



Fundación
BBVA

IV Edición

Premio a la Mejor Tesis Doctoral en Humanidades Digitales

SOCIEDAD INTERNACIONAL DE HUMANIDADES DIGITALES HISPÁNICAS-FUNDACIÓN BBVA

PRESENTACIÓN

En 2021, la Sociedad Internacional de Humanidades Digitales Hispánicas (HDH) y la Fundación BBVA convocaron, de manera conjunta, la primera edición del Premio a la Mejor Tesis Doctoral en Humanidades Digitales. Entre los objetivos de la HDH se encuentra desarrollar instrumentos que fomenten una investigación innovadora y de calidad en el campo de las humanidades digitales. Una finalidad complementaria con el impulso de la investigación científica y la creación cultural en el que la Fundación BBVA centra su actividad.

Ambas instituciones, de este modo, han decidido establecer estos premios de ámbito estatal con el fin de reconocer el trabajo llevado a cabo por investigadores cuyas tesis doctorales representen un avance significativo en este campo. Estos galardones reconocen, con periodicidad anual, contribuciones que, desde la innovación, la creatividad, la originalidad y el rigor científico en el campo de las humanidades digitales, utilicen las tecnologías de la información u otras técnicas, herramientas, metodologías computacionales y procesos de automatización avanzados, o estén relacionadas con el ecosistema digital, y presenten una elevada capacidad para hacer avanzar el conocimiento producido en las disciplinas humanísticas. Su objetivo es, de modo complementario, servir de estímulo a los jóvenes investigadores que desarrollan su labor en este ámbito.



Iban Berganzo Besga

Investigador posdoctoral
Barcelona Supercomputing Center-
Centro Nacional de Supercomputación

Iban Berganzo Besga es ingeniero superior de Telecomunicaciones por la Universidad del País Vasco (EHU) y máster en Seguridad Informática por la Universidad Internacional de La Rioja. En 2023, se doctoró en Arqueología Clásica por el Institut Català d'Arqueologia Clàssica de la Universitat Rovira i Virgili de Tarragona con la tesis *New Computational Methods for Automated Large-Scale Archaeological Site Detection* (Nuevos métodos computacionales para la detección automatizada a gran escala de yacimientos arqueológicos), por la que ha recibido el IV Premio a la Mejor Tesis Doctoral en Humanidades Digitales de la Sociedad Internacional de Humanidades Digitales Hispánicas-Fundación BBVA.

Durante la realización de su tesis participó en diferentes congresos anuales como el Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), donde dirigió algunas de las sesiones y presentó resultados de sus proyectos. También impartió talleres como el de la Universidad de Cambridge sobre el proyecto MAHSA para la documentación de la arqueología y el patrimonio cultural en peligro en la India y Pakistán.

Actualmente, es ingeniero investigador sénior de Arqueología Computacional en el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS). Es además investigador asociado en la Universidad de Toronto en Mississauga (Canadá) y en el Institut Català d'Arqueologia Clàssica. Es beneficiario de una beca de la Unión Europea AI4Science.

Cuando el futuro encuentra el pasado: las humanidades en la era de la inteligencia artificial

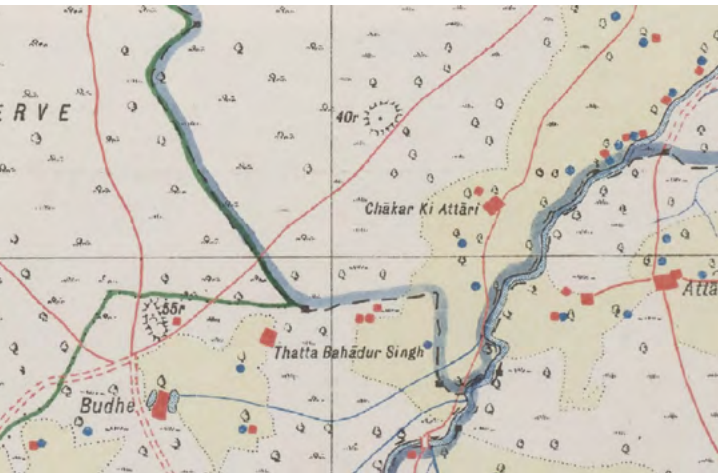
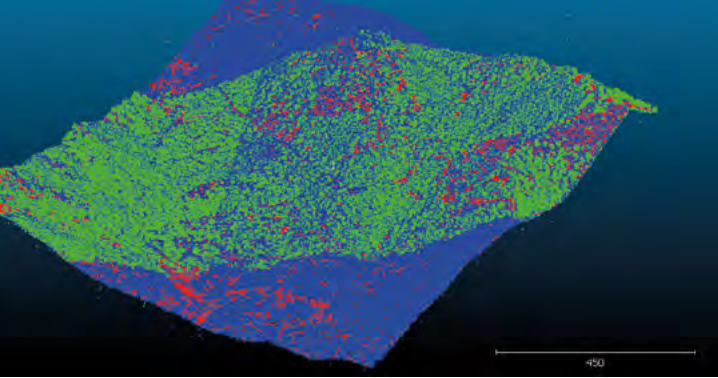
La teledetección y la inteligencia artificial revolucionan actualmente el campo de la arqueología, ya que permiten la localización de yacimientos arqueológicos a gran escala, así como su protección. Podría decirse que el trabajo galardonado fusiona las tecnologías del mañana con el estudio del pasado. La tesis *Nuevos métodos computacionales para la detección automatizada a gran escala de yacimientos arqueológicos* presenta una serie de enfoques, flujos de trabajo y modelos innovadores en el campo de la arqueología computacional para el descubrimiento y la localización automatizados de emplazamientos arqueológicos de forma masiva.

