

Evolución y tendencias investigativas de la interactividad de los museos a través de las TIC

Resumen

Los museos han venido implementando tecnologías vanguardistas con el fin de crear entornos interactivos que atraigan más visitantes y que los conviertan en sujetos más activos en la transferencia de conocimiento. Debido a esto, los museos tradicionales están evolucionando hacia espacios educativos y turísticos mediante nuevas estrategias pedagógicas que permitan una mayor interacción entre la oferta cultural de estas instituciones con la ciudadanía. El objetivo de esta investigación fue realizar un diagnóstico sobre la evolución y las tendencias de investigación de la interactividad de los museos a través de las tecnologías de la información y la comunicación —TIC—. El diseño metodológico consistió en la utilización de indicadores bibliométricos para identificar las tendencias y evolución del campo de conocimiento en la temática de interactividad de los museos a través de nuevas tecnologías; para esto se realizó un análisis dividido en dos etapas: obtención de información (base de datos y ecuación de búsqueda) y obtención de indicadores bibliométricos (cantidad, calidad y estructura). Se analizaron un total de 771 publicaciones obtenidas de Scopus entre 1905-2017. Entre los principales resultados se observa que existe una tendencia creciente en la producción científica sobre la temática centrada principalmente en investigaciones sobre tecnologías vanguardistas tales como tecnología holográfica, realidad aumentada e interacción humano-robot, que hacen de los museos espacios más interactivos en la transferencia de conocimiento. Asimismo, se puede concluir que gracias al creciente uso y avance de las TIC, ha sido más fácil la implementación de estas tecnologías dentro de los museos; las cuales han favorecido la construcción de entornos más reales y han aumentado el número de visitantes en estas instituciones culturales.

Laura Cristina Echeverri
Sánchez
Ingeniera Administradora
Institución Universitaria Escolme.
Medellín, Colombia
Correo electrónico:
cies2@escolme.edu.co
 orcid.org/0000-0003-0972-9917
Google Scholar

Jackeline Valencia Arias
Artista Visual
Instituto Tecnológico Metropolitano.
Medellín, Colombia
Correo electrónico:
javalenca.a@gmail.com
 orcid.org/0000-0001-6524-9577
Google Scholar

Alejandro Valencia Arias
Magíster en Ingeniería de Sistemas
Instituto Tecnológico Metropolitano.
Medellín, Colombia
Correo electrónico:
jhoanyvalencia@itm.edu.co
 orcid.org/0000-0001-9434-6923
Google Scholar

Martha Luz Benjumea Arias
Magíster en Ingeniería Administrativa
Instituto Tecnológico Metropolitano.
Medellín, Colombia
Correo electrónico:
marthabenjumea@itm.edu.co
 orcid.org/0000-0002-6776-3892
Google Scholar

Recibido: Julio 7 de 2017
Aprobado: Abril 16 de 2018

Palabras clave:
Bibliometría, interactividad,
museos, tendencias, TIC.



Evolution and research trends of museums interactive exhibits through ICTs

Abstract

Museums have been implementing avant-garde technologies in order to create interactive environments that attract more visitors and make them more active subjects in the transfer of knowledge. Due to this, traditional museums are evolving towards educational and tourist spaces through new pedagogical strategies that allow a greater interaction between the cultural offer of these institutions and the citizens. The aim of this research is to make a diagnosis about the evolution and research trends of interactivity in museums through Information and Communication Technologies (ICTs). The methodological design consists in the use of bibliometric indicators to identify the trends and evolution of the field of knowledge in the topic of interactivity through new technologies in the museums. For this purpose, an analysis in two stages was carried out, obtaining information (database and search equation) and obtaining bibliometric indicators (quantity, quality and structure). A total of 771 publications obtained from Scopus between 1905 and 2017 were analyzed. Among the main results, a growing trend in scientific production on the subject was found, focused mainly on research on avant-garde technologies such as holographic technology, augmented reality and human-robot interaction, which make museums more interactive spaces in the transfer of knowledge. It can also be concluded that thanks to the growing use and advancement of ICTs, it has been easier to implement these technologies in museums which has favored the construction of more real environments and the number of visitors in these cultural institutions has increased.

Key words:
Bibliometric, interactivity,
museums, trends, ICTs.

Introducción

Sin lugar a dudas, la revolución tecnológica ha sido uno de los hitos marcados por los procesos de globalización que comenzaron a experimentarse en el mundo durante la década de los 70 y particularmente posterior a la caída de la Unión Soviética y al socialismo. De ahí los marcados cambios generados en dimensiones sociales, políticas, económicas y culturales a raíz del auge de las tecnologías de la información y la comunicación —TIC— y al masivo uso de la Internet (Molano, 2016; Sánchez, González y Sánchez, 2012).

Las TIC, en particular, han ido incursionando en el día a día de las personas; apoyando diversos contextos como la educación, las transacciones comerciales en línea, la forma de comunicarse e interactuar con las demás personas, incluso se han tomado espacios culturales que han modificado las formas tradicionales de concebir aspectos tan relevantes como el arte (Herrera, 2015; Bran et al., 2017; Moreno, 2013).

Por ello, para muchos, hablar de estas tecnologías es verdaderamente singular cuando se refiere a elementos tan significativos socialmente como es el arte, la creatividad y las acciones de innovación; pues han llevado a que la interactividad resultante entre las expresiones artísticas y los colectivos se transformen (Gómez, 2013). En este contexto se ha señalado que las TIC tienen amplia aplicabilidad en el campo cultural (Moreno y Navarro, 2013) y se ha afirmado que dichas tecnologías son un complemento bastante positivo para las exposiciones en los museos dado que propenden por aumentar cada vez más la interactividad para la transferencia del conocimiento (Clini, Nespeca and Ruggeri, 2017) y de esta manera atraer más visitantes (Narumi et al., 2016).

De ahí la importancia que se confiere a los museos en los procesos de transferencia de conocimiento y de la memoria histórica de las sociedades

puesto que las visitas realizadas tienen como propósito permitir que el visitante logre comprender la historia del ser humano desde diferentes perspectivas.

Con el creciente uso de las TIC (Qureshi and Najjar, 2017) los museos como ejes culturales, de esparcimiento y atracción turística han ido implementando nuevas tecnologías con el fin de adaptarse a la nueva era tecnológica (Correa, Losada y Jiménez, 2012); y al tiempo reestructurar la concepción tradicional que se tiene sobre estas instituciones culturales. Por ejemplo, diversos estudios han demostrado un aumento significativo de los museos virtuales (Kabassi, 2016). Asimismo, Ruiz (2012) expone cómo la realidad aumentada como recurso de las tecnologías emergentes ha posibilitado qué escenarios como los museos puedan reconfigurarse de modo tal que logren estar a la vanguardia de las nuevas dinámicas sociales.

Con base en el panorama expuesto se propone esta investigación con el propósito de dar respuesta al interrogante: ¿cuál ha sido la evolución y cuáles son las tendencias de investigación asociadas a la interactividad de los museos a través del uso de nuevas tecnologías?

Metodología

Esta investigación se realizó con el propósito de identificar las tendencias y evolución del campo de *interactividad de los museos a través de las TIC*. Para ello se realizó un mapeo tecnológico dividido en dos etapas: obtención de información (base de datos y ecuación de búsqueda) y obtención de indicadores bibliométricos (cantidad, calidad y estructura).

Fase 1: obtención de información

Al ser las bases de datos bibliográficas la principal fuente de información que se utiliza en los estudios bibliométricos es importante elegir una que cubra de forma adecuada el área objeto de estudio, ya que la validez de la investigación dependerá en gran medida de la base de datos seleccionada. Con base en ello se seleccionó la base de datos Scopus para la búsqueda de información bibliográfica debido a que ofrece acceso a diferentes bases de datos interdisciplinarias, proporciona herramientas para gestionar la información y cumple otros criterios como la cantidad de citas y la accesibilidad que la hacen ser la más usada en este tipo de análisis en la literatura (Boeris, 2011).

