



CURSO DE DOCTORADO

"CONSERVACIÓN PREVENTIVA DE BIENES CULTURALES"

OF. PRINCIPAL:

Dra. Milagros Vaillant Callol

Científica de la Conservación

Unión Nacional de Escritores y Artistas de Cuba

TEMA 1: PRINCIPIOS GENERALES DE LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA

INTRODUCCIÓN:

La consideración sobre la preservación de los "recuerdos" conduce naturalmente a lo que es la preservación de los especímenes, afirmó **Douglas A. Allan en 1960.**

La preservación debe significar la protección de los objetos contra el proceso de destrucción natural por deterioro físico y químico o contra el ataque biológico. La velocidad de estos procesos varía ampliamente, en dependencia de la naturaleza y composición de los objetos y las condiciones ambientales de los locales en los cuales se encuentran.

Veintidós años más tarde, **Philip R. Ward** exponía y defendía la tesis siguiente: Todo lo que conocemos sobre nosotros mismos y sobre nuestro mundo proviene del pasado, y todo lo que conocemos del pasado es aquella parte que ha sobrevivido bajo la forma de objetos materiales. Solamente una fracción de nuestra historia está consignada en la literatura, y la literatura está sujeta a los errores de interpretación de los humanos. Solo los especímenes materiales de la historia natural y humana son indispensables, ya que son la materia prima de la historia, los hechos innegables y la verdad sobre el pasado.

La conservación es el medio a través del cual preservamos. Es un acto de fe en el futuro.

Es por ello que una de las funciones fundamentales de los museos es la preservación, de aquellos objetos del pasado que en ellos se albergan y que forman parte del patrimonio cultural de cada país para las generaciones presentes y futuras. Son instituciones de carácter permanente que adquieren, conservan, investigan, comunican y exhiben, para fines de estudio, educación y contemplación, conjuntos y colecciones de valor histórico, artístico, científico y técnico o de cualquier otra naturaleza cultural.

Su surgimiento y evolución están íntimamente ligados a la propia historia de la humanidad, especialmente, a la necesidad que ha sentido el hombre de todos los tiempos, culturas y lugares, de coleccionar los más diversos objetos y de preservarlos para el futuro.

Esta constante ha producido, después de miles de años de gestación, el nacimiento del museo.

Los objetos coleccionados y conservados en los museos son elementos fundamentales para el conocimiento de aquellos períodos a los que pertenecen, pero también necesarios para el desarrollo sociocultural del mundo. Junto con las bibliotecas y los archivos, los museos son los depositarios de la mayor parte de los testimonios más preciados de la creación humana a través de los siglos.

El museo, como institución pública accesible a toda clase de visitantes, es un fenómeno reciente. Desde el comienzo de su existencia se les ha considerado como protectores del Patrimonio, existiendo la creencia general de que los objetos y obras de arte iban a estar muy bien conservadas en estas instituciones. Sin embargo, los esfuerzos realizados en este sentido no han podido satisfacer estas necesidades, en parte debido a la poca información que existía sobre los procesos de deterioro y a los medios requeridos para su control.

En los últimos años existe un gran interés por el patrimonio cultural, debido al incremento de la cantidad de objetos y materiales a conservar, así como a la proliferación del número de museos, los que tienen el compromiso social de preservarlos y legarlos a las futuras generaciones (De la Torre, M., 1997).

Las colecciones de museos se caracterizan no solo por su tamaño, sino también por la variedad de objetos y especímenes que las integran, cada una de las cuales poseen sus propios requisitos de conservación.

La responsabilidad de preservar tal inmensidad y diversidad de objetos y colecciones, ha dado lugar a la necesidad de buscar mecanismos más eficientes para conservar y proteger el patrimonio cultural de la humanidad.

Hasta hace poco tiempo la conservación estaba dedicada fundamentalmente al cuidado de objetos individuales; la restauración constituía la función principal del conservador. Pero actualmente sabemos que las exigencias de conservación no pueden ser satisfechas con ese estilo de trabajo. Ni siquiera las instituciones mejor dotadas en recursos humanos y financieros pueden lograr estos objetivos con tales enfoques.

Cada día se incrementan el número de museos, sitios arqueológicos, cuevas y lugares a cielo abierto con sus propios problemas y necesidades de preservación, por lo que no es posible concentrarse en piezas individuales, en detrimento de la mayoría de una colección. A esto habría que agregar que en los últimos años, los problemas de conservación del patrimonio mueble han crecido extraordinariamente, debido al incremento del número de colecciones, a su dispersión, a la falta de una política práctica y sistemática de vigilancia, mantenimiento y restauración, a la falta de personal cualificado y a la necesidad de recursos.

Por todo lo antes expuesto, el concepto de conservación ha cambiado adquiriendo un enfoque más amplio, el que cada día tiende más hacia el cuidado preventivo de las grandes colecciones. Ello significa crear nuevas formas de prevenir y/o retardar el deterioro a través del control medioambiental, lo que constituye la base de la conservación preventiva.

Desde hace 20 años estamos asistiendo a un cambio de mentalidad, que se traduce como un nuevo uso de las colecciones, que han pasado a formar parte activa de la cultura, lo que a su vez ha propiciado una nueva actitud hacia la preservación del Patrimonio Cultural. Una prueba de este cambio es la Conservación preventiva.

La conservación preventiva, como método de trabajo que pretende controlar el deterioro de los bienes culturales antes de que este se produzca no es una idea nueva, sino que ha ido evolucionando con el tiempo.

Desde la antigüedad, y más específicamente desde la época medieval, el renacimiento o el barroco, se aplicaban prácticas para la conservación de edificios, pinturas murales, esculturas y pinturas con un enfoque preventivo.

Sin embargo, a mediados del siglo XIX se produjo un auge de la restauración con el predominio de criterios más intervencionistas y agresivos.

Los resultados espectaculares de las intervenciones de restauración sobre obras de arte deterioradas, en gran parte por el descuido en la aplicación de las prácticas tradicionales de mantenimiento y conservación, debieron contribuir a olvidar estas prácticas, estableciéndose una dinámica en la que las obras restauradas parecían no requerir excesivos cuidados hasta la siguiente restauración.

Dos aspectos han favorecido especialmente una evolución en la conservación de los bienes culturales: el respeto a la autenticidad o integridad de las obras y la incorporación de las ciencias experimentales y de métodos científicos en las intervenciones. La utilización de la ciencia en los problemas de la conservación era ya importante desde el siglo XIX.

Aunque estos aspectos parecen estar ya generalizados desde principios del siglo XX, no es hasta los años 30 que comienzan a institucionalizarse.

Estos factores han sido decisivos para la evolución que ha tenido la conservación de los bienes culturales, desde entonces.

BREVES CONSIDERACIONES SOBRE EL SURGIMIENTO Y EVOLUCIÓN DE LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL

La preservación y recuperación del patrimonio cultural de la humanidad se concibe como parte de la política de rescate y profundización de la identidad cultural de los pueblos.

La responsabilidad contraída al ser poseedor de bienes culturales o cualquier tipo de legado importante para el quehacer del hombre, implica la disposición al uso y la adopción de normas que garanticen su transmisión a las futuras generaciones.

Según los últimos resultados científicos, el género humano existe desde hace unos dos millones de años, pero su representante más moderno, el homo sapiens, data de apenas unos cuarenta mil.

El homo sapiens perfeccionó la técnica del tratamiento de la piedra e introdujo la utilización de nuevos materiales, tales como hueso y cuero. No obstante, estos avances en el desarrollo productivo aún no representaron un cambio esencial en la esfera de la cultura espiritual y material.

El único material arqueológico cualitativamente nuevo que surge al mismo tiempo que la nueva especie biológica, el hombre, es la representación escultórica, gráfica y pictórica de figuras geométricas e imágenes creadas a semejanza de objetos existentes en la naturaleza.

La capacidad para comunicar, no solo a larga distancia, sino también por medio de documentos escritos y gráficos, es una característica peculiar del género humano, en tanto que la

creación, propagación, preservación y utilización de los mismos son actividades inherentes de la sociedad; todas ellas desempeñaron un importante papel en el desarrollo cultural de la humanidad.

El hombre en sus inicios confió su pensamiento a la memoria; más tarde, aprendió a recordar sus hechos e ideas, plasmándolas en arena, tierra y troncos de árboles, como paso inicial para grabarlos después en materiales más permanentes y hacerlos más duraderos.

Así, apareció una nueva actividad creadora, la que podemos llamar **creación artística**. Dentro de esta creación, aparecieron los primeros **pictogramas o representaciones gráficas de hechos concretos**, es decir, **la escritura primitiva**, la que está estrechamente vinculada al **Arte Prehistórico**, del cual comenzó a separarse, paulatinamente, a principios del Mesolítico.

