

Lasert cleaning of a wall painting from Byzantine Egypt

- 1 My name is Lucía Pereira.
- 2 I'm a researcher at the department of scientific research in the British Museum.
- 3 And my research project here at the BM is about the applications of a relatively new type of laser, called erbium laser, which is mostly applied to paintings—
- 4 so the removal of old varnishes over painting from both easel and mural paintings.
- 5 So my goal is to investigate the applications of lasers in conservation.
- 6 In conservation cleaning is one of the most common operations and also one of the most challenging.
- 7 You can imagine that the conservator will need to face really difficult situations as removing a really insoluble varnish from a very delicate, fragile paint which is flaking on the surface.
- 8 So lasers could be a good alternative because they are non-contact tools, so we don't need to touch the surface of our object.
- 9 They are very precise.
- 10 It's highly directional: we can have a very small beam on the surface that we are cleaning.
- 11 They are also quite selective, depending on the materials you've got.
- 12 My name is Elizabeth O'Connell and I'm a curator in the department of Ancient Egypt and Sudan.
- 13 The painting currently undergoing conservation and scientific research belongs to about the sixth century.
- 14 The wall painting shows three vignettes from protomartyrs of the distant biblical past to international and regional martyrs of the more recent past.
- 15 The wall painting was discovered in a villa, the Daniel Villa, as the excavator termed it in 1914.
- 16 From the research project we already knew just how heavily the wall painting was restored.
- 17 This is an image of the painting in mid conservation after it arrived at the museum.
- 18 And you can see it arrived in pieces.

Limpieza con láser de una pintura mural del Egipto bizantino

- 1 Me llamo Lucía Pereira.
- 2 Soy investigadora en el departamento de investigación científica del Museo Británico.
- 3 Y mi proyecto de investigación aquí en el Museo Británico trata de la aplicación de un tipo relativamente nuevo de láser, que se llama láser de erbio, que se aplica sobre todo a pinturas...
- 4 a la eliminación de barnices viejos sobre pintura tanto de pintura de caballete como mural.
- 5 Mi objetivo es investigar las aplicaciones de los láseres en conservación.
- 6 En conservación una de las operaciones más comunes y también una de las más problemáticas es la limpieza.
- 7 Pueden imaginarse que el conservador tendrá que enfrentarse a situaciones realmente difíciles como eliminar un barniz auténticamente insoluble de una pintura muy delicada y frágil que se esté desconchando en la superficie.
- 8 Los láseres podrían ser una buena alternativa, porque son herramientas sin contacto, así que no necesitamos tocar la superficie de nuestro objeto.
- 9 Son muy precisos.
- 10 Es sumamente direccional: tenemos un rayo muy pequeño sobre la superficie que estamos limpiando.
- 11 También son bastante selectivos, dependiendo de los materiales que se tengan.
- 12 Me llamo Elizabeth O'Connell y soy conservadora en el departamento del antiguo Egipto y Sudán.
- 13 La pintura actualmente sometida a conservación e investigación científica pertenece a alrededor del siglo VI.
- 14 La pintura mural muestra tres estampas desde protomártires del remoto pasado bíblico a mártires internacionales o regionales de un pasado más reciente.
- 15 La pintura mural fue descubierta en una villa, Villa Daniel, como la llamó el excavador en 1914.
- 16 Por el proyecto de investigación ya sabíamos que la pintura mural había sido profundamente restaurada.
- 17 Esta es una imagen de la pintura en plena conservación tras llegar al museo.
- 18 Y se ve cómo llegó hecha pedazos.