Posteriormente se definió la ecuación de búsqueda de acuerdo con el propósito del estudio. Para ello se consideró como criterio de búsqueda los términos equivalentes a interactividad en los museos (*museum pedagogic*, *museum interactivity*). Adicionalmente dichos términos fueron buscados en los campos título y palabras clave, sin aplicar ninguna restricción de período de tiempo; esto a fin de que la ecuación arrojara los registros publicados desde los inicios de la temática hasta el presente y de esta manera obtener un horizonte más amplio de análisis. Finalmente se obtuvieron alrededor de 771 registros con la siguiente ecuación:

Ecuación de búsqueda — Interactividad de los museos a través de las TIC
(TITLE ("museum") AND (TITLE (pedagog) OR TITLE (interactiv*))) OR (KEY ("museum") AND (KEY(pedagog*) OR KEY (interactiv*)))*

La base de datos se exportó desde Scopus como un archivo CSV donde se descargaron por columnas con la siguiente información: datos de citación (autor, título de documento, año, título de revista, número de citas, tipo de documento y DOI); información bibliográfica (filiaciones de los autores);

resumen y palabras clave. Lo anterior, atañe a la base inicial de análisis correspondiente a 771 filas.

A continuación, se constató que los resultados arrojados por la ecuación hicieran referencia a la temática de estudio y se procedió a realizar una base de datos para analizar cada una de las variables requeridas para el tratamiento de la información y posterior obtención y análisis de los indicadores bibliométricos.

La presente investigación toma como fecha de cierre los artículos reportados por la ecuación de búsqueda en Scopus hasta el 31 de diciembre de 2017, no se tomaron datos de 2018 debido a que estos alterarían los indicadores reales teniendo en cuenta que para la fecha de publicación del artículo no se ha cerrado el reporte de las revistas a Scopus.

Fase 2: indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos proporcionan información sobre los resultados del proceso investigado, su volumen, evolución, visibilidad y estructura. Así, permiten valorar la actividad científica y la influencia (o impacto) tanto del trabajo como de las fuentes (Camps, 2008). Para esta investigación los tres aspectos a analizar fueron la productividad, el impacto y las conexiones; los cuales son medidos por indicadores de cantidad, calidad y estructura, respectivamente.

Análisis de resultados

Indicadores bibliométricos de cantidad

Los indicadores de cantidad son los encargados de medir la productividad de un investigador, revista o institución en términos del número de publicaciones

(Durieux and Gevenois, 2010). A continuación, se presentan los indicadores de cantidad correspondientes al campo de *interactividad de los museos a través de las TIC*.

Productividad anual

En la figura 1 se muestra la producción científica por años durante el período 1905-2017. De manera general se observa que el interés por la temática tuvo auge y un comportamiento estable de los registros desde el presente siglo (últimos 17 años). En 2015 se alcanzó la cifra de 77 artículos, uno de los autores más destacados en esos años fue Steve Benford con 7 artículos publicados a lo largo del recorrido del campo. En 2016 este investigador publicó un artículo titulado “Supporting Group Coherence in a Museum Visit” en el que proponía una reconfiguración de la dinámica social que se experimenta durante una visita guiada a un museo, haciendo de esta una experiencia diseñada para construir experiencias más colaborativas y aumentar la consciencia de los visitantes frente a las actividades de los demás (Fosh, Benford and Koleva, 2016). Este investigador ocupa el tercer lugar en la lista de los autores con mayor cantidad de publicaciones (figura 2) y a la vez está en la posición 152 (con 13 citas por publicación) de los 1820 autores registrados en la base de datos.

La figura 1 muestra también que el estudio de la temática presenta un crecimiento constante a partir de 1986. De igual manera se observa que, según los registros de Scopus, después de su primera publicación en 1905, solo se retoma a los 57 años: en 1962, dando origen a la segunda publicación sobre el tema en esta base de datos. No obstante, en 1962, nuevamente, se pausó 20 años el estudio de la temática y solo hasta 1982 se reanudaron los estudios referidos a este campo; lo cual indica que solo hasta finales del siglo XX hubo permanencia y relevancia del tema por parte de la comunidad académica.

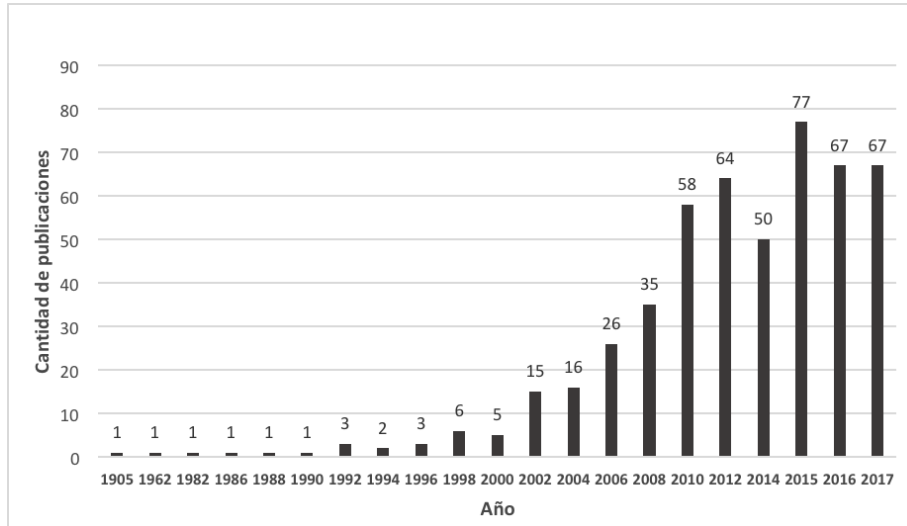


Figura 1. Cantidad de publicaciones por año.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Productividad de autores

52

La figura 2 muestra la productividad de los 10 principales autores en el campo de estudio, quienes publicaron alrededor de 5 y 8 artículos; lo cual pudiera denotar que para el campo existe una tendencia a la especialización en el perfil de la temática de estudio. Este aspecto es sumamente favorable para el desarrollo y visibilidad del campo.

Al realizar el cálculo de los diez investigadores que más producciones tienen sobre el tema se encontró que Luigina Ciolfi encabeza la lista con 9 publicaciones, seguida por Homecker con 8 (figura 2). Frente a la temática desarrollada por la investigadora con mayor número de obras publicadas

se tiene que en sus trabajos concentra la atención en cómo el diseño de un museo basado en la interacción puede facilitar y apoyar el compromiso de los visitantes (Ciolfi and McLoughlin, 2012).

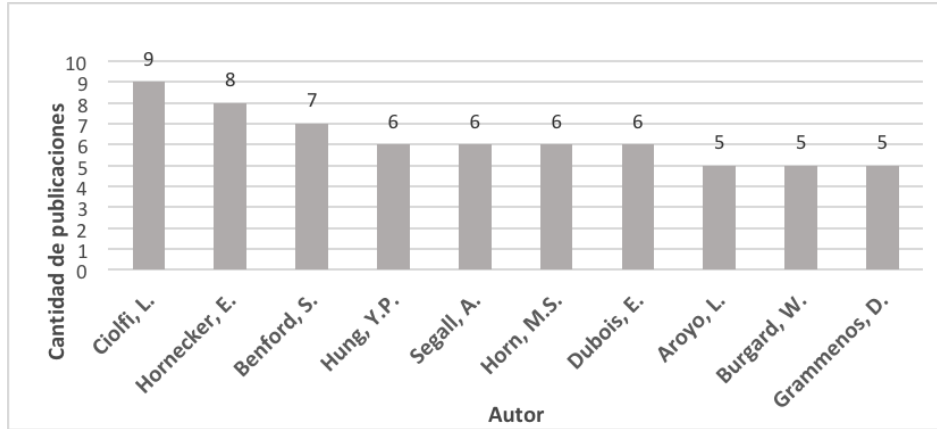


Figura 2. Principales autores del campo.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Además, se encontró que la productividad de los autores no cumple con la ley de Pareto puesto que el 71,97 % de estos publica el 80 % de la producción total. Dada esta situación se separaron los autores por grado de relevancia (en cuartiles), obteniendo: el 14,65 % de los autores publica el 25 % de las publicaciones; el 35,67 % publica el 50 % y el 65,0 % publica el 75 %. En este sentido, a medida que avanza el cuartil, se tiene una mayor tendencia a que el porcentaje de publicaciones sea proporcional al porcentaje de autores; evitando que predominen las publicaciones de un autor en la literatura; de esta manera existe un alto número de autores con una única o pocas publicaciones sobre la temática. Esto indica un elevado porcentaje de autores transeúntes,

quienes exploran este campo y posiblemente migran a otras temáticas de investigación (Urbizagástegui y Cortés, 2002).