La **escritura fonética pura** surgió en Egipto en el milenio III. Ya en el milenio II perdió su carácter pictórico y adquirió la forma de símbolos abstractos consistentes en líneas cuneiformes verticales y horizontales que representaban un determinado sonido.

Al descubrir la representación, el hombre detuvo el instante y adquirió cierto poder sobre el tiempo; fue como si diera comienzo a una nueva forma de existencia, es decir, a la **existencia de la forma artística**, cuyo desarrollo transcurrió a lo largo de la Historia del Arte.

La creación artística es una función esencial del ser humano, por lo que arte y hombre son inseparables.

"NO EXISTE ARTE SIN HOMBRE, PERO QUIZAS TAMPOCO HOMBRE SIN ARTE"¹.

El arte es uno de los medios de comunicación entre los hombres. Se determina:

- Directamente por la economía y la técnica de confección.
- O por las exigencias y relaciones sociales que se desarrollan sobre la base de este.

1 Afirmó René Hüyghe

Es decir, que **LA CREACIÓN ARTÍSTICA NO ES UN LUJO DE LA CIVILIZACIÓN, ES UNA TENDENCIA INNATA DEL HOMBRE Y UNA NECESIDAD DE EXPRESIÓN**, la que inicialmente surgió de forma instintiva.

Prueba de ello son las realizaciones plásticas de los niños, y todas las manifestaciones artísticas del hombre antiguo tales como la música rítmica mediante choques de palos y piedras, la pintura corporal, etc. No se trata de una actividad trivial, ni un mero apéndice ornamental, sino de un impulso identificable con la fuerza vital, que hace del arte un instrumento clave de cognición de la realidad.

Solo la elaboración de instrumentos especiales permitió al hombre dedicarse a la creación: a la pintura y a la talla.

El hombre prehistórico necesitó cientos de milenios para recorrer el camino entre una tosca raedera y el afilado y puntiagudo punzón, con el que fueron grabadas en piedras las primeras imágenes.

Entonces comenzó a grabar sus ideas en diferentes soportes, utilizando para ello diversos materiales y técnicas, en correspondencia con el nivel de desarrollo alcanzado. Entre dichos soportes utilizó:

- Piedra: Fue utilizada para hacer las primeras representaciones gráficas. Su uso persistió, siendo frecuente encontrarla como elemento ornamental de edificios, tallas y tumbas. Las representaciones en piedras tomaron proporciones gigantescas en la antigüedad, por lo que constituyó un importante vehículo para la difusión del pensamiento.

Los materiales pétreos, cerámica estructural y adobes constituyen los soportes habituales de la pintura mural. Los utilizados con mayor frecuencia en la construcción de edificios son las rocas calizas y areniscas, mientras que los silíceos abarcan desde el ladrillo cocido hasta el adobe. También han sido empleadas piedras de textura uniforme para la elaboración de esculturas.

- Barro: Fue utilizado a partir del siglo XIX A.J.C. en forma de tabletas o ladrillos, en los que se grababan los caracteres con la ayuda de un punzón. Estas, una vez elaboradas, eran cocidas, dando con ello una mayor durabilidad a la escritura. Han sido encontradas verdaderas bibliotecas formadas por estas piezas, en las que puede señalarse un antecedente de los libros modernos.

El barro cocido también fue muy utilizado con fines escultóricos, para la fabricación de modelos que estaban destinados a realizarse finalmente en metal.

- Metales: El fuego y los metales pueden considerarse como las bases fundamentales de la cultura.

Algunos metales como oro, plata, hierro, bronce, plomo y cobre, fueron muy utilizados para grabar en ellos textos litúrgicos y jurídicos, a los que se quería dar una larga vida, así como para el empleo de metáforas y para consignar actos importantes, cuyo recuerdo se quería conservar.

Los metales y algunas aleaciones fueron utilizados más bien para la decoración de objetos tales como armas, armaduras y otros complementos bélicos de personajes de alto rango militar.

- Maderas y materiales textiles: La madera fue usada en la misma forma que las tabletas de barro, pero con la novedad de recubrirlas con una capa de cera, la que permitía grabar los caracteres con una estilte y borrar después lo escrito. De forma especial fue utilizada en los anales de los pontífices, en los que se relataba, día a día, los principales acontecimientos de cada año. También, para grabar en ella, las leyes de la antigüedad, habiéndose grabado en planchas de madera todas las leyes romanas.

Es el soporte más antiguo utilizado en la pintura de caballete. Fue usada con estos propósitos por griegos y egipcios, lo que se generalizó en Europa entre los siglos XI y XVI. Durante el Renacimiento comenzó a ser reemplazada por la tela, aunque se mantuvo su empleo hasta el siglo XIX, en el que tiene lugar su decadencia. Entre las maderas más utilizadas con estos objetivos podemos mencionar el roble, peral, tilo, pino, nogal, álamo, ciprés, y alerce.

Los materiales textiles comenzaron a ser utilizados como soportes de pinturas a partir del siglo XV, debido a su fragilidad, siendo los venecianos los primeros que emplearon la tela de forma habitual.

El soporte de tela presenta algunas ventajas en relación con la madera ya que es más móvil, menos pesado y se adapta a los grandes formatos. Inicialmente eran obtenidas a partir de fibras naturales, entre ellas, lino, cáñamo y algodón; pero en la actualidad se obtienen a partir de fibras sintéticas.

- Hojas de plantas: Las hojas de árboles fueron utilizadas para trazar los caracteres de la escritura. Todavía su uso no ha sido desterrado totalmente, por conservarse en algunos pueblos de la India y Oceanía.

- Marfil: Hasta el siglo XII era utilizado en forma de tablillas, en las que se grababan mensajes ya escritos. Estas fueron empleadas posteriormente por los romanos, recubiertas por una capa de cera, o escribiendo directamente en el marfil con un punzón de metal (llamado stilum) todo lo que no estaba destinado a conservarse por mucho tiempo, como las notas, cuentas diarias y borradores. Su uso más frecuente ha sido para tallar objetos de pequeñas dimensiones, como soporte de miniaturas, y decorados con dorados e incrustaciones.

- Papiro: Fue descubierto en Menfis antigua capital de Egipto. Se calcula que su fabricación comenzó desde el año 3500 A.J.C., tomando su nombre de la planta que lo produjo (**Cyperus papyrus**). Con este nombre se designan las hojas de una especie de papel primitivo, elaborado con una delicada película que encierra el tronco de la planta. Por sus excelentes cualidades como materia escriptórica, desplazó al pergamino, honor con el cual llegó hasta nuestros días. Este nuevo soporte constituyó un importante vehículo para la difusión del pensamiento. Su celebridad fue debida al éxito con que sirvió para elaborar el primer material parecido al papel. El papiro resultó un elemento cultural de gran valor en la historia del progreso humano. Su industrialización y comercialización tuvieron gran importancia en la antigüedad.

- Pergamino: Los reyes de Pérgamo (Eumenes II y Atalo II Filadelfo, 158-138 A.J.C.) mejoraron su preparación y popularizaron su uso. Tomó su nombre de Pérgamo, su país de origen. Al igual que el cuero, es de origen animal. Superó al papiro por ser más fácil de fabricar, no depender de las cosechas y presentar una superficie más lisa, en los colores amarillo, púrpura y blanco.

Para su fabricación se empleaban, preferentemente, las pieles de cabra y carnero, reservándose las de vaca y cordero para el de mejor calidad (vitela o pergamino virgen). Su uso se generalizó en la Edad Media, hasta que fue desplazado por el papel en los siglos XI y XII. Ha sido el soporte de los manuscritos iluminados tan comunes en el medioevo.

Las pinturas sobre cuero y pergaminos son raras, aunque aún se conservan ejemplares de gran belleza, en la Alambra de Granada, España.

- Papel: Es un soporte de origen vegetal, de naturaleza celulósica y pertenece a los materiales de fabricación artificial. Se trata de hojas delgadas, originalmente elaboradas con pasta de trapos u otras fibras, molidas, blanqueadas y disueltas en aguas, las que luego se hacían secar y endurecer mediante procedimientos especiales. Su nombre proviene del papiro.

Desde su invención, constituye el principal soporte de los documentos, incluso se calcula que el 94 por ciento de la información almacenada por el hombre, está escrita sobre papel. Es utilizado generalmente como soporte para la expresión artística en la realización de bocetos preparatorios, dibujos y acuarelas. Con estos propósitos los de mejor calidad son los de algodón, lino y cáñamo.

El incremento producción de papel, en detrimento de su calidad y la cantidad de información almacenada sobre este material, determinaron la necesidad de elaborar otros tipos de soportes.

