

El uso de escáneres 3D para la lectura de papiros carbonizados

La revolución digital

La **digitalización histórica** está en auge gracias a diversos proyectos por toda Europa. Estos proyectos recopilan enormes bibliotecas digitales de modelos 3D, desde objetos arqueológicos hasta grandes edificios. Unas de las piezas más olvidadas para su digitalización suelen ser los textos escritos, concretamente los peor conservados.

El **papiro** en particular es uno de los materiales más frágiles que existen, más aún si han sido expuestos a factores externos, como la **carbonización**. En estos casos, se hace imposible su lectura con las técnicas tradicionales, dejando sus secretos ocultos al ojo humano. Con el avance de las tecnologías, este misterio está cada vez más cerca de resolverse, y sin necesidad de manipular los manuscritos.

Del Vesubio al presente

Un ejemplo de esta técnica se encuentra en los **pergaminos de Herculano**. Estos pergaminos pertenecían a una biblioteca dentro de una finca en la bahía de Nápoles, que estaba repleta de textos, desde escritos de filósofos hasta de poetas. Desgraciadamente, se encontraba cerca del famoso volcán del **Vesubio**, que en el año 79 d.C erupcionó sepultando Pompeya a la vez que su ciudad más próxima, Herculano. Más tarde, durante unas excavaciones en el año 1752, dentro de esta biblioteca se encontraron aproximadamente **1.800 pergaminos carbonizados** y conservados gracias a unas capas de roca cementada. La mayoría de estos pergaminos contienen **textos epicúreos**. Algunos de ellos se pudieron desenrollar manualmente, pero otros siguen siendo muy frágiles. Uno de los principales problemas es la tinta, que, dependiendo de su composición, hace difícilmente legible las palabras (Jaggard, V., 2015).

