

Análisis de la incidencia del SARS-CoV-2 en bienes culturales. Sistemas de desinfección. Fundamentos y estrategias de control

Nieves Valentín

Asesora científica. Especialista en biodeterioro de bienes culturales. Madrid, España
m.nievesvalentinr@gmail.com

Alejandra T. Fazio

Investigadora adjunta del Instituto de Micología y Botánica (INMIBO) – CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Laboratorio de Micología Experimental, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental (DBBE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
fazio.alejandra@gmail.com

Introducción

Se denomina SARS- CoV-2 (Severe Respiratory Syndrome) a la enfermedad respiratoria ocasionada por el coronavirus tipo 2 (Co-2), y que se conoce como COVID-19 (coronavirus disease, detectada en 2019).

La urgente necesidad de eliminar una posible infección por coronavirus en objetos históricos o en el ambiente de edificios patrimoniales, ha generado en ocasiones, el uso indiscriminado de productos químicos y sistemas de esterilización, que extrapolados del ámbito sanitario han podido representar riesgos para la salud y conservación de los bienes culturales. A todo ello, se ha sumado la dificultad de establecer protocolos de actuación debido a la falta de investigación científica, que avale la eficacia de técnicas para eliminar el COVID-19 y sus posibles mutantes en el Patrimonio cultural.

Cada procedimiento elegido, es dependiente de la particularidad de la institución, naturaleza de las colecciones, ubicación geográfica, recursos humanos y presupuesto disponible. Por consiguiente, es necesario una gestión que coordine el mayor número de aspectos implicados.

En el presente artículo, se expone el fundamento teórico-práctico de los procedimientos de desinfección en museos, archivos o bibliotecas, incluyendo

sus ventajas e inconvenientes. Todo ello, se complementa con medidas a tener en cuenta en la reapertura de instituciones culturales, que dependerá de la diferente evolución de la pandemia en cada región o país.

¿Qué es un virus?. Singularidad del COVID-19

Un virus es un organismo formado por una cadena doble de ADN (ácido desoxirribonucleico), o sencilla de ARN (ácido ribonucleico), cubierto por una estructura de proteínas. Solo puede reproducirse en el interior de la célula a la que invade. En el caso del COVID-19, se trata de ARN cubierto por una capa lipídica y una “corona” de espículas de proteínas. Esa envoltura “grasa” permite que el virus sea sensible a los tensoactivos iónicos, detergentes, compuestos alcohólicos y clorados, que disuelven los lípidos e inactivan el virus. También le afecta la alta temperatura.

El COVID-19 está sujeto a mutaciones a corto y largo plazo, que están siendo intensamente investigadas, para determinar tratamientos y establecer medidas de protección para la salud. Los criterios de actuación están cambiando con celeridad en función de los hallazgos.

Mecanismo de infección del SARS-CoV-2

El virus (huésped) necesita entrar en una célula (hospedador) para sobrevivir. Es un proceso altamente específico (Fig. 1). Sigue un patrón que incluye:

1. **Adsorción.** El virus se adhiere a la célula para entrar y depositar su material genético. **Las proteínas de las espículas** del SARS-CoV-2 , **Glicoproteína S**, se unen a la proteína específica de la **célula, ACE-2**, de la mucosa oral principalmente, Se requiere una complementariedad como una llave con su cerradura.
2. **Penetración.** La membrana de estos virus es de la misma naturaleza que la membrana celular, por lo que puede ocurrir una fusión de membranas que facilita la penetración.
3. **Pérdida de la capsula externa.** Se pierde el material que recubre la cadena del ARN viral. El material genético queda libre dentro del citoplasma celular.
4. **Síntesis y replicación.** El virus dentro de la célula utiliza sus elementos para replicar el ARN viral y sintetizar las proteínas necesarias.
5. **Ensamblamiento.** El citoplasma de la célula se llena de copias de ARN del virus y de proteínas que se van ensamblando. Cada nueva copia del RNA del virus se protege con una nueva envuelta creada a partir de componentes de la membrana de la célula que ha infectado.

6. **Liberación.** Los nuevos virus se liberan a través de la membrana de la célula y se movilizan para infectar otras células. Pueden salir virus mutados.

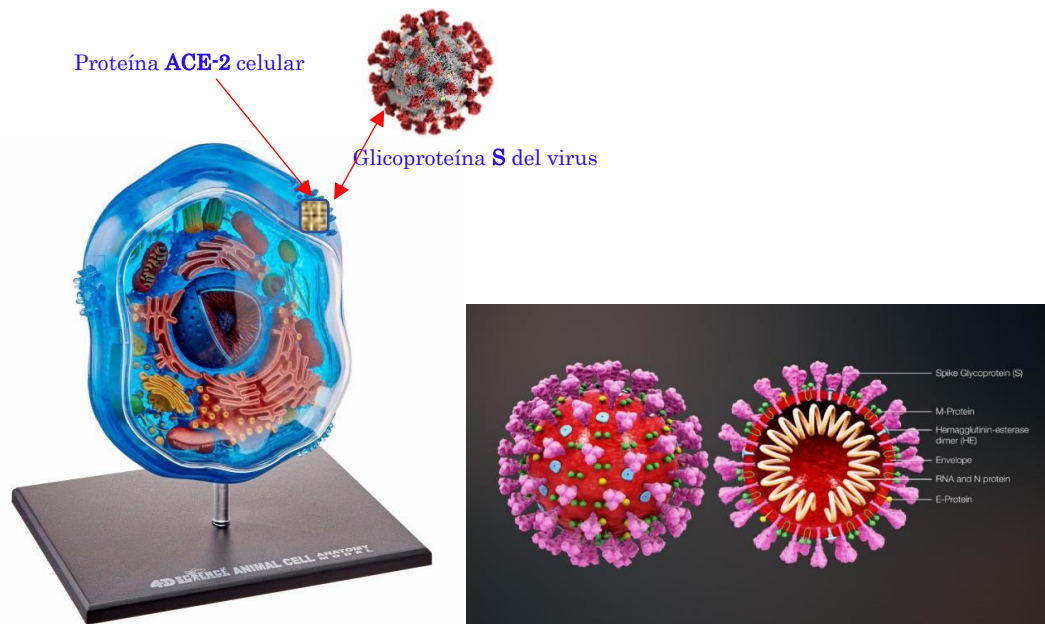


Fig. 1. Mecanismo de infección y estructura de un coronavirus. Orthocoronavirinae <https://www.wikiwand.com/es/Orthocoronavirinae>

¿Cómo se puede determinar la persistencia y viabilidad del CoV-19 en el ambiente y en los materiales históricos?