- Soportes de nuevo tipo: Surgió un nuevo grupo denominado, genéricamente, soportes de nuevo tipo, foto documentos o materiales especiales. Los caracteriza la presencia de un portador, químicamente elaborado de acetato de celulosa, polietileno u otro polímero sintético, recubiertos por una emulsión de gelatina y una sustancia formadora de la imagen, distribuida indistintamente.

A este grupo de documentos pertenecen los materiales fotográficos, las microformas, los hologramas, las cintas magnéticas y los discos ópticos, etc.

Sus usos más frecuentes en los archivos son: como referencia, en publicaciones y completamiento, en archivos de seguridad, como medida de preservación y como forma de ahorrar espacio, lo cual constituye una de sus principales ventajas.

En la tabla 1 se explican algunos soportes utilizados por el hombre como soportes de las obras y documentos, así como sus componentes básicos.

Los manuscritos antiguos han llegado a nosotros, gracias a la voluntad del hombre, de conservar sus objetos y colecciones de valor permanente para la cultura humana. Esto se evidencia no solo en los documentos antiguos, sino también en todas las manifestaciones artísticas.

Un ejemplo demostrativo del ingenio conservador del hombre antiguo son las pinturas rupestres, en las que impresionan la permanencia de sus tintes (rojo, negro, blanco y amarillo), su monumental tamaño y el hecho de que muchos de los motivos están pintados fuera del alcance de los visitantes.

Por tanto, podemos plantear que **la conservación es una de las prácticas más antiguas del hombre, y que su surgimiento se remonta a la prehistoria de la humanidad.**

Tabla 1. ALGUNOS MATERIALES UTILIZADOS POR EL HOMBRE COMO SOPORTE DE DOCUMENTOS Y OBRAS

SOPORTES	COMPONENTES BÁSICOS
Piedra	Silicatos
Barro	Arcillas y sales de hierro
Metales	Metales
Maderas y textiles	Lignocelulosa
Hojas de plantas	Lignocululosa
Marfil	Sales de calcio y proteínas
Papiro	Celulosa
Pergamino	Proteínas
Papel	Celulosa
Microformas	Nitrato y acetato de celulosa
Documento digital	Polímeros sintéticos

ELEMENTOS SUSTENTADOS

Otros elementos importantes utilizados por el hombre en la elaboración de documentos y obras artísticas que juegan un papel preponderante en su deterioro son los elementos sustentados, entre los que podemos citar las sustancias coloreadas.

Generalmente, las **sustancias coloreadas**, de acuerdo con su transparencia u opacidad, pueden clasificarse en: **pigmentos, lacas y tintes (colorantes)**.

Los **pigmentos** son, materiales coloreados, casi siempre, compuestos inorgánicos, insolubles en agua, que se suspenden en el aglutinante, los que tienen un color definido e intenso y no son afines con las fibras. Después de ser molidos, reducidos a pequeñas partículas y mezclados con un aglutinante, son utilizados para colorear la superficie de cualquier tipo de soporte. De acuerdo con su origen, pueden clasificarse en **naturales y artificiales o sintéticos**:

- **Los pigmentos naturales** son de composición variable y pueden contener diversas impurezas, según su procedencia. Estos a su vez pueden ser de naturaleza: **Vegetal** como el negro de humo, **animal** como el negro marfil y **mineral** como las piedras semipreciosas. Sus manufacturas requiere de operaciones como la combustión, la extracción con solventes, la fijación al calor, y la molienda.

- **Los pigmentos artificiales o sintéticos** son compuestos definidos, o mezclas de dos o más componentes. Los tradicionalmente utilizados por el hombre, desde la antigüedad mediante procedimientos artesanales, como el azul egipcio y el albayalde, no presenta la misma calidad y grado de pureza en comparación con los actuales, en los que se admiten hasta el 1% de impurezas. Ejemplos de estos son el carmín de alizarina, el azul de Prusia, el bermellón y otros. En el caso de los pigmentos artificiales inorgánicos, la manufactura es mediante procesos de precipitación controlada o por pirogénesis (reacciones a elevadas temperaturas), en tanto que en los orgánicos la obtención es por síntesis químicas complicadas.

La **composición química de los pigmentos** es diversa, pudiendo ser inorgánicos y orgánicos:

- Los **pigmentos inorgánicos** están constituidos por elementos (negro de carbón), óxidos (blanco de titanio), sales

(carbonatos, sulfuros, etc.), compuestos de adición (yeso mate) y mezclas de sustancias (rojo de cadmio).

- Los **pigmentos orgánicos** pueden estar constituidos por complejos organometálicos, como el azul de Prusia y el verdegris, así como por compuestos aromáticos y heterocíclicos como la alizarina (antraquinona).

En general podemos decir, que desde los tiempos remotos hasta los actuales, el hombre ha usado como pigmentos una amplia gama de materiales coloreados, para lo cual ha utilizado diversas técnicas, los que de acuerdo a su cronología y uso pueden ser divididos en cuatro grupos (Gómez, M^a. L., 1998):

- Pigmentos antiguos;
- Pigmentos clásicos;
- Pigmentos modernos;
- Pigmentos contemporáneos.

- Antiguos: Se trata de pigmentos naturales utilizados por el hombre, desde la Antigüedad hasta hoy, entre los cuales podemos mencionar las tierras coloreadas, los negros, la laca roja, el índigo, la azurita, las tierras rojas, etc.

- Clásicos: Aquí se agrupan aquellos pigmentos característicos de un periodo restringido de la historia, entre ellos, el amarillo de plomo y estaño, el resinato de cobre, el esmalte, etc. Estos son muy importantes para la datación y autenticación.

- Modernos: Estos son pigmentos antiguos, que ya han dejado de ser utilizados, y han sido reemplazados por otros más estables, entre ellos, el ultramar y el bermellón naturales.

- Contemporáneos: Son los pigmentos de la era industrial (a partir de finales del siglo XVIII), entre ellos, el azul de cobalto, el azul de Prusia, los violetas, verdes y azules de ftalocianina, los pigmentos de cromo y cadmio, y otros.

En la tabla 2 se relacionan algunos pigmentos utilizados por el hombre, así como sus componentes.

Tabla 2. ALGUNOS PIGMENTOS UTILIZADOS POR EL HOMBRE EN LA ELABORACIÓN DE OBRAS ARTÍSTICAS

PIGMENTOS	COMPONENTES BÁSICOS
Negro de humo	Carbonato en estado amorfo
Tierras rojas	Hematíes
Ocre oscuro	Limonita
Verde esmeralda	Acetato y arseniato de cobre
Indigo	Indigotina
Goma guta	Isoprenoide
Bermellón	Sulfuros metálicos
Rojo de plomo	Tetraóxido de plomo
Verdegris	Hidroxiacetato de cobre

Por otro lado los **tintes** son, en su mayoría, compuestos orgánicos, solubles en agua. Muchas fibras celulósicas y proteicas absorben los tintes cuando se les sumerge en un baño de estas sustancias disueltas en agua.

En dependencia de las características químicas del tinte, se llevan a cabo varios procesos que se ejecutan antes y/o después del teñido, los que hacen que el compuesto se vuelva insoluble, se fije a las fibras y, que al mismo tiempo, se obtengan los colores deseados. Los tonos muy intensos y penetrantes son característicos de estas sustancias, en contraste con los tonos opacos de los pigmentos (Kajatani, N. 1993).

Las capas de las pinturas y policromías están compuestas esencialmente por un sólido pulverizado de pigmento o carga inerte en suspensión, en un líquido que contiene una sustancia filmógena que da cohesión a las partículas de pigmento y adhiere la capa al soporte. Desde el punto de vista físico, dichas capas están formadas por tres fases: dos sólidas, el pigmento y el aglutinante (una vez que se ha secado); y una gaseosa, el aire, que ocupa los espacios vacíos.

Los colores de las obras pictóricas: pigmentos, lacas coloreadas y cargas inertes. Se diferencian en que los primeros tienen un color definido y más intenso que los restantes, mientras que las cargas suelen ser blanquecinas y forman capas menos cubrientes que la mayoría de los pigmentos.

Los colores aptos para dar lugar a capas de pinturas cubrientes genericamente se denominan **pigmentos**. Pueden clasificarse en

pigmentos propiamente dichos y lacas coloreadas, según sea su naturaleza.

Las **sustancias filmógenas y aglomerantes** tradicionalmente son denominadas **medios o vehículos**. Las primeras son sustancias orgánicas que se aplican en forma de líquidos viscosos sobre una superficie, de modo que al secar solidifican y forman una película dura y flexible, pudiendo ser clasificadas, a su vez, en aglutinantes, barnices y adhesivos, según la función que desempeñen. Los aglomerantes o aglutinantes inorgánicos en suspensión acuosa son capaces de fraguar, tanto a temperatura ambiente como mediante cocción, formando capas cubrientes.