Publicaciones por subárea

Se logra distinguir entre las concepciones y los enfoques del campo, temáticas y coyunturas que son abordadas desde distintas perspectivas; en particular, las *ciencias computacionales* son las que han realizado mayores aportes al desarrollo y evolución de la disciplina de la interactividad aplicada en los museos (42,96 %); han sido diversas las técnicas computacionales que se han estudiado y aplicado en los museos para generar animación digital 3D, actores virtuales entre otros (García, 2010). Siguiendo el orden establecido, las *ciencias sociales* han contribuido en un 16,77 % a que dentro de los museos se evidencie la necesidad de implementar el factor tecnológico como pilar de su funcionamiento; por último, la *ingeniería* junto con las *artes y humanidades* (12,71 % y 10,98 %, respectivamente) han sido disciplinas líderes frente a los desafíos que vienen experimentando las galerías en el entorno competitivo que se ha venido imponiendo de forma general (figura 3).

Indicadores bibliométricos de calidad

54

Los indicadores de calidad son usados comúnmente para medir la frecuencia con que una publicación, un autor o una revista, son citados por otras publicaciones (número de citas). Estos indicadores pueden ser divididos entre el número de años que han transcurrido desde que la publicación tuvo lugar para obtener el número promedio de citas por año (Durieux and Geveno, 2010). A continuación, se presentan los resultados obtenidos según la ecuación de búsqueda presentada anteriormente.

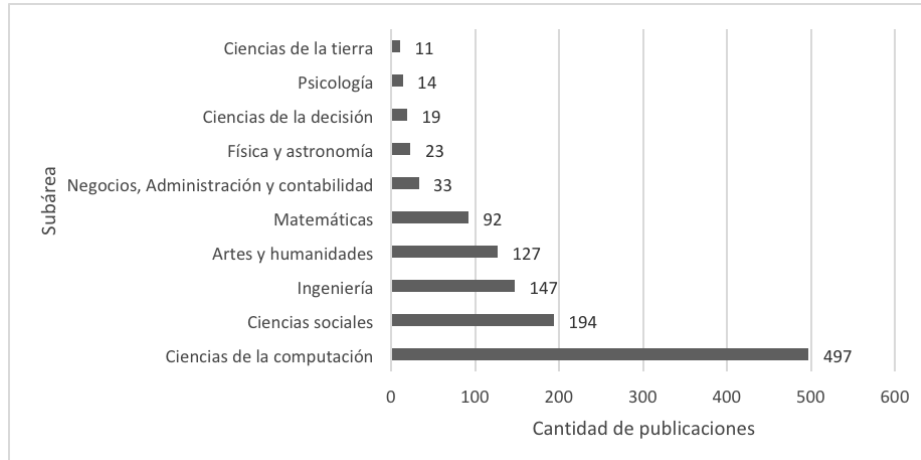


Figura 3. Cantidad de publicaciones por área del conocimiento.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Impacto por autor

Con los indicadores de calidad es posible encontrar los diez autores con mayor cantidad de citas en el tema; con respecto a este indicador se ha dicho que permite encontrar los autores que han tenido mayor impacto en la investigación sobre la temática (Cadavid, Awad y Franco, 2012). En este sentido Steiner y Lakemeyer son los autores con la mayor cantidad de citas, ambos registrando en la base de datos un valor equivalente a 440 citas (figura 4). Se observa, además, que ningún investigador de la lista de los autores con mayor cantidad de publicaciones (figura 2) aparece en la lista de los diez autores con mayor impacto; esto refleja la poca correlación existente entre cantidad e impacto; es decir que los autores con una alta participación en la producción de conocimiento frente al tema, no alcanzan a generar un gran impacto con

sus publicaciones en la comunidad y redes de investigación lo que origina un desequilibrio a nivel de generación de conocimiento e impacto del mismo.

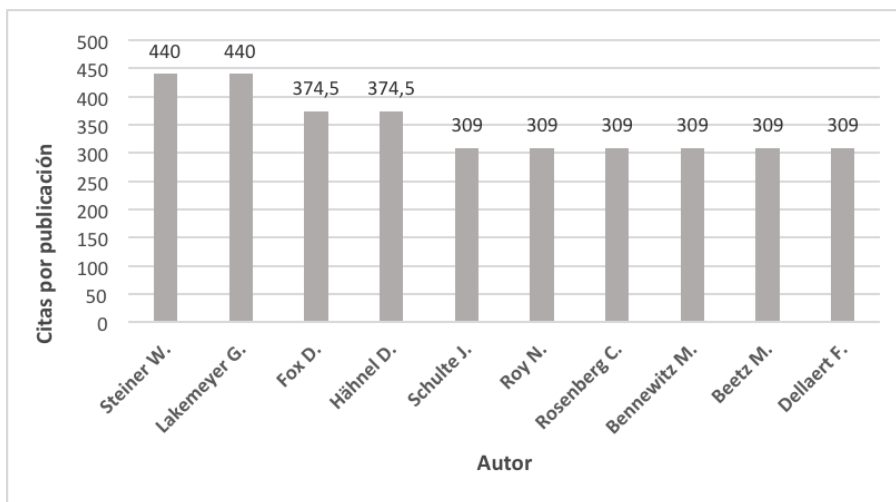


Figura 4. Impacto de las producciones de los autores.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Impacto por revista

En la figura 5 se presentan las diez revistas con mayor cantidad de citaciones por publicación en el campo de la interactividad de los museos a través de las TIC. La revista con mayor cantidad de citaciones por publicación tiene 440 y es *Artificial Intelligence*, posterior a esta se encuentra *The International Journal of Robotics Research* con 309 citaciones por publicación y en tercera posición se encuentra *Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence* con 217 citas por trabajo. Sin embargo es preciso anotar que entre las dos re-

vistas que tienen mayor número de citaciones en la temática de interactividad de los museos a través de las TIC, en términos generales, la segunda revista *The International Journal of Robotics Research* tiene un mayor factor de impacto que la primera con un indicador de 5,301 frente a 4,797 (según *Journal Citation Reports*).

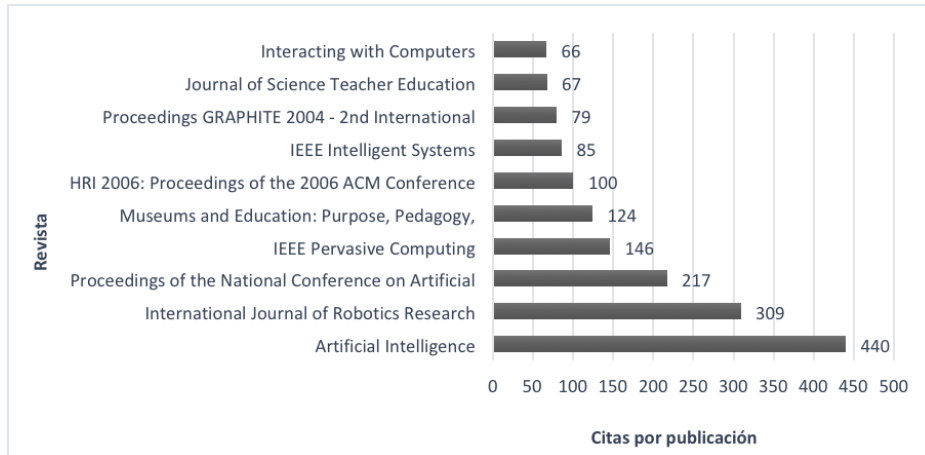


Figura 5. Impacto de las publicaciones por revista. Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Indicadores bibliométricos de estructura

Los indicadores de estructura miden la conectividad entre las publicaciones, los autores y las áreas del conocimiento; y suelen asociarse con la construcción y análisis de redes sociales, dichas redes se componen de nodos (vértices) y enlaces; para el caso de un análisis bibliométrico: los nodos son los autores (investigan y publican sus resultados) y los enlaces representan coautorías (Rueda, Gerdri and Kocaoglu, 2007). A partir del análisis de estas redes

es posible identificar investigadores sobresalientes en el campo y definir la dinámica con la que trabajan conjuntamente (Umadevi, 2013). A continuación, se presenta dicho análisis en el que se fragmentó la ventana de tiempo de acuerdo con la proporción media de la producción científica registrada por la base de datos Scopus y se obtuvieron dos períodos a partir de esa división: uno comprendido entre 1905-2000 y otro que oscila entre 1905-2017. En las figuras 6 y 7 se presentan los mapas topológicos de las redes de autores para el campo en los períodos mencionados.

