comprender problemas complejos, como sería el diseño de instrucción. Chrobak et al (2015) apuntan que los mapas conceptuales pueden desarrollar, además, la creatividad.

Merrill (2001) señaló la importancia de alcanzar un estándar y propuso un vocabulario común que este estándar debería tener.

Hornecker y Buur (2006) analizaron algunas actividades educativas donde el movimiento del individuo y la interactividad tienen un papel importante. Malinverni et al. (2016) investigaron ambientes de aprendizaje en los que existe interacción física del usuario con los objetos educativos.

Merriënboer et al. (2017) destacaron la importancia del espacio físico en el que debe desarrollarse una actividad educativa, aunque no desde el punto de vista de la ubicación de objetos educativos en el espacio, sino más bien en definir unas características funcionales que debería reunir el espacio físico en el que se desarrolla una tarea de este tipo.

Con relación al análisis de herramientas, Dalziel et al. (2016) enumeraron, por orden cronológico de aparición, un gran número de *software* de diseño de aprendizaje. Pozzi et al. (2020) también enumeraron varias herramientas para el diseño de aprendizaje.

Celik y Magoulas (2016) presentaron una exhaustiva clasificación de *software* relacionado con el diseño de instrucción. A diferencia de nuestro análisis, solo se analizaron según unas propiedades generales, tales como el lenguaje base que el *software* utiliza y algunas especificaciones técnicas, sin analizar los conceptos y relaciones que el *software* contempla.

Britain (2004) analizó una selección de *software* y planteó la metodología, utilizada en esta investigación, consistente en analizar las entidades, objetos y conceptos desde el punto de vista del usuario, aunque Britain (2004), sobre todo, analizó aspectos técnicos, requerimientos mínimos de los equipos y su funcionalidad principal.

Conscientes del gran número de herramientas disponibles, *Integrated Learning Design Environment (ILDE)* es una plataforma que integra funciones de colaboración entre diseñadores de contenidos y la posibilidad de representarlos mediante diferentes herramientas de diseño ya existentes (Hernández-Leo et al., 2018).

Con relación a investigaciones relacionadas con las aproximaciones metodológicas, Muñoz-Cristóbal et al. (2018) analizaron el proceso de diseño de contenidos. Lachheb y Boling (2018) preguntando a 100 diseñadores de instrucción, constataron la gran variedad de métodos y herramientas utilizados.

Finalmente, como antecedentes relacionados con los museos, Gómez-Redondo et al. (2017) describieron un instrumento para el inventario, análisis y posterior evaluación de recursos didácticos de las instituciones museísticas. Fontal et al. (2019) evaluaron el programa educativo de las instituciones museísticas sin centrarse en una actividad educativa concreta. Crack y Cohn (2015) analizaron diferentes métodos de obtención de datos para evaluar el cumplimiento de los objetivos educativos de una exposición, pero no se plantearon estandarizar la descripción de los contenidos como necesidad previa a esta evaluación.

2. MÉTODO

Primero se han localizado y descrito los conceptos que un lenguaje para el diseño de exposiciones educativas en museos debería contemplar. Por un lado, se han incorporado los conceptos que permiten definir las actividades propias de la educación formal y que son comunes a una exposición museística; y, por el otro, se han definido los conceptos específicos que debería contemplar un *software* para el diseño de exposiciones educativas. También se han descrito las relaciones entre estos conceptos. En esta misma sección pueden consultarse la definición de estos conceptos (2.1) y sus relaciones (2.2).

A continuación, se ha buscado un *software* para el diseño de instrucción. De entre diecisiete *software* potencialmente útiles, se han seleccionado siete que han sido instalados. Los diecisiete *software* del conjunto inicial pueden consultarse en la tabla 1 de la sección 2.3.

Posteriormente se ha procedido a evaluar, concepto a concepto, si está contemplado en el *software*. Finalmente, se han analizado una a una, si las relaciones entre conceptos están contempladas en el *software*. El resultado, resumido en la tabla 2, puede consultarse en la sección 3.

A partir del resultado de la evaluación se ha procedido a contestar las preguntas definidas en el objetivo de la investigación.

2.1 Conceptos analizados

A continuación, se describen los conceptos y sus relaciones. Gran parte de los conceptos aparecen en los diferentes lenguajes ya citados o se encuentran implícitos en el *software* analizado. Dichos conceptos son definidos adaptándolos a la realidad de una exposición educativa. Por otro lado, cuando el concepto es una aportación de esta investigación a un posible lenguaje para el diseño de exposiciones educativas en museos, se especifica en la descripción del concepto. Estas definiciones se incluyen para saber el concepto o la relación exactamente evaluada. También se incluyen porque son los que deberían incorporarse a un lenguaje estandarizado para el diseño de instrucción.

2.1.1 Actores

Actor es cualquier individuo, que, de una u otra forma, interviene en una actividad educativa.

El visitante de una exposición, sea o no estudiante, tiene determinadas características físicas. Estas características permiten la cognición a partir de las que emerge el aprendizaje.

El visitante se desplaza físicamente por el espacio de la exposición y lo hace a lo largo de unos intervalos de tiempo. El visitante, además, ejecuta determinadas acciones, percibe los contenidos de la exposición a través de sus sentidos y los interpreta.

