

TIC educativas, museos de arte y neuroeducación: la necesidad de construir puentes epistemológicos

Educationa ICT, art museums and neuroeducation: the need to build epistemological bridges

Arturo Moreno Medrano^a

^aDoctorando en educación y elearning UOC,  jipiguarro@uoc.edu

How to cite: Moreno Medrano, A. 2022. TIC educativas, museos de arte y neuroeducación: la necesidad de construir puentes epistemológicos. En libro de actas: CIMED II Congreso Internacional de Museos y Estrategias Digitales. UPV, Valencia, 19-28 de octubre de 2022. <https://doi.org/10.4995/CIMED22.2022.15627>

Resumen

El uso de TIC educativas en los museos de arte han estado ampliamente estudiadas desde la museología y la pedagogía. Dede estos campos se han detectado problemas, carencias y propuestas con el fin de desarrollar todo el potencial de éstas. Proponemos añadir un tercer campo de estudio que se encuentra actualmente en pleno desarrollo: la neuroeducación. Para ello, presentamos, a partir de la construcción de un puente epistemológico en el que confluyan los tres campos, una base teórica y un constructo común en forma de características con el fin de ser usado como herramienta para el desarrollo, análisis y diseño de TIC educativas en los museos de arte.

Palabras clave: *Museología; pedagogía; neuroeducación; TIC educativas; educación patrimonial.*

Abstract

The use of educational ICT in art museums has been extensively studied from museology and pedagogy. From these fields, problems, shortcomings and proposals have been detected in order to develop their full potential. We propose to add a third field of study that is currently under development: neuroeducation. For this, we present, from the construction of an epistemological bridge in which the three fields converge, a theoretical basis and a common construct in the form of characteristics in order to be used as a tool for the development, analysis and design of ICT education in art museums.

Keywords: *Museology; pedagogy; neuroeducation; educational ICT; heritage education.*

1. La problemática de TIC educativas en los museos de arte

La relación museos de arte – educación – TIC ha sido estudiada, observada y categorizada desde hace tiempo, básicamente desde dos perspectivas; de una banda desde la museología y las funciones educativas y sociales de los museos; de otra por la pedagogía y las nuevas corrientes planteadas.

Por desgracia, muchos de estos estudios – principalmente desde la museología – han detectado una histórica falta de eficacia y eficiencia, y de no aprovechar todo el potencial educativo de este tipo de TIC, especialmente en los museos de arte (Asensio, 2003; Pastor, 2004; Fontal, 2003).

1.1. El planteamiento desde la museología y la pedagogía

Desde cada una de las dos disciplinas, se han buscado las diversas causas de esta falta de eficiencia y se han propuesto soluciones teóricas. Así, desde la museología se ha puesto el punto de mira en la concepción de la función educativa del museo de arte, generalmente demasiado focalizada y centrada en una noción pedagógica basada en la experiencia estética (López, 2013), incluso en una visión demasiado elitista del arte; en una visión demasiado lúdica de las actividades educativas programadas (Aguirre, 2013); e incluso en la misma concepción del rol educativo del museo de arte, subordinándolo a otras funciones (Pastor, 2004). Desde la pedagogía se ha apuntado al encorsetamiento de la acción educativa en el aula, apostando por atraer nuevos ecosistemas educativos provenientes de fuera de la escuela (Giroux, 1995). Incluso desde la propia pedagogía museística centrada en las TIC se ha puesto de manifiesto que se están desarrollando TIC con funciones educativas en las que importa más el continente (diseño estético de las TIC, elementos multimedia, ...) que el contenido (Carreras et al., 2005) ante lo cual sería recomendable que la elaboración partiese de un diseño tecnopedagógico previo. Se añade a esto un desarrollo comúnmente conductista de las TIC educativas (Paily, 2013), cuando precisamente el uso de las TIC se adecua más a una concepción constructivista (Stanevljevic et al., 2013; Paily, 2013; Yañez-Aldecoa, 2015).

1.2. La inclusión de la neuroeducación

A estas dos visiones - diferentes pero complementarias - del mismo problema, consideramos indispensable añadir una tercera; la forma en que las comunidades de estudiantes actuales adquieren conocimiento y aprendizaje, muy caracterizado precisamente por el uso constante y masivo de las TIC. Así, mientras la museología analiza el problema y las posibles soluciones desde el punto de vista del museo, y la pedagogía lo hace desde el punto de vista de las escuelas, creemos necesario introducir un tercer elemento centrado en el punto de vista de los educandos. Este punto de vista nos lo da la denominada neuroeducación.

Efectivamente, los avances en el campo de la neurociencia cognitiva, impensable hace unos años, han permitido conocer cada vez con más detalles cómo el cerebro humano adquiere conocimiento y fija el aprendizaje y la memoria, tanto a nivel físico como a nivel bioquímico (Falko, Kuz, 2016). Es por ello por lo que desde hace unos pocos años se ha desarrollado una corriente que, bajo la denominación de neuroeducación, neurodidáctica, o neuropedagogía pretende aplicar de forma práctica todos los avances y evidencias empíricas descubiertas en este campo (Máčajová, 2013).

