

Inteligencia Artificial y patrimonio cultural: una aproximación desde las Humanidades Digitales

Artificial Intelligence and cultural heritage: an approach from the Digital Humanities

Luis Miguel García Velázquez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia
Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen

Se presenta una visión panorámica de aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el sector de patrimonio cultural, organizadas en tres líneas: (1) la documentación digital y la conservación del patrimonio escultórico y arquitectónico; (2) la gestión, la difusión y el estudio de colecciones digitales a partir del enriquecimiento de sus metadatos y la interacción con las comunidades interesadas en ellas; y (3) los enfoques de investigación interdisciplinar que aprovechan herramientas de aprendizaje automático para realizar lecturas macroscópicas de grandes conjuntos de obras artísticas, extendiendo las metodologías de los estudios de la imagen. Se retoman claves desde las Humanidades Digitales para sugerir rutas de acción que permitan a las instituciones culturales enfrentar los desafíos que supone el horizonte de posibilidades descrito.

Palabras clave: inteligencia artificial, aprendizaje automático, humanidades digitales, patrimonio cultural, patrimonio digital

Abstract

A panoramic vision of Artificial Intelligence applications in the cultural heritage sector is presented. These are organized in three groups: (1) digital documentation and conservation of sculptural and architectural heritage; (2) management, dissemination and study of digital collections based on the enrichment of their metadata and the interaction with the communities interested in them; and (3) interdisciplinary research approaches that use machine learning tools to perform macroscopic readings of large sets of artistic works, extending the methodologies of image studies. This approach uses the Digital Humanities as a starting point to propose routes to face the challenges experienced by cultural institutions in the horizon of possibilities described.

Key words: artificial intelligence, machine learning, digital humanities, cultural heritage, digital heritage

Cómo citar este artículo: Luis Miguel García Velázquez, “Inteligencia Artificial y patrimonio cultural: una aproximación desde las Humanidades Digitales”, en *Dicere*, núm. 4 (julio-diciembre 2023), pp.180-191.

Recibido: 3 de marzo de 2023 • **Aprobado:** 23 de marzo de 2023

El crecimiento acelerado de las colecciones digitales en el sector del patrimonio cultural ha impulsado el desarrollo tecnológico para automatizar diversos procesos asociados con su organización, preservación, estudio y difusión. Si bien no todos los enfoques computacionales aplicados en estas áreas utilizan técnicas de Inteligencia Artificial (IA), este campo de conocimiento ofrece un amplio horizonte de posibilidades para enfrentar problemáticas críticas y expandir los modos tradicionales de acción sobre los objetos digitales, insertos en un escenario de constante cambio tecnológico.

Algunas tareas específicas relacionadas con el sector de patrimonio cultural, que han tenido avances significativos desde la IA, son: la visualización y la gestión de colecciones en plataformas digitales, el robustecimiento de los mecanismos de búsqueda que faciliten el descubrimiento de piezas de información relevantes para los intereses de la comunidad usuaria y de investigación, la adición de servicios de usabilidad -como la traducción automática-, el análisis de audiencias, la extracción de conocimiento a partir de representaciones de objetos de patrimonio cultural y el enriquecimiento de las colecciones con la adición de metadatos de calidad. Estos desarrollos organizan la interacción entre personas y computadoras para automatizar procesos que manipulan grandes volúmenes de información y que consumirían considerables cantidades de tiempo al realizarse de forma manual; sin embargo, al hacerlo también proponen nuevas formas de relación entre los públicos y las colecciones, al tiempo que reconfiguran los modos de producción del conocimiento.

La mayoría de los algoritmos desarrollados para atender los rubros antes descritos pertenecen al subcampo de la IA denominado Aprendizaje Automático (AA), que agrupa un conjunto

de técnicas para incrementar la funcionalidad de un método computacional frente a una tarea específica mediante un periodo de entrenamiento, es decir, a través de un procesamiento iterativo de datos que permite incrementar su eficacia. Cuando este ejercicio involucra el análisis de ejemplos previamente etiquetados se denomina aprendizaje supervisado; en esta vertiente, el desarrollo del algoritmo medirá su efectividad en función de la correcta asignación de etiquetas a ejemplos que no había procesado antes. En contraste, el aprendizaje no supervisado analiza las características de interés en un conjunto de datos sin etiquetar e interpreta su distribución utilizando reglas matemáticas, esto con la intención de identificar regularidades y cuantificar similitudes que faciliten una clasificación pertinente para cada escenario de interés.

Las Humanidades Digitales (HD) ofrecen una plataforma para la reflexión crítica sobre los vínculos, las posibilidades y las limitaciones al diseñar e implementar una investigación interdisciplinaria que integre a las ciencias computacionales y a las humanidades. Esta mirada propone que los desarrollos tecnológicos sucedan dentro de ciclos de constante retroalimentación entre las personas y los algoritmos, que iluminen rutas hacia una transformación progresiva de las prácticas, las preguntas y los estándares de investigación y ejercicio profesional. En el presente texto haremos un recorrido por tres secciones que nos permitirán visibilizar la integración de la IA dentro de las ciencias del patrimonio, desde la perspectiva de las HD; esta vista panorámica nos dará elementos para sugerir pautas de acción frente al desafío de sostener los avances hacia el horizonte de aplicaciones potenciales de la IA en el sector de patrimonio cultural.