2.1.2 Rol, visitante

El *software* permite introducir el rol de visitante (asimilable al rol de estudiante).

2.1.3 Rol, guía

El *software* permite introducir, cuando existe, el rol de guía de la exposición (asimilable al rol de profesor).

2.1.4 Rol, cualquier otro

Se analiza si el *software* incorpora la posibilidad de introducir y contemplar otros roles.

2.1.5 Perfil

Los visitantes pueden agruparse según determinadas características comunes como la edad, el nivel de estudios o la movilidad. Puede suponerse cierta homogeneidad en el comportamiento de los integrantes de un determinado perfil.

2.1.6 Grupos

El *software* permite la creación de grupos de individuos. Esta opción está especialmente indicada para analizar actividades educativas colaborativas. Los diferentes integrantes del grupo pueden tener diferentes perfiles.

2.1.7 Objetivos educativos

Se analiza si el *software* permite introducir y gestionar los objetivos educativos (*goal*). Otros nombres tan-
gentes a este concepto y también de amplia difusión, son: objetivo de aprendizaje (*learning objective*), re-
sultado de aprendizaje (*learning outcome*), competencias (*competencies*), objetivos de la instrucción (*ins-
truccional objectives*) y competencias objetivo (*target competencies*).

Si consideramos que un individuo es un sistema, el aprendizaje sería la modificación de este sistema me-
diante las dinámicas propias de la cognición. Por ejemplo, se da la modificación de la memoria declarativa al
almacenar hechos o se da la modificación de la memoria procedimental para interiorizar, no necesariamente
de manera consciente, secuencias de acciones que el individuo debe ejecutar para, partiendo de un estado
inicial, alcanzar un estado deseado. Los objetivos educativos se alcanzan mediante secuencias de acciones.

2.1.8 Clasificación de los objetivos educativos

Se analiza si el *software* permite algún tipo de clasificación de los objetivos educativos, pudiendo ser estos
tan variados como recordar un hecho, aprender un procedimiento o adoptar una determinada actitud en
relación a una problemática.

2.1.9 Objetos educativos

Se analiza si el *software* permite definir y gestionar objetos educativos (*learning objects*), es decir, aquello
que el visitante puede percibir e interpretar. Un objeto educativo se define mediante el significante, que
aporta significado, y por elementos accesorios.

2.1.10 Tipo de significante

Concepto de nueva incorporación. Aquello percibido por nuestro sistema sensorial y que es causante de un significado es un significante. Ejemplos de tipos de significante serían un texto, un olor, una textura o una imagen. Se pueden clasificar los objetos educativos según el tipo de significante.

2.1.11 Percepción, sentidos

Concepto de nueva incorporación. Se analiza si el *software* permite asignar a cada uno de los objetos educativos el sentido que se utiliza para su percepción.

2.1.12 Conjunto de objetos

Concepto de nueva incorporación. Un objeto educativo es, con frecuencia, un conjunto de objetos. Un objeto educativo, como un plafón explicativo, está formado, por ejemplo, de imágenes y texto. Podemos definir análisis, como la posibilidad de definir los objetos que componen un objeto; y, síntesis, como la posibilidad, inversa, de asignar un nombre para definir un conjunto de objetos. El *software* permite definir conjuntos de objetos. Ver también 2.1.9.

2.1.13 Herramientas

Aquello que debe proporcionarse a un actor para que pueda ejecutar una acción es una herramienta (*tool*). El acceso a algunos objetos educativos es mediante la utilización de herramientas. En el caso del museo, una herramienta típica podría ser una audioguía. El contenido de la audioguía es el objeto educativo y la audioguía es la herramienta. Ver también 2.1.9.

2.1.14 Prerrequisitos

Los prerrequisitos son aquellos conocimientos que el visitante debe poseer antes de iniciar la actividad. Estos conocimientos previos les permitirán una correcta interpretación de la exposición y también el correcto uso de las herramientas que se utilizan para ejecutar la visita.

2.1.15 Prerrequisito conocimiento

Conocimientos generales, declarativos o procedimentales, necesarios para la correcta interpretación de la exposición. Se analiza si estos prerrequisitos están contemplados en el *software*. Ver también 2.1.7 y 2.1.14.

2.1.16 Prerrequisito técnico

Conocimientos o habilidades que los actores deben poseer con relación a las herramientas que deberán utilizar, como por ejemplo, conocer el funcionamiento de una pantalla táctil. Ver también 2.1.13.

2.1.17 Acciones

El diseño que consideramos más adecuado para formalizar el contenido de una exposición estaría centrado

en las acciones ejecutadas por los diferentes roles. Una acción puede definirse como unos atributos en un estado inicial y unos atributos en un estado final.

2.1.18 Estado inicial

Se pueden describir los atributos en un estado inicial. Ver también 2.1.17.

2.1.19 Estado final

Se pueden describir los atributos en un estado final. Ver también 2.1.17.