En el caso de la neuroeducación aplicada a la educación en los museos de arte a través de las TIC, no existe una teoría definida; más bien partimos del concepto de nativo digital y migrante digital, desarrollado por Prensky a principios de la década anterior (Prensky, 2009). Si bien estos conceptos han sido rechazados y refutados por infinidad de estudios, para nuestro estudio nos interesa sobre todo el hecho de que los nativos digitales adquieren conocimiento de forma diferente a los migrantes digitales; es decir, no es una cuestión competencial, sino estructural. Para afianzar esta afirmación, hay estudios que confirman esta forma diferente de adquirir conocimiento. Así lo confirman diversos estudios, como los realizados sobre la plasticidad neuronal en el uso de las TIC educativas, la reducción de la materia gris en usos continuados de TIC educativas, o la alteración de las funcionalidades del sistema límbico (Montag, Diefenbarg, 2018). De igual manera, las TIC en general – y las

educativas entre ellas – presentan características de estímulo supernormal (Ward, 2013), por lo que sus usos difieren de los estímulos habituales en ambientes educativos “tradicionales”.

A partir de esta base teórica, los diversos estudios realizados en este campo nos proporcionan una base empírica suficiente para poder ser aplicada en el diseño de las TIC educativas en los museos de arte, como hemos desarrollado posteriormente.

1.3. La necesidad de construir puentes epistemológicos.

A pesar de la potencial utilidad de esta base empírica, el gran problema detectado por numerosas investigaciones es el cómo aplicar de forma práctica estas evidencias a la acción educativa cotidiana. Ya en los mediados de los años 90 del siglo pasado, Bruer definió este hecho como una brecha epistemológica entre la neurociencia y la acción educativa, apostando por la necesidad de construir puentes epistemológicos entre las diversas disciplinas implicadas (Bruer, 1997). Desde entonces, diversos autores han desarrollado, de forma teórica, cómo se han de construir estos puentes epistemológicos; unas centradas en la elaboración de constructos comunes y formación de profesionales (Benarós et al., 2016), otras inciden en la necesidad de una base práctica, filosófica y en la conjunción de metodologías (Nouri, 2016), y otras más en la propia plasticidad neuronal (Máčajová, 2013) y los procesos E-A (Barrios-Tao, 2016). Pese a sus diferencias, todas tienen unas bases comunes; la necesidad de construir variables comunes a las diversas disciplinas, un marco teórico concreto en el que fundamentarse y una correlación en los resultados que puedan extrapolarse universalmente.

Esta necesidad de construir puentes epistemológicos que acerquen la neurociencia y el resto de las disciplinas no está exenta de dificultades: desde la crítica a la neuroeducación por considerarse una disciplina que repite evidencias ya descritas desde la pedagogía o la psicología (Bowers, 2016), a la existencia de neuromitos entre la población en general (Ansari et al., 2012), pasando por la dificultad de recrear ambientes educativos en el laboratorio de forma natural (Barrios- Tao, 2016).

A todas estas dificultades hemos de añadir otra más relacionada con nuestro objeto de estudio: si todos estos obstáculos, reflejados en los mencionados estudios, se dan pensando en ambientes educativos formales, en el caso de la educación en museos de arte a través de las TIC los estudios son inexistentes, por tanto, sin una base práctica sobre la que construir los mencionados puentes epistemológicos. Precisamente esto es lo que pretendemos solventar en el estudio que presentamos.

2. Objetivos del estudio

Acabamos de exponer la importancia de construir un puente epistemológico que conjugue la museología, la pedagogía y la neuroeducación que nos permita diseñar, desarrollar e implementar TIC educativas en los museos de arte que incremente y alcance todo el potencial que estas herramientas presentan. El objetivo de este estudio parte pues de crear este puente epistemológico, tanto a nivel teórico como a nivel práctico, y que nos ofrezca, por un lado, el estado actual en las TIC educativas presentes en los museos de arte, y, por otro lado, nos permita desarrollar un diseño tecnopedagógico que contemple todas las características detectadas en una fase posterior.

Para todo ello, el paso fundamental es anular la brecha epistemológica existente y, para ello, hemos seguido las recomendaciones dadas por los diversos autores provenientes de la neuroeducación. Así, considerando los pasos necesarios marcados por dichas recomendaciones (Benarós et al., 2016; Nouri, 2016; Barrios-Tao, 2016; Máčajová, 2013) hemos establecido como objetivos los siguientes desarrollos:

Conformar una base teórica común en la que se reconozcan aspectos defendidos en las teorías museológicas y pedagógicas relacionadas con el uso de TIC educativas en los museos de arte; así como las evidencias empíricas provenientes de la neuroeducación.

A partir de la base teórica común, reconocer las características imprescindibles que cada disciplina considera para el desarrollo y uso de TIC educativas en los museos de arte y para un potencial diseño tecnopedagógico basado en esta base común.