El método más eficaz es el **análisis** para detección de la **carga genética** del virus por medio de la **PCR** (polymerase chain reaction). Con ello se puede determinar:

- Presencia activa del virus en la superficie de un material y en los aerosoles del ambiente. No siempre es posible, porque depende de la cantidad de carga genética del virus. Puede que sea pequeña y casi indetectable por la PCR. Sería un falso negativo.
- Eficacia de un producto de limpieza o técnica de desinfección, en materiales o en ambientes con carga viral significativa.

En materiales históricos, no se han obtenido datos científicos contrastados sobre la viabilidad y permanencia del COVID-19. Tampoco existen datos de la eficacia de los métodos de desinfección para los materiales o el ambiente en museos, archivos o bibliotecas. Para paliar este problema, recurrimos a

resultados validados en el ámbito sanitario. Según los autores se pueden observar resultados distintos.

Kampf, *et al.* (2020), aporta datos expresados en la Tabla 1, referidos a ensayos realizados con otros coronavirus; SARS-CoV y HCoV (coronavirus aislado de humanos). Es esperable que el comportamiento del COVID-19 sea similar, aunque no exacto.

Tabla 1. Persistencia y viabilidad del virus SARS-CoV y HCoV en diferentes superficies según Kampf, *et al.* (2020)

Material	Virus ensayado	Temperatura °C	Tiempo (días)
<i>Metal</i>	SARS-CoV	Ambiente 20-22	5
<i>Madera</i>	SARS-CoV	Ambiente 20-22	4
<i>Papel</i>	SARS-CoV	Ambiente 20-22	1-4-5 días Dependiendo del virus aislado
<i>Vídrío</i>	SARS-CoV	Ambiente 20-22	4
<i>Cerámica</i>	HCoV	21	5
<i>Plástico</i>	SARS-CoV	22-25	5
<i>Guantes de latex</i>	HCoV	21	1

Según Kampf, *et al.* (2020), un objeto puede permanecer infectado por diferentes coronavirus hasta **9 días**, por lo tanto, parece indicado y sencillo, mantener aislado un objeto histórico con posible contaminación por COVID-19 durante 10 - 15 días. En caso de que el objeto haya estado expuesto a un ambiente húmedo (superior a 60% HR) y poco ventilado, no se recomienda su aislamiento en bolsa de plástico, ya que podría emitir humedad y dar lugar al desarrollo de hongos y bacterias en breves días.

Los datos ofrecidos por el Ministerio de Sanidad de España, indican la incidencia de la humedad relativa en los resultados (Tabla 2)

Tabla 2.- Persistencia y viabilidad del COVID-19 en diferentes superficies. Ministerio de Sanidad de España

MATERIAL	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	TIEMPO
<i>Madera</i>	22	60	1-2 días
<i>Textil</i>	22	60	1-2 días
<i>Vidrio</i>	22	60	1-2 días
<i>Plástico</i>	22	60	≥ 4 días
	21-23	40	72 horas
<i>Papel Moneda</i>	22	60	≥ 4 días
<i>Acero inoxidable</i>	22	60	≥ 4 días
	21-23	40	48 horas
<i>Papel (folios)</i>	22	60	3 horas
<i>Cobre</i>	21-23	40	4 horas
<i>Cartón</i>	21-23	40	8 horas
<i>Aire</i>	-	-	3 horas (ambientes cerrados)

Las condiciones ambientales deben tenerse en cuenta. Karsten, *et al.*, 2020 (Canadian Conservation Institute), indicaron la incidencia de la humedad relativa (HR%), temperatura (T°C) y pH en la persistencia del virus de la influenza:

- En un rango **20-30% de HR**, se **prolonga la virulencia**. El polvo levantado con baja HR puede ser nocivo ya que se convierte en **aerosoles de polvo con virus adheridos**.
- Con una humedad creciente, **40-60%**, y a **80%**, se **acorta** la persistencia viral.
- La humedad moderada, **50-60%**, **mejora la transferencia** del virus.
- Inferior al **40%** se **reduce la transferencia** de la carga viral.
- Las superficies **lisas** permiten una **transferencia mayor** que las superficies porosas.

La temperatura inferior a 4°C prolonga la actividad viral. La T°C superior a 60°C destruye el virus. Un pH muy ácido o alcalino favorece la inactividad del virus.

Los hongos y bacterias ambientales que contaminan materiales históricos tienen un comportamiento **distinto al coronavirus** con relación a la HR%. A mayor HR%, tienen mayor actividad biológica, y les favorece también el contenido de agua (higroscopicidad) de los materiales que infectan (Valentín, 2010). De igual modo, es diferente, su viabilidad en los soportes. A una HR 60-80%, T°C de 22-25°C, los microorganismos ambientales tienen mayor persistencia y viabilidad en soportes rugosos, porosos, e higroscópicos, según el orden decreciente: papel, textil, cartón, plástico, vidrio, cerámica y metal. El análisis de la permanencia y viabilidad de los microorganismos ambientales en papel y textil de superficies rugosas, fibras abiertas y alto contenido de celulosa pura, ha dado lugar al diseño de biosensores como sistemas de alerta precoz del desarrollo microbiano en bienes culturales delicados (Valentín *y col.*, 2017).

El aire acondicionado. ¿Un riesgo añadido?

Actualmente, gran parte de los resultados al respecto son contradictorios. El aire no entra infectado desde el exterior del edificio. Podría haber alguna posibilidad de diseminación del virus a través del aire acondicionado, en el caso de salas con una carga viral significativa debido a las personas en el recinto, y a los equipos de aire acondicionado con un mantenimiento deficiente. Asimismo, es necesario controlar el posible impacto directo del aire sobre las obras porque podría deshidratarlas.

Algunas propuestas consisten en incrementar el número de renovaciones de aire por hora para favorecer la ventilación en las salas del museo. No obstante, esto podría modificar el equilibrio temperatura-humedad afectando a las obras.

La ventilación natural, apertura controladas de ventanas y puertas, sistemas pasivos de ventilación, es recomendable para evitar la multiplicación de microorganismos ambientales en espacios cerrados, pero no siempre es posible en museos y archivos. Ello, podría modificar también la estabilidad de las condiciones ambientales, y los objetos históricos podrían recibir un mayor impacto de la irradiación solar y entrada de insectos si no se dispone de barreras o filtros apropiados.

Los sistemas de aire acondicionado en un edificio de interés cultural con visitantes, no deben suponer un riesgo alarmante siempre que el mantenimiento sea adecuado, y se sigan las normas sanitarias establecidas dirigidas a trabajadores y público en general; uso de mascarillas, distancia física, higiene de manos, y número reducido de visitantes.