2.1.20 Intervalos de tiempo-duración

Una acción tiene un inicio en el tiempo y un final. Tiene también una duración. Un vídeo o un audio, presentan unos contenidos de manera secuencial, donde los intervalos de tiempo son conocidos. Otros objetos educativos, como el texto de una cartela, tienen unos intervalos de tiempo menos previsibles. Se analiza si estos intervalos pueden ser definidos. Ver también 2.1.17.

2.1.21 Secuencia de acciones

Mediante secuencias de acciones podemos definir, por ejemplo, el recorrido del visitante por la exposición o también la interacción con los elementos de la exposición. Las acciones se ejecutan de forma secuencial. Se analiza si es posible modelar secuencias de acciones. Ver también 2.1.17.

2.1.22 Bifurcación de acciones

Es posible modelar una elección entre diferentes acciones. Ver también 2.1.17.

2.1.23 Unión de acciones

Es posible modelar que varias acciones son condición para ejecutar otra acción. Ver también 2.1.17.

2.1.24 Eventos

Es posible modelar cambios en algún estado de alguna característica en un tiempo determinado.

2.1.25 Espacio

Concepto de nueva incorporación. Es posible gestionar una representación del espacio en el que se desarrolla la actividad educativa. Por ejemplo, un mapa de la exposición. El tratamiento del espacio en exposiciones tiene diferencias notables con el tratamiento del espacio en educación formal. De hecho, solo algunos lenguajes hacen referencia al espacio y, cuando lo hacen, son referencias relativas al lugar donde ocurre el aprendizaje, como, por ejemplo, un aula o un laboratorio. Otros autores, utilizan el concepto de ambiente (Koper, 2001).

2.1.26 Espacio-recorrido

Concepto de nueva incorporación. Se analiza si es posible modelar el recorrido del visitante de la exposición. Ver también 2.1.25.

2.1.27 Espacio, ubicación objetos educativos

Concepto de nueva incorporación. En exposiciones, los objetos educativos se ubican en el espacio. Es posible representar sobre un plano la ubicación de los objetos educativos. Ver también 2.1.25.

2.1.28 Métodos de evaluación de resultados

Se analiza si el *software* permite una evaluación de resultados, centrando la comparación, mediante algún método de evaluación, entre lo planificado y lo alcanzado.

2.1.29 Secuencia visita real

Es posible introducir los datos de visitas reales. Las secuencias de acciones ejecutadas por un visitante.

2.1.30 Resultados educativos reales

Con relación a los objetivos educativos, es importante diferenciar entre aquello que eran objetivos y aquello que realmente ha sido alcanzado por el visitante (*outcomes*). Se analiza si es posible expresar que unos resultados han sido alcanzados o que no lo han sido. Ver también 2.1.7.

2.1.31 Efectos inesperados

En algunos casos, pueden aparecer competencias adquiridas pero que no están directamente relacionadas con los objetivos del diseño (*side-effects*). Ver también 2.1.7.

2.1.32 Producciones del visitante

Un resultado tangible (*learning output*) producido por el visitante, como por ejemplo un objeto, texto o un dibujo.

2.2 Relaciones entre conceptos

A continuación, se definen las relaciones entre los conceptos introducidos en 2.1. Consideramos que un *software* para el diseño de exposiciones educativas en museos debería tenerlas implementadas. Se trata de información que debería quedar almacenada en el *software* de manera explícita.

2.2.1 Acción-objetivos educativos

Se analiza si es posible identificar las acciones que permiten alcanzar cada uno de los objetivos educativos. Una misma acción puede ser ejecutada para alcanzar varios objetivos educativos.

2.2.2 Acción-rol actor

Se pueden identificar las acciones que realiza cada uno de los actores según su rol. Cada acción tiene asociado el rol que la ejecuta.

2.2.3 Acción-objeto educativo

El *software* permite expresar los objetos educativos utilizados en cada una de las acciones.

2.2.4 Acción-herramientas

El *software* contempla, de forma explícita, las herramientas utilizadas para ejecutar cada acción.

2.2.5 Acción-prerrequisito

El *software* permite expresar la relación entre cada una de las acciones y cada uno de los prerrequisitos necesarios para ejecutarlas. Una misma acción puede tener varios prerrequisitos. Un mismo prerrequisito puede ser necesario para ejecutar varias acciones.

2.2.6 Acciones-producciones

El *software* permite expresar las producciones que resultan de una acción.

2.2.7 Acciones-resultados reales

Se pueden localizar las acciones que contribuyen a un resultado educativo real.

2.2.8 Acciones-resultado educativo inesperado

Es posible identificar las acciones que contribuyen a un resultado educativo inesperado.

2.2.9 Prerrequisito conocimiento-objetivo educativo

Es posible expresar que prerrequisitos son condición para alcanzar cada uno de los objetivos educativos. Un objetivo educativo puede tener varios prerrequisitos.

2.2.10 Prerrequisito técnico-herramienta

Prerrequisito de conocimiento procedimental. Es posible expresar, para cada una de las herramientas que deben utilizarse en la visita, los prerrequisitos técnicos necesarios para utilizarlas.

2.2.11 Prerrequisito conocimiento-perfil

Se pueden definir cada uno de los prerrequisitos de conocimiento que deben tener los integrantes de un perfil.

2.2.12 Prerrequisito técnico-perfil

Se pueden definir cada uno de los prerrequisitos técnicos que deben tener los integrantes de un perfil.