- 19 And the one-to-one scale drawing was used to restore it before it went on display in the galleries at some point before 1921.
- 20 Conservators have carefully investigated the different layers of restoration and their reversibility.
- 21 My name's Tracey Sweek.
- 22 I'm a member of the stone, wall paintings and mosaics section here at the department of conservation.
- 23 So our first thing was to see how much of the original painting exists and—
- 24 and a lot of the surrounding area and some of the central sections are heavily painted with the restoration paint in the 1950s.
- 25 So that gave us a lot of opportunities to try tests and testing areas on the surrounding area without infringing on the original wall painting itself.
- 26 We did some trials and tried a combination of water alone, acetone, and we also used IMS [industrial methylated spirit].
- 27 They worked in removing the surface dirt but they didn't actually do anything to the alkyd paint at all.
- 28 I'm Stephanie Vasiliou.
- 29 I'm a conservator here in the stone, wall paintings and mosaics conservation department.
- 30 After we did the initial ... tests, we decided to work alongside science, testing the erbium YAG [yttrium aluminium garnet] laser.
- 31 The laser itself is used pretty—quite a lot in the past on paintings—easel paintings and also mural paintings,
- 32 so we thought it might be a good—a good machine to try on the painting.
- 33 We did dry testing, so we just did a pass with the laser and at increasing energies, to see sort of what effect we could get.
- 34 We then also decided to try and test it alongside solvents.
- 35 We tried various solvents and we actually found that the most effective treatment was doing a pass with the laser and then a swab with isopropanol.
- 36 [LUCÍA PEREIRA-PARDO] What we do before treating a real object—
- 37 of course, I need to make sure that the treatment is, first, efficient and, second, safe for the materials,
- 38 so I use a reference collection of samples to experiment first.

- 19 Y el dibujo a escala 1:1 se usó para restaurarla antes de que se expusiera en las galerías en alguna fecha anterior a 1921.
- 20 Los conservadores han investigado detenidamente las diferentes capas de restauración y su reversibilidad.
- 21 Me llamo Tracey Sweek.
- 22 Soy miembro de la sección de piedra, murales y mosaicos del departamento de conservación.
- 23 Lo primero que teníamos que hacer era ver cuánto existe de la pintura original y...
- 24 y mucho de la zona de alrededor y algo de las secciones centrales están intensamente pintados con la pintura de la restauración de los años cincuenta.
- 25 Eso nos dio muchas oportunidades de probar con pruebas y zonas de prueba en la zona de alrededor sin afectar a la pintura mural misma.
- 26 Hicimos algunas pruebas y probamos una combinación de agua sola, acetona, y también usamos alcohol desnaturalizado.
- 27 Funcionaron para quitar la suciedad superficial, pero la verdad es que no le hicieron nada en absoluto a la pintura alquídica.
- 28 Soy Stephanie Vasiliou.
- 29 Soy conservadora aquí, en el departamento de conservación de piedra, murales y mosaicos.
- 30 Después de hacer las pruebas ... iniciales, decidimos trabajar junto a la ciencia, probando el láser de erbio YAG.
- 31 El láser en sí se usa mucho... bastante en el pasado sobre pinturas—pinturas de caballete y también pinturas murales—,
- 32 así que pensamos que podría ser una máquina buena para probarla en la pintura.
- 33 Hicimos pruebas preliminares, de modo que dimos un pase con el láser y con energías crecientes, para ver qué efecto obteníamos.
- 34 Luego decidimos intentar probarlo junto con disolventes.
- 35 Probamos varios disolventes y en realidad encontramos que el tratamiento más eficaz era dar pase con el láser y luego limpiar con [bastoncillos de algodón empapados en] isopropanol.
- 36 [LUCÍA PEREIRA-PARDO] Lo que hacemos antes de tratar el objeto real...
- 37 por supuesto, necesito asegurarme de que el tratamiento sea, primero, eficaz y, segundo, seguro para los materiales,
- 38 así que uso una colección de referencia de muestras para experimentar primero.

- 39 So here some of these objects are very old.
- 40 So that's actually good, because they are naturally aged and that reproduces better the reality when you are treating an ancient object.
- 41 So it's very useful as a resource for preliminary testing to make sure that, when you actually go and use your laser on the real object, you have everything under control.
- 42 Now I'm going to show you the typical setup that I use for the laser tests on the samples.
- 43 So one possible goal is to investigate whether the laser is efficient to remove a particular material.
- 44 I generally place my sample here, on a platform that I can lift.
- 45 I monitor everything with a digital microscope, so I can follow what's going on on the surface here, on the screen.
- 46 So now we can—we can get started.
- 47 So here you can see how, after the treatment, we can clearly see a difference between the coating and—
- 48 this is the area that I have just irradiated, where you can see we managed to thin that coating.
- 49 And now the stone is much more visible.
- 50 It's coming to the surface.
- 51 At the moment we are at one of the science labs, where we have the SEM-EDX [Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive X-ray Spectroscopy].
- 52 It's a special type of microscope that give[s] us a huge resolution, so we can investigate the surface of the objects, and we can also do a chemical analysis.
- 53 So what I generally do is—before irradiating the objects with the laser, I tend to investigate whether the original materials on the surface might be sensitive to the radiation.
- 54 So I'm going to—to place my samples inside the chamber.
- 55 This is an example of the investigation of the surface of an object.
- 56 So this is before the irradiation.
- 57 You can see the organisms covering the surface of the of the limestone.
- 58 And this is after the laser irradiation.
- 59 So you see how the—the treatment has destroyed the—the body of the biological colonizers that were growing there.