En resumen, sería adecuado:

- Reforzar al máximo el sistema de **limpieza y mantenimiento** de los equipos de aire acondicionado. Incorporar siempre que sea posible filtros para partículas sólidas y microorganismos.
- **No** dirigir el impacto del aire acondicionado hacia las **obras** porque podría **deshidratarlas**, ni tampoco hacia la altura media de **los visitantes** porque el flujo de aire podría influir en la diseminación de posibles **virus exhalados** en su entorno.
- Mantener las salas con **la menor carga viral** posible proveniente de las personas que visitan o trabajan en el edificio, y que deben atender las medidas sanitarias recomendadas.

Algunos sistemas de aire acondicionado proporcionan aire purificado de alta calidad, utilizando filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air), capaces de retener partículas sólidas y microorganismos. Puede acoplarse luz ultravioleta para su total esterilización. Las salas blancas y quirófanos de hospitales, utilizan filtros HEPA y aplican un flujo laminar o turbulento del aire para movilizar los gérmenes hacia el lugar donde sean atrapados o destruidos. No obstante, esos filtros y su mantenimiento son costosos, por lo que no es asumible por muchos museos, archivo y bibliotecas.

En caso de limpiar los conductos o filtros del sistema de aire acondicionado con alguna técnica, UV, ozono, o producto químico, debe garantizarse que no actuará en presencia de personas, ni impactará en objetos históricos.

Existen equipos portátiles que filtran el aire de una sala y lo esterilizan ayudando a la disminución de su carga microbiana. No obstante, no está demostrado que esterilicen COVID-19 y su eficacia depende de las dimensiones de la sala.

Los visitantes y trabajadores no deben ingresar partículas de polvo con contaminantes, adheridos a su calzado. Una alfombra a la entrada del edificio con desinfectante, y provista de un material absorbente, para el secado de suelas antes de entrar, sería siempre adecuado, en tiempos de COVID y de normalidad.

Tratamientos de desinfección más utilizados para eliminar el COVID-19. ¿Son una necesidad o un riesgo? Ventajas e inconvenientes.

Con relación a los equipos disponibles para la eliminación de gérmenes del aire y de superficies, **no** se dispone de datos científicamente validados en el ámbito de los **bienes culturales**. Consideramos que actualmente existe una necesidad de erradicar el COVID-19 y que ello supone un riesgo.

La eficacia y el riesgo de un tratamiento para eliminar el COVID-19, o sus mutantes, depende de:

- Dosis aplicada
- Tiempo de exposición
- Vulnerabilidad de las personas u objetos
- Entorno ambiental y sus parámetros; T°C, HR%, ventilación
- Peligrosidad del producto o sistema
- Método de aplicación

En general, a mayor eficacia desinfectante mayor riesgo para la salud y los bienes culturales

Los sistemas y tratamientos de desinfección se pueden resumir:

1. Lámparas ultravioleta (UV)

La luz ultravioleta es una radiación electromagnética. Según su longitud de onda podemos distinguir varios tipos; UV-A, UV-B y UV-C. Trabajan con una energía determinada por fotón que se mide en electronvoltio (eV), o en mW/cm². **A menor longitud de onda y mayor energía, la radiación UV es más eficaz** como biocida y más **agresiva** para la **salud**.

Mecanismo de acción

La radiación UV, en función de su energía y ciclos de aplicación, es ionizante, rompe enlaces químicos y puede oxidar moléculas. Altera el apareamiento de las bases del ADN y ARN de gérmenes infecciosos, los inactiva y elimina. Tiene capacidad mutagénica. Produce daños en el ADN de las personas expuestas inadecuadamente, pudiendo causar cáncer y quemaduras en la piel y retina ocular.

Equipos UV para la desinfección de objetos y ambientes

El mercado dispone de equipos que se están proponiendo para su aplicación en Patrimonio cultural.

Pueden utilizar diferentes tipos de lámparas:

- Lámparas de ultravioleta UV-A (onda larga)

Emiten una de longitud de onda entre 400-315 nanómetros (nm), y 3,10-3,94, energía por fotón (eV). Producen un tipo de luz que atrae a los insectos. Se conocen como lámparas actínicas.

- Lámparas de ultravioleta UV-B (onda media)

Trabajan con una longitud de onda entre 315-280 nanómetros y 3,94-4,43 eV. Se utilizan para combatir enfermedades dérmicas entre otras.

- Lámparas de ultravioleta **UV-C (onda corta)**
 - Emiten una longitud de onda entre **280-100** nanómetros y **4,33-12,40** eV. Son fuentes de radiación muy intensas con alta capacidad biocida y peligrosas para la salud. La radiación para eliminar microorganismos de amplio espectro se centra en torno a 254 nanómetros. Una exposición de una hora a 260 nm y 90 mW / cm² ha resultado eficaz para inactivar cepas de SARS (Karsten, 2020)
 - Se pueden aplicar en combinación con el ozono
 - Existen equipos que pueden suministrar aire esterilizado por lámparas UV-C
 - Se han incorporado a equipos de desinfección del aire, filtros HEPA.
- Tecnología LED. (LRD UV)

Se han desarrollado fuentes de luz UV-C de tipo LED. Utilizan materiales semiconductores con la ventaja de obtener aumentos significativos en la potencia de salida. Tienen una mayor vida útil y eficiencia.

Ventajas de la radiación UV-C

Según los valores de longitud de onda y energía de emisión que van en razón inversa, se indica:

- Esteriliza la superficie de los objetos que están expuestos directamente a la radiación UV. Debe tenerse en cuenta el tiempo de tratamiento, tipo de lámpara UV y vida útil de la misma.
- Es eficaz para esterilización de material de laboratorio u **objetos no históricos**

Inconvenientes

- **No se puede aplicar en presencia de personas ni bienes culturales.** Altera las propiedades químicas y físicas de los materiales, principalmente los orgánicos. Produce oxidaciones y envejecimiento.

- Cualquier área del objeto expuesto al UV y que quede **oculta** a la radiación directa, **no** debe considerarse **esterilizada**.
- Cómo sistema de desinfección de libros **no históricos** tampoco es **eficaz**, solo actuaría en la cubierta y en cada página expuesta.
- La capacidad de penetración de la radiación UV es determinante. Por ello, el grosor y geometría del objeto limita la eficacia del tratamiento. **Las capas de polvo** sobre el objeto, **disminuye la eficacia** de la UV
- **Desnaturaliza el ADN**. Colecciones de historia natural, y restos antropológicos tratados con UV, **no** podrían ser identificados e investigados genéticamente.
- Puede suponer un grave **riesgo** para la **salud**; alteraciones dérmicas, oftalmológicas y cancerígenas en personas expuestas, o que lo apliquen sin la protección adecuada.