2.2.13 Perfil-objetivo educativo

Es posible especificar los objetivos educativos para cada uno de los perfiles.

2.2.14 Perfil-recorrido teórico por el espacio

Es posible describir el recorrido teórico, o más probable, de un perfil de visitante a través del espacio de la exposición.

2.2.15 Perfil-secuencia teórica de acciones

Es posible representar la secuencia de acciones teórica que los visitantes pertenecientes a un perfil llevarán a cabo durante la ejecución de la visita a la exposición.

2.2.16 Individuo-recorrido real en el espacio

Es posible definir el recorrido real de uno o varios visitantes concretos. Es posible comparar el recorrido teórico del perfil con el recorrido real del visitante.

2.2.17 Individuo-secuencia real de acciones

Es posible introducir la secuencia de acciones reales ejecutadas por el visitante. Es posible comparar la secuencia teórica del diseño con la secuencia real del visitante.

2.2.18 Individuo-objetivo educativo

Existe un método de evaluación. Es posible evaluar el número de objetivos alcanzados por un individuo.

2.2.19 Individuo-resultados inesperados

Es posible introducir los resultados inesperados de un individuo.

2.2.20 Individuo-producciones

Es posible introducir las producciones de un individuo determinado. Ver también 2.1.32.

2.2.21 Objetivo educativo-objeto educativo

Es posible identificar los objetos educativos que contribuyen a alcanzar cada uno de los objetivos educativos.

2.2.22 Objetivo educativo-herramienta

Es posible identificar las herramientas necesarias para alcanzar cada uno de los objetivos educativos.

2.2.23 Objeto educativo-espacio

Es posible identificar la ubicación de los objetos educativos en el espacio de la exposición.

2.2.24 Representación gráfica

El *software* incorpora algún tipo de representación gráfica de conceptos y sus relaciones.

2.3 Selección de *software* a evaluar

Una búsqueda preliminar permitió localizar diecisiete candidatos a ser incluidos en la evaluación. En la tabla 1 pueden observarse los candidatos iniciales y si se incorporaron al análisis. Los *software* candidatos fueron: *Cadmos* (Katsamani y Retalis, 2013) que ya no recibe soporte en la actualidad y esto imposibilitó su instalación; *Collage*, *Reload* y *WebCollage* (Hernández-Leo et al., 2010), instalable, son tres proyectos muy interrelacionados; *Compendium LD* (Brasher et al., 2008), instalable; *CPM-TOOL* (Laforcade, 2005), se trataba de un prototipo; *Edit* (Bafail et al., 2017), centrado en medir la calidad de un diseño; *Euterpe* (Welie et al., 1998), instalable; *GLUE!-PS* (Prieto et al., 2011), centrado en traducir diseños de otras herramientas a lenguaje interpretable por un *virtual learning environment* (VLE); *Open Graphical Learning Modeller* (OGML),

localizado en Derntl (2015), instalable; *LAMS* (Dalziel, 2006), un *Learning Management System* (LMS); *LdShake* (Hernández-Leo et al., 2011), plataforma de intercambio de diseños integrado en *Collage*; *LDTool* (Agostinho, 2011), funciona *online*; *Learning Design Studio* (Mor y Mogilevsky, 2013), centrado en educación formal; *Learning Designer* (LDSE) de Laurillard et al. (2013), no ha habido continuidad en su desarrollo pero aún es posible localizar el *software*; *LPCEL* (Torres et al., 2014), era versión web que no recibe soporte en la actualidad; *ReCourse* (Griffiths et al., 2009), *software* ya no disponible que, posiblemente, ya no recibe soporte en la actualidad; *ScenEdit* (Emin et al., 2010), *software* ya no disponible, posiblemente, sin continuidad en su desarrollo; *Telos MOT+LD* (Paquette y Léonard, 2008), *software* no disponible que, posiblemente, tampoco recibe soporte en la actualidad.

Los no seleccionados son proyectos que no reciben ningún soporte en la actualidad, proyectos que no se desarrollaron completamente o que no con-

TABLA 1. *Software* seleccionado para su evaluación

| SOFTWARE | SELECCIONADO |
|---------------------------|--------------|
| Cadmos | |
| Collage-Reload-WebCollage | ✓ |
| Compendium LD | ✓ |
| CPM-TOOL | |
| Edit | |
| Euterpe | ✓ |
| GLUE!-PS | |
| LAMS | ✓ |
| LdShake | |
| LDTool | ✓ |
| Learning Design Studio | |
| Learning Designer (LDSE) | ✓ |
| LPCEL | |
| Open Graphical Learning | ✓ |
| Modeller | |
| ReCourse | |
| ScenEdit | |
| Telos MOT+LD | |

templán conceptos considerados clave. Los seleccionados son aquellos que reciben algún tipo de soporte o que aún es posible localizar e instalar para analizarlos en profundidad.

3. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los resultados de la evaluación.