En el primero de estos apartados revisaremos avances en materia de documentación digital de objetos tridimensionales y patrimonio arquitectónico, que proponen aprovechar las características de interactividad y dinamismo de este soporte para ampliar el potencial de la conservación como un proceso adaptativo. La segunda sección abordará usos de la IA para adicionar capas de información a los objetos de una colección digital, que permitan ampliar la legibilidad en un documento y propiciar que la comunidad usuaria descubra información de su interés, al tiempo que habilitan a la comunidad de investigación especializada para identificar piezas individuales insertas en grandes volúmenes documentales y generar conocimiento sobre ellas.

En el tercer apartado revisaremos las posibilidades que ofrece una mirada macroscópica para proponer nuevas rutas de exploración teórica a partir de grandes colecciones digitales de objetos de patrimonio cultural, que renueven las prácticas de construcción de conocimiento sin desatender las preguntas de interés propuestas desde las humanidades. Además, exploraremos las formas en que la aplicación de herramientas de IA puede transformar el análisis de colecciones digitales a través de un ciclo virtuoso de interacción entre las personas expertas y las metodologías computacionales.

Múltiples dimensiones: documentación y conservación como procesos abiertos

La documentación digital de objetos escultóricos y de patrimonio arquitectónico permite generar modelos tridimensionales que apoyan la generación de estrategias de preservación y el monitoreo de acciones de conservación; además, complementa el desarrollo de plataformas digitales que reciben visitantes virtuales desde localizaciones geográficas apartadas, brindando la oportunidad de conocer edificios y colecciones visuales a las que les sería difícil acceder de forma presencial.

Esta labor articula distintos desarrollos computacionales: el escaneo digital, la fotogrametría, la extracción automática de líneas, la superposición digital y el modelado computacional para integrar altos volúmenes de datos geométricos, cromáticos y térmicos, entre otros, capturados con dispositivos tecnológicos especializados. Esta información se organiza en capas y se enriquece con los datos estructurales disponibles, quizá procedentes de documentación histórica, para generar objetos y espacios digitales que pueden visualizarse y ser manipulados de forma intuitiva en modos similares a los que empleamos al interactuar con su materialidad.

La creación de modelos supone la extracción de datos relevantes a partir de imágenes planas y nubes de puntos en tres dimensiones que deben ensamblarse en un mismo objeto. Estos registros, realizados en un tiempo específico, pueden usarse para dar cuenta del estado de un bien patrimonial y los cambios que se operen en él, proporcionando información útil para su mantenimiento y conservación. Una ruta de acción similar ha trazado el proyecto Skeiron¹ que ha digitalizado más de un centenar de edificios históricos en cuatro países diferentes. Este grupo lidera actualmente la iniciativa para realizar reproducciones 3D del patrimonio arquitectónico ucraniano con la intención de documentarlo y, en los casos donde sea necesario, apoyar los procesos de restauración al cese del actual conflicto armado.

Un enfoque distinto al descrito anteriormente es la utilización de redes neuronales² para generar representaciones tridimensionales de construcciones a partir de múltiples fotografías registradas con distintas condiciones de luz, tomadas desde posiciones que no se distribuyen de manera uniforme, en las que quizá también se aplicaron filtros o donde aparecen otros objetos o personas. La reconstrucción computacional de modelos 3D permite auxiliar particularmente en los casos donde es necesario integrar aspectos

arquitectónicos desde perspectivas donde es imposible tomar una fotografía apropiada porque, por ejemplo, estorba otro edificio. Algunos usos experimentales han permitido recrear escenas completas en monumentos y edificaciones que, en lugar de escanearse, fueron reconstruidos a partir de la interpolación de múltiples imágenes que visitantes publicaron en redes sociales, como es el caso de la Puerta de Brandeburgo en Berlín y la Fuente de Trevi en Roma.³

Dado el alto volumen de información que se genera durante la fase de captura al documentar digitalmente el patrimonio arquitectónico o construir una base de datos con información disponible en la red, se ha popularizado el uso de técnicas de Aprendizaje Profundo⁴ (AP) para clasificar las numerosas imágenes obtenidas en un tiempo realizable y con un menor margen de error. Con este paso adicional, también es posible agregar información semántica a los modelos, así como detectar la probable presencia de daños o patologías presentes en las edificaciones, sin tener que revisar manualmente una gran cantidad de imágenes.