Reconocer y reorganizar estas características según su naturaleza similar, atendiendo a las similitudes entre ellas y agruparlas según esta naturaleza.

Crear, a modo de constructo común, una serie de características basadas en la teoría común propuesta y que puedan servir tanto de rúbrica para analizar la adecuación de las TIC educativas de cualquier museo de arte a esta base teórica, así como de guía para el diseño tecnopedagógico de TIC educativas en museos de arte.

Se trata, pues, de crear nuestro puente epistemológico a partir del reconocimiento de una base teórica que nos permita así crear y reconocer las características que deberían tener las TIC educativas en los museos de arte basadas en esta base teórica común.

3. Desarrollo de la propuesta: Construcción de la base teórica y el constructo común

Tal como hemos indicado en el punto anterior, el desarrollo que hemos seguido ha sido primero caracterizar la base teórica, para posteriormente crear las características que conformaran el constructo común a partir del reconocimiento de las características propias de cada disciplina.

3.1. Base teórica

Como ya hemos comentado en el punto anterior, la construcción de un puente epistemológico ha de sustentarse en una base teórica común que aglutine concepciones de las diversas disciplinas (Nouri, 2016).

Quizás el marco teórico más obvio proviene de la pedagogía crítica, basada en la evolución del concepto de constructivismo. Es cierto que hay otras teorías pedagógicas igualmente válidas, pero diversos autores han mostrado cómo ésta es la que más se adecua al uso de TIC educativas, al poner el énfasis en la colaboración, la participación y en un sistema bidireccional de estímulos (Stanisavljenic et al., 2013). Precisamente en el constructivismo, el propio concepto de TIC se define y caracteriza por una comunicación activa, un canal bidireccional que se da entre la máquina y el usuario. Esta comunicación activa y su bidireccionalidad enlazan directamente con una de las premisas principales del constructivismo; el autoconcepto del educando, relacionado con la construcción del conocimiento y la subjetividad subordinada a los sentidos (Ramírez, 2013). En un segundo plano, el conocimiento se enriquece y se asienta a través de la colaboración, la participación y la creación de contenidos, conceptos que las TIC educativas permiten de forma sencilla y común (Paily, 2013).

El marco teórico museológico está menos definido, ya que las últimas teorías no dejan de ser actualizaciones y puestas al día de la ya lejana Nueva Museología desarrollada por Riviere. Así, en el Museo Total, desarrollado por Wagensberg, se incide en la interactividad, diferenciando, de menos eficiente a más, entre interactivos hand-on (manipulación), interactivos mind-on (procesos mentales) e interactivos heart-on (relaciones emocionales), pudiendo darse la existencia de un solo tipo o la combinación de varios (Wagensberg, 2006). En el Postmuseo (Hooper-Greenhill, 2007) se da una idea complementaria a ésta, en donde se diferencia entre actividades pasivas, actividades interactivas y actividades experimentales. En los últimos años un marco teórico cada vez más prominente, autodenominado Museología Crítica. Quizás una de las voces más firmes a favor sea Shelton, quien acusa de la perpetuación de una visión demasiado academicista, elitista y etnocéntrica (Shelton, 2001) a los museos occidentales, apostando por promover una visión más subjetiva, emocional y alejada de los discursos establecidos por la institución (Shelton, 2001). En una posición parecida, otros autores abogan por transformar el museo de forma definitiva a un verdadero motor de cambio social (Williams, 2017). Conceptualizando el museo de arte a partir de todas estas teorías, el concepto teórico proveniente de la museología se centra primordialmente en el concepto de museo social, abierto, interactivo y experimental.

Por último, definir el marco teórico de la neurociencia cognitiva no es sencillo en el plano que nos situamos, debido a que nos centramos más en las evidencias empíricas obtenidas desde esta disciplina que no a una concepción teórica de ésta, como hemos comentado anteriormente. Ya hemos puesto de manifiesto anteriormente, la idea de nativo digital como adquisición de conocimiento, así como diversas evidencias empíricas (Ward, 2013; Finger, 2001). Así, el marco teórico dependiente de la neuroeducación se basa en que la adquisición de conocimiento y memoria a través de las TIC educativas presenta muchas diferencias respecto a la adquisición por otras vías y que ésta tiene unas características concretas.

3.2. Definición, reconocimiento y agrupación de las características de cada disciplina

Una vez que hemos caracterizado el marco teórico, el siguiente paso que hemos marcado ha sido definir conformar las diferentes características propias de cada disciplina. Tal como hemos expuesto, hemos identificado las características reconocidas en las teorías museológicas y pedagógicas, además de las evidencias empíricas provenientes de los diversos experimentos realizados en el campo de la neurología cognitiva y agruparlas. Para ello, hemos realizado un exhaustivo análisis bibliográfico, reconociendo estas características. Así, las características que hemos reconocido son las siguientes:

- Desde la pedagogía detectamos características relacionadas con la asunción de diversos puntos de vista, con la creación de comunidades de aprendizaje, del carácter crítico del proceso educativo...
- Desde la neurología, las variables han de provenir de los conceptos de emoción, atención, curiosidad, los diversos tipos de memoria y las formas de potenciarlos, y las funciones ejecutivas, de su funcionamiento a nivel cerebral y de cómo potenciarlas y favorecerlas.
- Desde la museología, las características detectadas provienen del binomio significado/significante, en relación con la función social, en relación con el contexto educativo, el uso de emociones universales, uso de narrativas, relación con el mundo real, relación con problemas cotidianos y resultados variables.