Estos avances suponen un cambio de paradigma en la disciplina arqueológica por tres razones. En primer lugar, porque estas tecnologías de teledetección permiten descubrir yacimientos que, incluso estando físicamente en el propio terreno, no son detectables. En segundo lugar, porque la inteligencia artificial hace posible reconocer patrones y automatizar los procesos para la detección a gran escala de yacimientos arqueológicos en pocos minutos. Y tercero, porque posibilita la elaboración de mapas probabilísticos de miles de yacimientos,

lo que permite su protección incluso antes de que sean excavados.

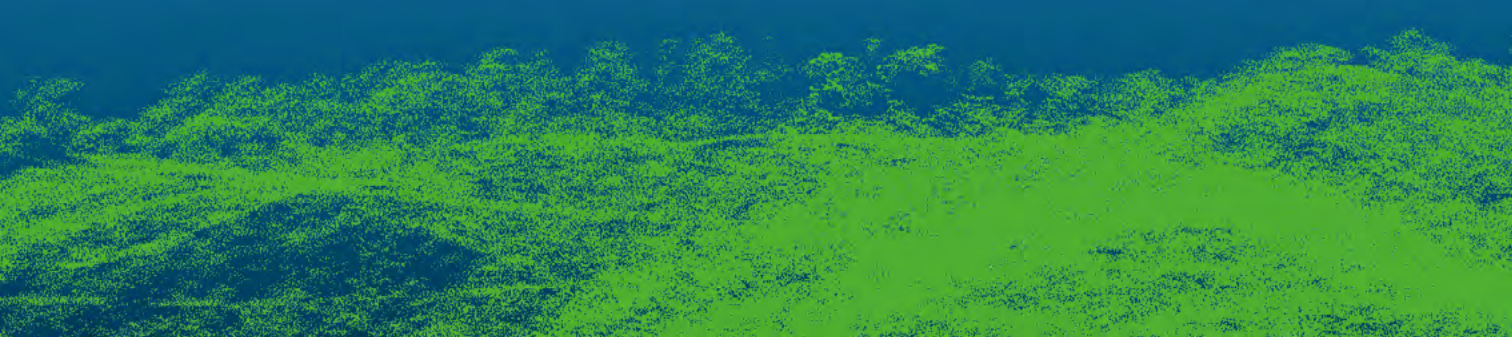
Si bien estas técnicas y métodos han sido utilizados previamente por otros arqueólogos de manera limitada, la formación especializada de Iban Berganzo ha podido llevarlas a su máximo potencial y aplicarlas con eficacia de forma adaptada al contexto arqueológico actual. El impacto obtenido ha sido tal que ha llevado al investigador y a su equipo a publicar una guía teórica y práctica sobre la implementación de estos métodos en la disciplina.

En la tesis, se introducen nuevos conceptos, planteamientos y estrategias como LiDAR (por sus siglas del inglés *light detection and ranging*) multitemporal, aprendizaje automático (*machine learning*) híbrido, refinamiento (*refinement*), aprendizaje curricular (*curriculum learning*) y análisis de regiones (*blob analysis*); así como diferentes métodos de aumento de datos (*data augmentation*) aplicados por primera vez en el campo de la arqueología. Todos ellos se basan en inteligencia artificial, en concreto, en visión artificial; es decir, que la fuente de entrada de estos algoritmos son imágenes.