La mezcla del **pigmento** y el **aglutinante** da lugar a una **capa pictórica**, mientras que un aglutinante y una carga forman la **capa de preparación** y un barniz solo contiene una sustancia filmógena y un disolvente (Gómez, M^a. 1998). Los aditivos modifican las propiedades de las capas de pinturas, sin ser componentes esenciales de éstas.

Todos estos compuestos juegan un papel esencial en el deterioro de las obras pictóricas.

LA CONSERVACION ACTUAL

Desde la antigüedad es conocida la voluntad del hombre de reunir objetos valiosos. Esta agrupación de objetos, al convertirse en colecciones requirió de grandes y apropiados espacios, para su conservación y apreciación. Dichas colecciones las integran obras de arte, tales como pinturas, esculturas, textiles, objetos funcionales incluyendo materiales etnográficos, artículos de uso doméstico y otras muchas manifestaciones artísticas. Típicamente abarcan un amplio espectro de materiales, cuya preservación constituye un desafío para los antiguos y un serio problema en los momentos actuales.

Como sabemos, cada una de las manifestaciones artísticas que conocemos, se define por:

- El uso de elementos técnicos.
- Medio específico.

Así por ejemplo:

La Arquitectura o arte de encerrar los espacios, utiliza elementos sustentantes y sostenidos;

La Escultura o arte de las formas, utiliza diferentes métodos de confección (añadido, sustraído y vaciado), materiales (desde arcillas hasta sintéticos y técnicas (moldeado, soldado, esculpido, talla, etc.).

La Pintura o arte de los colores, utiliza, elementos (desde pigmentos naturales y agua de cal, hasta vidrios coloreados), soportes (muros estucados, papel, madera, tela, piedra, metales etc.) y procedimientos (desde el fresco, hasta las vidrieras).

La gran diversidad de materiales y técnicas empleadas por el hombre en la elaboración de las obras artísticas, hacen extremadamente compleja la tarea de su preservación.

En particular, la conservación del patrimonio histórico documental, está ligada al surgimiento del documento como memoria de la cultura humana y elemento probatorio de los acontecimientos.

Podemos decir que **un documento es un testimonio humano, consignado de una manera permanente, cuyo valor radica en ser**

un medio de prueba preconstituido. Generalmente está compuesto por:

- El soporte o portador de la información,
- Los elementos sustentados que expresan la señal informativa contenida en el mismo.

Son testimonios vivos del patrimonio histórico cultural de cada país, y están íntimamente ligados a su historia, a su vida cotidiana y a su quehacer general. Se los considera como bienes culturales cuando, por razones de la selectividad, alcanzan la representación de su especie.

Lamentablemente muchas instituciones que atesoran bienes culturales han atravesado etapas difíciles. Muchas de ellas, han sufrido saqueos inundaciones, incendios, catástrofes y otros daños, que han provocado graves problemas en relación con la preservación de sus colecciones.

Haciendo un análisis retrospectivo, durante mucho tiempo y en la mayoría de los casos, los programas de conservación estuvieron enfocados hacia el estudio de obras de arte exclusivas, así como a la Arqueología y los monumentos. La complejidad implícita en la preservación de esas obras marcó énfasis de las prioridades y la tónica internacional. Inicialmente no se prestó la atención necesaria a los archivos impresos, libros, fotografías y películas, por lo que esas colecciones quedaron relegadas en importancia, lo que acarrió el deterioro y hasta la pérdida de muchas de ellas.

Hasta fechas recientes los países de América Latina se vieron muy limitados en cuanto a información actualizada sobre métodos y procedimientos apropiados de conservación, por lo que no es sorprendente que en algunas de nuestras instituciones aún subsistan enfoques anticuados y se apliquen tratamientos inadecuados.

Afortunadamente, en los últimos cincuenta años existe gran interés por parte de los gobiernos con vistas a la protección de la riqueza cultural. Muchos países han tomado posiciones y puntos de vista que incorporan el concepto de "patrimonio mundial" como parte integral de políticas culturales globales. Al mismo tiempo han sido establecidos mecanismos, ya sean ministerios o instituciones especializadas para tratar los asuntos culturales, en particular, aquellos temas técnicos de valores tangibles y sustanciales.

El tema de la Conservación preventiva ha tomado un auge extraordinario en las últimas décadas, a tal punto, que no se concibe la existencia de una institución que atesore bienes culturales, que no tenga establecido un programa armónico y coherente en este sentido.

La Conservación en nuestros días enfrenta problemas muy complejos y de magnitudes gigantescas por el gran volumen de materiales a conservar y los escasos recursos disponibles, lo que exige un cambio de mentalidades.

Las nuevas tecnologías y el desarrollo podrán finalmente preservar la inmensa cantidad de materiales, objetos y colecciones, pero probablemente, ningún procedimiento constituya la solución única para resolver tal diversidad de problemas. Por otra parte, cada tipo de procedimiento acarrea sus propias particularidades, aumentando la responsabilidad de salvaguardar el patrimonio cultural de la humanidad.

A esto habría que agregar que en los últimos años los problemas de conservación del patrimonio mueble se han multiplicado, debido en primer lugar al incremento del número de museos, creados en pueblos y regiones distantes en los diferentes países, y en segundo lugar porque los problemas de la conservación del patrimonio mundial se han incrementado debido a la dispersión, a la falta de una política práctica y sistemática de vigilancia, mantenimiento y restauración, por la carencia de personal calificado para acometer estos trabajos y por la falta de recursos. Por todo ello, la exigencia actual es no solo restaurar en y para los museos, sino que también urge intervenir en el patrimonio inmueble.

Resultan muy necesarias las intervenciones "in situ" en pinturas murales, esculturas, piezas de iglesias, monasterios, edificios históricos y zonas urbanas. En las zonas arqueológicas es imprescindible proteger a los monumentos, tanto de los agentes atmosféricos como de los visitantes, proteger el patrimonio natural y conservar con nuevas técnicas y acciones todos los elementos del patrimonio cultural de la humanidad sin moverlos de su lugar, sino conservando toda su integridad cultural y ambiental. Por ello, en la actualidad el almacenamiento de los materiales bajo control ambiental continúa siendo un problema de primer orden.

Por todo lo antes explicado, proporcionar un ambiente apropiado para los objetos y colecciones de valor cultural, decidir sobre nuestras prioridades para la preservación de los

materiales más valiosos y la escasez de recursos disponibles constituyen los problemas fundamentales de la conservación en los momentos actuales. A esto habría que agregar la mala calidad de los materiales utilizados en muchas restauraciones, los procesos y tratamientos inadecuados a los que son sometidas muchas obras patrimoniales, así como los desastres naturales y humanos, guerras y actos vandálicos. Toda esta acumulación de problemas nos hacen pensar en la necesidad de encontrar nuevas formas y mecanismos para preservar el patrimonio cultural.

Los soportes celulósicos como papel, lienzo, textiles y maderas, son muy abundantes y presentan gran similitud, desde el punto de vista químico, por los que haremos énfasis en ellos.

ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA CONSERVACIÓN PREVENTIVA

La perdurabilidad de los bienes culturales está íntimamente relacionada con su preservación física y con su integridad funcional.

Por definición, **los museos, cumplen cuatro funciones básicas: coleccionar, conservar, investigar y presentar e interpretar sus obras, siendo la conservación la principal de estas**, pues sin ésta, la investigación y la presentación son imposibles, y la colección pierde sentido.

Conservar es intentar sustraer algo, de los efectos reales del tiempo, es decir, es luchar contra el tiempo.

La conservación es entonces, una manifestación de nuestra relación con el pasado, ya sea como representación y materialización del pasado, en el presente y para el futuro. Por lo tanto, **la noción del tiempo está siempre implícita** en nuestra práctica de conservación; conservamos un pasado que cumple unas determinadas funciones en el presente, y debemos transmitir íntegramente a las generaciones futuras.

La conservación de los bienes culturales, suele distinguir, con matices particulares, las áreas o estadios generales de la preservación: la conservación y la restauración, ambos correspondientes a un solo proceso, es decir, el museológico y patrimonial.

La preservación, referida a las condiciones favorables del ambiente físico y material en que deben encontrarse las

colecciones, se identificaba ya de hecho con la conservación preventiva, y se diferenciaba de la **restauración o proceso interventivo**, de lo que es la propia conservación patrimonial o museológica.

Los términos protección, conservación, preservación, restauración y prevención, han sido utilizados por los distintos autores que han tratado el tema a lo largo del tiempo, ya sea para referirse a distintos aspectos cualitativos o formales de una misma actividad global, ya sea para denominar lo mismo con distintas palabras, o como sinónimos. Y tratando de precisar los diferentes conceptos, nació el nuevo término conservación preventiva.