De forma detallada, las diferentes características detectadas son las reflejadas en la tabla siguiente:

Museología	Pedagogía	Neurociencias
Control sobre elección de obras de arte	Compartir conocimientos.	Evocación emociones naturales primarias
Relación con aspectos culturales propios	Evaluación y autoevaluación experiencias previas.	Repetición evocativa de estímulos.
Relación con el mundo real	Interpretación propia.	Uso de ventanas temporales.
Relación con problemáticas actuales.	Interpretaciones múltiples.	Sistema de recompensas y placer.
Uso de emociones	Planificación conjunta.	Combinación de lenguaje y memoria
Uso de diversas narrativas	Generación de contenidos i de información.	Cambios de estímulos visuales.
Experiencias <i>hand-on</i> , <i>mind-on</i> y <i>heart-on</i> .	Toma de decisiones conjuntas.	Tiempo atencional proporcional.
Control del proceso E-A por parte de los educandos.	Colaboración y participación.	Control del tiempo y el espacio.
Construcción de contenidos.	Relación horizontal educando/educador.	Uso del sistema olfativo o su evocación.
Planteamiento de preguntas diversas.	Diseño del problema y las preguntas.	Impulso en la creación de expectativas.
Resultados variables según la visión propia.	Concepción de los problemas asociados.	Relación con experiencias previas.
Resultados públicos y compartidos.	Recreación de las características del problema.	Uso del sistema auditivo.
Decisiones sobre la museografía.	Retroalimentación de la información.	Manipulación del priming anterior al original.
Creación de contenidos.	Utilidad y significación social.	Formación gradual y sostenida en el tiempo.
Soluciones variables.	Confección de normas comunes.	Tiempo proporcional a la sintetización de proteínas y mielinización.
Colaboración en definición de tareas.		Impulsos de las relaciones sociales.
Trabajo en equipo.		
Decisiones horizontales.		
Trabajo online asincrónico.		
Uso de los sentidos.		
Movimiento corporal.		

Tabla 1. Variables por disciplinas



A partir de la definición de las características de la tabla anterior, hemos podido observar que hay algunas que, o bien comparten naturaleza, o bien comparten finalidad. Es por ello por lo que las hemos reagrupado siguiendo cuatro naturalezas: sentidos (todas aquellas variables relacionadas con aspectos sensoriales), emociones (aquellas variables basadas en estímulos emocionales), control E-A (variables centradas en el control del aprendizaje) y construcciones sociales (aquellas basadas en la relación con el entorno social del museo). Así, la reagrupación obtenida es:

Sentidos	Emociones	Control E-A	Const. Sociales
Uso ventanas temporales.	Interpretación propia.	Interpretación múltiple.	Compartir conocimientos.
Combinación lenguaje i memoria.	Compartir conocimientos.	Evaluació propia.	Generación de contenidos públicos.
Canvio de estímulos visuales.	Autoevaluación.	Compartir conocimientos.	Concepción de problemas asociados.
Uso del tiempo atencional.	Evocación emociones naturales.	Planificación.	Utilidad y significación social.
Uso del sistema olfativo o evocación.	Uso del sistema de recompensas y placer.	Generación de contenidos.	Relaciones sociales.
Uso del sistema auditivo.	Creación de expectativas.	Toma de decisiones.	Confección de normas comunes.
Movimiento corporal.	Relación con experiencias previas.	Colaboración y participación.	Construcción de contenidos.
Evocación constante de estímulos.	Uso del proceso de <i>priming</i> .	Relaciones horizontales.	Resultados variables y públicos.
Uso del sistema visual en diversas formas.	Uso de la ventana de sintetización de proteínas.	Diseño del problema y las preguntas.	Compartir resultados.
Evocación de los sistemas gustativos.	Uso de diferentes narrativas.	Control del tiempo y el espacio.	Relación de los aspectos culturales al mundon real y problemáticas cotidianas.
Evocación del sistema tacitomanipulativo.		Formación gradua y sostenida en el tiempo.	
		Relaciones sociales.	
		Control de las obras de arte escogidas.	
		Creación de contenidos.	
		Trabajo online asincrónico.	