Los resultados de los indicadores de la red de autores del campo se presentan en la tabla 1. La tabla muestra que existen 1821 autores y que cada autor en promedio ha publicado con otros 4 autores aproximadamente.

Adicionalmente la densidad de la red es cercana a cero (0,002), que evidencia que la intensidad de las conexiones entre los autores de toda la red es muy baja; es decir que para este campo de investigación existen muchos autores débilmente conectados, por lo que se puede inferir que existen diversos *clusters* o grupos de investigadores tal como lo evidencia la tabla 1 al revelar la presencia de 508 componentes conectados. Lo anterior, podría indicar que la dispersión de la producción es significativa como se observó en los indicadores de cantidad e impacto presentados anteriormente. De igual manera en las subredes que se forman la agrupación entre sus nodos (autores) es significativa, ya que cuentan con un grado de agrupamiento de 0,744. Por otra parte, estos indicadores muestran que existen 165 autores que han escrito de manera independiente; es decir que no han realizado ningún tipo de coautoría con otros investigadores.

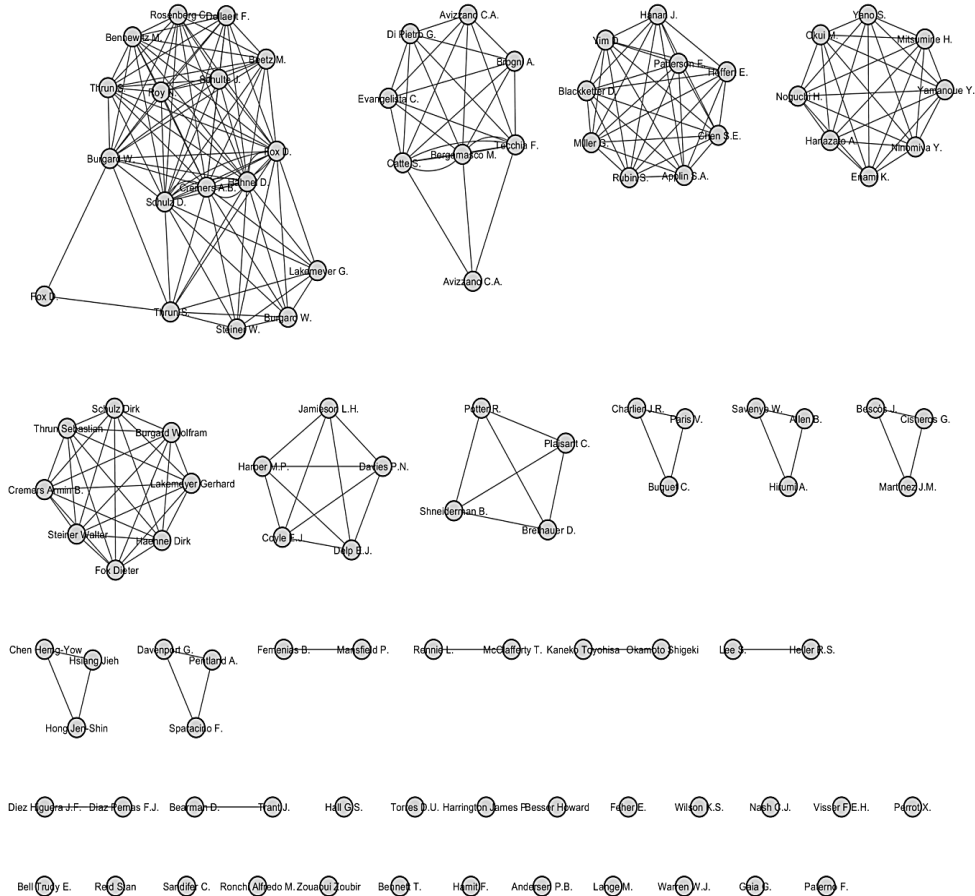


Figura 6. Mapa topológico de la red de autores del campo: estrategias de interactividad de los museos a través de las TIC en el período 1905-2000. Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

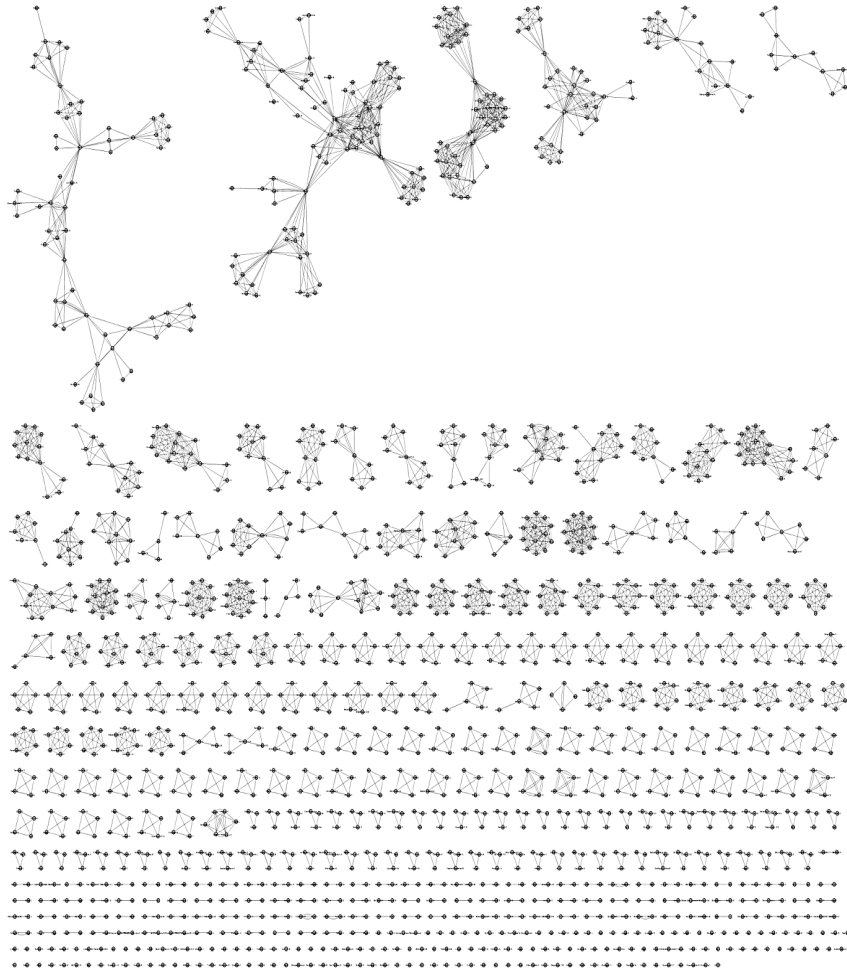


Figura 7. Mapa topológico de la red de autores del campo: estrategias de interactividad de los museos a través de las TIC en el período 1905-2017.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Tabla 1. Indicadores de estructura

| Indicador | 1905-2000 | 1905-2017 |
|--|------------------|------------------|
| Número de nodos | 107 | 1821 |
| Densidad red | 0,043 | 0,002 |
| Diámetro de red | 2 | 9 |
| Distancia característica esperada | 1,167 | 2,457 |
| Número de componentes conectados | 39 | 508 |
| Número promedio de vecinos | 4,561 | 4,273 |
| Grado de agrupamiento de la red (clusterización) | 0,670 | 0,744 |
| Centralización de la red | 0,100 | 0,014 |
| Heterogeneidad de la red | 0,892 | 0,867 |
| Número de nodos aislados | 21 | 165 |
| Componentes conectados por nodos | 36,44% | 27,89% |
| Componentes aislados por nodos | 19,62% | 9,06% |

Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

En la tabla 1 también se presentan los indicadores de estructura en dos períodos de manera acumulativa (1905-2000 y 1905-2017) con el propósito de realizar un análisis de la evolución de la red de autores en el tiempo. Allí se aprecia un aumento en el número de autores (número de nodos), en el número de autores independientes (número de nodos aislados) y en el número de subredes aisladas (número de componentes aislados). Sin embargo la tasa de crecimiento de los nodos es mucho más grande que la de los nodos aislados y de componentes conectados. Por ello se da una disminución de la dispersión de las subredes aisladas y las publicaciones independientes (variaciones de los indicadores componentes conectados por nodos y componentes aislados por nodos, respectivamente).