En la actualidad se ha llegado a un consenso mayoritario para utilizar el término conservación referido exclusivamente a las actividades y técnicas encaminadas a prolongar la esperanza de vida de los bienes conservados, en tanto que la restauración tiene como objetivo primordial revalorizar el aspecto estético de los objetos.

La definición de **conservación**, comúnmente aceptada, es el conjunto de medidas y técnicas aplicadas de forma directa sobre los objetos, o sobre su entorno, imprescindibles para afrontar los daños reales o potenciales que puedan sufrir los objetos, a fin de garantizarles una mayor esperanza de vida.

En cambio, el concepto de **restauración**, mayoritariamente aceptado es el conjunto de intervenciones, de carácter facultativo, aplicadas sobre un objeto singular, y destinadas a revalorizar el aspecto formal y estético del objeto, a fin de facilitar su lectura, comprensión y contemplación.

Es decir que **el objetivo de la conservación es prolongar la vida del objeto, y el propósito de la restauración es revalorizarlo y hacerlo comprensible y asequible**. Y mientras que la práctica de la conservación es una actividad obligatoria o imprescindible ante un deterioro existente o inminente, la práctica de la restauración es de carácter facultativo o voluntario, ya que sin ella el objeto no corre totalmente el riesgo de destruirse o desaparecer.

En la práctica ambas actividades están íntimamente relacionadas, la una siempre debe prever la otra, y de ser posible favorecerla. Por ello es aconsejable que ambas actividades sean realizadas por una misma persona, o como mínimo por dos que trabajen estrechamente coordinadas.

La conservación puede tomar dos caminos distintos, según los elementos o aspectos a los que se enfoque. Puede aplicarse sobre las causas o agentes probables del deterioro, o puede aplicarse sobre los efectos ya presentes de estas causas o agentes. Si la acción conservativa se enfoca hacia las causas posibles o probables del daño, hablaremos sobre **conservación preventiva**, y si la acción conservativa trata los efectos ya presentes, estaremos hablando de **conservación curativa o terapéutica**.

Entonces podríamos definir la **conservación preventiva** como todas aquellas medidas aplicadas de forma directa sobre los objetos o sobre su entorno, encaminadas a evitar las causas potenciales de daños. No obstante, a pesar de esta división teórica, la diferencia de enfoque existente entre la prevención y la conservación curativa, en la práctica su línea fronteriza es difícil de establecer, ya que en muchos casos la acción de una y otra, puede conjugarse e imbricarse en una misma actuación. Muchas veces una intervención curativa supone al mismo tiempo una acción preventiva y viceversa.

Por lo tanto, para realizar una buena conservación preventiva será imprescindible elaborar un programa previo de actuación, bien elaborado y adaptado a los lugares y a las colecciones a conservar. Las actuaciones de urgencias y a la desesperada suponen, en la mayoría de los casos, una actuación tardía que se aplica ya sobre los daños que la acción preventiva pretendía evitar. Actuar sobre las causas cuando los efectos o la enfermedad ya han afectado a los objetos sería tener una concepción muy terapéutica.

En general podemos decir, que la conservación preventiva, poco a poco, se ha creado un espacio y una identidad en el mundo de la protección del patrimonio, y ha ido englobando aspectos cada vez más variados.

Por ello, su aplicación práctica supone una tarea multidisciplinar en la que, lejos de todo dogmatismo, toda acción debe ir precedida de un exhaustivo análisis, registro de datos y control continuado de los sucesivos resultados, ya que cada intervención es un caso único y diferente. Por tanto, es imposible asignar esta tarea a un único responsable o especialista. Más bien es necesario buscar la coordinación y articulación de las tareas entre distintos especialistas y así lograr un verdadero trabajo de equipo.

La conservación preventiva es una disciplina fundamentalmente interactiva. De aquí que la formación en esta disciplina de los conservadores, restauradores, técnicos, y todas aquellas personas relacionadas con la gestión museística, sea algo imprescindible, una necesidad urgente y una responsabilidad ineludible.

El nacimiento de esta disciplina no está muy claro. Parece que fue impulsado por la comunidad de conservadores-restauradores anglosajones, cuando estos empezaron a identificar los agentes de deterioro que afectaban a las colecciones en los museos y a comprender los procesos a los que daban lugar, entendiéndose a su vez que su control era la mejor medida a tomar para asegurar la supervivencia de los objetos y obras de arte albergados en los museos y otras instituciones culturales. También tuvo mucho que ver, el interés creciente que existía hacia el estudio de la cultura material y la revalorización de colecciones que antes no se consideraban importantes, como es el caso de las colecciones de arqueología, etnología e historia natural.

Desde entonces, el desarrollo de sus teorías y técnicas ha sido espectacular, dando lugar a un gran número de investigaciones y a un intercambio de experiencias entre profesionales, aunque todavía no se ha logrado su máxima aplicación práctica.

Como consecuencia, la restauración ha dejado de tener prioridad dentro de las funciones del museo, para convertirse en el último estadio, dentro del conjunto de procesos que abarcan la conservación preventiva.

La conservación preventiva se ocupa de problemas muy complejos. Al principio se identificaba con el estudio del medio ambiente en museos, es decir, con el control de los parámetros que conforman el clima en el interior de edificios, entre los que se encuentran la temperatura, la humedad relativa, la luz y los contaminantes atmosféricos.

En la actualidad el campo se ha ampliado, abarcando a todos los agentes que tienen alguna influencia sobre la supervivencia de los objetos. En total hablamos de nueve agentes; además de los ya citados, nos referiremos al fuego, el agua, las plagas, las llamadas fuerzas directas y a un grupo en el cual se incluyen el robo, el vandalismo y la negligencia.

El éxito de la conservación preventiva depende de siete aspectos fundamentales que sugieren un sentido de colectividad y de apretura, frente a la tradición, individualidad y conservadurismo.

Así, se debe dejar de pensar en objetos y pensar en colecciones, de salas en edificios, de individuo en equipos, de planes a corto plazo en planes a largo plazo, de secreto a público, y finalmente, no pensar en como se hace sino mas bien saber porqué se hace.

La educación y formación del personal del museo son claves.

También es importante tratar de integrar esta parte de la museología-museografía dentro de las demás actividades del museo. Hasta ahora ha sido difícil, ya que en general, las publicaciones sobre conservación consisten en casos aislados sin ninguna relación con el contexto y conjunto de obras del museo.

TEMA 2: FACTORES DEL DETERIORO DE LAS COLECCIONES

CONSIDERACIONES GENERALES

Todo en la naturaleza envejece con el tiempo. Este fenómeno es inevitable; lo único que podemos hacer es frenarlo tanto como sea posible y eso, únicamente puede lograrse mediante el conocimiento y gobierno de los diferentes sistemas. Dichos procesos están regulados por leyes y principios científicos, muchos de los cuales son conocidos.

La poca durabilidad de las obras y documentos contemporáneos es notoria, cuando la comparamos con las de los más antiguos.

Para comprender este fenómeno es importante recordar que a partir del siglo XVIII se introdujeron modificaciones fundamentales en el proceso de fabricación del papel y demás soportes celulósicos, los cuales provocaron una pérdida irrecuperable de su calidad

Vale la pena destacar que muchos de los materiales que nos ocupan son de origen orgánico, es decir, que están constituidos por macromoléculas orgánicas, tales como celulosa y proteínas, las que son muy susceptibles de ser degradadas.

En un lienzo, en la madera, en el papel, así como en las estampas, encontramos como elemento común el soporte celulósico, en tanto que en un tapiz, en un pergamino, en las colecciones de historia natural el elemento común es el soporte proteínico.

En las obras encontramos una gran diversidad de compuestos, de naturalezas químicas diferentes, por lo que reaccionan de forma muy particular frente al envejecimiento.

MATERIALES CONSTITUYENTES DE LOS OBJETOS Y COLECCIONES DE VALOR CULTURAL

Las obras artísticas están elaboradas con una gran diversidad de materiales y procedimientos, los que juegan un papel fundamental en su durabilidad y estabilidad. Por ello, para la conservación, restauración o cualquier tratamiento que se les aplique, es necesario conocer las características, naturalezas y propiedades de los materiales constituyentes.

Todo tratamiento que se haga a una pieza debe ir precedido de una investigación, si se realiza por primera vez, reflejando en las fichas técnicas cada detalle del estudio llevado a cabo.

Contribuir a correctas intervenciones y lograr la mejor conservación de los bienes culturales es el objetivo fundamental del análisis de sus materiales constituyentes.

Para la identificación de los componentes de las obras es necesaria la participación de varios especialistas y el uso de técnicas apropiadas.

Es difícil generalizar sobre la composición variada de obras y colecciones de valor cultural pero trataremos de, brevemente, introducirlos a lo que a continuación, en otros temas, verán explícitamente.

CLASIFICACIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES DE LAS OBRAS.