Tabla 2. Variables por grupos

4. Resultados: Características propias de la base teórica común

La agrupación de las diversas características de cada campo por naturaleza realizada ya podría ser considerada como constructo común y ser usada tanto para analizar TIC educativas de los museos de arte que conformaran una población estadísticamente válida, como para usarlas de base en un diseño tecnopedagógico fundamentado en la base teórica común propuesta. Aun así, hemos considerado añadir además clasificaciones realizadas por otros autores, con el fin de afinar y contextualizar más los datos observados. Así, en el grupo de Sentidos, hemos usado la clasificación realizada por Stanisavljenic et al. en la que diferencian inputs (estímulos del usuario hacia la TIC) y outputs (estímulos de la TIC hacia el usuario) sensoriales, de tal manera que hemos diferenciado entre estímulos sensoriales o su evocación (Stanisavljenic et al., 2013). De igual manera, hemos tenido presente la clasificación de tipos de TIC presentes en los museos realizada por Lloch y Santacana a la hora de caracterizar las diversas redes sociales (Lloch, Santacana, 2010). Por tanto, el grupo de variables definitivo usado es el siguiente:

	VARIABLES	RANGO (1-5)		VARIABLES	RANGO (1-5)		VARIABLES	RANGO (1-5)
SENTIDOS	Uso de ventanas temporales		EMOCIÓN	Autoevaluación		CONTROL A-E	Interpretación múltiple	
	Uso del tiempo atencional			Uso del sistema de recompensas y placer			Planificación	
	Evocación del sistema olfativo/gustativo			Uso del proceso de <i>priming</i>			Generación de contenidos	
	Uso del sistema auditivo 1 (Voces)			Uso de la ventana de sintetización proteínas			Toma de decisiones	
	Uso del sistema auditivo 2 (Música)			Interpretación propia			Colaboración y participación	
	Uso del sistema auditivo 3 (Sonido ambiental)			Compartir conocimientos			Relaciones horizontales	
	Uso del sistema auditivo 4 (Grabación)			Evocación emociones naturales			Diseño del problema y las preguntas	
	Evocación del movimiento corporal			Creación de expectativas			Formación gradual y sostenida en el tiempo	
	Combinación lenguaje y memoria			Relación con experiencias previas			Relaciones sociales	
	Cambios de estímulos visuales			Uso de diversas narrativas			Control de la elección obras de arte	
	Evocación constante de estímulos				Trabajo online asincrónico			
	Uso del sistema visual 1 (Texto/Hipertexto)		CONSTRUCCIONES SOCIALES	VARIABLES	RANGO (1-5)			
	Uso del sistema visual 2 (Videos/animaciones)			Contenido públicos				
	Uso del sistema visual 3 (Realidad virtual/aumentada)			Concepción de problemas asociados				
	Uso del sistema visual 4 (Escritura/Dibujo)			Utilidad y significación social				
Uso del sistema visual 5 (Grabación mimica/gestual)		Relaciones con el entorno social.						
Uso del sistema tacto-manipulativo 1 (Teclar/Apuntar/Clickar/Arrastrar)		Resultados variables						
Uso del sistema tacto-manipulativo 2 (Grabación)		Relación de aspectos culturales al mundo real						
Uso del sistema tacto-manipulativo 3 (Manipulación manual)		Relación con problemáticas cotidianas						
Uso del sistema tacto-manipulativo 4 (Manipulación corporal)								

Tabla 3. Variables definitivas

La definición de cada característica, según la tabla anterior es la siguiente:

- **Grupo Sentidos:**

- **Uso de ventanas temporales:** La actividad está pensada para ser usada en los momentos del día más mentalmente productivos, según las evidencias. Estos momentos son normalmente a media mañana (entre las 9:00 y las 12:00), y poco después de media tarde (hacia las 17:00 horas).
- **Uso del tiempo atencional:** El tiempo de duración de la actividad tiene en cuenta el tiempo máximo de atención cerebral. Según diversos estudios, éste sería de unos 50 minutos.
- **Evocación del sistema gustativo/olfativo:** Evocación de forma indirecta o directa, de estímulos relacionados con el gusto o el olfato.
- **Evocación del movimiento corporal:** La actividad evoca, ya sea directamente o a través de descripciones, movimientos corporales.
- **Combinación de lenguaje y memoria:** Se busca relacionar cualquier estímulo sensorial usado en el proceso educativo con el objeto patrimonial de forma verbalizada.
- **Cambio de estímulos visuales:** La actividad contiene diversas formas de estímulos visuales que van cambiando a lo largo de ésta, cambiando el foco atencional de una a otra.
- **Evocación constante de estímulos:** El recurso alterna de forma constante entre diferentes estímulos sensoriales. La forma más común, es el uso de estímulos auditivos y visuales en un vídeo/animación.
 - **Uso de estímulos auditivos:** La actividad contiene algún tipo de sonido, en cualquiera de sus formas: voces (1) música (2), sonido ambiental (3) y/o permite grabaciones sonoras por parte del usuario (4).