- 39 Algunos de estos objetos son muy antiguos.
- 40 En realidad, eso es bueno, porque están envejecidos de forma natural y eso reproduce mejor la realidad cuando se está tratando un objeto antiguo.
- 41 Así que es muy útil como recurso para las pruebas preliminares para asegurarse de que, cuando de verdad se vaya y se use el láser sobre el objeto real, se tenga todo bajo control.
- 42 Ahora voy a mostrarles el sistema típico que uso para las pruebas del láser sobre las muestras.
- 43 Un posible objetivo es investigar si el láser es eficaz para eliminar un material en concreto.
- 44 Generalmente pongo la muestra aquí, en una plataforma que pueda elevar.
- 45 Lo controlo todo con un microscopio digital, de modo que puedo seguir lo que esté ocurriendo en la superficie aquí, en la pantalla.
- 46 Ya podemos... podemos empezar.
- 47 Aquí se ve cómo, después del tratamiento, vemos claramente una diferencia entre la capa y...
- 48 esta es el área que acabo de irradiar, donde se ve que hemos podido reducir esa capa.
- 49 Y ya la piedra es mucho más visible.
- 50 Está emergiendo a la superficie.
- 51 En este momento estamos en uno de los laboratorios científicos, donde tenemos el microscopio electrónico de rastreo SEM-EDX.
- 52 Es un tipo especial de microscopio que nos da una resolución enorme, de modo que podemos investigar la superficie de los objetos, y también podemos hacer un análisis químico.
- 53 Así que lo que generalmente hago es... antes de irradiar los objetos con el láser, tiendo a investigar si los materiales originales de la superficie pudieran ser sensibles a la radiación.
- 54 Voy a... a poner las muestras dentro de la cámara.
- 55 Este es un ejemplo de la investigación de la superficie de un objeto.
- 56 Esto es antes de la irradiación.
- 57 Se ven los organismos que cubren la superficie de la piedra caliza.
- 58 Y esto es después de la irradiación con láser.
- 59 Se ve cómo el tratamiento ha destruido el cuerpo de los colonizadores biológicos que estaban creciendo ahí.

- 60 And this is the surface of the limestone after swabbing,
 61 so after irradiating with the laser and applying a cotton swab with a mild solvent just to remove the residues.
 62 So what I have here is a sample from the coating that is covering the wall painting we've seen before.
 63 We want to identify what's the material, to see if the laser will be able to remove it.
 64 So I've taken a small sample.
 65 So now I've got my tiny sample in the center of this diamond cell and I'm going to place it under the objective of the microscope.
 66 So this is FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy) and what we are investigating is how the molecules vibrate,
 67 that we can identify in the in the spectra and then determine what's the material that we have in our sample.
 68 And, as you can see here, this is an example infrared spectrum from shellac, which is a resin excreted by an insect.
 69 And it's very commonly used to coat, for instance, wood or musical instruments.
 70 And sometimes wall paintings were covered with shellac.
 71 And you can see how it fits.
 72 So now we know what's the coating that is covering our object or wall painting.
 73 And we know that it's possible to treat it with erbium laser.
 74 It will absorb radiation at that wavelength.
 75 [STEPHANIE VASILIOU] Now the treatment that we're going to be carrying out, now that we have determined our parameters,
 76 is that we are going to reduce the overpaint around the outside—effectively, remove it from any of the surrounding areas.
 77 Where it encroaches onto the original painted surface and it's actually a restoration—there is no original paint beneath the restoration paint—we're going to leave that.
 78 So we're going to try and lift that paint lighting it, so it becomes much more in keeping with the original painted surface.