Desde el punto de vista químico, estos materiales pueden clasificarse en dos grandes grupos: orgánicos e inorgánicos.

La química orgánica es la que incluye los componentes que provienen de los organismos vivos, ya sean de origen vegetal o animal; también pueden ser sintéticos.

En su constitución, presentan átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo de forma decreciente. En este gran grupo se incluyen los siguientes soportes: textiles, madera, la mayoría de los materiales de las obras pictóricas, pergaminos, cueros y papel (archivos y documentos).

En la tabla 2 se resumen la naturaleza y composición de algunos soportes utilizados en la elaboración de las obras artísticas.

Componentes de las pinturas

En la composición de las pinturas, intervienen diferentes tipos de materiales, en su mayoría orgánicos. En la tabla 3 se especifican la naturaleza y composición para los compuestos que generalmente se utilizan sobre estas.

**Tabla 2. NATURALEZA Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS MATERIALES
CONSTITUYENTES DE LOS BIENES CULTURALES**

SOPORTES	NATURALEZA	COMPOSICIÓN
Textil	Orgánica	Fibras proteínicas (animales) Fibras celulósicas (vegetales)
Madera	Orgánica	Fibras de celulosa y lignina
Pergamino	Orgánica	Fibras proteínicas (animales)
Papel	Orgánica	Fibras Celulósicas (vegetales)

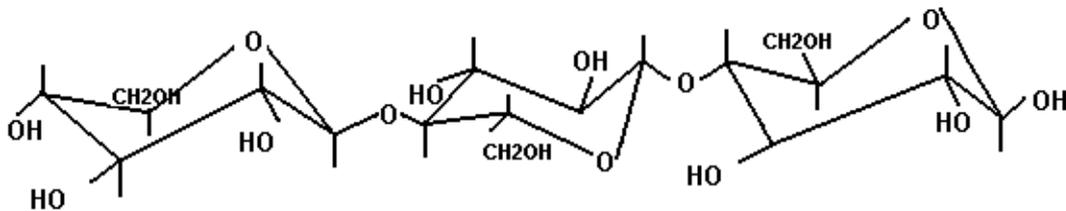
**Tabla 3. NATURALEZA Y COMPOSICIÓN DE LOS MATERIALES DE LAS
PINTURAS**

MATERIALES	NATURALEZA	COMPONENTES
Barnices	Orgánica	Resinas terpénicas, gomas, polímeros sintéticos
Pigmentos	Orgánicos e inorgánicos	Lacas coloreadas, minerales, sales, óxidos.
Aglutinantes	Orgánicos	Aceites secantes, proteínas, ceras, resinas
Soportes	Orgánicos	Textil y madera

Componentes de las obras en soportes celulósicos

La celulosa es el principal constituyente de los soportes celulósicos como madera y el papel. Pertenece al grupo de los carbohidratos o hidratos de carbono. Es un polímero de glucosa con enlaces β -1-4 glucosídicos, cuya fórmula general es $(C_6H_{10}O_5)_n$. Se obtiene de la madera. Generalmente se encuentra asociado a la lignina y otros polímeros en la estructura de las plantas

La estructura conformacional de un fragmento de la molécula celulósica se representa de la siguiente forma:



Fragmento de la molécula de celulosa

Existen muchos tipos de celulosas, en dependencia del grado de polimerización y de la fuente de obtención. La hidrólisis de cualquiera de las variedades de la celulosa es difícil y su transformación en glucosa requiere de un tratamiento energético.

Su degradación es un proceso complejo, en el cual juegan un papel decisivo los factores ambientales. Las reacciones que ocurren son de oxidación e hidrólisis, fundamentalmente y conducen a afectar las propiedades químicas y mecánicas de los materiales.

Esto nos hace pensar que todos aquellos objetos de valor cultural elaborados en un soporte celulósico, son susceptibles de sufrir transformaciones químicas indeseables por la acción de diversos factores, y que en estos procesos, los factores ambientales juegan un importante papel.

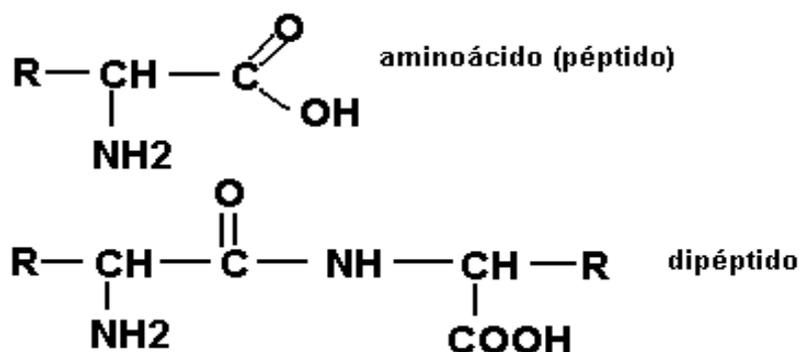
La lignina es un polímero de unidades de fenil propano. Contienen diferentes derivados fenólicos y diversos tipos de enlaces. Generalmente se encuentra en la naturaleza asociada a la celulosa y otras sustancias, formando complejos

macromoleculares difícilmente degradables. En su degradación oxidativa se producen compuestos ácidos de color pardo amarillentos.

La hemicelulosa, otro de los componentes del papel, es un polímero derivado de la xilosa, que también forma parte de la composición de la madera. Se hidroliza fácilmente en medio ácido.

Componentes de los objetos de origen proteico

Una molécula proteica es, fundamentalmente un polipéptido de proporciones gigantescas. En una unión repetida de aminoácidos conduce a una extensa variedad de combinaciones. La estructura general de una proteína se representa de la forma siguiente:



Moléculas de aminoácido y dipéptido

Las proteínas constituyen un grupo de sustancias complejas, producidas por los seres vivos y ligados a la vida. Su nombre proviene de "protos", que significa primero.

Los pesos moleculares de estas sustancias son muy altos, y oscilan entre 15,000-20,000 dalton, para las distintas proteínas. Su hidrólisis gradual da lugar a sustancias de menor peso molecular genéricamente denominadas péptidos, hasta llegar a la unidad monomérica o aminoácidos.

La forma y secuencia de los aminoácidos dará lugar a diferentes tipos de proteínas y definirán sus propiedades químicas. Por ejemplo, en la fibroína de la seda encontramos una composición aminoacídica y organización diferente a la

que encontramos en la queratina del pelo, de la que existe en la proteína de un pergamino o en la albúmina del huevo.

La hidrólisis y las reacciones que pueden ocurrir a estas macromoléculas son muy diversas y también están altamente influenciadas por los factores ambientales. Por tanto, los bienes culturales elaborados con proteínas son muy sensibles a los factores del medio ambiente. Tal es el caso de los pergaminos, algunos tapices antiguos y las colecciones de historia natural, entre otros.

Las proteínas son los componentes más importantes en los seres vivos, por ocuparse del mantenimiento de su estructura (ejemplo El colágeno) y su funcionalidad (las enzimas). En las obras de arte pueden ser constituyentes de los soportes y servir como excelentes adhesivos, hasta tal punto que el término cola se ha generalizado y es sinónimo de pegamento. También las gelatinas, la caseína y las proteínas del huevo se han usado como aglutinantes al temple y en las técnicas mixtas (la yema de huevo).

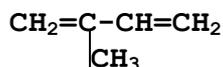
La lana está formada por un complejo de aminoácidos que recibe corrientemente el nombre de queratina, y de los cuales, uno de los más importantes es la cistina. Se han llegado a identificar 18 aminoácidos entre los cuales se encuentran la glicina, alanina, tirosina, histidina, ácidos aspártico y glutámico, arginina y glicina.

La seda es una proteína natural, compuesta por fibroína. Su material fibroso es una escleroproteína que contiene glicocola y alanina. Está compuesta por aminoácidos sencillos (glicina, alanina y algo de tirosina), no presentando enlaces transversales tipo cistina ni cadena lateral alguna, de modo que las cadenas polipéptido tienen una estructura bien orientada y en agrupamientos compactos. Las cadenas no se pueden desdoblar y doblar como en el caso de la lana y esto da lugar a una extensibilidad menor.

Las resinas terpénicas son otro grupo de proteínas que se emplean para formular barnices, especialmente las resinas blandas, ya que las duras son muy ácidas, oscurecen, pierden su flexibilidad y se hacen muy insolubles con el tiempo.

Forman películas transparentes bastantes duras e impermeables. Los bálsamos y las de puntos de fusión bajos (elemi) se emplean como plastificantes.