Aunque la detección de objetos ha sido ampliamente desarrollada por las ciencias computacionales, en el caso particular del patrimonio arquitectónico es necesario realizar investigaciones específicas con bancos de fotografías como *Architectural Heritage Elements* (AHE),⁵ que retoman algoritmos entrenados con bancos de imágenes de otra índole y que son susceptibles de especializarse utilizando métodos de aprendizaje de transferencia,⁶ hasta conseguir una alta funcionalidad en la detección de elementos de interés arquitectónico que aparecen repetidos en edificaciones dispersas en el mundo.⁷

La simulación computacional ha cobrado fuerza como una estrategia de conservación preventiva de objetos artísticos y construcciones, al analizar la relación entre las variables que inciden en su deterioro, las acciones posibles para controlarlas dentro de una instalación o geografía específica y el análisis de riesgos

asociados con distintos escenarios. Con ello es posible estudiar, por ejemplo, las fluctuaciones de humedad y temperatura en un edificio histórico público a lo largo del año, para sugerir acciones de acondicionamiento y planes sustentables de regulación que eviten daños en objetos artísticos. Esto cobra mayor importancia en relación con el cambio climático, dado que es posible transferir información proveniente de los modelos matemáticos que lo estudian para simular el comportamiento de las condiciones al interior de una construcción arquitectónica particular; todo esto con el objetivo de prospectar estrategias que protejan la materialidad de las colecciones que ahí se alojan.⁸

Si bien el AA es de utilidad para refinar los modelos de simulación antes mencionados, la inteligencia computacional⁹ también ha permitido desarrollar herramientas de análisis en escenarios múltiples que, para dar seguimiento a las variables de riesgo, incorporan información derivada de los procesos de intervención realizados en un periodo específico, como puede ser la remodelación parcial de un edificio. Con dicha estrategia se enfatiza que la conservación y la restauración son procesos dinámicos y adaptativos que modifican las condiciones de funcionalidad y vulnerabilidad de las construcciones, dando pie al desarrollo de modelos computacionales que organicen el registro a lo largo de los años, evalúen la eficacia de las acciones de restauración, determinen los diversos factores problemáticos y propongan periódicamente una priorización de ellos, para su atención.

El proceso descrito anteriormente se llevó a cabo con la iglesia de Santa Catalina en Sevilla, España, donde un análisis computacional permitió focalizar la atención hacia el monitoreo de algunos cambios estructurales introducidos durante las restauraciones, al tiempo que resaltó que el estrés térmico y la erosión por lluvia son factores de riesgo que no han disminuido a pesar de las acciones emprendidas entre 2012 y 2020.¹⁰ Los resultados del análisis realizado

fueron propuestos para su incorporación en el plan de preservación preventiva del edificio.

Lecturas con sentido: descripción, organización y búsqueda en colecciones digitales

La digitalización es una estrategia activa para la preservación y la difusión de las colecciones en el sector de patrimonio cultural, que también puede promover la formación de nuevos públicos y atraer el interés de la comunidad académica y científica a través de la generación de metadatos de calidad. La digitalización de documentos de texto, por ejemplo, se complementa con sistemas de reconocimiento óptico que producen una transcripción a partir de los caracteres presentes en las imágenes.

Las herramientas automatizadas de transcripción pueden combinarse con la aplicación de otros métodos de inteligencia artificial para la traducción automática, que permitan difundir el contenido de los textos en idiomas distintos a su escritura original. Al extender los metadatos de un objeto digital de esta forma se aumenta su probabilidad de aparición en búsquedas propuestas por público interesado, así como también se potencian sus posibilidades de estudio, complementando el procesamiento de algoritmos de IA con metodologías de investigación que desarrollen personas expertas.

El proceso de transcripción puede ser sencillo en el caso de los textos impresos y mucho más complejo en el caso de documentos manuscritos y antiguos, que pueden requerir una estabilización del contenido transcrito que permita, por ejemplo, modernizar la ortografía e interpretar anotaciones. La normalización de textos para su integración en grandes conjuntos documentales permite analizar sus similitudes y resaltar sus diferencias, lo que ha sucedido con distintas colecciones especializadas, como el Corpus de Estilometría aplicada al teatro del siglo de oro (CETSO).¹¹

Las técnicas mixtas de investigación han motivado ya la creación de conocimiento a partir del contenido de objetos digitales que atraen la atención como resultado de su inspección con métodos computacionales. A partir del análisis de los usos léxicos y su agrupación por autoría, es posible hacer estudios automatizados de medición de estilo que sugieran quién escribió un texto cuya creación aún no ha sido atribuida, haciendo incluso una delimitación del posible periodo en que fue redactado. Este es el caso de la obra teatral *La francesa Laura*, recientemente imputada a Lope de Vega a partir de un análisis computacional que sugirió la hipótesis, misma que fue examinada y sustentada posteriormente con el análisis filológico realizado por un investigador especialista.¹²

Desarrollos similares se enfocan a la transcripción de partituras antiguas, que deben enfrentarse a tachaduras y marcas de deterioro en los documentos, así como a la falta de una notación estandarizada.¹³ Metodologías de análisis comparativo automatizado entre partituras de la misma obra -manuales, automáticas o híbridas- posibilitarán el estudio cronológico de sus variaciones, a partir de las modificaciones propuestas por cada dirección de orquesta.