Por tanto, se puede apreciar que los autores que se van adhiriendo al campo lo hacen por medio de redes ya conformadas. En este sentido las subredes han ido aumentando en tamaño y disminuyendo en densidad, lo cual es reflejado en la evolución del grado de agrupamiento y el diámetro de la red. Pese a esto, un leve aumento de la densidad de la red refleja que los nuevos autores se relacionan con pocos autores de la subred a la que se conectaron y como consecuencia la distancia característica esperada no ha sufrido variaciones.

Otro de los comportamientos que se evidencian en esta red de autores es que existen aproximadamente dos enlaces como el camino más corto que conecta a todos los nodos de una red (2,457) y que a la vez la máxima distancia entre cualesquier par de nodos de la red es igual a 9; lo cual corresponde a una tipología de redes de gestión de conocimiento interno utilizada para maximizar la aplicación del conocimiento individual a los objetivos de la organización, estas redes evolucionan a través del mapeo temático de la experiencia dentro de la organización y de ambientes propicios para compartir el conocimiento (Gaete y Vásquez, 2008).

Finalmente la red es cada vez más descentralizada y más heterogénea; es decir que no existen autores centrales comunes para todo el campo, pero sí los hay para las subredes. Existe la posibilidad de que dichas subredes estén relacionadas con la desagregación del campo del conocimiento y, por ende, pueden representar la fragmentación de él.

62

Discusión de la evolución y tendencias investigativas

Temáticas emergentes

Con el fin de identificar tendencias y posibles áreas de investigación se presenta la figura 8 en la que se puede observar la dinámica de las palabras clave que

muestra los temas más mencionados por los autores sobre la interactividad de los museos a través de las TIC. De esta figura se pueden evidenciar las temáticas emergentes en el campo bajo estudio. Para esto se tomaron las palabras clave de los 771 artículos de investigación que están relacionados con la interactividad de los museos, los cuales fueron arrojados por la ecuación de búsqueda en el período comprendido entre los años 1905-2017. La figura 8 recopila las 10 palabras clave más relevantes de los estudios analizados.

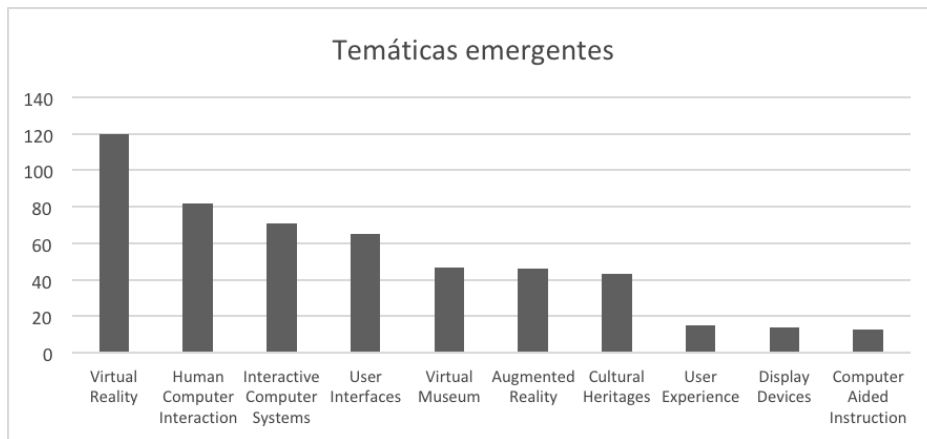


Figura 8. Principales palabras clave en el campo.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Se evidencia que la palabra clave más mencionada por los autores es “Realidad virtual”, también se muestra crecimiento en el uso de otros conceptos como lo son “Interacción humano computador”, “Sistemas interactivos”, “Interfaces de usuarios” y “Museos virtuales”. Teniendo en cuenta estas palabras clave se discuten y exponen de manera individual con el fin de orientar las líneas de investigación futuras en el campo de interactividad en los museos a través de las TIC.

Realidad virtual (VR)

Se ha señalado que recientemente el uso de la tecnología de VR se está posicionando como un nuevo *hotspot* en los museos, en especial en aquellos de ciencia (Li and Zhou, 2016), dado que permite generar nuevas formas de presentación interactiva de los contenidos (Kim et al., 2006) y como tal las exposiciones en los museos resultan más interesantes y con mejores efectos de divulgación (Li and Zhou, 2016). En este contexto, la tecnología de realidad virtual se está volviendo cada vez más común en los museos a pesar de su alto costo de adquisición (Devine, 2014).

En la literatura se ha afirmado y validado experimentalmente que, para un gran porcentaje de público especialmente para los jóvenes, la visita a los museos de arte no resulta ser atractiva; sin embargo con el uso de VR se puede exhibir el mensaje original de las obras de arte con gran animación, lo que genera una experiencia del usuario mejorada y como tal hace que las visitas a las galerías de arte sean mucho más atractivas (Panayiotou and Lanitis, 2016). A través de la VR el usuario es un actor activo capaz de disfrutar de diferentes perspectivas y todos los detalles del artefacto (Caggianese, Gallo and De Pietro, 2014).

64

Se ha expuesto también que la tecnología de VR añade gran valor al ámbito educativo, particularmente se han valorado los entornos virtuales como grandes motivadores para los estudiantes debido a que ofrecen educación y entretenimiento a la vez (Christopoulos et al., 2011).

Se considera que el uso de VR de alta tecnología nace como medio para mejorar la experiencia de aprendizaje en diversos contextos y hacerlo más efectivo (Conti et al., 2009; Liu and Jia, 2009) debido a sus características de interacción, inmersión e imaginación (Liu and Jia, 2009). Ha sido notorio el creciente uso de VR en los museos interactivos como recurso de instrucción de

aprendizaje fuera de clase para resolver el problema del tiempo insuficiente durante las jornadas escolares (Nimnual, Chaisanit and Suksakulchai, 2010).

Interacción humano computador

Hoy, la “interacción humano computador” (HCI) es un campo de investigación principal en la evaluación de instalaciones interactivas en los museos (Gonçalves, Campos and Sousa, 2012). El sistema HCI “fue desarrollado para proponer formas alternativas para el comportamiento informativo activo y/o pasivo de exposiciones de museos públicos y proyectos educativos” (Buchtová, 2012, p. 453). Se ha señalado que la HCI desafía el diseño y desarrollo de contenidos para los sistemas de aprendizaje en línea; sin embargo la adopción de estas TIC en los museos debe estar alineada con las estrategias de instrucción pertinentes para asegurar la efectividad en el aprendizaje de sus visitantes (Alwi and McKay, 2009) de lo cual se deriva la importancia de que la HCI y la gestión del conocimiento estén fuertemente vinculadas (Valtolina and Bertino, 2007).

Durante la última década, los avances logrados en los sistemas HCI han abierto innumerables oportunidades en cuanto a nuevas aplicaciones en campos que van desde la ciencia aplicada hasta las bellas artes (Marfia et al., 2012).