- **Uso de estímulos visuales:** El recurso se sustenta en algún soporte visual, en cualquiera de sus formas: textos/hipertextos (1), vídeos/animaciones (2), realidad virtual/realidad aumentada (3) y/o permiten al usuario escribir/dibujar (4) o grabar movimientos/representaciones (5).
- **Uso del sistema tacto-manipulativo:** Durante la realización de la actividad, el interactivo demanda alguna acción tacto-manipulativa en cualquiera de sus formas: Teclear/apuntar/clicar/arrastrar con algún dispositivo (1), evoca movimientos en grabación (2), y/o anima a realizar un movimiento manual (3) o corporal (4).
- **Grupo Emociones:**
 - **Autoevaluación:** La actividad contempla que los educandos puedan autoevaluar sus propios resultados.
 - **Sistema de recompensa/placer:** El recurso acaba con el ofrecimiento de cualquier forma de recompensa al usuario que pueda generar un placer en forma de segregación de neuroreceptores; las formas más comunes son una felicitación en forma de animación o mostrar al usuario si nivel de aciertos en un quiz.
 - **Proceso de priming:** El proceso educativo se sustenta en información previa propia del usuario, sobre la cual se desarrolla la publicación. La forma más común de llevar a cabo este proceso es a través de una emoción universal (por ejemplo, hacer que el usuario recuerde una situación emocional propia, como una situación de miedo o de amor, sobre la cual desarrollar la actividad).
 - **Uso de ventanas de sintetización de proteínas:** Se tienen en cuenta los tiempos en los que se dan picos de sintetización de proteínas, según las evidencias empíricas provenientes de la neurología. Estos picos se dan a los 50 minutos para la formación de memoria, a la hora y media para la transformación a memoria de largo término, y a las 24 horas para la fijación de esta memoria.
 - **Interpretaciones propias:** La actividad permite interpretaciones a partir de sus propias emociones, que no han de ser las mismas para cada usuario (uno puede sentir tristeza mientras otro puede sentir rabia).
 - **Compartir conocimientos:** Se incentiva a los usuarios a que puedan compartir conocimientos previos sobre las preguntas, problemas o actividades propuestas.
 - **Evocación de emociones:** El recurso evoca, en su discurso educativo, a diferentes emociones universales.
 - **Creación de expectativas:** La actividad incluye una introducción que crea una serie de expectativas a los educandos sobre el desarrollo y finalización de ésta.
 - **Relación con experiencias propias:** El recurso relaciona su discurso educativo a la experiencia de cada usuario.
 - **Uso de diversas narrativas:** La publicación reclama, que los usuarios puedan exponer con el resto sus propias narrativas en torno al objeto patrimonial.
- **Grupo Control A-E:**
 - **Interpretaciones múltiples:** El recurso permite a que los usuarios creen sus propias interpretaciones, dando importancia al punto subjetivo.
 - **Planificación:** La actividad incentiva a que los educandos planifiquen según sus expectativas, experiencias e intereses el desarrollo de ésta.
 - **Generación de contenidos:** Dentro del proceso se busca activamente que los usuarios generen cualquier tipo de contenidos relacionados con la actividad.

- **Toma de decisiones:** Ante cualquier elección múltiple en el desarrollo de la actividad, ésta permite a los usuarios escoger sus propias decisiones, sin que ésta sea rígidamente dirigida.
 - **Colaboración y participación:** La actividad anima a colaborar y participar a los usuarios, estableciendo un feedback y un canal bidireccional (o multidireccional).
 - **Relaciones horizontales:** El rol educador/educando se desdibuja en su forma más rígida, permitiendo a los segundos algún tipo de dirección de la actividad.
 - **Diseño de problemas y preguntas:** La actividad educativa busca que los usuarios creen sus propias preguntas y los problemas asociados al objeto patrimonial.
 - **Formación gradual y sostenida en el tiempo:** Relacionada, con el uso de sintetización de proteínas, la actividad está diseñada de tal manera que permite su desarrollo durante diversas jornadas o sesiones que comporta diversos días.
 - **Relaciones sociales:** La actividad fomenta el trabajo en grupo y colaborativo, en detrimento del trabajo individual.
 - **Control de elección de obras de arte:** El recurso permite escoger, de entre un grupo variado, qué obras formaran parte de la actividad.
 - **Trabajo online asincrónico:** permite que la actividad se pueda desarrollar sin tiempos marcados, es decir, sin un horario concreto que regule las acciones a realizar para obtener los resultados esperados.
- **Grupo Construcciones Sociales:**
 - **Contenidos públicos:** La actividad incentiva que los usuarios publiquen por sí mismos cualquier actividad, resultado o reflexión relacionada con ésta.
 - **Concepción de problemas asociados:** Se busca que los educandos puedan conectar los problemas planteados en la actividad con problemáticas propias de los usuarios.
 - **Utilidad y Significación social:** Se busca que los usuarios puedan relacionar el objeto patrimonial con cualquier aspecto social.
 - **Relaciones con el entorno social:** Se da una serie de conexiones entre los objetos patrimoniales y el entorno social más cercano al museo/escuela
 - **Resultados variables:** La actividad incentiva que los resultados varíen según las realidades sociales tratadas y trabajadas en el desarrollo de ésta.
 - **Relación con aspectos del mundo real:** La actividad educativa contiene referentes a aspectos conocidos del usuario y que forman parte del mundo en el que conviven.
 - **Relación con problemáticas cotidianas:** La actividad educativa busca conexiones a cualquier aspecto que forme parte del día a día y rutina cotidiana del usuario.