Existen equipos móviles con control remoto, que se ubican en una sala para desinfectar el aire y los objetos en ausencia de personas. Son costosos y no está científicamente contrastada su eficacia. Los objetos de diferentes tamaños situados en la sala, pueden apantallar la radiación, por lo que la eficacia de desinfección del aire es limitada. Tampoco sería útil para las zonas de objetos ocultas al UV.

2. Ozono

A temperatura y presión ambiental, el ozono es un gas cuya molécula, (O_3), está compuesta por tres átomos de oxígeno. Es un potente oxidante. Desprende un olor característico que se percibe en una concentración de 0.02-0.005 ppm. No posee coloración, aunque en grandes concentraciones puede tornarse azulado. Es un biocida eficaz para la desinfección de ambientes y superficies en espacios cerrado.

Mecanismo de acción

Es altamente oxidante, reacciona, con los lípidos y proteínas que conforman hongos, bacterias y virus. Destruye las membranas celulares de hongos y bacterias en breve tiempo. Incide en las cadenas de bases del ADN y ARN. Como consecuencia, altera el material biológico y consigue eliminar un amplio espectro de gérmenes. Para erradicar virus estables y algunas esporas de bacterias resistentes se requieren concentraciones de 20 ppm, HR superior al 60% y varias horas de tratamiento. El límite de exposición para personas (TLV) es **0.1 ppm**.

La Organización Mundial de la Salud ha establecido riesgos para la salud, concentraciones de ozono en el aire superiores a los $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante más de ocho horas.

Ventajas

- Eficaz biocida para materiales y objetos que **no** tengan valor cultural, por el riesgo de deterioro.
- Uso rápido
- Desinfecta objetos y ambientes
- Esteriliza eficazmente objetos utilizados por personal infectado; **textiles, mobiliario y otros materiales contaminados.**

Inconvenientes

- **No** se puede aplicar en **presencia de personas ni de bienes culturales** debido a su alta capacidad oxidante. Altera las propiedades químicas y físicas de los materiales históricos, principalmente los orgánicos.
- Puede ocasionar graves oxidaciones irreversibles, en numerosos materiales orgánicos incluso a una exposición de ozono de 0.1 ppm,
- A concentraciones de 0.05 ppm, puede causar irritación en la piel y los ojos. También, dolor de cabeza, irritación de mucosas nasales y garganta y congestión pulmonar. Exposiciones durante largo tiempo puede tener efecto cancerígeno.
- El ozono puede interferir con partículas y moléculas del aire produciendo químicamente otros elementos nocivos para la salud y los materiales históricos.

Terminada la desinfección, el ozono se elimina como oxígeno. La norma española sobre recomendaciones de seguridad en generadores de ozono para tratamiento de aire, corresponde a UNE 400-201-94.

Hay equipos que combinan UV y ozono, programables y que actúan con control remoto. (Fig. 2). Tanto la UV como el ozono, podrían ser utilizados en un edificio de interés cultural en áreas libres de personas y obras de arte; oficinas (con posible riesgo para equipos informáticos), pasillos, ascensores, restaurantes, cuartos de baño, etc.



Fig. 2. Equipos de desinfección: ozono y combinados, ozono y UV

<https://www.google.com/search?q=ca%C3%B1on+de+ozono>

<https://www.google.com/search?q=equipos+ozono+UV+amazon&tbm>

3. Choque térmico como posible tratamiento rápido de emergencia

El choque térmico por calor se ha aplicado para eliminar insectos en bienes culturales; libros, textiles, objetos de madera (Strang, 2001). Las temperaturas superiores a 50°C son eficaces para erradicar insectos. El choque térmico por baja temperatura, en un rango -10 y -30°C, aunque también es efectivo para eliminar insectos, no elimina microorganismos, los cuales, paran su actividad, pero se mantienen conservados y disponibles para recuperarlos cuando sea necesario.

El tratamiento para erradicar insectos, consiste en cubrir el objeto con un textil de algodón e introducirlo en una bolsa de plástico de polietileno cerrada herméticamente. Se pretende que el objeto no pierda humedad y se minimicen posibles alteraciones por una contracción excesiva del material que lo conforma. Una vez empaquetados los objetos en plástico, deben ser expuestos a temperatura 50-60°C, durante 16 horas, que puede variar en función del tipo de insecto y las características del objeto. Se pueden emplear cámaras térmicas par colecciones de objetos, algunas poseen ventiladores de circulación de aire caliente.

En el caso del COVID-19, una temperatura de 60°C lo inactiva y erradica. Como consecuencia, un choque térmico a 60°C desinfectaría colecciones de libros o textiles. El método de aplicación sería idéntico al explicado anteriormente. Podría ser alternativa como tratamiento rápido de emergencia.

Ventajas

- No es tóxico
- Económico
- Rápido
- Fácil de proceder

Inconvenientes

- No es recomendable para objetos históricos delicados tales como fotografías, ceras, vidrios u objetos conformados por materiales de naturaleza heterogénea.

4. Productos químicos desinfectantes para bienes culturales ¿Serían útiles para eliminar el COVID19?

Actualmente, se aplican productos químicos de la menor toxicidad posible, los cuales, en función **del material, dosis y modo de aplicación**, impiden el crecimiento de microorganismos en fase vegetativa y erradican un gran número de agentes infecciosos.

En general, **la eficacia** de muchos productos químicos biocidas, va en razón directa al riesgo de **deterioro del material histórico y la salud**. Los biocidas se aplican en materiales altamente contaminados para evitar micosis, enfermedades bacterianas y biodeterioro de los objetos. El compromiso entre evitar el riesgo de infección para las personas y el biodeterioro para el objeto histórico debe ser evaluado y equilibrado. Todo ello se puede optimizar con procedimientos de protección adecuados y alternativas a nuestro alcance.

Existen normativas dictadas por los Ministerios de Sanidad de cada país, sobre sustancias químicas que pueden aplicarse en superficies, para reducir el riesgo infección por COVID-19. En el ámbito de Patrimonio, los productos de baja toxicidad utilizados para materiales orgánicos con biodeterioro, y que podrían ser útiles para inactivar el COVID-19, se puede resumir:

Etanol

Es uno de los productos más utilizados en la restauración de bienes culturales. En papel o textil con desarrollo significativo de colonias de hongos activos, se puede emplear **etanol 70%**, al que se le añade **cloruro de benzalconio (0.2%)** el cual incrementará la capacidad desinfectante. Gran parte del etanol que se adquiere para uso sanitario, tiene una composición: etanol 96% y cloruro de benzalconio (0.1%). El modo de aplicación: nebulización, pulverización, o localmente con hisopo húmedo, es determinante para la efectividad. El etanol no debe aplicarse al 96% en un material histórico ya que podría sufrir una deshidratación notable. Es necesario analizar previamente su efecto sobre posibles pigmentos, tintas solubles y barnices.