Museos virtuales

Debido a los avances tecnológicos e informáticos existe un creciente interés en desarrollar museos virtuales. Para ello se han implementado plataformas o aplicaciones que tienen como objetivo mejorar las visitas, ayudar a los visitantes a navegar dentro del museo y proporcionar acceso a contenidos multimedia (texto, imágenes, vídeo y sonido). De esta manera ha sido notoria la tendencia de la digitalización de los museos a través de las TIC (Fevgas et al., 2014) para

desarrollar exposiciones en línea y mejorar las funciones educativas de los museos (Dong et al., 2011).

Este tipo de museos, que pueden ser una extensión de un museo físico o pueden existir solo en forma digital, son considerados como un sistema de conocimiento virtual fragmentario, interactivo y en constante evolución que ha sustituido al museo tradicional llevándolo a un espacio donde es posible reunir arte, sociedad y espectadores en cualquier momento y en cualquier lugar (Xiao and Deling, 2016).

Se dice entonces que la innovación de los museos virtuales da valor añadido al contenido expuesto gracias a la interacción que el público tiene con el contenido (Pivec and Kronberger, 2016).

Igualmente se han introducido otros conceptos dentro de los museos virtuales, por ejemplo la narrativa digital interactiva, que les permite a los visitantes explorar las exposiciones virtuales y ser guiados por una historia digital (Rizvic et al., 2013).

Sistemas interactivos

66

El creciente desarrollo de técnicas interactivas y de nuevas tecnologías de *software* y *hardware* (Dong et al., 2011) han despertado el interés de su adopción por una amplia gama de instituciones culturales y turísticas como es el caso de los museos (Haesen et al., 2009). Una de las razones por la que los sistemas interactivos se han vuelto más comunes en los museos es que estos permiten mejorar la experiencia educativa de los visitantes (López, 2013).

Debido a lo anterior, los museos están cada vez más interesados en investigar y adoptar sistemas interactivos que atraigan más visitantes y les ofrezca una

experiencia positiva que los incentive a volver (Narumi et al., 2016); para lograr este fin los museos se están valiendo de herramientas modernas de comunicación y aprendizaje, por ejemplo de los sistemas de TIC interactivos (Michael et al., 2010), para hacer de los visitantes sujetos más activos que puedan interactuar con exposiciones digitales de artefactos e información de la colección del museo (Confalonieri et al., 2015). Los sistemas interactivos más inmersivos han hecho posible que los museos construyan colecciones de modelos digitales tridimensionales de esculturas (Rodríguez et al., 2016) e igualmente que incluyan en sus exposiciones conceptos de realidad aumentada (Mikalef et al., 2013).

Interfaz de usuario

El uso de interfaces de usuarios se ha hecho más popular en los museos y se ha posicionado como un instrumento útil complementario a la visita de exposiciones reales, proporcionando a los visitantes un rol más activo que les permite observar los artefactos con más detalles y mayor profundidad (Caggianese et al., 2014). Se ha indicado que una interfaz de usuario afecta la experiencia del visitante (Apostolellis and Bowman, 2015), facilitando entornos únicos y envolventes (Terrenghi and Zimmermann, 2004). En contraposición a las exposiciones tradicionales en los museos, las interfaces de usuarios pueden basarse en realidad aumentada para proporcionarles a los visitantes una exploración interactiva de una exposición real a través de dispositivos electrónicos (Grafe, Wortmann and Westphal, 2002).

Algunos museos han desarrollado diversos conceptos de las interfaces de usuarios, por ejemplo han creado perfiles de visitantes con el fin de personalizar la exploración del contenido multimedia de la exposición, permitiendo que al finalizar cada persona pueda llevarse un resumen personalizado de su recorrido por la exposición a través de una aplicación móvil (Karaman et al., 2016).

La tendencia por el uso de interfaces de usuarios es debida, en parte, a su utilidad para un diverso público. Uno de los retos de los museos es crear interfaces de usuarios capaces de adaptarse a los diferentes tipos de usuarios con el fin de conseguir la satisfacción de estos (Paternò and Mancini, 2000). Por ejemplo a través de una interfaz gráfica de usuario, incluso los usuarios con conocimientos básicos de computación son capaces de desarrollar fácilmente espacios de exposición complejos (Moritsch, Murg and Derler, 2007); por tanto, es importante la creación de interfaces de usuarios adaptadas a personas no expertas (Burgard et al., 1998). Muchas de estas interfaces son adaptadas para la interacción táctil (Rodríguez et al., 2016) e incluso estas interfaces han llegado a ser diseñadas o adaptadas para personas con discapacidad visual (Fernandes, Odete and Rocha, 2016).

Evolución

A partir de los 771 registros que se obtuvieron con la ecuación de búsqueda se realizó un análisis de la evolución de los últimos 20 años que han tenido los estudios realizados con respecto a la interactividad de los museos a través de las TIC. En la figura 9 se puede observar dicha evolución de temáticas en torno al campo de estudio; asimismo, se pueden apreciar las tendencias de interactividad de los museos por medio de las TIC.

68

De la figura 9 se puede apreciar que los estudios realizados en torno a la interactividad de los museos a través de las TIC han abarcado una amplia variedad de temáticas a lo largo de los últimos 20 años, lo cual refleja su evolución y la innovación en las temáticas estudiadas. Igualmente se muestra una tendencia o gran interés en investigaciones relacionadas con entornos virtuales, estrategias para el entretenimiento y la educación, y temas asociados a estrategias que les otorguen a los visitantes un rol más activo en los museos. Particularmente para 1997 se identificaron investigaciones relacionadas con

entornos virtuales y de aprendizaje e interacción. Para 2007 resaltan temas asociados a brindar acceso personalizado, interacción humano-robot y entretenimiento educativo. Finalmente para 2017 se evidencian investigaciones relacionadas con el turismo y ocio, realidad aumentada, tecnología holográfica y tecnologías móviles.

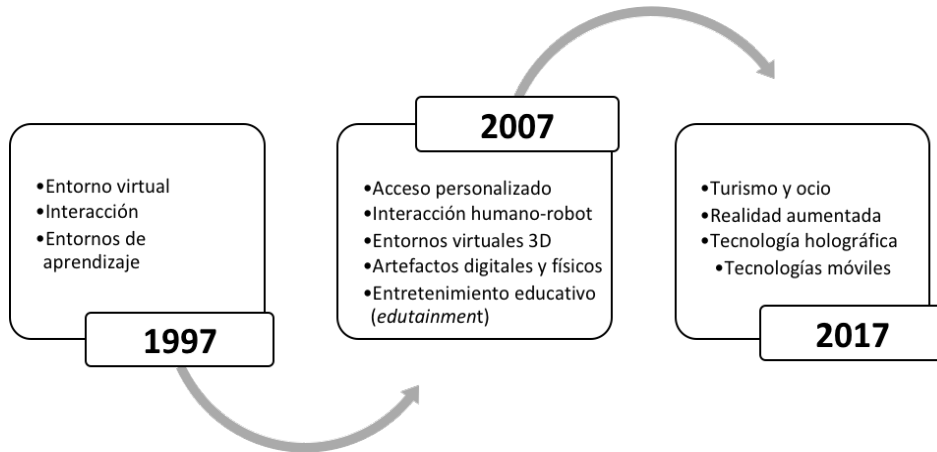


Figura 9. Cronología de la evolución del campo de estudio.
Fuente: elaboración propia por parte de los autores.

Agenda de investigación

De acuerdo a la evolución y tendencias asociadas a las estrategias de interactividad en los museos presentada en la figura 9 se genera una agenda de investigación con el objetivo de orientar el futuro de esta investigación:

(i) la tecnología holográfica ha sido considerada como una tecnología de vanguardia, que ha presentado grandes avances en los últimos años; particularmente dentro de los museos tiene diversas aplicaciones. En dichas instituciones culturales se han implementado desde software holográfico hasta humanos holográficos, los cuales son visualmente atractivos y permiten la comunicación e interacción con los visitantes a través de ciertos dispositivos. Existe un crecimiento en el uso de la tecnología holográfica en los museos para crear imágenes en entornos tridimensionales a partir de la luz con el objetivo de brindarles a los visitantes experiencias nuevas y únicas.