A partir de estas características, podemos realizar diversos estudios y aplicaciones con ellas, planteándonos diversas preguntas de investigación y marcando objetivos directos. Nuestra intención es pues, dar naturaleza de herramienta a estas características, a este constructo común, habiendo construido así el puente epistemológico que nos habíamos propuesto.

No obstante, consideramos que hay tres funciones principales en las que esta herramienta podría ser muy útil y donde su potencialidad se desplegaría plenamente:

- Análisis de las TIC educativa de una población de museos de arte: Transformando las características en variables estadísticas cualitativas, podemos analizar hasta qué punto las TIC educativas de uno o varios museos de arte se adecuan a la base teórica propuesta. A partir de los datos obtenidos, se pueden realizar diversos análisis estadísticos (frecuencias, hipótesis cero, correlaciones, ...) que nos identifiquen las carencias y las

fortalezas de estas TIC educativas, así como reconocer qué características se deberían potenciar, cuales se presentan más asiduamente, etc...

- Análisis de la utilidad de las características propuestas: De forma similar, se pueden realizar estudios estadísticos que muestren el nivel de potencialidad de estas características entre los usuarios de las TIC educativas de uno o varios museos de arte. Esto implicaría también realizar observaciones con los educandos/usuarios, tanto en el propio museo como fuera de éste (en las escuelas, principalmente), con tal de obtener datos que nos mostrasen la utilidad de esta herramienta.
- Diseñar TIC educativas de uno o varios museos de arte a partir de un diseño tecnopedagógico centrado en esta herramienta: A partir de las características propuestas y, especialmente de las agrupaciones, diseñar TIC educativas que se adscriban a la base teórica desarrollada, dando como resultado una serie de TIC educativas que reflejen las sinergias dadas entre la museología, la pedagogía y la neuroeducación.

Por todo esto consideramos que todo lo desarrollado hasta este punto es un punto de partida hacia futuras aplicaciones e investigaciones, una herramienta que permita partir de la confluencia de las tres disciplinas para analizar, diseñar, desarrollar y aplicar TIC educativas en donde la museología, la pedagogía y la neuroeducación se reconozcan.

5. Conclusiones

Como acabamos de indicar, la herramienta que defendemos, en forma de características comunes que pueden ser usadas como variables, como rúbrica o como guía, ha de ser un punto de inicio, una base sobre la que sustentar diversas y variadas aplicaciones e investigaciones.

En otro orden de magnitud, la construcción de un puente epistemológico centrado en el uso de TIC educativas desarrolladas por los museos de arte presenta dos hándicaps bien diferenciados. Por un lado, como hemos comentado, las escasas publicaciones e investigaciones sobre el uso de la neuroeducación centrada en aspectos prácticos educativos TIC se han centrado casi de forma exclusiva en ambientes de la educación formal o en la resolución de problemas cognitivos (discalculia, dislexia, TDA, etc...); así que una investigación –y por tanto, la construcción de puentes epistemológicos– en ambientes considerados como educación no formal (como la dada en los museos de arte) no tiene apenas precedentes.

El otro hándicap presente es la misma concepción del rol educativo de muchos museos de arte. Ya hemos comentado que un puente epistemológico ha de crearse necesariamente de las sinergias surgidas entre el museo (museología), las escuelas y el profesorado (pedagogía), y la forma de aprender de los educandos (neuroeducación). Esto implica una mayor colaboración entre escuelas y museos de arte, además de la necesaria cesión del control del proceso A-E hacia los educandos. Hemos visto, a través de la revisión bibliográfica, que precisamente uno de los problemas detectados en el uso de las TIC educativas en los museos de arte es precisamente la reticencia por parte de algunos museos de ceder este control, tal como se denuncia de forma insistente desde la Museología Crítica. De igual manera, la Pedagogía Crítica insiste en la necesidad de abrir la educación a otras esferas sociales, como debería ser un museo de arte.

Por todo esto, consideramos necesario y urgente comenzar a diseñar las TIC educativas de los museos de arte siguiendo las premisas propuestas, en colaboración con las escuelas/profesorado. Es posible que este modelo que presentamos necesite varias revisiones y reacondiciones (a través de evaluaciones y autoevaluaciones, otro de los puntos flojos de la educación en los museos de arte), precisamente por la falta de precedentes. Aun así, creemos firmemente que este modelo tiene potencialidad para ser una base sobre la que diseñar TIC educativas adaptables a cada realidad social y educativa, eficientes y eficaces según los objetivos educativos marcados por cada comunidad educativa de la que forme parte el museo de arte, y adecuadas a las nuevas formas de aprendizaje.