Cloruro de benzalconio

Es un compuesto de amonio cuaternario. Tensoactivo iónico. Si se incrementa la concentración sería requerido un lavado para eliminar la actividad como detergente. Utilizado al 0.2% en etanol al 70%, puede limpiar e inactivar el COVID-19. Podría afectar a los barnices y pigmentos y tintas solubles.

Otros productos químicos

El isopropanol (alcohol isopropílico), hipoclorito sódico, (lejía), o peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), se ha recomendado para desinfección de objetos no históricos con posible presencia de COVID1-19 (Kampf, *et al.*, 2020).

Aplicación de etanol en aerosol para desinfectar colecciones de libros o textiles históricos

Los tratamientos aplicados en fase gaseosa o aerosoles son los más eficaces para desinfectar y desinsectar bienes culturales.

En el caso de libros o textiles, es complicado eliminar localmente gérmenes infecciosos. Una alternativa consiste en aplicar el etanol en **aerosol**, difusible a través de las estructuras de los materiales. Para ello se introduce el

material en una bolsa de plástico de barrera, herméticamente sellada. A través de válvulas instaladas en la bolsa, se hace fluir un gas inerte, nitrógeno, burbujeado en una solución de etanol al 70% (Fig. 3).

Si no se dispone de nitrógeno de alta pureza, ni plástico de barrera, se puede emplear aire comprimido burbujeado en etanol 70%. El aerosol del etanol circularía por el interior de las bolsas de plástico de polietileno donde estarían ubicados los objetos. En este caso, es necesario un tratamiento de paso continuo del aerosol de etanol a través de las bolsas que contengan los objetos infectados. El tiempo de tratamiento en ambos casos, dependerá del número de unidades en cada bolsa de plástico de barrera.

Es un tratamiento de baja toxicidad que no garantiza la esterilización al 100% de esporas bacterianas, pero sí inactivaría coronavirus sensibles al etanol 70%.

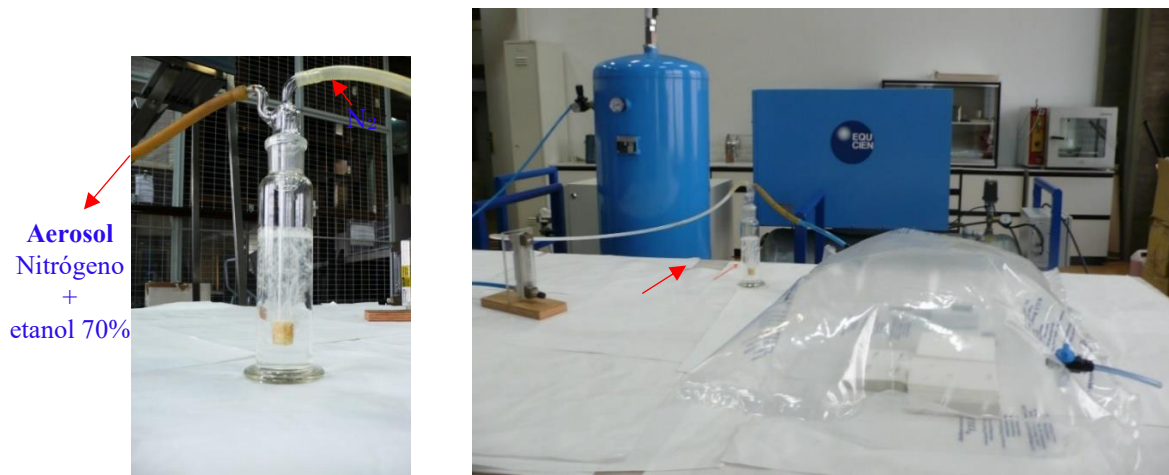


Fig. 3. Nitrógeno burbujeando en etanol 70%. Fotos: IPCE. Nieves Valentín

Los aceites esenciales de plantas con actividad microbicida

Se ha demostrado, que algunos extractos de plantas con actividad microbicida son eficaces para eliminar hongos y bacterias (Morales, *et al*, 2013, Valentín, 2019). En bioensayos con materiales orgánicos infectados, se ha utilizado un aceite esencial de la planta *Artemisia absinthium* 0.1% en disolución de etanol 70%, para eliminar hongos ambientales en soportes de papel (Figs. 4 y 5). Se ha aplicado en fase de aerosol empleando nitrógeno de alta pureza burbujeado en la disolución de *Artemisia absinthium*/etanol. Los resultados fueron satisfactorios en todos los casos analizados. La baja concentración del extracto de *Artemisia* en aerosol de etanol 70%, no afectó al cambio de pH en los materiales tratados, ni modificó el color de pigmentos solubles analizados por espectrofotometría (Montero, J. 2015). La figura 6, muestra un tratamiento en el cual, el nitrógeno se ha sustituido por aire. En este caso, se requeriría mayor tiempo de tratamiento para obtener la misma eficacia que usando gas nitrógeno.

Un gas inerte, nitrógeno, o noble como el argón, minimiza las reacciones de oxidación que podrían sufrir los materiales históricos expuestos al aire (Valentín, 2018 y 2019).



Artemisia absinthium

Aerosol
Nitrógeno-etanol 70%
+
Atermisia



Artemisia absinthium/etanol 70%

<https://www.google.com/search?q=artemisia+absinthium>

Fig. 4. *Artemisia absinthium*/etanol para desinfección de microorganismos



Fig. 5. Nitrógeno burbujeando en disolución de *Artemisia*/etanol 70%



Fig. 6. Aire burbujeando en *Artemisia* etanol 70%

Algunas especies del género *Artemisia* son apreciadas como antibiótico natural. *Artemisia annua* se ha utilizado para combatir la malaria. La investigadora Chi lun, obtuvo el Premio Nobel en 2015, por el descubrimiento de la molécula “artemisinina”, principio activo contra la malaria (Fig. 7). Aunque con investigaciones de resultados controvertidos, otro medicamento eficaz contra la malaria, hidroxiclороquina, ha sido utilizado para luchar contra la COVID-19. En esa línea, en Madagascar, se está utilizando *Artemisia annua*, preparada como tisana y bebida refrescante, para prevenir la COVID-19. Se le atribuye un efecto positivo, ya que se ha reportado una baja tasa de infectados y fallecidos en la población que lo ha consumido. Posiblemente, haya que tener en cuenta otros factores que hayan podido influir como: población no envejecida, mayor actividad al aire libre, o tal vez presencia de un COVID-19 mutado en otro virus menos agresivo. Actualmente la OMS ha solicitado los ensayos clínicos al respecto (La Vanguardia, 04/05/2020; El País, 05/05/2020).