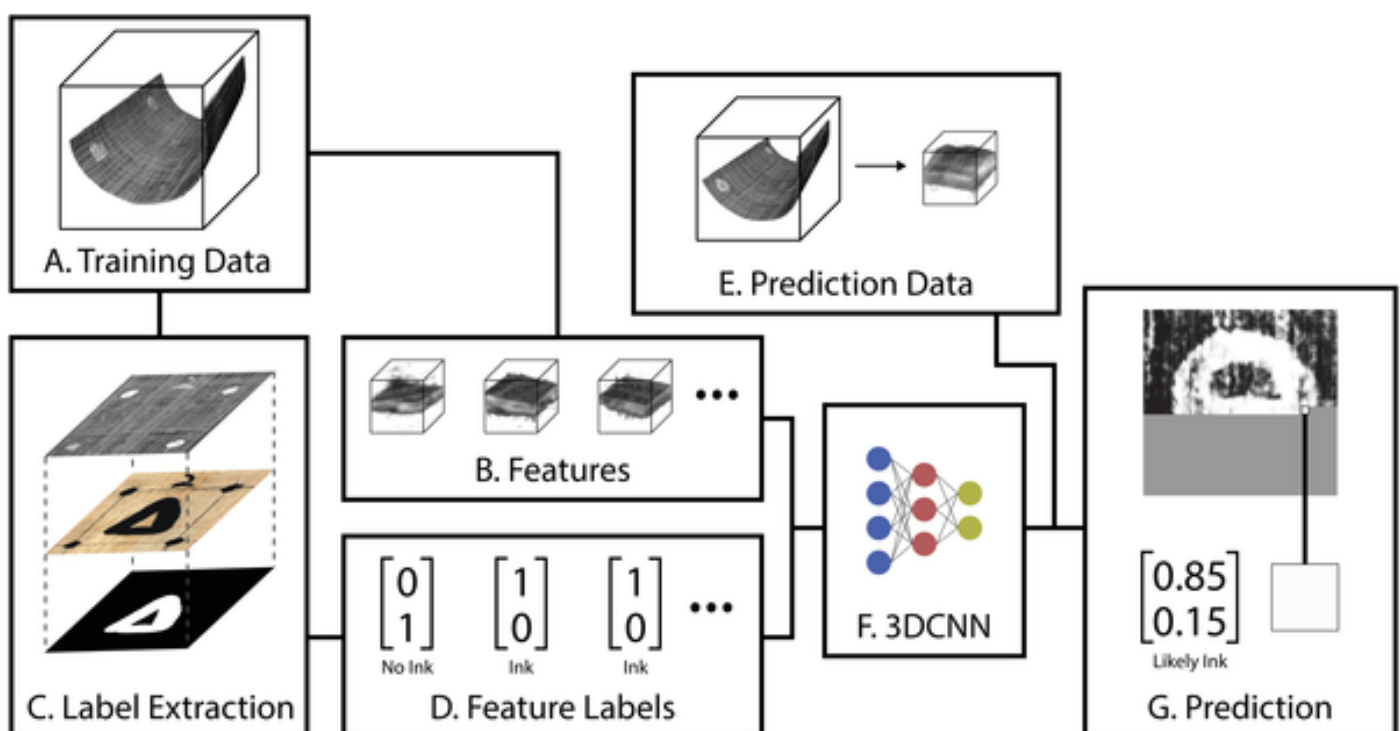


Figura 1. Imagen del proceso de recuperación de la tinta de carbón. [Fuente:](#) Parker *et al.*, 2019.

No obstante, a día de hoy, con la tecnología digital es posible recuperar esta información oculta.

Cabe decir que muchas técnicas no son las adecuadas para todo tipo de papiros. Uno de los métodos más tradicionales es la **tomografía computarizada**, que emite rayos X buscando patrones creados por la absorción de radiación. Este método es el más común, originario de los hospitales (Stromer *et al.*, 2018). En el caso de los **pergaminos de Herculano** se utilizó la nueva técnica de **tomografía de contraste de rayos X**, realizada en el Laboratorio Europeo de Radiación Sincrotrón (Grenoble, Francia). Es un método que, en vez de buscar patrones de radiación absorbida, selecciona los cambios de contrastes de capas en los objetos (Parker *et al.*, 2019, p.6-7).

Esta nueva técnica fue inventada por **Brent Seales**, profesor e investigador de ciencia computacional de la Universidad de Kentucky. Lleva más de veinte años restaurando textos de carácter bíblico. Uno de sus mayores trabajos fue la recuperación del texto del **pergamino de En-Gedi** que contenía unos capítulos del Levítico de la Biblia hebrea, siendo esta su copia más antigua encontrada. Además, está involucrado en el proyecto de los pergaminos de Herculano (Educelab, s.f.).

El buen funcionamiento de la técnica creada por Seales (*Fig. 1*) depende del tipo de tinta y su densidad. La tinta más legible es la compuesta por **hierro**, incluso cuando ha pasado por procesos de borrado o sobrescritura. Este tipo de tinta se empieza a utilizar en el siglo III d.C. Desafortunadamente, los pergaminos son del año 79 d.C, por lo tanto, son previos a la estandarización de esta tinta. Existen otro tipo de tintas como la **tinta de malaquita o la tinta púrpura**, pero la tinta utilizada en estos pergaminos estaba basada en una mezcla de agua, carbón y plomo. Por lo tanto, la tinta no se sitúa sobre las capas de fibra del pergamino, sino que es absorbida por la tela y, en consecuencia, difícilmente detectable con la técnica tradicional (Stromer, *et al.*, 2018., Marchant, J., 2018).

Con el Sincrotrón del lado de los científicos, la nueva técnica de rayos X de Seales, y la pequeña cantidad

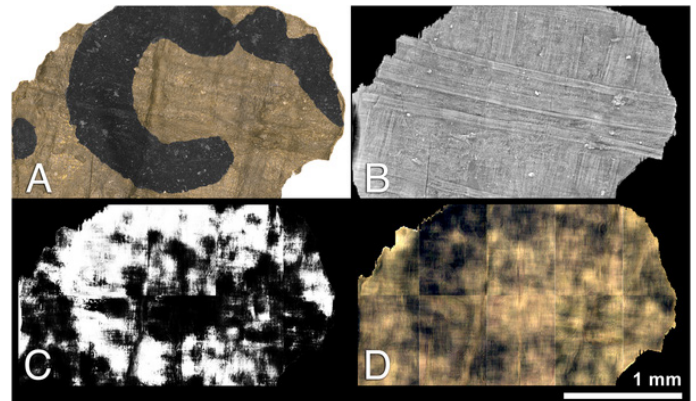


Figura 2. Resultados del pergamino de Herculano de Seales. [Fuente:](#) Parker *et al.*, 2019.

de plomo de la tinta, es posible su descifrado. El pequeño toque de plomo emite una diminuta radiación electromagnética característica de este metal. Esto ayudó a detectar la primera letra de uno de los papiros, una «C» (*Fig. 2*) que, de momento, es la única letra detectada (Parker *et al.*, 2019, p.10). Actualmente, hay un concurso mundial con recompensa monetaria impulsado por investigadores para resolver el enigma de dos pergaminos carbonizados de Herculano, incluido el mencionado.