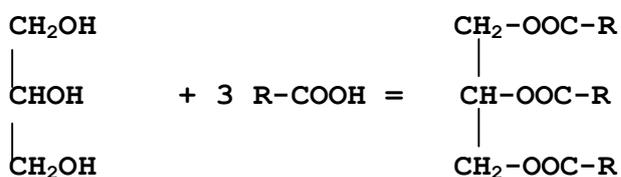
Son moléculas policíclicas constituidas por polímeros de isopreno (2-metil-1,3-butadieno).



Isopreno

Los aceites secantes han sido usados, tradicionalmente, en las técnicas al óleo u óleorresinosas, mezclados con proteínas formando emulsiones, en las técnicas mixtas o temperas, o bien solos en la pintura al óleo propiamente dicha. Están compuestos por triglicéridos de ácidos grasos fundamentalmente instaurados de 18 carbonos con uno, dos o tres dobles enlaces. Son líquidos viscosos a temperatura ambiente, a diferencia de las grasas, la mayoría de ellas de origen animal, que son sólidos blandos a 25° C.

Los triglicéridos son ésteres de la glicerina con los ácidos grasos superiores, de más de 12 carbonos, particularmente los de 18 carbonos.



Glicerina

Triglicérido

Componentes de los objetos de origen inorgánico

La química inorgánica estudia los materiales que no se derivan de los organismos vivos. Generalmente son compuestos con alto punto de fusión, muy rígidos y resistentes.

En este grupo se incluyen materiales diversos que constituyen las obras, como lo son: metales y aleaciones (generalmente en forma de aleaciones), cerámicas, materiales pétreos (utilizados en la construcción de inmuebles, soportes en las pinturas murales, esculturas, fuentes y otros).

Estos, a su vez, suelen ser de origen natural o sintético. Los materiales pétreos y cerámica estructural son soportes habituales de la pintura mural. Los demás constituyentes de esta se comportan, generalmente, como en las pinturas de caballete y policromías excepto que en ocasiones el aglutinante es de naturaleza inorgánica carbonato cálcico, en este caso la técnica utilizada es el fresco.

Los pigmentos son, en su mayoría, inorgánicos como por ejemplo: cinabrio (sulfuro de mercurio), blanco de plomo (hidroxicarbonato de plomo), azul de Prusia (ferrocianuro de hierro) etc.

Estas breves consideraciones nos permitirán analizar las transformaciones moleculares que sufren los objetos y colecciones durante su uso, exhibición y almacenamiento.

Tabla 4. MATERIALES DE NATURALEZA INORGÁNICA EN BIENES CULTURALES

SOPORTE	NATURALEZA	COMPOSICIÓN
Metales y aleaciones	Inorgánica	Hierro, cobre, zinc, oro, plata, estaño, plomo y las aleaciones con diferentes proporciones de estos elementos Ej.: bronce, latones
Cerámicas	Inorgánica	Silicatos, materiales térreos
Piedra	Inorgánica	Calizas y areniscas

ENVEJECIMIENTO

En un sistema de conservación prolongado, los acervos y todos los objetos, están sometidos a un conjunto de procesos y cambios irreversibles que dependen de factores muy diversos.

Se denomina **envejecimiento** al conjunto de procesos y cambios irreversibles que sufren los objetos durante la exhibición y almacenamiento.

Las causas del envejecimiento son muy diversas. Algunas veces son **congénitas** a la propia naturaleza del soporte; tal es el caso de la acidez común de la mayoría de los papeles contemporáneos.

En ocasiones, son de origen **externo**, como ocurre con los elementos sustentados, específicamente con las tintas ferrogálicas de poderosa acción corrosiva, y con los factores ambientales.

En estos procesos participan varios factores, que actúan de conjunto, en forma permanente y bajo la acción del medio que los rodea. Como resultado final puede ocurrir diversas afectaciones, e incluso la destrucción de las colecciones.

Las reacciones del envejecimiento pueden ser de varios tipos, tener diversos orígenes y ser atribuibles a muchos factores.

Estas reacciones ocurren lentamente. Cuando comienzan no nos percatamos de ellas.

En la práctica, con el transcurso del tiempo pueden observarse determinados cambios y signos de deterioro en las obras, tales como amarillamiento y oscurecimiento del soporte, pérdida de elasticidad, moteado, calcinaciones, perforaciones, manchas de diferentes tipos, craquelamiento, afectaciones de los tintes y de la capa pictórica, etc. Generalmente esos cambios son resultado de las reacciones que han tenido lugar en el soporte y/o en los elementos sustentados.

Los tipos de afectaciones que pueden producirse dependen del tipo de obra, de sus materiales constituyentes y del ecosistema en el que se encuentren. Dichas reacciones pueden tener origen químico, físico, biológico y/o combinaciones de todos ellos, están influenciadas por los factores del medio ambiente y provocan diferentes tipos de alteraciones, las que hacen que sea necesario restaurar, para tratar de reparar estos daños ocurridos.

Caracterización del envejecimiento

Los cambios que se originan en el soporte durante el envejecimiento de los manuscritos y obras, ocurren a dos niveles fundamentalmente. Ellos son:

- Cambios primarios: Son los que se originan cuando se produce la ruptura de las moléculas, como es el caso del rompimiento de los enlaces glucosídicos de la cadena celulósica.
- Cambios secundarios: Se producen a partir de los cambios primarios y provocan modificaciones de algunas propiedades. Los primeros no son observables a simple vista, en tanto que los segundos producen efectos macroscópicos.

Entre los principales cambios que se pueden producir con el envejecimiento podemos mencionar: rupturas de cadenas, formación de nuevos grupos funcionales, pérdida de la cristalinidad, incremento de la acidez, sequedad, pérdida de la fortaleza mecánica, reversión al color o amarillamiento, entre otros. Estos cambios están relacionados con propiedades específicas, por ejemplo:

- La sequedad está relacionada con una disminución de la elasticidad y aumento de la rigidez, lo que ocurre por pérdida de las regiones amorfas de la celulosa, en cuyo caso, el soporte se desmorona porque está más rígido.
- La reversión al color expresa un cambio en el color del soporte, y se relaciona con una pérdida de la brillantez. Casi siempre la reversión implica amarillamiento, aunque no sea su única expresión.

No todas las propiedades son sensibles al envejecimiento. Entre las propiedades químicas que cambian con el envejecimiento debe citar la acidez, el grado de polimerización, el contenido de grupos carbonilos y la disolución en hidróxido de sodio al 10 %.

DETERIORO

Los bienes culturales, desde que son creados, hasta que adquieren valor permanente, atraviesan por un largo período de almacenamiento y exhibición en diferentes lugares, en los

cuales reciben determinados tratamientos, muchas veces inadecuados, los que les producen daños.

A veces, tratando de reparar esos daños, los objetos son sometidos a procedimientos inadecuados, restaurados irrespetuosamente, envueltos con papeles ácidos y almacenados en ambientes donde existe polvo, hollín, elevada humedad relativa, etc., en el cual están sometidos a los factores del deterioro. Lamentablemente este proceso se convierte en un ciclo por el cual transitan las colecciones en nuestras instituciones.

Los términos envejecimiento y deterioro suelen ser utilizados indistintamente, pero tienen significados diferentes.

Envejecimiento: Conjunto de procesos y cambios irreversibles que sufren los objetos durante el almacenamiento.

Deterioro: Es el conjunto de daños que ocurren a los objetos durante su almacenamiento. Está íntimamente relacionado con el envejecimiento y es su expresión macroscópica. Al igual que el envejecimiento puede ser provocado por diferentes factores. Sobre esto, existen diversos criterios. No obstante, muchos autores los agrupan en:

1. **Fuerzas destructivas:** Aquí se agrupan aquellas fuerzas materiales y humanas ajenas a la voluntad del hombre, tales como las guerras, terremotos, incendios, cataclismos, etc.
2. **Factores ambientales:** Aquellos factores directamente relacionados con las transformaciones que sufren los objetos durante su uso, exhibición y almacenamiento en los depósitos. Aquí se agrupan un conjunto de factores químicos, físicos, físico-mecánicos, biológicos y ecológicos, que actúan de forma permanente y de conjunto, bajo la acción del ambiente que los rodea. Estos a su vez, se subdividen en internos y externos.

Las interacciones de los factores antes mencionados afectan las condiciones de permanencia y durabilidad de las obras.

Los términos permanencia y durabilidad, se usan con frecuencia y en ocasiones causan confusión. Son categorías importantes, para hablar sobre los factores del deterioro de

las colecciones. Ambas propiedades están relacionadas con el envejecimiento y están determinadas por los factores del deterioro.

Permanencia: Se refiere a la estabilidad química, es decir, al grado de resistencia de un material al deterioro.

Durabilidad: Se refiere al grado de resistencia física, o sea, es la capacidad para resistir el estrés mecánico.