TABLA 2. Conceptos y relaciones contemplados por el software analizado

| CONCEPTOS Y RELACIONES | COLLAGE | COMPENDIUM LD | EUTERPE | LDTOOL | OGLM | LAMS | LDSE |
|---------------------------------------|---------|---------------|---------|--------|------|------|------|
| Actores | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rol, visitante (estudiante) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rol, guía (profesor) | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Rol, cualquier otro rol | | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| Perfil | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Grupos | | ✓ | ✓ | | | ✓ | |
| Objetivos educativos | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Clasificación de objetivos educativos | ✓ | | | | | | ✓ |
| Objetos educativos | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Tipo de significante | | | | | | | |
| Percepción, sentidos | | | | | | | |
| Conjunto de objetos | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Herramientas | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Prerrequisitos | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Prerrequisito conocimiento | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Prerrequisito técnico | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | |
| Acciones | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Estado inicial | | | ✓ | | | | |
| Estado final | | | ✓ | | | | |
| Intervalos de tiempo, duración | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Secuencia de acciones | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Bifurcación de acciones | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Unión de acciones | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Eventos | | | ✓ | | | | |
| Espacio | | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| Espacio y recorrido | | | | | | |
| Espacio y ubicación objetos | | | | | | |
| Métodos evaluación de resultados | | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Secuencia visita real | | | | | | ✓ |
| Resultados educativos reales | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| Resultados educativos inesperados | | | | ✓ | | ✓ |
| Producciones del visitante | | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| Acción-objetivos educativos | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Acción-rol actor | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Acción-objeto educativo | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Acción-herramientas | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| Acción-prerrequisito | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Acciones-producciones | | ✓ | | | | ✓ |
| Acciones-resultados reales | | ✓ | | | | |
| Acciones-resultado educativo inesperado | | ✓ | | | | |
| Prerreq. conocimiento-objetivo educativo | ✓ | ✓ | | | | |
| Prerrequisito técnico-herramienta | | ✓ | | | | |
| Prerrequisito conocimiento-perfil | | ✓ | | | | |
| Prerrequisito técnico-perfil | | ✓ | | | | |
| Perfil-objetivo educativo | | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ |
| Perfil-recorrido por el espacio | | | | | | |
| Perfil-secuencia teórica de acciones | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Individuo-recorrido real en el espacio | | | | | | |
| Individuo-secuencia real de acciones | | | | | | ✓ |
| Individuo-objetivo educativo | | | | | | ✓ |
| Individuo-resultados inesperados | | | | | | |
| Individuo-producciones | | ✓ | ✓ | | | ✓ |
| Objetivo educativo-objeto educativo | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Objetivo educativo-herramienta | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| Objeto educativo-espacio | | | | | | |
| Representación gráfica | | ✓ | | ✓ | ✓ | |

Un ✓ en la tabla indica que el *software* contempla el concepto o la relación entre conceptos tal como se ha definido en la sección 2.

3.1 Observaciones

Compendium LD es un *software* que utiliza representación gráfica; permite la creación de nuevos tipos de conceptos en forma de nodos y nombrar las relaciones entre estos, especificando su significado conceptual.

Su versatilidad lo convierte en el *software* que más conceptos contempla. *Compendium* está publicado bajo licencia *Lesser General Public License* (LGPL).

LD tool, integrada en la plataforma *ILDE*, puede utilizarse *online*.

Collage es el resultado de la integración de diversos programas.

Euterpe es un gestor de tareas no específicamente desarrollado para el diseño de instrucción. Es un *software* que permite analizar y describir ambientes en los que existe cooperación entre individuos.

Open Graphical Learning Modeller (OGLM) está muy centrado en educación formal. Este hecho dificulta su posible aplicación para el diseño de contenidos educativos para exposiciones. En este artículo se considera OGLM como representativo de todo el *software* desarrollado con lenguaje *IMS-LD*. OGLM permite desarrollar contenidos exportables a otros *Learning Management System* (LMS), como *Moodle*.

LDSE se centra en la clasificación de los objetivos educativos.

LAMS es también un LMS. Por lo tanto, se centra en la gestión de actividades propias de la educación formal.

4. DISCUSIÓN

Los *softwares* analizados, basados en algunos de los lenguajes más extendidos, no incorporan los mismos conceptos y relaciones. Del análisis de resultados se constata, igual que hizo Anido-Rifón et al. (2014) al referirse a los lenguajes, la coexistencia, aún, de diferentes intentos de alcanzar un estándar llevados a cabo por diferentes grupos de investigadores. Podemos afirmar, así, que sigue viva la necesidad, apuntada por Mor y Craft (2012) y también por Dalziel et al. (2016), de desarrollar un lenguaje común.

A partir del análisis de los resultados también se puede afirmar, al igual que Britain (2004), que, aunque *IMS-LD*, lenguaje utilizado por OGLM, puede considerarse un buen marco para el diseño de aprendizaje, representa solo uno de los posibles enfoques y hay muchos otros que también pueden utilizarse. De hecho, el *software* más adaptable y que contempla más conceptos y relaciones, *Compendium LD*, no está basado directamente en el lenguaje *IMS-LD*.

Se observa también, igual que en Mor y Craft (2012), que para el diseño de contenidos educativos ninguna herramienta contempla todos los requerimientos en todas las situaciones educativas. Los resultados confirman también, en la línea de lo apuntado por Prieto et al. (2013), que existe una gran dificultad en modelizar el aprendizaje y la instrucción mediante *software*.