6. Referencias

- AGUIRRE, F. (2013). El papel de la educación en el acceso democrático a la cultura y las artes. *Encuentros y desencuentros entre la escuela y el museo. Pensamiento, Palabra y Obra*, 10, pp.6-10.
- ANSARI, D., DE SMEDT, B. y GABNER, R.H. (2012). Neuroeducation: A Critical Overview of an Emerging Field. *Neuroethics* 2, 5, pp.105-117.
- ASENSIO, M., POL, E. (2003). Aprender el museo. *Íber: Didáctica de Las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 36, pp.62-77.
- BARRIOS-TAO, H. (2016). Neurociencias, educación y entorno sociocultural. *Educ.*, 19(3), pp.395-415.
- BENARÓS, S., LIPINA, S.J., SEGRETIN, M.S., HERMIDA, M.J., COLOMBO, J.A. (2010). Neurociencia y educación:hacia la construcción de puentes interactivos. *Revista Neurol*, 50(3), pp.179-186.
- BOWERS, J. S. (2016). The practical and principled problems with educational neuroscience. *Psychol Rev.*, 123(5), pp.600-612.
- BRUER, J.T. (1997). Education and the brain: a bridge too far. *Educational Researcher*, 26, pp.4-16.
- CARRERAS, C., MUNILLA, G., BARRAGÁN, C. y FERRAN, N. (2005). *Patrimonio Digital: un nuevo medio al servicio de las Instituciones culturales*. Barcelona: Ed. UOC.
- FALCO, M. y KUZ, A. (2016). Comprendiendo el aprendizaje a través de las neurociencias, con el entrelazado de las TICs en educación. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 17, pp.43-51.
- FINGER, S. (2001). *Origins of Neuroscience: A History of Explorations and Brain Functions*. Oxford. Oxford University Press.
- FONTAL, O. (2003). *La educación patrimonial: teoría y práctica para el aula, el museo e Internet*. (O. Fontal Merillas, Editor.) (1st ed.). Gijón. Trea Ediciones.
- GIROUX, H. A., BECKER, C. y WIENS, A. (1995). *The artist in society: Roles, rights, and responsibilities*. Chicago. Chicago New Art Association and New Art Examiner Press.
- HOOPER-GREENHILL, E. (2007). *Museums and Education; Purpose, Pedagogy, Performance*. London. Eileen Hooper-Greenhill Editions.
- LLONCH, N. y SANTACANA, J. (2010). *Claves de la Museografía Didáctica*. Lleida. Milenio.
- LÓPEZ, V. (2013). La Museografía de los Museos de Arte: un Modelo en Proceso de Cambio. *Anales de Historia Del Arte*, 23, pp.461-470. https://doi.org/10.5209/rev_ANHA.2013.v23.41928
- MÁČAJOVÁ, M. (2013). Danger of using computers by students primary and secondary schools. *Technológia Vzdělání*, 21(3), pp.19-27.
- MONTAG, C. y DIEFENBACH, S. (2018). Towards homo digitalis: Important research issues for psychology and the neurosciences at the dawn of the Internet of Things and the digital society. *Sustainability*, 10(2), p.415. <https://doi.org/10.3390/su10020415>
- NOURI, A. (2016). The basic principle of research in neuroeducation studies. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 4(1), 59-66.
- PAILY, M.U. (2013). Creating Constructivist Learning Environment: Role of “Web 2.0” Technology. *International Forum of Teaching and Studies*, 9(1), pp.39-50. <https://www.researchgate.net/publication/309160632>

- PASTOR, M.I. (2004). *Pedagogía museística: nuevas perspectivas y tendencias actuales* (2a Edició). Barcelona. Editorial Ariel.
- PRENSKY, M. (2009). Homo Sapiens Digital: From Digital Immigrants and Digital Natives to Digital Wisdom. *Journal of Online Education*, 5(3), pp.1-9.
- RAMÍREZ, J.L. (2013). Humanización del aprendizaje en la era de la información: una arista andragógica. *Actualidades Investigativas En Educación*, 13(3), pp.1-18.
- SHELTON, A.A. (2001). Unsettling the Meaning: Critical Museology, Art and Anthropological Discourse. En M. Bouquet (Ed.), *Academic Anthropology and the Museum: Back to the future*. (pp.142-161). New York: Nergahn Books.
- STANISAVLJEVIC, Z., NIKOLIC, B., TARTALJA, I. y MILUTINOVIC, V. (2013). A classification of eLearning tools based on the applied multimedia. *Multimedia Tools and Applications*, pp.1-38. <https://doi.org/10.1007/s11042-013-1802-4>
- WAGENSBERG, J. (2006). *Cosmocaixa: El Museu Total*. Barcelona: Sacyr SAU.
- WARD, A.F. (2013). Supernormal: How the Internet is changing our memories and our minds. *Psychological Inquiry*, 24, pp.341-348.
- WILLIAMS, M.E. (2017). A Noble Balancing Act: Museums, Political Activism and Protest Art. *Museum International*, 69(3-4), pp.66-75. <https://doi.org/10.1111/muse.12173>
- YÁÑEZ-ALDECOA, C., OKADA, A. y PALAU, R. (2015). New learning scenarios for the 21st century related to Education, Culture and Technology. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*, 12(2), 87. <https://doi.org/10.7238/rusc.v12i2.2454>