La única desventaja principal de la técnica de Seales es la **aceleración del proceso de envejecimiento** de las fibras cuando se realiza el escaneado. No es solo eso, sino que se ha de tener en cuenta la posición del objeto a escanear para poder adquirir la máxima información posible. Otro método que se podría haber utilizado, sin envejecer las fibras, es la **obtención de imágenes tridimensionales por terahercios**. Esta técnica es mucho más fácil de transportar dado que solo se necesita un escáner y un ordenador muy potente, para poder usarse en cualquier lado sin necesidad de realizar visitas continuas a los centros de radiación. Sin embargo, este método tiene poca capacidad de penetración en los objetos.

Una vez que ya tenemos los datos del escaneado, ¿qué es lo siguiente?

¿Cómo se pasa de los datos a poder «leer»?

Después de escanear, viene el verdadero reto de este método: la extracción del pergamino, ya que

éste se encuentra ondulado y apretado consigo mismo. Normalmente se realiza gracias al software correspondiente (3DCNN), que usa un mapeado digital para desenrollar este pergamino, orientar las letras y alinear los escaneados (Parker, *et al.*, 2019, p.7). Finalmente, se mapea la información extraída en 2D. En uno de los pergaminos de Herculano se ha podido visualizar dos secuencias de letras griegas en mayúscula. Los escaneados resultantes demuestran que hay futuro en el trabajo de los papiros complejos.

Conclusiones

En conclusión, los nuevos progresos en la digitalización nos dan la esperanza de que la investigación de este tipo de documentos avance, permitiendo desvelar información olvidada tiempo atrás. Queda mucho por descubrir y es necesario marcar unas guías para analizar según las diversas variables de tinta y material. Lo que sí está claro es que mejoraría la accesibilidad al patrimonio y abriría las puertas a las visitas virtuales y aplicaciones educativas (Aniwaa, s.f.). En un futuro no muy lejano, quizás solo tengamos que pulsar un botón que nos muestre directamente lo escrito, pero, hasta entonces, existe este método de código fuente y cálculos libres a la disposición de todos.

Bibliografía

Aniwaa Team (2020, 5 de agosto). *3D printing and 3D scanning for archeology and museums*. (Consultado el 1 de junio de 2023) <https://www.aniwaa.com/guide/3d-printers/3d-printing-for-archeology-and-museology/>

EduceLab. A Digital Restoration Initiative (2023). <https://www2.cs.uky.edu/dri/>

EduceLab. A Digital Restoration Initiative (s.f). Faculty. W. Brent Sales Ph. D. <https://www.engr.uky.edu/directory/seales-brent>

Jaggard, V. (2015). Ancient Scrolls Blackened by Vesuvius Are Readable at Last. *Smithsonian*. (Consultado el 5 de junio de 2023) [https://www.smithsonianmag.com/history/ancient-scrolls-blackened-vesuvius-are-readable-last-herculaneum-](https://www.smithsonianmag.com/history/ancient-scrolls-blackened-vesuvius-are-readable-last-herculaneum-papyri-180953950/)

[papyri-180953950/](https://www.smithsonianmag.com/history/ancient-scrolls-blackened-vesuvius-are-readable-last-herculaneum-papyri-180953950/)

Marchant, J. (2018). Buried by the Ash of Vesuvius, These Scrolls Are Being Read for the First Time in Millennia. *Smithsonian*. (Consultado el 5 de junio de 2023) <https://www.smithsonianmag.com/history/buried-ash-vesuvius-scrolls-are-being-read-new-xray-technique-180969358/>

Parker, C. S., Parsons, S., Bandy, J., Chapman, C., Coppens, F., Seales, W.B., (2019) From invisibility to readability: Recovering the ink of Herculaneum. *PLoS ONE 14*(5): e0215775. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215775>

Stromer, D., Christlein, V., Martindale, C., Zippert, P., Haltenberger, E., Hausotte, T., Maier, A, (2018). Browsing through sealed historical manuscripts by using 3-D computed tomography with low-brilliance X-ray sources. *Sci Rep 8*, 15335. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33685-4>

Paula Crespo Carrizo

Graduada en Arqueología con mención en Historia Antigua en la Universidad Autónoma de Barcelona, donde estudié el Máster de Humanidades y Patrimonio Digitales. He trabajado en diversos museos de la red de Museos de Cataluña e participado en diferentes excavaciones. Interesada en las nuevas tecnologías y el arte del cine.