Otras formas de enriquecer metadatos se apoyan en la implementación de tecnologías como el Reconocimiento de Entidades Nombradas (NER, por sus siglas en inglés), que permite identificar palabras que designan personas, organizaciones, lugares, tiempos o medidas en documentos de texto, para ubicarlas dentro de una clasificación preestablecida. Al extraer y empatar información en grandes conjuntos documentales es posible reducir el tiempo de clasificación y organización de éstos, produciendo una sugerencia preliminar de registros similares y criterios notables de clasificación que pueden delimitarse con mayor precisión mediante una intervención humana posterior. Este abordaje reduce el tiempo que emplearía una persona al

enfrentarse al mismo cuerpo documental cuando estaba completamente desorganizado.

Actualmente existen otros desarrollos que estudian el contenido de las imágenes digitales con métodos computacionales para la clasificación de imágenes artísticas a partir de sus características técnicas y estilísticas, que permiten automatizar una organización sistemática, a la vez que posibilitan búsquedas con lógicas distintas a las descriptivas. Estos enfoques apuntan hacia la atribución de autoría, la delimitación de componentes estilísticos en un periodo, el establecimiento de redes de influencias entre artistas y creaciones, el análisis temporal de tópicos y tendencias y la extracción de significado a partir de imágenes que puede incorporarse en sus metadatos o utilizarse para generar vínculos entre ellas.

Es importante señalar que el trabajo especializado en el sector del patrimonio cultural tiene dificultades particulares en relación con el desarrollo en otros dominios; este es el caso del proyecto San Jorge en una Bicicleta (SGoaB, por sus siglas en inglés),¹⁴ que complejiza los requerimientos usuales de las aplicaciones de visión computacional con la generación de descriptores de simbología iconográfica para generar metadatos sobre pinturas, que respondan también a interpretaciones contextuales históricas.

Otros proyectos se especializan en agregar metadatos en objetos complejos, por ejemplo, la adición de etiquetas en videos que permita encontrar rápidamente las escenas donde aparece una pieza musical determinada dentro de un repositorio de obras cinematográficas. En este ejemplo, el contenido de cada objeto digital está desestructurado -el contenido de la película completa-, y cada una de las etiquetas adicionales le brinda un mayor nivel de estructuración. Es claro que este proceso no podría realizarse de forma exhaustiva, dada la multiplicidad de anotaciones que podrían ser interesantes para una misma colección, multiplicados por el tiempo y el espacio de almacenamiento que requerirían.

En términos de usabilidad, es importante tener en cuenta que la expectativa de quien realiza una búsqueda es que el algoritmo pueda proporcionar una respuesta apropiada más allá de lo escrito textualmente, respondiendo a una intención que podría no ser explícita en la redacción de la consulta.¹⁵ En el caso del patrimonio cultural esto ofrece una dificultad adicional para proveer motores de búsqueda rápidos y eficientes, pues la gran mayoría de los objetos digitales presentan su contenido informativo de manera desestructurada;¹⁶ este es el caso de los textos literarios, donde no es suficiente segmentar y describir las secciones que integran una obra para identificar en poco tiempo el pasaje específico que corresponde a una consulta en forma de paráfrasis. Otro ejemplo de búsquedas en datos desestructurados es la recuperación de imágenes similares en uso de color y estilo motivada por una imagen propuesta como semilla de exploración, ejercicio que puede ser de gran utilidad para profesionales del diseño y la producción gráfica.

Para hacer atractiva la visita a una colección, es deseable brindar a la persona usuaria una experiencia de búsqueda flexible que pueda adaptarse a su comportamiento a partir de la identificación de sus intereses. Para lograrlo se utilizan algoritmos de AA que tienen la capacidad de establecer relaciones de sentido entre las palabras utilizadas con mayor frecuencia en las últimas consultas. Esta forma de vincular los saberes sobre la colección va más allá de las relaciones dadas inicialmente por la clasificación, proponiéndolas a partir de los intereses y las conexiones que se infieren de la actuación de la comunidad usuaria.

Con esta información, otro algoritmo de AA es capaz de seleccionar un conjunto de resultados para presentarlos de forma ordenada, calculando la probabilidad de que cada elemento se ajuste a la búsqueda planteada en un inicio. Una vez que el usuario elige alguno de los resultados propuestos, es importante recuperar ese

objeto digital de la base de datos y desplegarlo en la menor cantidad de tiempo posible; con la intención de lograrlo se han propuesto esquemas que reorganizan el almacenamiento de los recursos de la colección para mantener más a la mano aquellos elementos que se identifican como relevantes, al haber sido solicitados con mayor frecuencia durante los últimos días.