Estas imágenes proceden de múltiples dispositivos, como imágenes satélite multiespectrales o LiDAR (ambas fuentes captan energía reflejada o emitida por la superficie terrestre), pero también de fotografías RGB de plataformas VANT, mapas históricos, y varias combinaciones de sensores, datos y fuentes. Los algoritmos de inteligencia artificial empleados son de aprendizaje profundo, es decir, que se basan en redes neuronales que se entrenan con imágenes. Berganzo y su equipo utilizan para ello fotografías de yacimientos conocidos, y una vez la inteligencia artificial aprende cómo son, es capaz de detectar nuevos emplazamientos arqueológicos en áreas no exploradas.

El trabajo del galardonado comenzó con la aplicación de la tecnología LiDAR multitemporal para la detección de yacimientos íberos de la Edad del Hierro en Cataluña, dentro del proyecto *Urbanización en Iberia y la Galia mediterránea en el primer milenio a. C.* Estos yacimientos se encontraban en zonas montañosas y densamente pobladas de bosque, que, por lo tanto, eran de difícil acceso. En ese contexto, se volvió especialmente relevante esta tecnología y su aplicación.



Una vez probaron estos métodos en Cataluña, Berganzo y su equipo decidieron ampliar la detección de yacimientos a gran escala a toda Galicia en el marco de otro proyecto: *Detección de túmulos funerarios mediante algoritmos de aprendizaje automático en el noroeste de la península Ibérica*. Mediante el uso de modelos de inteligencia artificial de aprendizaje profundo para la detección de yacimientos, aplicaron la tecnología LiDAR en Galicia y consiguieron detectar 10.000 posibles túmulos arqueológicos. Esta fue la primera aplicación de la arqueología computacional a gran escala, que todavía hoy es el artículo más citado en la carrera del premiado.

Tras lograr la detección de yacimientos a gran escala, Berganzo buscó plantear una solución a los problemas que surgían en aquellos yacimientos que se habían visto alterados por el paso del tiempo. El crecimiento urbano y agrícola transforma muchos de estos sitios y los vuelve invisibles para las herramientas de teledetección. Por ello, en *Cartografía del patrimonio arqueológico en el sur de Asia*, un proyecto llevado a cabo en la India con la Universidad de

“Mediante el uso de modelos de inteligencia artificial de aprendizaje profundo para la detección de yacimientos, Berganzo y su equipo llegaron a detectar 10.000 posibles túmulos arqueológicos en Galicia”

Cambridge, decidió poner en práctica estas tecnologías con un experimento algo distinto.

Las imágenes satelitales de las que disponían en esa región databan de 1972. Eso implicaba que cualquier yacimiento alterado por el crecimiento urbano o agrícola anterior a esa fecha no sería detectable. Por ello, recurrió a mapas históricos, de 1802, en los que estos yacimientos estaban dibujados para aplicar en ellos los mismos modelos y métodos desarrollados previamente en mapas modernos. Eso le permitió detectar alrededor de 6000 posibles yacimientos arqueológicos en la India y Pakistán, un área de particular relevancia arqueológica, ya que allí se desarrolló la civilización del valle del Indo,

“Estos avances suponen un cambio de paradigma en la disciplina arqueológica: permiten descubrir yacimientos no detectables en el propio terreno, automatizan los procesos para la detección a gran escala en pocos minutos y posibilitan la elaboración de mapas probabilísticos de miles de yacimientos para su protección”

una de las primeras de la historia de la humanidad. Este estudio le permitió también analizar el impacto del crecimiento urbano en la alteración de los yacimientos y su posible pérdida, pues pudo comparar los yacimientos encontrados a partir de los mapas antiguos con las imágenes satelitales obtenidas en distintas épocas desde los años setenta hasta hoy.

Además, Berganzo participó en el proyecto *Drones al servicio de la investigación arqueológica (DIASur)*, que recibió una de las Ayudas a Proyectos de Investigación Científica en Humanidades Digitales 2019 de la Fundación BBVA. En él, el equipo de investigadores planteó otro método para la detección de yacimientos *invisibles*: la detección de fragmentos de cerámica mediante dron. Para los arqueólogos, la acumulación de fragmentos de cerámica en ciertas áreas es indicativo de la posible localización de un yacimiento. Utilizando drones, captaron imágenes de diversas áreas en Grecia y les aplicaron los mismos modelos de inteligencia artificial.