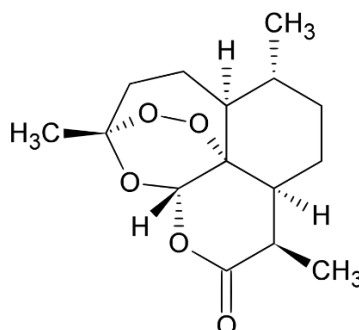


Fig. 7 *Artemisia annua* y molécula de artemisinina

<https://www.google.com/search?q=artemisia+artimisinina&sxsrf>

Guía para los trabajadores y visitantes relacionados con colecciones patrimoniales, basada en el cuidado a tener en cuenta debido a la pandemia generada por el virus Covid-19. Reapertura de instituciones culturales.

De acuerdo a las normas, recomendaciones y protocolos, publicados por las autoridades sanitarias y ministeriales de cada país, relacionadas con la reapertura de los edificios de interés cultural y que afectan tanto a los trabajadores como a los visitantes, se puede indicar:

1. Medidas indispensables para el cuidado del personal que trabaja en Museos, Archivos y/o Bibliotecas

- Evitar el contacto físico al saludar.
- Uso obligatorio de máscara (cubriendo boca y nariz).
- Lavarse las manos con frecuencia con agua y jabón o, en su defecto, etanol diluido al 70%.
- Cuando no sea posible usar barbijos o mascarillas, toser o estornudar cubriendo nariz y boca con el pliegue del codo.
- Trabajar de manera remota si se tienen cualquiera de los síntomas descritos por la OMS relacionados con Covid-19.
- Desinfectar las superficies del establecimiento, tales como: mesas, computadoras, escritorios, equipos, dispositivos táctiles y elementos que entren en contacto con el público.

2. Reapertura de la institución de interés cultural. Etapa inicial preparatoria.

- En las etapas iniciales el personal deberá turnarse en días diferentes para presentarse en las instalaciones, con el fin de garantizar el distanciamiento social.
- Revisar el estado de las obras que permanecen en exhibición, y clasificarlas en base al riesgo de exposición y ubicarlos en un lugar seguro.
- Los montajes de las obras, deberán realizarse en los días y horarios que no coincidan con el ingreso de los visitantes ni personal de limpieza.
- Revisar el estado de las colecciones en cuanto a si las mismas están cubiertas de polvo, y colocarlas en un entorno más seguro y con ventilación.
- No se debe comer y beber en las instalaciones, en caso de que el personal deba llevar una vianda y refrigerios al establecimiento, no deberá bajo ningún aspecto, compartir utensilios como vasos, platos y cubiertos, y en caso que se almacene algún alimento el mismo debe almacenarse únicamente en la cocina. Se deben eliminar todos los alimentos de las instalaciones, incluso si están bien almacenados.

- Revisar minuciosamente el estado de las colecciones, libros, tanto los que se encuentren expuestos en las salas como las que están en los depósitos y otras zonas de almacenamiento, con el fin de detectar presencia de insectos, heces de aves, roedores, u otro tipo de plagas.
- Revisar posibles lugares donde eventualmente puedan detectarse la presencia de hongos (paredes, techos, marcos de ventanas, baños, etc).
- Registrar y controlar regularmente los sistemas de monitoreo ambiental: ventilación, humedad relativa y temperatura, factores que influyen directamente en el desarrollo de microorganismos, los cuales, podrían, en algunos casos ser un riesgo para la salud, y también ser capaces de ocasionar biodeterioro de los materiales que conforman las obras, libros y/o documentos de importancia patrimonial.
- Realizar un relevamiento de áreas (sobre todo zonas de depósito y almacenaje de colecciones), donde se detecten la presencia de hongos y exceso de polvo acumulado, registrando los espacios donde se requiera ventilación y limpieza adicional, ya que los bioaerosoles pueden depositarse sobre las colecciones y producir daños en los materiales debido al biodeterioro.
- Se debe tener en cuenta que una de las formas para evitar la acumulación de polvo y reducir el crecimiento y desarrollo de los microorganismos en el entorno de museos, archivos y bibliotecas, es la filtración de aire para eliminar partículas, y las buenas prácticas de limpieza, pero no pueden eliminarlo por completo. Los sistemas de tratamiento de aire que excluyen las esporas de mohos y bacterias de un entorno no son factibles para la mayoría de las instituciones que albergan colecciones. Esto no es solo porque tales sistemas son costosos, sino porque la contaminación del aire ocurriría con cada miembro del personal, investigador o visitante que ingrese al medio ambiente. Además, muchos de los materiales pueden haber sido contaminados con esporas microbianas durante su fabricación y, con las condiciones de humedad relativa y temperatura adecuadas para su crecimiento, las esporas van a germinar y crecer. Por lo tanto, es imposible abordar el problema intentando excluir esporas del aire. Por lo tanto, el control ambiental es una herramienta esencial para prevenir la germinación y el crecimiento.

3. Medidas para tener en cuenta por los visitantes antes de ingresar al Espacios Culturales

Las redes, si bien se convirtieron en una herramienta extraordinaria para el acceso al arte, no sustituyen la vivencia de pararse frente a las obras en un ámbito específico que ayuda a la conexión íntima con el arte, lo cual lleva al visitante a una experiencia sensible y única. Con lo cual la virtualidad es complementaria de las visitas reales, y en tiempos de cuarentena es un paliativo que permite mantener en contacto al público con la institución y con su colección a través de diferentes plataformas.

Primeras medidas de control a tener en cuenta antes del ingreso de los visitantes

- Solicitar a cada visitante, nacional o extranjero, leer un formulario que les será proporcionado en la entrada del Espacio Cultural, para definir si su visita al Museo puede darse en ese momento o si es necesario aplazarla.
- En caso de que la persona cumpla con una de las siguientes condiciones, debe programar su visita a la Entidad en otro momento:
 - Presenta síntomas como fiebre superior a 37,5, tos, dificultad para respirar, dolor de garganta, dolor de cabeza, malestar general, secreción nasal y fatiga.
 - Si ha estado en contacto con personas que han sido diagnosticadas con el virus o que han estado recientemente en alguno de los países con brote activo del virus.
- Solicitar siempre el lavado de manos con gel desinfectante al ingresar o salir de las instalaciones.

4. Medidas a tener en cuenta por los visitantes dentro de los Museos y otros Espacios Culturales

La salud sigue siendo la prioridad en una pandemia en la que la circulación de la gente marca la evolución de los contagios.