Ampliar la mirada: posibilidades de difusión y estudio de colecciones digitales

Con el desarrollo de los repositorios y catálogos electrónicos se ha puesto un énfasis en presentar los objetos en formas digitales estandarizadas, a la vez que se provee a las colecciones de algoritmos de búsqueda y conexión que amplían la epistemología comparativa entre objetos, proponiendo nuevas formas en las que las comunidades interesadas pueden comprometerse.¹⁷ Además, se identifica la tendencia creciente de organizar ejercicios de clasificación y curaduría colectiva a propósito de las colecciones digitales que ofrezcan un grado de democratización frente a los sistemas institucionales de organización y exhibición que se proponen desde la autoridad académica; aunque vale la pena señalar que esta es también una práctica limitada en términos de apertura, reconociendo que las infraestructuras digitales perpetúan la inequidad de acceso tanto como las combaten, aunque muchas veces se hable de ellas como si fueran ubicuas y estuvieran a disposición de cualquier persona.

Los criterios de clasificación social son incorporados cotidianamente por múltiples plataformas de cultura visual, que recuperan etiquetas colaborativas¹⁸ asignadas por la comunidad usuaria y las incluyen como atributos de búsqueda en sus contenidos. Ya sea a partir de las lógicas exploratorias de las personas que depositan materiales y visitan colecciones, o de los ejercicios de investigación propuestos desde las HD, los objetos de patrimonio cultural pueden

ser agrupados de formas novedosas como resultado de la aplicación de métodos computacionales.

La capacidad de cómputo actual que proveen los algoritmos de AP para clasificación de imágenes les permite considerar muchas más características visuales de las que puede procesar el cerebro, variando de manera significativa la medición de similitudes. Este desplazamiento de los criterios tradicionales de clasificación de imágenes podría reconfigurar el universo del arte visual, al incorporar nuevos atributos que van más allá de los usuales e incluso resultan opacos para nuestra comprensión.

La Inteligencia Artificial Explicable¹⁹ (XAI, por sus siglas en inglés) es un campo de desarrollo dentro de la IA que persigue el entendimiento de los métodos computacionales altamente eficaces cuando es difícil establecer una correspondencia entre sus criterios de acción y la conceptualización teórica del problema planteado. Avances en esta línea de trabajo permitirán aprovechar los dispositivos de clasificación automática para identificar e interpretar atributos que han incidido en la transformación del imaginario artístico a lo largo del tiempo,²⁰ arrojando información sobre la evolución y la persistencia del gusto, la percepción estética, la lectura emocional y las complejas estructuras afectivo-cognitivas que nos proporcionan medios de interpretación y significación desde lo visual.

En esta búsqueda de nuevas características de clasificación se ubica la propuesta metodológica para ampliar la teoría afectiva del arte en la pintura abstracta con los estudios exploratorios sobre la base de datos MART,²¹ que se enfoca a la identificación de patrones visuales asociados con mensajes emocionales reconocidos por grupos heterogéneos de personas en obras pictóricas; en estos estudios se considera como variable importante la diversidad de dichos grupos en términos de edad, género, profesión y nivel educativo.²²

La incorporación de metodologías computacionales permite definir y atender nuevas

preguntas de investigación. La cuantificación de conexiones entre imágenes, al establecer métricas de similitud y relaciones de contagio, proporciona ópticas innovadoras para el estudio de la cultura visual; este es el caso de los proyectos de análisis de la gestualidad por medios digitales que diseñan secuencias de algoritmos para reconocer, comparar, clasificar y medir la similitud entre posturas y gestos de cuerpos humanos en grandes colecciones de imágenes, a través de planteamientos cuantitativos que instrumentan conceptos teóricos de la historia del arte.

El Laboratorio de Humanidades Digitales del Instituto Max Planck de Historia del Arte estableció como problema el análisis de las imágenes del *Atlas Mnemosine23* para identificar atributos en las formas corporales que permita asociarlas de acuerdo con la noción de *pathos-formel*,²⁴ propuesta por Aby Warburg. Es importante resaltar que el planteamiento teórico de Warburg no incluyó el desarrollo de una fórmula en sí, lo que da una especial relevancia a la implementación de aproximaciones matemáticas.

La solución se proyectó en cuatro fases. En la primera de ellas se identificó de forma automatizada la presencia de figuras humanas en las imágenes del *Atlas*, que fueron recordadas digitalmente para separarlas de su contexto. En la segunda fase se produjo una representación matemática de las imágenes que permitió expresarlas con unidades simples, a modo de esqueletos que registran la posición corporal expresiva como una combinación de líneas articuladas. Durante la tercera fase se realizó la medición de los ángulos asociados con las articulaciones de la representación con el propósito de convertir cada imagen en un conjunto de entradas numéricas. En la cuarta y última fase, las representaciones obtenidas se agruparon utilizando un algoritmo de AA para establecer una comparación entre los grupos propuestos por la IA y aquellos que habían sido delimitados desde la teoría, misma que resultó concordante.²⁵

La técnica seguida para la ejecución de este proyecto toma elementos de la lectura cercana, basada en la interpretación y el análisis cualitativo, y la lectura distante, a través de la codificación algorítmica de una secuencia de manipulaciones cuantitativas. El desplazamiento entre una y otra forma de lectura, conceptualizado como operacionalización, es una de las estrategias dentro de las HD para desarrollar dispositivos de análisis que propicien la mirada macroscópica de grandes volúmenes de objetos. Una vez que la técnica se ha aplicado con éxito, es posible implementarla en bancos de datos más amplios y que no han sido explorados con anterioridad.