Se observa también, coincidiendo con Anido-Rifón et al. (2014), que las herramientas y sus lenguajes subyacentes podrían ser suficientes para modelar la educación en algunos contextos pero no serían suficientemente expresivas para modelar actividades educativas en otros contextos. El diseño de exposiciones museísticas sería uno de estos contextos en los que el *software* analizado no es completamente adecuado.

5. CONCLUSIONES

La investigación permite responder las preguntas formuladas. En relación a la primera, ningún *software* analizado se adapta completamente al diseño de exposiciones educativas: ninguno contempla todos los conceptos y relaciones definidos en esta investigación; ninguno permite, por ejemplo, definir la distribución de los objetos educativos en el espacio expositivo o los recorridos de los visitantes a través de la exposición. La explicación es que el desarrollo de la mayoría de los lenguajes y *softwares* para el diseño de actividades

educativas, han sido desarrollados pensando en la educación formal, más aún, en el diseño de contenidos compatibles con algún *Learning Management System (LMS)*.

Compendium LD, debido a su versatilidad, que permite la creación de nuevos tipos de nodos y nuevas relaciones entre nodos y su representación gráfica, es el *software* que mejor se adapta a las necesidades del diseño de exposiciones educativas. Podemos concluir igual que Figl et al. (2010), que utilizar una representación gráfica es determinante. Gray y Boling (2015) también destacan la importancia de utilizar una correcta representación gráfica y esquemática, ya que alcanzar un estándar que incluya una correcta representación gráfica, sería muy beneficioso para el diseño de actividades educativas formales e imprescindible para el diseño de exposiciones educativas en museos.

En relación con la segunda pregunta, *Compendium LD*, un *software* con licencia *LGPL*, podría servir de base para desarrollar un *software* específico para el diseño de exposiciones educativas en museos. Sería necesario incorporar todos los conceptos nuevos y relaciones definidas en esta investigación. Desarrollar una nueva aplicación a partir de *Compendium LD* es una opción que no debe descartarse.

No existe, aún, un lenguaje estandarizado que permita modelar todas las situaciones de aprendizaje e instrucción. Se puede concluir, también, al igual que Dalziel et al. (2016) que el solo hecho de intentar desarrollar un sistema con una notación general y los conceptos bien definidos, tal como hemos hecho en esta investigación, revierte en una mejora en la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así, esta investigación cumple los objetivos y contribuye, también, a acercarnos a un lenguaje estandarizado.

6. REFERENCIAS

- Agostinho, S. (2011). The use of a visual learning design representation to support the design process of teaching in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6), 961-978.
- Anido-Rifón, L. E., Fernández-Iglesias, J. M., Caeiro-Rodríguez, M., Santos-Gago, J. M., Llamas-Nistal, M., Álvarez, L., y Míguez, R. (2014). Standardization in computer-based education. *Computer Standards & Interfaces*, 36(3), 604-625.
- Bafail, A., Tepper, J., Liggett, A., y Banakhr, F. (2017). EDIT: An educational design intelligence tool for supporting design decisions. *International Journal for Infonomics*, 10(2), 1307-1315. <https://doi.org/10.20533/iji.1742.4712.2017.0160>
- Bitgood, S. (2002). Environmental psychology in museums, zoos, and other exhibition centers. En R. Bechtel y A. Churchman (Eds.), *Handbook of Environmental Psychology* (pp. 461-480). John Wiley & Sons.
- Brasher, A., Conole, G., Cross, S., Weller, M., Clark, P., y White, J. (2008). CompendiumLD – a tool for effective, efficient and creative learning design. En J. Lams (Ed.), *Proceedings of the 2008 European LAMS Conference* (pp. 78-87). LAMS.
- Britain, S. (2004). *A Review of learning design: Concept, specifications and tools*. Bolton Institute of Higher Education.
- Celik, D., y Magoulas, G.D. (2016). A review, timeline, and categorization of learning design tools. En D. Chiu, I. Marenzi, U. Nanni, M. Spaniol y M. Temperini (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 10013. Advances in Web-Based Learning –ICWL 2016* (pp. 3-13). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47440-3_1
- Chrobak, R., García, P., y Prieto, A.B. (2015). Creatividad, mapas conceptuales y TIC en educación. *Edmetic, Revista de Educación Mediática y TIC*. 4(1), 78-94. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v4i1.2900>
- Crack, A., y Cohn, S. (2015). Data collection methods for evaluating museum programs and exhibitions. *Journal of Museum Education*, 40(1), 27-36.
- Dalziel, J. (2006). Lessons from LAMS for IMS learning design. En R. Kinshuk, P. Koper, P. Kommers, Kirschner, D. Sampson y W. Dideren (Eds.), *ICALT 2006. Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.