- El uso de barbijos/mascarillas, es obligatorio en muchos países, incluso en espacios abiertos. En caso de no ser posible, al toser y estornudar, cubrirse la boca y nariz con el pliegue del codo, menores de 4-6 años, según los países, no es obligatorio el uso de barbijos/mascarillas.
- Lavarse las manos con agua y jabón o usar alcohol en gel.
- Evitar tocarse la cara con las manos.
- Para aquellas visitas de grupos de alumnos acompañados por docentes a cargo del grupo, éste deberá presentar DNI. Las visitas podrían efectuarse de acuerdo a la terminación del DNI.
- Medidas para evitar el contacto físico o cercano:
 - Establecer franjas horarias y una cantidad limitada de visitantes en cada una, para lo cual se recomienda el uso de medios de pago electrónico.
 - Mantener al menos 2 metros de distanciamiento social.

- En el caso de los museos que cuenten con restaurantes o confiterías, se recomienda la no apertura de los mismos, ya que no resulta un sitio indispensable relacionado con la función y objetivos que cumple una institución museística.
- No tocar las obras en exposición, no sólo para prevenir el posible contacto con el virus, sino también porque cada vez que tocamos una obra estamos depositando sobre la misma pequeñas cantidades de materia orgánica, que son fuentes de carbono y nitrógeno para los microorganismos, como hongos y bacterias que pueden ocasionar biodeterioro en los materiales que componen las obras.

5. Medidas a tener en cuenta en exposiciones que se realicen en espacios públicos al aire libre

- Se recomienda convertir en peatonales, de manera parcial, a las calles de la/las ciudades cercanas a las exposiciones al aire libre, con el fin de asegurar el distanciamiento social y tratar de evitar aglomeraciones, e incentivar el comercio de escala barrial sin utilizar medios de transporte público, promoviendo la movilidad peatonal y la bicicleta, para así evitar el contagio del coronavirus.
- En el caso de los puestos ubicados en la vía pública, estos deberían estar distanciados no menos de 5 metros unos de otros, en calles cortadas convertidas en peatonales y debidamente demarcadas y debería funcionar con una grilla/agenda de día y horarios, y contar con un servicio de entrega y venta por internet.
- Poner a disposición del personal de los museos (guías, curadores, etc), un manual para que adopten medidas de protección. Los mismos deberán cumplir con el protocolo de higiene en sus puestos de trabajo: barreras de nylon para protegerse a ellos y la mercadería y efectuar una desinfección una vez por hora de las superficies donde se monten las obras u objetos artesanales, con una periodicidad mínima de una vez por hora. La desinfección deberá realizarse con una mezcla de hipoclorito de sodio de uso doméstico, con concentración mínima de 55 gramos por litro de agua.
- Las exposiciones al aire libre, estarán ubicadas en la calle para evitar ocupar las veredas que se reservarán exclusivamente para que las personas puedan mantener la distancia.
- Los expositores podrán intervenir el espacio cercano a su espacio para promover la distancia personal en la espera y ordenar las filas de usuarios para el ingreso a los locales.
- Todos los expositores tendrán que usar la vestimenta reglamentaria sin excepción para ser distinguidos por los visitantes, sin excepción, y guantes de látex que deberán ser

cambiados cada 30 minutos. También deberán contar con barbijo/mascarillas.

- Para garantizar todas estas medidas, se requerirá la presencia de inspectores quienes serán los encargados de controlar el cumplimiento del protocolo y reportar tanto el incumplimiento del mismo, como así también los casos de personas que no se encuentren en buen estado de salud.
- Tanto en exposiciones en espacios cerrados como abiertos, es recomendable indicar en el pavimento, el sentido de la dirección de la visita para evitar que el público se cruce.

6. Propuestas virtuales innovadoras como herramienta de acceso a los espacios del arte y la cultura

- Propuestas virtuales de los principales centros artísticos y culturales con el fin de minimizar el estado presencial de visitantes, lo cual también permite a las personas infectadas por el COVID-19, que se encuentren en estado de aislamiento obligatorio, un acercamiento a entretenidas e innovadoras propuestas del arte y la cultura a través del mundo virtual.
- Puesta a punto de un Programa Virtual, a través del cual se ofrezca nuevos contenidos artísticos y educativos junto a los artistas, conformando al Museo como un gran espacio de reflexión para y con la sociedad sobre el momento presente.
- Utilizar todas las herramientas tecnológicas que estén al alcance de las entidades culturales para la difusión del arte.
- A partir de esta pandemia los Centros culturales asumen un rol activo en política cultural generando material propio, con textos, videos, obras visuales, y diferentes plataformas con acceso libre y gratuito.

7. Tareas a tener en cuenta por el personal asignado para la limpieza y mantenimiento de los locales, a fin de prevenir la diseminación y contagio del COVID-19

- Mantener los locales en buenas condiciones higiénicas, sanitarias y de seguridad.
- Limpiar y mantener en condiciones el instrumental técnico, y los equipos de trabajo.
- Efectuar tareas de limpieza de vidrios, puertas y ventanas, techos, paredes, pisos, muebles, corredores, oficinas, salas, ascensores, baños y demás ambientes de la institución.
- Para eliminar el polvo asociado a microorganismos, son eficaces, las aspiradoras con filtro de aire HEPA, o con filtro de baño de agua. Los

filtros HEPA atrapan la mayoría de las esporas antes de que puedan salir de la aspiradora. Las aspiradoras domésticas no son eficaces, porque el aire no se filtra ni se desinfecta y en su salida disemina los microorganismos. Todas deben ser desinfectadas antes y después de su uso.

- Cargar, transportar, descargar y desinfectar los materiales que entren o salgan de la Institución.
- Cargar, transportar, y descargar los residuos.

Bienes culturales que pueden estar accidentalmente contaminados con Covid-19, principalmente libros

1. Personal de riesgo para la salud

- Tanto las personas con alergias, problemas respiratorios, diabetes o inmunidad deteriorada, embarazadas, así como las que toman esteroides, deben evitar entrar en contacto con las áreas y los materiales que puedan estar contaminados.

2. Documentos en estado de cuarentena

- Debido a que, tanto en bibliotecas como en archivos, existe la posibilidad de que se encuentren libros y/o documentos que estén o hayan estado en contacto con el virus Covid-19, los mismos podrían ser en ese caso transmisores indirectos del virus. En ese caso el libro o documento debe ser aislado, colocándolo en cuarentena antes de que los mismos puedan regresar a su lugar de origen.

3. Manipulación de libros y documentos que pudieron haber estado en contacto con el Covid-19

- Ante la posibilidad que tanto los libros o documentos y/o el personal que esté trabajando con ellos, estén infectados, se debe trabajar con elementos de protección, barbijo/mascarilla, guantes si es posible, ya que tanto uno como los otros pueden actuar como focos de transmisión.
- Inmediatamente terminada la manipulación del libro o documento, se deberá desinfectar la superficie de trabajo con una solución al 70:30 de etanol/agua. Una vez realizada la desinfección se deben descartar los guantes y el barbijo en un recipiente para este tipo de residuos, y lavarse las manos.