Al utilizar los resultados de las técnicas de lectura distante como entrada para dispositivos de aprendizaje no supervisado, se generan unidades y regularidades que exceden las nociones tradicionales de motivos y formas utilizadas tradicionalmente para estudiar las imágenes,²⁶ lo que propone a su vez nuevas formas de lectura cercana que podrán dirigir la atención de especialistas hacia aspectos que no habían sido considerados previamente. En este sentido, la operacionalización no solamente propone un potente dispositivo de análisis macroscópico, sino que ofrece una vía para expandir los parámetros establecidos por la propia teoría inicial.

Reflexiones finales: desafíos y rutas hacia un horizonte de posibilidades

Una reflexión necesaria para las instituciones culturales tiene que ver con el acceso y la accesibilidad que realmente proveen las plataformas digitales, en un contexto presente donde brechas tecnológicas separan a la población por una disponibilidad desigual de dispositivos tecnológicos, infraestructura de comunicación y habilidades en entornos digitales. Desde la perspectiva de las HD, es conveniente reflexionar de forma crítica que la dependencia de un lenguaje computacional puede restringir la oportunidad

de consulta y exploración de los objetos de patrimonio cultural, por lo que no debería imaginarse como una vía con alcances ilimitados para dotar de accesibilidad a las colecciones.²⁷

Adicionalmente, se vuelve urgente incorporar en esta discusión una perspectiva de usabilidad que habilite la participación de audiencias desde sus singularidades corporales y perceptivas, alejándose de estándares normativos y capacitistas. Este último enfoque constituye otro terreno en el que las herramientas de IA pueden ofrecer valiosas aportaciones, al tiempo que pueden potenciar otros sentidos de diversidad, como sucede con la traducción automática, que habilita la interacción dinámica entre personas y objetos culturales de las distintas lenguas que coexisten en un mismo país.²⁸

Las particularidades que caracterizan a cada conjunto de objetos digitales están impulsando a las instituciones culturales y de investigación para realizar desarrollos que respondan a sus intereses particulares, razón por la cual están empleando sus propias colecciones para el diseño de algoritmos, según reporta el Grupo de Trabajo de la Asociación Europea que se especializa en la vinculación de la IA y el sector del patrimonio cultural.²⁹ A diferencia del uso de herramientas comerciales -que también puede ser apropiado-, este enfoque promueve el desarrollo de destrezas al interior de una organización, además de garantizar un control legal sobre el uso de los materiales en las colecciones.

Además de la inversión necesaria para la digitalización, el almacenamiento y el diseño e implementación de plataformas de visualización para las colecciones, los desarrollos de IA requieren de la creación de conjuntos de datos apropiados, preprocesados, estructurados en una base de datos y debidamente anotados para entrenar modelos de forma automática, es decir, adicionando etiquetas que sean relevantes, suficientes, consistentes y de calidad. Algunas barreras para que estos desarrollos de IA florezcan en este sector tendrán que ver con

la escasez de datos debidamente procesados, la falta de recursos de *hardware* suficientes, la limitación de tiempo para la implementación de proyectos y la ausencia de especialistas con destrezas técnicas y sensibilidad hacia los materiales de las colecciones en los equipos actuales.

Una alternativa ante la insuficiencia de anotaciones sobre las colecciones digitales es la promoción de esquemas de gamificación que involucren a la comunidad usuaria en el preprocesamiento y evaluación de los datos sobre patrimonio cultural, bajo la lógica de la ciencia ciudadana, que ayuden a incrementar el nivel de estructuración de los objetos digitales y la adición de metadatos relevantes y de calidad. Otra estrategia posible ante este desafío es la adopción de estándares que enlacen datos abiertos sobre colecciones, permitiendo a las instituciones compartir los propios objetos digitales -siempre que sea posible-, las conexiones de sentido entre ellos y los metadatos que tienen asociados.

Ante la falta de recursos para desarrollar tecnología, una ruta conveniente es la aplicación de algoritmos de IA provenientes de problemas cercanos que, a través del aprendizaje por transferencia, puedan especializarse en los problemas propios de colecciones específicas utilizando una menor cantidad de datos y recursos.