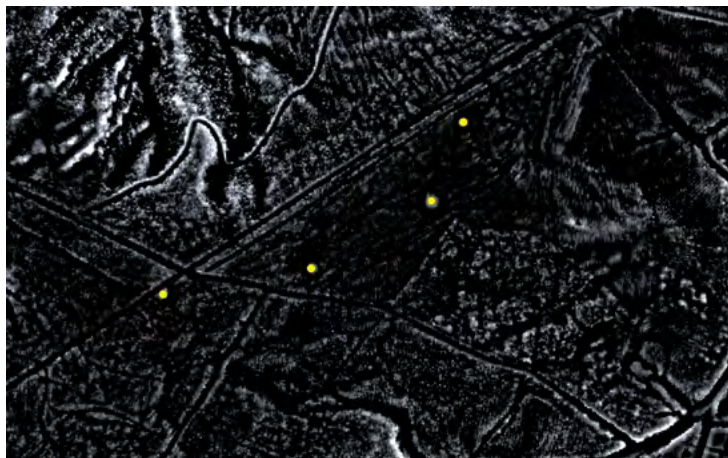
En la tesis premiada, Berganzo recoge todos estos métodos computacionales desarrollados en sus proyectos previos. Sus hallazgos han conseguido aportar soluciones a problemas habituales en prospecciones arqueológicas: ha diseñado métodos para solventar la baja precisión alcanzada en estudios de detección previos y para aprovechar el potencial de los datos de entrenamiento arqueológicos a pesar de su poca cantidad.

La eficacia de estos modelos se basa en la diversidad, cantidad y representatividad de los datos con los que se entrena. Por lo tanto, los algoritmos para la detección de yacimientos que se presentan como parte de la tesis doctoral han sido publicados como artículos de acceso abierto, cuyo código está disponible con el fin de que se puedan implementar libremente en otros estudios arqueológicos. Asimismo, esta tesis doctoral ha contribuido al desarrollo de un laboratorio de arqueología computacional en el Institut Català d'Arqueologia Clàssica, que

ha permitido construir estos modelos con los que se han obtenido grandes cantidades de datos nunca antes logrados en estudios de detección de yacimientos arqueológicos o trabajos de prospección.

Sin embargo, la aplicación de estos modelos de inteligencia artificial no se circunscribe al campo de la arqueología. Además de ser útiles para conocer mejor nuestro pasado, también participan en el avance de la investigación, la educación y la protección del patrimonio. De hecho, pueden tener relevancia y aplicaciones en otras disciplinas aparentemente desconectadas de la arqueología. Por ejemplo, en biomedicina, para la detección de células cancerígenas en imágenes biomédicas, o en ciencias del medio ambiente, en la mitigación y monitoreo del cambio climático.

En conclusión, esta tesis doctoral presenta una guía completa sobre el diseño, aplicación y validación de métodos para la detección automatizada de yacimientos arqueológicos a gran escala dentro del campo de la arqueología computacional.



JURADO

PRESIDENTE

Ignacio Bosque Muñoz

Catedrático honorífico de Lengua Española
Universidad Complutense de Madrid
Académico de la Real Academia Española

VOCALES

Bethany Aram

Catedrática de Historia Moderna
Universidad Pablo de Olavide

Senén Barro Ameneiro

Catedrático de Ciencias de la Computación
e Inteligencia Artificial
Universidade de Santiago de Compostela

María Luisa Bellido Gant

Catedrática de Historia del Arte
Universidad de Granada

Iria da Cunha Fanego

Profesora titular del Departamento de Filologías
Extranjeras y sus Lingüísticas
Universidad Nacional de Educación a Distancia

Daniel Escandell Montiel

Profesor titular de Literatura Española
e Hispanoamericana
Universidad de Salamanca

Alejandro García Reidy

Catedrático de Literatura Española
Universidad de Salamanca



De izda. a dcha. y de arriba a abajo: Senén Barro Ameneiro, Darío Villanueva Prieto, Bethany Aram, Antonio Moreno Sandoval, Daniel Escandell Montiel, César A. González Pérez, María Luisa Bellido Gant, Alejandro García Reidy, Carlota Cristina Fernández Travieso (secretaria de la HDH), Alejandra Ulla Lorenzo, Ignacio Bosque Muñoz, Nieves Pena Sueiro e Iria da Cunha Fanego.

César A. González Pérez

Científico titular del Instituto de Ciencias del Patrimonio (CSIC)
presidente de la Sociedad Internacional
de Humanidades Digitales Hispánicas

Antonio Moreno Sandoval

Catedrático de Lingüística
Universidad Autónoma de Madrid

Nieves Pena Sueiro

Profesora titular de Literatura Española
Universidade da Coruña

Joana María Pujadas Mora

Profesora titular de los Estudios de Artes y Humanidades
Universitat Oberta de Catalunya

Alejandra Ulla Lorenzo

Profesora titular del Departamento de Lengua
y Literatura Españolas
Universidade de Santiago de Compostela

Darío Villanueva Prieto

Profesor emérito de Teoría de la Literatura
y Literatura Comparada
Universidade de Santiago de Compostela
Académico de la Real Academia Española





www.humanidadesdigitaleshispanicas.es



www.fbbva.es