4. Aislamiento y desinfección

- En el caso que sea necesario llevar a cabo una desinfección y limpieza de libros o documentos contaminados, la misma debe ser llevada a

cabo sólo por profesionales especializados (restauradores, conservadores), con el fin de que los mismos no sean dañados, y evitar a su vez, una posible diseminación del virus en caso que dichos libros y/o documentos pudieran estar infectados con el virus.

- Previamente, los libros y documentos de los cuales se sospeche que podrían haber estado expuestos a contaminación por Covid-19, deberán ser mantenidos en la cuarentena correspondiente como se mencionó anteriormente.

5. Préstamos y devoluciones

- Para hacer efectivas las devoluciones de libros y/o documentos que hayan quedado atrapados en el período de cuarentena fuera de las instituciones a las cuales pertenecen, tanto persona física como jurídica que tenga en su poder dichos documentos, deberá acordar con cada Institución la fecha de devolución de los mismos.
- Para los libros y/o documentos en tránsito, se podrán solicitar aquellos que se encuentren en la base de datos del Sistema de cada Institución, la cual deberá enviar un correo electrónico al solicitante, informando la fecha de disponibilidad del libro o documento, e informar la fecha y condiciones para efectivizar su retiro de la Institución, así como su devolución.
- En cuanto a las Bibliotecas o demás Instituciones portadoras de los libros o documentos solicitados por el Sistema, antes de informar el préstamo de los mismos, deberán evaluar el estado de las obras y decidir si es necesario aislarlas y almacenarlas durante el período de espera para la devolución.
- Una vez retiradas las obras de la zona de almacenamiento, se debe dejar constancia mediante la elaboración de un informe que indique las condiciones en las que se encuentran las mismas, y comunicarlo a quien corresponda.
- Es muy importante tener el control regular de los datos ambientales sobre el espacio donde se ubican las obras.

6. Consulta de bibliografía por medios digitales

Con la intención de evitar los traslados de personas cuando no fuese necesario, y evitar los contagios por COVID-19, las consultas bibliográficas deberán realizarse mediante las páginas virtuales que cada biblioteca, o archivo deberá tener disponible en su base de datos.

Las Medidas adoptadas por Ministerio de Salud de la Nación Argentina respecto al coronavirus se reportan en:

<https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19>

Las “Medidas para la reducción de contagio por el coronavirus SARSCoV-2 en museos y sitios patrimoniales” se indican en:

<file:///C:/Users/Usuario/Desktop/MATERIAL%20COVID%2019/COVID/Normas.%20Museos.pdf>

Conclusiones

No existe hasta el presente investigaciones concretas sobre infección por COVID-19 y su control en los bienes culturales. El virus no deteriora los materiales históricos, aunque las superficies contaminadas actúan como transmisoras intermedias. Fundamentalmente, es un problema epidemiológico que afecta a personas en todos los ámbitos, por consiguiente, se aconseja:

- ❖ No extrapolar rigurosamente métodos y técnicas de desinfección del ámbito sanitario al Patrimonio, sin una investigación rigurosa y contrastada. Son escenarios muy diferentes.
- ❖ Profundizar en el conocimiento de los tratamientos de desinfección que se propongan, y determinar en cada caso su viabilidad en cuanto al **riesgo – coste – beneficio**, tanto para la salud de las personas como para los bienes culturales
- ❖ Cumplir las normas dictadas por las autoridades sanitarias e instituciones patrimoniales de cada país en coordinación con la OMS, las cuales se modificarán con la evolución de la pandemia.

Bibliografía

Kampf, G.; Todt, D.; Pfaender, S.; Steinmann, E. (2020), “**Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents**”, *Journal of Hospital Infection*. Elsevier. 104: 246-251 disponible en:

[https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701\(20\)30046-3/pdf](https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(20)30046-3/pdf) (acceso 5/05/2020).

Karsten, J.; Kepkiewicz, J.; Lambert, S.; Maitland, C. and Strang T. “**Caring for Heritage Collections during the CoViD-19 Pandemic**”. *Canadian Conservation Institute* en:

<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/conservation-preservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/caring-heritage-collections-covid19.html> (acceso 18/05/2020).

El País, 05/05/2020. “**El falso remedio milagroso contra la covid-19 que se extiende por África**” en:

https://elpais.com/elpais/2020/05/05/planeta_futuro/1588694037_559551.html (acceso 10/05/2020)

La Vanguardia, 04/05/2020. “**OMS pide ensayo clínico de remedio natural de Madagascar contra COVID-19**” en:

<https://www.lavanguardia.com/vida/20200504/48968945953/oms-pide-ensayo-clinico-de-remedio-natural-de-madagascar-contra-covid-19.html> (acceso 8/05/2020).

Montero, J. (2015). “**Análisis reportados en el Instituto del Patrimonio Cultural de España**”. (IPCE)

Morales, R.; Blanco, P.; Lalana, P.; Pardo, M.; y Valentín, N. (2013). “**Extractos naturales para la desinfección y desinsectación de bienes culturales. Las plantas medicinales y el patrimonio histórico**”. *Ciencia y Arte IV*. Ed. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Madrid: 148-162
Ciencia y arte IV (2013)

<http://es.calameo.com/read/000075335744e530530f8>

Strang, T. J. K. (2001). “**Principles of Heat Disinfestation.**” In *Integrated Pest Management for Collections: Proceedings of 2001: A Pest Odyssey*, 114–129.

Valentín, N. 2019. “**La biología utilizada para la creación de obras de vanguardia y su preservación con métodos y sistemas “verdes”. Ventajas y limitaciones**”. *Actas, Encuentro Nacional sobre Registro, Documentación y Conservación de Arte Contemporáneo. Buenos Aires*.

Valentín, N. 2018. *La biología y los bienes culturales. Una amenaza y una herramienta universal para conservar y restaurar. Ciencia y Arte VII*. Secretaría General Técnica del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Madrid. En prensa

Valentín, N.; Sánchez, B.; Durán, D.; Muro, C; Herráez, I.; Vilanova, O.; Montero, J.; Manrique, E.; Gaztañaga, A. (2017). “**Desarrollo de tecnologías para la detección precoz de contaminantes biológicos. Aplicaciones a vitrinas de aire y anoxia**”. *Ciencia y Arte VI*. Ed. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Madrid: 101-119

<https://es.calameo.com/read/000075335f9a7c19fd6c7>

Valentín, N. “*Microorganisms in Museum Collections*”. COALITION. Nº 19: 2-5 (2010) en:

http://www.rtpfh.csic.es/issues/19_01.pdf