El marco de acción propuesto por las HD insiste en la relevancia de formar equipos interdisciplinarios desde el inicio al desarrollar cualquier proyecto en el área; por ello, es importante atraer personas del campo de las ciencias computacionales hacia estas líneas de investigación, dando oportunidad para que adquieran sensibilidad al trabajar con objetos patrimoniales. Además, es urgente proveer a las profesiones en humanidades de una formación tecnológica que favorezca la colaboración interdisciplinaria.

Finalmente, insistimos en la conveniencia de organizar ciclos virtuosos de retroalimentación entre las personas expertas en el patrimonio cultural y quienes diseñan los algoritmos, que promuevan las conexiones con los sectores del

campo laboral y de estudio que ofrecen mayor resistencia para la incorporación de la IA. Desde la perspectiva de las HD, la presencia de estos esquemas de colaboración potencia las posibilidades de que la operacionalización funcione como una estrategia dialógica provechosa entre las lecturas cercanas y distantes, que motive a su vez la transformación de las rutas metodológicas para la preservación, la difusión y la investigación de las colecciones digitales de patrimonio cultural.

Citas

¹ Es posible consultar más información sobre el proyecto en <https://skeiron.com.ua/saveukrainianheritage/>

² Las redes neuronales son algoritmos de AA que fueron nombrados de esta forma porque su diseño y operación están inspirados por la fisiología del cerebro humano.

³ Martin-Brualla, *et al.*, “NeRF in the Wild: Neural Radiance Fields for Unconstrained Photo Collections”, pp. 7206-7215.

⁴ El Aprendizaje Profundo es una rama del Aprendizaje Automático que promueve el análisis de grandes candidaturas de datos utilizando modelos en capas que permiten procesar características de los datos en distintos niveles de abstracción. En esta categoría se inscriben los desarrollos actuales con redes neuronales.

⁵ AHE es un conjunto de datos abierto, conformado por 10 235 imágenes de patrimonio arquitectónico, previamente etiquetadas para entrenar algoritmos de aprendizaje profundo.

⁶ El aprendizaje por transferencia aprovecha un desarrollo hecho previamente para cumplir un objetivo similar -por ejemplo, identificar vehículos en fotografías urbanas-, pero distinto del nuevo objetivo -que podría ser identificar arbotantes en imágenes de templos. Estas técnicas permiten supera las métricas de evaluación en el nuevo problema al entrenar el algoritmo con una cantidad menor de imágenes que sí corresponden a la situación objetivo, sin requerir largos periodos de desarrollo.

⁷ Llamas, *et al.*, “Classification of architectural heritage images using deep learning techniques”, pp. 1-6.

⁸ Leissler, *et al.*, “Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations”, pp. 1-15.

⁹ La inteligencia computacional es una rama de la IA que agrupa metodologías inspiradas en la naturaleza. Incluye aquellos modelos que proporcionan estrategias adaptativas, así como los que pueden categorizar la información empírica dentro de un sistema lógico que sea difuso, es decir, que admita matices al cuatificar la veracidad de una afirmación.

¹⁰ Moreno, *et al.*, “Preventive Conservation and Restoration Monitoring of Heritage Buildings Based on Fuzzy Logic”, pp. 10-15.

¹¹ CETSO contiene 2 800 obras de 350 dramaturgos que han sido adaptadas a la ortografía moderna, así como normalizadas para permitir su comparación mediante algoritmos computacionales. Puede consultarse en <https://etso.es/cetso>

¹² Cuéllar y Vega García-Luengos, “La francesa Laura. El hallazgo de una nueva comedia del Lope de Vega último”, pp. 133-142.

¹³ Baró, *et al.*, “From Optical Music Recognition to Handwritten Music Recognition: A baseline”, pp. 1-2.

¹⁴ Es posible consultar más información sobre este proyecto del Centro Nacional de Supercomputación (Barcelona, España) en <https://saintgeorgeonabike.eu/>

¹⁵ Gasimova y Abbasli, “Advancement of the search process for digital heritage by utilizing artificial intelligence algorithms”, p. 113560.

¹⁶ Gasimova y Abbasli, “Advancement of the search process for digital heritage by utilizing artificial intelligence algorithms”, p. 113559.

¹⁷ Geismar, *Museum object lessons for the digital age*, pp. 52, 61.

¹⁸ En algunas plataformas digitales -por ejemplo, de redes sociales- es común que la comunidad usuaria asigne etiquetas (*hashtags*) que habilitan la indexación de materiales de circulación pública. A través de las herramientas de búsquedas, estas etiquetas organizan la producción de una folksonomía dinámica y amplia.

¹⁹ La Inteligencia Artificial Explicable es una disciplina de estudio de las ciencias computacionales cuyo campo de investigación es explicitar el funcionamiento de las redes neuronales, así como la enunciación de los criterios que surgen de ellas.

²⁰ Rodríguez-Ortega, “Image processing and computer vision in the field of art history”, p. 348.

²¹ La colección MART contiene más de 20 000 obras

de arte contemporáneo, incluyendo pinturas, dibujos, grabados y esculturas.