- 1101-1102). IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.220>
- Dalziel, J., Conole, G., Wills, S., Walker, S., Bennett, S., Dobozy, E., y Bower, M. (2016). The Larnaca declaration on learning design. *Journal of Interactive Media in Education*, 1(7), 1-24. <https://doi.org/10.5334/jime.407>
- Derntl, M. (2015). OpenGL: integrating open educational resources in IMS learning design authoring. En N. Richard y M. Sharples (Eds.), *Technology enhanced learning: Vol. 7. The art & science of learning design* (pp. 157-168). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-103-8_4
- Emin, V., Pernin, J.-P., y Aguirre, J.L. (2010). ScenEdit: an intention-oriented authoring environment to design learning scenarios. En M. Wolpers, P.A. Kirschner, M. Scheffel, S. Lindstaedt y V. Dimitrova (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 6383. Sustaining TEL: From Innovation to Learning and Practice. EC-TEL 2010* (pp. 626-631). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16020-2_65
- Figl, K., Derntl, M., Caeiro, M., y Botturi, L. (2010). Cognitive effectiveness of visual instructional design languages. *Journal of Visual Languages and Computing*, 21(6), 359-373. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2010.08.009>
- Fontal, O., García, S., Arias, B., y Arias, V. (2019). Evaluación de la calidad de programas de educación patrimonial: construcción y calibración de la escala Q-Edutage. *Revista de Psicodidáctica* 24(1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.07.003>
- Gómez-Redondo, C., Calaf, R., y Merillas, O. (2017). Diseño de un instrumento de análisis para recursos didácticos patrimoniales. *Cadmo* 25(1), 63-80. <https://doi.org/10.3280/CAD2017-001008>
- Gray, C., y Boling, E. (2015). Designerly Tools, Sketching, and Instructional Designers and the Guarantors of Design. En B. Hokanson, G. Clinton y M. Tracey (Eds.), *The Design of Learning Experience. Educational Communications and Technology: Issues and Innovations* (pp. 109-126). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16504-2_8
- Griffiths, D., Beauvoir, P., Liber, O., y Barrett-Baxendale, M. (2009) From reload to recourse: learning from IMS learning design implementations. *Distance Education*, 30(2), 201-222. <https://doi.org/10.1080/01587910903023199>
- Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J. I., Derntl, M., Pozzi, F., Chacón, J., Prieto, L. P., y Persico, D. (2018). An integrated environment for learning design. *Frontiers in ICT*, 5(9),1-19. <https://doi.org/10.3389/fict.2018.00009>
- Hernández-Leo, D., Jorrín-Abellán, I.M., Villasclaras-Fernández, E.D., Asensio-Pérez, J.I., y Dimitriadis, Y. (2010). A multicasestudy for the evaluation of a pattern-based visual design process for collaborative learning. *Journal of Visual Languages and Computing*, 21(6), 313-331. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2010.08.006>
- Hernández-Leo, D., Martínez-Maldonado, R., Pardo, A., Muñoz-Cristóbal, J. A., y Rodríguez-Triana, M. J. (2019). Analytics for learning design: A layered framework and tools. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 139-152. <https://doi.org/10.1111/bjet.12645>
- Hernández-Leo, D., Romeo, L., Carralero, M. A., Chacón, J., Carrió, M., Moreno, P., y Blat, J. (2011). LdShake: learning design solutions sharing and co-edition. *Computers and education*, 57(4), 2249-2260. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.016>
- Hooper-Greenhill, E. (1999). Education, communication and interpretation: towards a critical pedagogy in museums. En E. Hooper-Greenhill (Ed.), *The educational role of the Museum* (pp. 3-27). Routledge.
- Hornecker, E., y Buur, J. (2006). Getting a grip on tangible interaction: A framework on physical space and social interaction. En R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries y G. Olson (Eds.), *CHI 2006 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 437-446). ACM. <https://doi.org/10.1145/1124772.1124838>
- IMS Global Learning Consortium, Inc. (2003). *Learning Design Best Practice and Implementation Guide*. <https://www.imsglobal.org/learningdesign/index.html>
- Katagall, R., Dadde, R., Goudar, R. H., y Rao, S. (2015). Concept mapping in education and semantic knowledge representation: An Illustrative Survey. *Procedia Computer Science* 48, (International Conference on Intelligent Computing, Communication & Convergence, ICC-2014), 638-643. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.146>
- Katsamani, M., y Retalis, S. (2013). Orchestrating learning activities using the CADMOS learning design tool. *Research in Learning Technology*, 21. <https://doi.org/10.3402/rlt.v21i0.18051>