(ii) Algunos resultados señalan el potencial que tiene el entretenimiento educativo (*edutainment*) en los museos para atraer más visitantes. Dentro de este contexto las narrativas interactivas y las tecnologías de juego apoyan la adquisición de conocimientos en las exposiciones. Asimismo, se ha demostrado que a través de la interacción con la tecnología que se vive en los museos, los usuarios experimentan mayores niveles de compromiso cognitivo; por tanto, implementar el *edutainment* en los museos garantiza experiencias positivas de aprendizaje al tiempo que genera diversión en las personas.

(iii) Entre los hallazgos se tiene que existe un creciente interés por hacer uso de la interacción humano-robot en los museos, en donde el robot puede desempeñarse como mediador entre los usuarios y las interfaces audiovisuales. Asimismo, se ha encontrado que se han implementado los robots como guías interactivas de las exposiciones que están en la capacidad de abordar y atraer múltiples visitantes simultáneamente brindándoles información sobre los objetos de interés.

(iv) Dentro de las tecnologías vanguardistas que se han implementado en los museos se encuentra la realidad aumentada, la cual es capaz de integrar perfectamente contenido virtual y real con el fin de mejorar la información

proporcionada a los visitantes de los museos. Se considera entonces que la realidad aumentada permite la visualización interactiva de las personas, siendo considerada como un sistema más inmersivo. En este sentido este tipo de tecnología ha ganado una creciente atención, particularmente en los contextos educativos dentro de los museos.

(v) Los resultados revelan, además, que los museos están evolucionando de simplemente proveer información cultural e histórica a espacios turísticos y de ocio en la transferencia del conocimiento. Se ha resaltado el hecho de que la experiencia de ocio y diversión en los museos conduce a la intención de fidelidad de los visitantes. De esta manera, con la ayuda de las TIC, se pueden crear entornos en los museos que combinen ocio y educación de manera simultánea.

Conclusiones

El análisis permitió evidenciar que los museos están evolucionando del concepto tradicional que anteriormente se tenía a una definición mucho más moderna y atractiva. Estas instituciones están pasando de simplemente proveer información cultural e histórica a los visitantes, a espacios que les otorga a los individuos experiencias únicas en la transferencia del conocimiento a través de la implementación de tecnologías que generan entornos interactivos.

El creciente uso y avance de las TIC ha promovido la implementación de dichas tecnologías dentro de los museos cuyo propósito es generar exposiciones más interactivas y atractivas para los visitantes. En este sentido existe una tendencia en los museos por hacer uso de tecnologías vanguardistas tales como la realidad aumentada y la tecnología holográfica que ha sido motivada por crear entornos más reales e inmersivos que conviertan a los visitantes en sujetos más activos.

Se pudo observar que existe un gran interés por hacer uso de la inteligencia artificial en los museos como es el caso del creciente énfasis que se ha mostrado en las investigaciones por estudiar los robots como intermediarios entre los humanos y los artefactos que existen en los museos. Esto es altamente correlacionado con el hecho de que la revista con mayor impacto en la temática sea *Artificial Intelligence*, por lo que se podría considerar que la inteligencia artificial es una fuerte línea de investigación en la interactividad de los museos a través de las TIC.

La evolución a través del tiempo de las investigaciones realizadas en torno a la interactividad de los museos a través de las TIC permite concluir que es un campo bastante amplio y que ha sido abordado desde diferentes dimensiones o temáticas, evidenciando de esta forma la amplitud o profundidad con la que puede ser estudiado. Particularmente se muestra una tendencia en investigar sobre tecnologías que puedan ser implementadas en los museos para contribuir a la educación y al entrenamiento de manera simultánea.

Se lograron identificar diversas temáticas emergentes en el campo de interactividad de los museos a través de las TIC, las cuales coinciden en brindarles a los visitantes experiencias más personalizadas y como tal más atractivas. Estas temáticas se centran en otorgarles a los usuarios un rol protagónico en torno a la transferencia del conocimiento capaz de generar sobre estos una percepción positiva sobre los museos que los incite a volver.

El análisis evidenció que a lo largo de los últimos años se ha presentado un crecimiento constante en el número de publicaciones relacionadas a la interactividad de los museos a través de las TIC, lo que muestra el interés de los autores por investigar sobre el tema. Sin embargo es preciso señalar que existe un desequilibrio a nivel de generación de conocimiento e impacto de las investigaciones asociadas a este campo. En este aspecto, los resultados

mostraron que los autores con una alta participación en la producción de conocimiento frente a la interactividad de los museos a través de las TIC no generan un gran impacto con sus publicaciones dado que no son muy citados.

Aunque ya hace más de un siglo se ha venido estudiando la interactividad de los museos a través de las TIC, el interés por esta temática ha aumentado y más aún ha demostrado ser un campo bastante dinámico y amplio; pues como se pudo observar a lo largo de este estudio son numerosas las líneas de investigación o dimensiones a partir de las cuales puede ser abordado o estudiado este tema. En este sentido existe una diversidad de componentes por estudiar de este campo de investigación, por lo que las futuras investigaciones pueden seguir contribuyendo e innovando para hacer de la interactividad de los museos un campo mucho más dinámico y atractivo de lo que es hoy.

Referencias

- Alwi, A. and McKay, E. (2009). *Investigating online museum exhibits and personal cognitive learning preferences*. Recuperado de <http://www.ascilite.org/conferences/auckland09/procs/alwi.pdf>.
- Apostolellis, P. and Bowman, D.A. (2015). Small group learning with games in museums: Effects of interactivity as mediated by cultural differences. En *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 160-169). Catania, Italy: ACM.
- Boeris, C.E. (2011). Las fuentes de datos en los estudios bibliométricos. En II Jornada de Intercambio y Reflexión acerca de la Investigación en Bibliotecología.
- Bran, L. et al. (2017). Information and Communication Technologies Influence on Family Relationship. *Global Journal of Health Science*, 9 (6), 204-213.

- Buchtová, M. (2012). Interactive Installation Design to Enhance Audience Immersion and Informational Behaviour. En M. Herrlich, R., Malaka and M. Masuch (Ed.), *Entertainment Computing — ICEC 2012* (pp. 453-456). Heidelberg, Germany: Springer.
- Burgard, W. et al. (1998). *The interactive museum tour-guide robot*. Recuperado de <https://www.aaai.org/Papers/AAAI/1998/AAAI98-002.pdf>.
- Cadavid, L., Awad, G. y Franco, C.J. (2012). Análisis bibliométrico del campo modelado de difusión de innovaciones. *Estudios Gerenciales*, 28, 213-236.
- Caggianese, G., Gallo, L. y De Pietro, G. (2014). *Design and preliminary evaluation of a touchless interface for manipulating virtual heritage artefacts*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7081589/>.
- Camps, D. (2008). Limitaciones de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la actividad científica biomédica. *Colombia Médica*, 39 (1), 74-79.
- Christopoulos, D. et al. (2011). *Using Virtual Environments to Tell the Story: "The Battle of Thermopylae"*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5962107/>.
- Ciolfi, L. and McLoughlin, M. (2012). Designing for meaningful visitor engagement at a living history museum. En *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design* (pp. 69-78). Copenhagen, Denmark: ACM.
- Clini, P., Nespeca, R. and Ruggeri, L. (2017). Interactive solutions for learning and communication in the national archaeological museum of marche. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 42, 647-654.

- Confalonieri, R. et al. (2015). Engineering multiuser museum interactives for shared cultural experiences. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 46, 180-195.
- Conti, G. et al. (2009). The role of interactive computer graphics to augment the learning experience of cultural heritage within museums and expositions. En M. Chang and K. Chen-Wo (Ed.), *Learning Culture and Language through ICTs: Methods for Enhanced Instruction* (pp. 153-169). New York, USA: Hershey.
- Correa, J.M., Losada, D. y Jiménez, E. (2012). Ideas y opiniones del educador de museos en relación a las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista Complutense de Educación*, 23 (1), 61-74.
- Devine, K. (2014). *Go your own way: User preference in a time-based virtual heritage world*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7136665/>.
- Dong, S. et al. (2011). The development and evaluation of Chinese digital science and technology museum. *Journal of Cultural Heritage*, 12 (1), 111-115.
- Durieux, V. and Gevenois, P.A. (2010). Bibliometric indicators: Quality measurements of scientific publication 1. *Radiology*, 255 (2), 342-351.
- Fernandes, R., Odete, P. and Rocha, A. (2016). Proposal of a Tangible User Interface to Enhance Accessibility in Geological Exhibitions and the Experience of Museum Visitors. *Procedia Computer Science*, 100, 832-839.
- Fevgas, A. et al. (2014). *The iMuse Virtual Museum: Towards a cultural education platform*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/6878817/>.
- Gaete, J.M. y Vásquez, J.I. (2008). Conocimiento y estructura en la investigación académica: una aproximación desde el análisis de redes sociales. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 14 (5), 1-33.