²² Sartori, *et al.*, “Affective Analysis of Professional and Amateur Abstract Paintings Using Statistical Analysis and Art Theory”, pp. 1-27.

²³ El Atlas Mnemosyne consiste en una serie de paneles en los que Aby Warburg organizó fotografías de pinturas, esculturas, estampas, monedas, cartas de tarot y otro tipo de imágenes. El dispositivo permitía el análisis comparativo de las imágenes, que se disponían en los paneles por similitud como parte de la metodología de estudio. En la implementación descrita se utilizó la última versión de la que se tiene registro, que consta de 971 imágenes.

²⁴ La fórmula patética, propuesta por Aby Warburg, es pieza fundamental de la teoría de la gestualidad en la historia del arte, al reconocer el carácter de la configuración de la forma como productora de sentido en los planos afectivo y cognitivo.

²⁵ Impett y Moretti, “Totentanz. Operationalizing Aby Warburg’s pathosformeln”, pp. 1-11.

²⁶ Rodríguez-Ortega, “Inteligencia artificial y campo del arte”, p. 46.

²⁷ García-Velázquez, “Documentos en entornos digitales: una mirada interdisciplinar desde las ciencias archivísticas y computacionales”, p. 44.

²⁸ Mager y Meza, *Retos en construcción de traductores automáticos para lenguas indígenas de México*, pp. 143-144.

²⁹ Markus, *et al.*, *AI in Relation to GLAMs Task Force: Report and Recommendations*, p. 10.

Fuentes

Bibliografía

Baró, Arnau, *et al.*, “From Optical Music Recognition to Handwritten Music Recognition: A baseline”, en *Pattern Recognition Letters*, vol. 123, 2019, pp. 1-8, <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2019.02.029>

Cuéllar, Álvaro, y Germán Vega García-Luengos, “La francesa Laura. El hallazgo de una nueva comedia del Lope de Vega último”, en *Anuario Lope de Vega. Texto, literatura, cultura*, núm. 29 (2023), pp. 131-198, <https://doi.org/10.5565/rev/anuariolopedevga.492>

García-Velázquez, L. M., “Documentos en entorno digitales: una mirada interdisciplinar desde las ciencias archivísticas y computacionales”, en Nelson Javier Pulido y Adriana Mata, *Documento digital: aspectos para garantizar su integridad*, Colombia-México, Universidad La Salle - Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2022.

Gasimova, Rena T., y Rahim N. Abbasli, “Advancement of the search process for digital heritage by utilizing artificial intelligence algorithms”, en *Expert Systems with Applications*, vol. 158 (2020), pp. 113559-113567, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113559>

Geismar, Haidy, *Museum object lessons for the digital age*, UCL Press, 2018.

Impett, Leonardo, y Franco Moretti, *Totentanz. Operationalizing Aby Warburg’s pathosformeln*, Stanford Literary Lab, 2017.

Leissner, Johanna, *et al.*, “Climate for Culture: assessing the impact of climate change on the future indoor climate in historic buildings using simulations”, en *Heritage Science*, vol. 3, núm. 1 (2015), pp. 1-15, <https://doi.org/10.1186/s40494-015-0067-9>

Llamas, José, *et al.*, “Classification of architectural heritage images using deep learning techniques”, en *Applied Sciences*, vol. 7, núm. 10 (2017), pp. 992-1017, <https://doi.org/10.3390/app7100992>

Markus, Gregory, *et al.*, *AI in relation to GLAMs Task Force: Report and Recommendations*, Technical report, Europeana Network Association, 2021.

Martin-Brualla, Ricardo, *et al.*, “NeRF in the Wild: Neural Radiance Fields for Unconstrained Photo Collections”, *2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Nashville, IEEE, 2021 pp. 7206-7215. <https://doi.org/10.1109/CVPR46437.2021.00713>

Moreno, Mónica, *et al.*, “Preventive Conservation and Restoration Monitoring of Heritage Buildings Based on Fuzzy Logic”, en *International Journal of Architectural*

Heritage, 2022, pp. 1-18. Recuperado de: <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.2018520>

Mager, Manuel, e Iván Meza, “Retos en construcción de traductores automáticos para lenguas indígenas de México”, en *Digital Scholarship in the Humanities*, vol. 36, núm. 1 (2021), pp. i43–i48, <https://doi.org/10.1093/llc/fqz093>

Rodríguez-Ortega, Nuria, “Image processing and computer vision in the field of art history”, en Kathryn Brown, *The*

Routledge Companion to Digital Humanities and Art History, New York, Routledge, 2020. pp. 338-357.

Rodríguez-Ortega, Nuria, “Inteligencia artificial y campo del arte”, en *Paradigma: revista universitaria de cultura*, núm. 23 (2020), pp. 32-51.

Sartori, Andrea *et al.*, “Affective Analysis of Professional and Amateur Abstract Paintings Using Statistical Analysis and Art Theory,” en *ACM Transactions on Interactive Intelligent Systems*, vol. 5, núm. 2 (2015), pp. 1-27.