- Koper, R. (2001). *Modelling units of study from a pedagogical perspective: the pedagogical metamodel behind EML*. <http://eml.ou.nl/introduction/docs/ped-metamodel.pdf>
- Koper, R., y Manderveld, J. (2004). Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning. *British Journal of Educational Technology* 35(5), 537-551. <https://doi.org/10.1111/j.0007-1013.2004.00412.x>
- Koutsabasis, P., y Vosinakis, S. (2018). Kinesthetic interactions in museums: conveying cultural heritage by making use of ancient tools and (re-) constructing artworks. *Virtual Reality*, 22, 103-118. <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0325-0>
- Lachheb, A., y Boling, E. (2018). Design tools in practice: instructional designers report which tools they use and why. *Journal of Computing in Higher Education* 30(1), 34-54. <https://doi.org/10.1007/s12528-017-9165-x>
- Laforcade, P. (2005). Towards a UML-based Educational Modeling Language. En P. Goodyear, D.G. Sampson, D. Jin-Tan Yang, T. Okamoto, R. Hartley y N.-S.Chen (Eds.), *Proceedings - 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2005* (pp. 855-859). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2005.288>
- Laurillard, D., Charlton, P., Craft, B., Dimakopoulos, D., Ljubojevic, D., Magoulas, G., y Whittlestone, K. (2013). A constructionist learning environment for teachers to model learning designs. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 15-30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00458.x>
- Laurillard, D., Kennedy, E., Charlton, P., Wild, J., y Dimakopoulos, D. (2018). Using technology to develop teachers as designers of TEL: Evaluating the learning designer. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1044-1058. <https://doi.org/10.1111/bjet.12697>
- Malinverni, L., Schaper, M.-M., y Pares, N. (2016). An evaluation-driven design approach to develop learning environments based on full-body interaction. *Educational Technology Research and Development*, 64, 1337-1360. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9468-z>
- Merriënboer, J.J.G., McKenney, S., Cullinan, D., y Heuer, J. (2017). Aligning pedagogy with physical learning spaces. *European Journal of Education* 52(3), 253-267. <https://doi.org/10.1111/ejed.12225>
- Merrill, M.D. (2001). Components of instruction toward a theoretical tool for instructional design. *Instructional Science*, 29(4-5), 291-310. <https://doi.org/10.1023/A:1011943808888>
- Mor, Y., y Craft, B. (2012). Learning design: reflections upon the current landscape. *Research in Learning Technology*, 20. <https://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.19196>
- Mor, Y., y Mogilevsky, O. (2013). Learning Design Studio: Educational practice as design inquiry of learning. En D. Hernández-Leo, T. Ley, R. Klamma y A. Harrer (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 8095. Scaling up Learning for Sustained Impact. Proceedings of the ECTEL 2013* (pp. 233-245). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40814-4_19
- Mujtaba, T., Lawrence, M., Oliver, M., y Reiss, M. J. (2018). Learning and engagement through natural history museums. *Studies in Science Education*, 54(1), 41-67. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442820>
- Muñoz-Cristóbal, J.A., Hernández-Leo, D., Carvalho, L., Martínez-Maldonado, R., Thompson, K., Wardak, D., y Goodyear, P. (2018). 4FAD: A framework for mapping the evolution of artefacts in the learning design process. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(2), 16-34. <https://doi.org/10.14742/ajet.3706>
- Nisi, V., Dionisio, M., Barreto, M., y Nunes, N. (2018). A mixed reality neighborhood tour: Understanding visitor experience and perceptions. *Entertainment Computing*, 27, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.04.002>
- Paquette, G., y Léonard, M. (2008). A visual ontology-driven LD editor and player: Application to the planet game case study. *Journal of Interactive Media in Education*, 2, art.23. <https://doi.org/10.5334/2008-25>
- Persico, D., y Pozzi, F. (2015). Informing learning design with learning analytics to improve teacher inquiry. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 230-248. <https://doi.org/10.1111/bjet.12207>
- Pozzi, F., Persico, D., y Earp, J. (2015). A multi-dimensional space for learning design representations and tools. En N. Richard y M. Sharples (Eds.), *Technology enhanced learning: Vol. 7. The art & science of learning design* (pp. 49-62). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-103-8_4
- Pozzi, F., Asensio-Perez, J.I., Ceregini, A., Dagnino, F.M., Dimitriadis, Y, y Earp, J. (2020). Supporting and representing Learning

- Design with digital tools: in between guidance and flexibility. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(1), 109-128. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1714708>
- Prieto, L.P., Asensio-Pérez, J.I., Dimitriadis, Y., Gómez-Sánchez, E., y Muñoz-Cristóbal, J.A. (2011). GLUE!-PS: A multi-language architecture and data model to deploy TEL designs to multiple learning environments. En C.D. Kloos, D. Gillet, R.M. Crespo-García, F. Wild y M. Wolpers (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: vol. 6964.Towards Ubiquitous Learning. EC-TEL 2011* (pp. 285-298). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23985-4_23
- Prieto, L., Dimitriadis, Y., Craft, B., Derntl, M., Émin, V., Katsamani, M., y Villasclaras, E. (2013). Learning design Rashomon II: exploring one lesson through multiple tools. *Research in Learning Technology*, 21. <https://doi.org/10.3402/rlt.v21i0.20057>
- Sobreira, P., y Tchounikine, P. (2015). Table-based representations can be used to offer easy-to-use, flexible, and adaptable learning scenario editors. *Computers & Education*, 80, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.002>
- Torres, J., Resendiz, J., Aedo, I., y Doderó, J.M. (2014). A model-driven development approach for learning design using the LPCEL Editor. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 26(1), 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2013.10.004>
- Wasson, B., y Kirschner, P.A. (2020). Learning Design: European Approaches. *Association for Educational Communications and Technology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00498-0>
- Welie, M., Veer, G., y Eliëns, A. (1998). Euterpe -Tools support for analyzing cooperative environments. En T.R.G. Green, L. Bannon, C.P. Warren y J. Buckkleys (Eds.), *Ninth European Conference on Cognitive Ergonomics*, (pp. 25-30). INRIA.