- 60 Y esta es la superficie de la piedra caliza después de limpiar,
 61 después de irradiar con el láser y aplicar un bastoncillo de algodón con un disolvente suave simplemente para quitar los residuos.
 62 Lo que tengo aquí es una muestra de la capa que cubre la pintura mural que hemos visto antes.
 63 Queremos identificar cuál es el material, para ver si el láser podrá quitarlo.
 64 He tomado una pequeña muestra.
 65 Ahora tengo la minúscula muestra en el centro de esta celda de diamante y voy a ponerla bajo el objetivo del microscopio.
 66 Esto es un IR-TF (espectrofotómetro de rayos infrarrojos de transformada de Fourier) y lo que estamos investigando es cómo vibran las moléculas,
 67 que podemos identificar en los espectros y entonces determinar cuál es el material que tenemos en nuestra muestra.
 68 Y, como se ve aquí, este es un ejemplo de espectro infrarrojo de la goma laca, que es una resina excretada por un insecto.
 69 Y se usa muy comúnmente para cubrir, por ejemplo, madera o instrumentos musicales.
 70 Y a veces las pinturas murales se cubrían de goma laca.
 71 Y se ve cómo encaja.
 72 Ya sabemos qué es la capa que cubre nuestro objeto o pintura mural.
 73 Y sabemos que es posible tratarla con láser de erbio.
 74 Absorberá radiación a esa longitud de onda.
 75 [STEPHANIE VASILIOU] Ahora el tratamiento que vamos a llevar a cabo, ahora que hemos determinado nuestros parámetros,
 76 es que vamos a reducir el repintado de por fuera... de hecho, a quitarlo de cualquiera de las zonas de alrededor.
 77 Donde invade en la superficie pintada original y es, de hecho, una restauración... no hay ninguna pintura original debajo de la pintura de la restauración... vamos a dejarla así.
 78 Vamos a intentar levantar esa pintura iluminándola, para que esté mucho más en armonía con la superficie pintada original.

- 79 And so it's—it's sort of working between the two extremes of complete removal where it's just on modern plaster and then lifting the paint where it actually is a restoration,
- 80 so that ultimately we can then carry out further conservation to bring the whole painting back together in a much more sympathetic way.
- 81 So we are wearing goggles just because, when you're working with the laser, it's always good health and safety practice to wear goggles.
- 82 We also have extraction here.
- 83 This is to protect us from inhalation of any of the fumes coming off of these solvents that we're going to be using.
- 84 I'm not going to be wearing gloves because I'm going to be handling the laser itself,
- 85 but Tracey will be wearing gloves, as she's the one that's going to be interacting with the solvents.
- 86 So we just hit *Ready* twice, and once we hear that sound the laser is ready to be used.
- 87 [LUCÍA PEREIRA-PARDO] As a conclusion, we can say that, as technology evolves and our knowledge about the materials also increases,
- 88 problems that in the past were impossible to address suddenly become possible.
- 89 And we have now the possibility of recover[ing] objects that were sometimes beyond conservation—nothing could be done.
- 90 So we might be able sometime—at some point in the future to—to conserve objects that at the moment seem impossible.

- 79 Así que es como trabajar entre los dos extremos de la eliminación completa donde solo está sobre yeso moderno y luego levantar la pintura donde es en realidad una restauración,
- 80 de modo que, en última instancia, podamos llevar a cabo más conservación para volver a recomponer toda la pintura de un modo mucho más fiel.
- 81 Llevamos gafas protectoras porque, cuando se está trabajando con el láser, siempre es una buena práctica de prevención de riesgos laborales [lit., salud y seguridad] llevar gafas protectoras.
- 82 También tenemos extracción aquí.
- 83 Esto es para protegernos de la inhalación de ninguno de los gases emanados por estos disolventes que vamos a estar usando.
- 84 Yo no voy a usar guantes porque voy a estar manejando el láser mismo,
- 85 pero Tracey va a usar guantes, puesto que ella es la que va a estar interactuando con los disolventes.
- 86 Simplemente pulsamos *Listo* dos veces y, en cuanto oímos ese sonido, el láser está listo para usar.
- 87 [LUCÍA PEREIRA-PARDO] Como conclusión, podemos decir que, a medida que evoluciona la tecnología y también aumenta nuestro conocimiento de los materiales,
- 88 problemas que en el pasado era imposible tratar de pronto se vuelven posibles.
- 89 Y ahora tenemos la posibilidad de recuperar objetos que estuvieron alguna vez fuera del alcance de la conservación: no se podía hacer nada.
- 90 Así que puede que alguna vez podamos, en algún momento en el futuro, conservar objetos que en este momento parecen imposibles.