- Fosh, L., Benford, S. and Koleva, B. (2016). Supporting group coherence in a museum visit. En *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing* (pp. 1-12). California, USA: ACM.
- García, E.R. (2010). Interrelaciones mediáticas entre cine e hipermedios. *Razón y Palabra*, 15 (71), 1-25.
- Gómez, C. (2013). Los museos virtuales como espacios para el aprendizaje. *VIRTUalis*, 4 (8), 35-43.
- Gonçalves, L., Campos, P. and Sousa, M. (2012). M-dimensions: A framework for evaluating and comparing interactive installations in museums. En *Proceedings of the 7th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Making Sense Through Design* (pp. 59-68). Copenhagen, Denmark: ACM.
- Grafe, M., Wortmann, R. and Westphal, H. (2002). *AR-based interactive exploration of a museum exhibit*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/1106945/>.
- Haesen, M. et al. (2009). An interactive coal mine museum visit: Prototyping the user experience. En *2nd Conference on Human System Interactions, 2009. HSI'09* (pp. 546-553). Catania, Italy: IEEE.
- Herrera, A.M. (2015). Una mirada reflexiva sobre las TIC en Educación Superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 17 (1), 1-4.
- Karaman, S. et al. (2016). Personalized multimedia content delivery on an interactive table by passive observation of museum visitors. *Multimedia Tools and Applications*, 75 (7), 3787-3811.
- Kim, W. et al. (2006). Personalized Content Presentation for Virtual Gallery. En Z. Pan et al. (Ed.), *Advances in Artificial Reality and Tele-Existence. Lecture Notes in Computer Science*. Heidelberg, Germany: Springer.

- Kabassi, K. (2016). Evaluating websites of museums: State of the art. *Journal of Cultural Heritage*, 24, 184-196.
- Li, L. and Zhou, J. (2016). Virtual reality technology based developmental designs of multiplayer-interaction-supporting exhibits of science museums: Taking the exhibit of virtual experience on an aircraft carrier in China science and technology museum as an example. En *Proceedings of the 15th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry-Volume 1* (pp. 409-412). New York, USA: ACM.
- Liu, S. and Jia, J. (2009). Design and implementation of virtual culture museum. En *4th International Conference on Computer Science & Education* (pp. 686-689). Nanning, China: IEEE.
- López, R.M. (2013). Diseño de un sistema interactivo orientado al usuario del museo. *Estudios Sobre el Mensaje Periodístico*, 19, 879-885.
- Marfia, G. et al. (2012). Mercator atlas robot: Bridging the gap between ancient maps and modern travelers with gestural mixed reality. En *21st International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN)* (pp. 1-5). Munich, Germany: IEEE.
- Michael, D. et al. (2010). Comparative Study of Interactive Systems in a Museum. En M. Ioannides et al. (Ed.), *Digital Heritage. EuroMed 2010. Lecture Notes in Computer Science*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Mikalef, K. et al. (2013). Does informal learning benefit from interactivity? The effect of trial and error on knowledge acquisition during a museum visit. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 7 (2), 158-175.
- Molano, F. (2016). La historia ambiental urbana: contexto de surgimiento y contribuciones para el análisis histórico de la ciudad. *Anuario Colombiano de Historia Social y de la Cultura*, 43 (1), 375-402.

- Moreno, C. (2013). MeTaEducArte (Método para Talleres de Educación desde el Arte). El arte contemporáneo como medio de expresión en la Educación Infantil y Primaria con uso de TIC. *Estudios sobre el Mensaje Periodístico*, 19, 339-349.
- Moreno, I y Navarro, A. (2013). Comunicación cultural y TIC: la representación accesible de la cultura Chimú. *Historia y Comunicación Social*, 18, 541-554.
- Moritsch, O., Murg S. and Derler, C. (2007). Creating 3D Virtual Exhibitions. En J. Trant and D. Bearman (Ed.), *Proceedings of International Cultural Heritage Informatics Meeting*. Toronto, Canada: Archives & Museum Informatics.
- Narumi, T. et al. (2016). Encouraging People to Interact with Interactive Systems in Public Spaces by Managing Lines of Participants. En S. Yamamoto (Ed.), *Human Interface and the Management of Information: Applications and Services*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Nimnual, R., Chaisanit, S. and Suksakulchai, S. (2010). Interactive virtual reality museum for material packaging study. En *2010 International Conference on Control Automation and Systems (ICCAS)* (pp. 1789-1792). Gyeonggi-do, South Korea: IEEE.
- 78 Panayiotou, S. and Lanitis, A. (2016). Paintings Alive: A Virtual Reality-Based Approach for Enhancing the User Experience of Art Gallery Visitors. En M. Ioannides et al. (Ed.), *Digital Heritage. Progress in Cultural Heritage: Documentation, Preservation, and Protection*. Heidelberg, Germany: Springer.
- Paternò, F. and Mancini, C. (2000). Effective levels of adaptation to different types of users in interactive museum systems. *Journal of the American Society for Information Science*, 51 (1), 5-13.

- Pivec, M. and Kronberger, A. (2016). Virtual Museum: Playful Visitor Experience in the Real and Virtual World. En *2016 8th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-4). Barcelona, España: IEEE.
- Qureshi, S. and Najjar, L. (2017). Information and communications technology use and income growth: Evidence of the multiplier effect in very small island states. *Information Technology for Development*, 23 (2), 212-234.
- Rizvic, S. et al. (2013). Interactive digital storytelling in the Sarajevo survival tools virtual environment. En *Proceedings of the 28th Spring Conference on Computer Graphics* (pp. 109-116). Budmerice, Hungary: ACM.
- Rodríguez, M.B. et al. (2016). Digital Mont'e Prama: Exploring large collections of detailed 3D models of sculptures. *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 9 (4), 18-41.
- Rueda, G., Gerdri, P. and Kocaoglu, D.F. (2007). *Bibliometrics and social network analysis of the nanotechnology field*. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/4349633/>.
- Ruiz, D. (2012). La realidad aumentada: un nuevo recurso dentro de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para los museos del siglo XXI. *Intervención*, 3 (5), 39-44.
- Sánchez, J.M., González, M.P. y Sánchez, M.P. (2012). La sociedad de la información: génesis, iniciativas, concepto y su relación con las TIC. *UIS Ingenierías*, 11 (1), 113-128.
- Terrenghi, L. and Zimmermann, A. (2004). Tailored audio augmented environments for museums. En *Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces* (pp. 334-336). Funchal, Portugal: ACM.

- Umadevi, V. (2013) Case study-centrality measure analysis on co-authorship network. *Journal of Global Research in Computer Science*, 4 (1), 67-70.
- Urbizagástegui, R. y Cortés, M. T. (2002). La productividad de autores en la Revista Geológica de Chile. *Ciencias de la Información*, 33 (2), 15-25.
- Valtolina, S. and Bertino, E. (2007). *Integrating data management and panoramic images for an effective representation of cultural heritage information*. Recuperado de <http://www.archimuse.com/ichim07/papers/valtolina/valtolina.html>.
- Xiao, Z. and Deling, Y. (2016). The expansion of art through cultural postproduction in online virtual museums. En *Proceedings of the Symposium on VR Culture and Heritage-Volume 2* (pp. 51-57). Zhuhai, China: ACM.

Como citar: Echeverri Sánchez, L.C. et al. (2018). Evolución y tendencias investigativas de la interactividad de los museos a través de las TIC. *Revista KEPES*, 15 (18), 45-80. DOI: 10.17151/kepes.2018.15.18.3