FACTORES DEL DETERIORO DE LAS COLECCIONES DE VALOR CULTURAL

El personal administrativo de las instituciones comprenderá con más facilidad la necesidad de incluir en el presupuesto los gastos para la conservación, si es consciente de cómo, donde y porque ocurre el deterioro de las colecciones. Para poder establecer el estado de conservación de los objetos es necesario conocer la composición y estructura de sus materiales constituyentes, así como los límites de estabilidad con el medio circundante. Estos límites comprenden el conjunto de propiedades que deben mantenerse, para que los objetos sigan cumpliendo su función, en un adecuado estado de conservación.

En el proceso de deterioro de los materiales, actúan:

- **Factores deteriorantes**: Aquellos capaces de producir transformaciones en los materiales, mediante cambios de sus características propias.
- **Mecanismos de alteración**: Las secuencias de los cambios físicos y químicos que provocan modificaciones en propiedades específicas de los materiales, bajo la influencia de los factores deteriorantes.
- **Indicadores de la alteración**: Aquellas manifestaciones mediante las cuales podemos determinar los daños que ha sufrido el objeto.

Son muchos los factores que influyen en el deterioro de los objetos y colecciones de valor cultural.

Estos, de acuerdo con los agentes productores de daños, frecuentemente son agrupados en internos y externos.

Los **factores internos** son aquellos que se establecen durante el proceso de fabricación, entre ellos, la composición y calidad de los materiales utilizados en la elaboración de los soportes, tales como fibra, aglutinante, otros aditivos, acidez, etc. Generalmente producen afectaciones químicas y mecánicas de las obras.

Los **factores externos** constituyen la mayoría; están relacionados con las condiciones ambientales existentes durante el almacenamiento, uso y manipulación, e incluyen: temperatura, humedad, iluminación, contaminación atmosférica, contaminación biológica.

Algunos autores denominan intrínsecos o congénitos a los factores internos, y extrínsecos a los externos. Ambos grupos juegan un papel fundamental en el deterioro del patrimonio cultural.

FACTORES INTERNOS DEL DETERIORO DE LAS OBRAS

A pesar de los estudios realizados, aún no han sido definitivamente establecidos todos **los factores internos** que afectan la permanencia y durabilidad de las obras. No obstante, **los más importantes son los relacionados con su composición, estructura y proceso de fabricación.**

Componente y calidad de los materiales constituyentes

La limitada permanencia de los objetos y materiales modernos, es a veces atribuida a los componentes y calidad de los materiales utilizados en los soportes y elementos sustentados de las obras, así como a la acidez. Estos, ejercen gran influencia, ya que frecuentemente se trata de materiales orgánicos, los que sufren transformaciones químicas con el envejecimiento. Este fenómeno está influenciado por la gran cantidad de reacciones que tienen lugar durante la manufactura, y a las interacciones posteriores de los materiales utilizados en la elaboración de las obras, con los factores del medio ambiente.

Un ejemplo típico son las reacciones de degradación de la cadena celulósica que ocurre en los soportes de esta naturaleza.

Como resultado de estos procesos se originan compuestos ácidos que incrementan la acidez de los soportes y se afectan sus propiedades; también debido a estos procesos oxidativos se

produce el amarillamiento de las obras, y se afectan las propiedades mecánicas de los soportes.

En cuanto a los elementos sustentados, estas sustancias en la antigüedad eran elaboradas con pigmentos naturales, los que al combinarse con el oxígeno del aire y al absorber la humedad ambiental, adquirirían cierto carácter ácido, que catalizan los procesos degradativos que tienen lugar en el soporte.

También es importante considerar que la utilización de agentes blanqueadores, adhesivos de mala calidad y barnices provocan procesos químicos indeseables con el envejecimiento.

La acidez

La acidez es uno de los peores enemigos de los bienes culturales. Favorece el desarrollo de los procesos degradativos de casi todos los soportes y materiales utilizados en la elaboración de las obras, así como las reacciones oxidativas que en ellos se verifican.

Proviene de dos fuentes principales: 1) de los componentes químicos de las obras y 2) de las condiciones atmosféricas externas.

Las sustancias ácidas introducidas en el proceso de elaboración de las obras, los ácidos formados en la atmósfera producto de los contaminantes químicos y la humedad ambiental catalizan los procesos de degradación, oxidación y corrosión de casi todos los materiales

El incremento de la acidez de estos soportes, producto del envejecimiento también acelera la hidrólisis de la celulosa y hemicelulosa y por ende disminuye su resistencia, como resultado de la ruptura de las cadenas de los carbohidratos más resistentes.

Por otra parte, la hidrólisis de las hemicelulosas contribuye a la reversión del color, ya que durante este proceso se forman sustancias coloreadas atribuibles al incremento de los grupos carbonilos.

En sentido general el envejecimiento trae aparejado una pérdida en la fortaleza de la fibra, de la resistencia y por ende, una mayor susceptibilidad al deterioro.

Otros aditivos químicos

En la industria de estos soportes a veces se utilizan abrillantadores ópticos para lograr altos índices de brillantez.

También se utilizan agentes consolidantes o adhesivos para aumentar la resistencia en seco. Entre ellos, podemos mencionar la gelatina, la carboximetilcelulosa y el acetato de celulosa.

El acetato de celulosa altera el color y la opacidad, y provoca un incremento considerable de la acidez.

La utilización de la carboximetilcelulosa ha mostrado resultados muy favorables, pues además de incrementar la resistencia física, retarda en cierto grado el proceso de acidificación y no modifica el valor cromático del papel.

La gelatina, a pesar de su buena adhesividad y alta resistencia física, produce un fuerte amarillamiento con el tiempo, aporta cierto grado de acidez y propicia la contaminación microbiana.

Otro aditivo utilizado con estos propósitos es el almidón. No obstante, desde el punto de vista de la permanencia y durabilidad, confiere características negativas, pues disminuye la brillantez debido a la formación de grupos cromóforos durante el envejecimiento, incrementa la acidez debido a su facilidad de hidrólisis y propicia la contaminación microbiana.

FACTORES EXTERNOS DEL DETERIORO DE LAS OBRAS

Un aspecto muy importante es el conocimiento y control de las condiciones ambientales bajo las cuales son exhibidas y almacenadas las colecciones, ya que el ambiente y en particular el clima, juegan un papel decisivo en el sentido y velocidad de las reacciones del envejecimiento de las obras.

Dentro de los factores externos se agrupan todos aquellos relacionados con el ambiente de las obras. Sus efectos están directamente relacionados con la forma de acción y características de los agentes productores del daño. De acuerdo con esto, ellos también pueden ser clasificados en químicos, físicos y biológicos.

La influencia de los factores ambientales en la conservación de los bienes culturales es una cuestión irrefutable. Cuando ciertos factores del medio como la humedad, la temperatura, la iluminación, la contaminación del aire, etc., alcanzan determinados niveles, constituyen, junto con una manipulación incorrecta, la principal causa de deterioro de los objetos de museos, archivos y bibliotecas

En general las instituciones en las que se conserva gran parte de los bienes muebles del patrimonio cultural forman un sistema complejo en el cual los distintos elementos como el edificio, sus características microclimáticas, la proliferación de los distintos agentes biológicos, así como las diferentes actividades humanas se encuentran estrechamente relacionadas, constituyendo un ecosistema, el que determina las condiciones ambientales que rodean a las colecciones.

Para evitar los daños que estos factores puedan ejercer sobre las colecciones es necesario controlar artificialmente este sistema, manteniendo éstos factores dentro de ciertos límites, adecuados para la conservación de cada tipo de colección. Pero es importante tener en cuenta que la modificación de cada uno de ellos, afectará el equilibrio del sistema, alterando a los demás, en mayor o menor grado, debido a las interacciones sistémicas que ellos guardan entre sí.

FACTORES QUIMICOS

Humedad relativa del aire

Constituye uno de los factores más relevantes. Juega un importante y complejo papel en el deterioro y envejecimiento de casi todos los materiales, proporcionando una fase en la que se verifican muchas reacciones químicas.

Aunque han sido realizadas muchas investigaciones para determinar la influencia de la humedad en el deterioro de los materiales, algunos aspectos aún no han sido totalmente esclarecidos en el orden cuantitativo.

Es evidente que un nivel inadecuado de humedad, acelera el deterioro químico, físico y biológico de las obras, y para mayor complicación, lo que pudiera ser aconsejable para un material, puede ser nocivo para otro.

La **humedad relativa del aire** se expresa en valores relativos, de ahí su denominación. Se representa por HR y se

expresa en porcentos. **Es la relación entre la humedad absoluta del aire y su higroscopicidad a una temperatura dada.** Esta relación se expresa de la forma siguiente:

$$HR = A/A_t \times 100 \%$$

donde: HR= humedad relativa del aire.

A = humedad absoluta del aire.

A_t= higroscopicidad del aire a t ° C.

Muchos autores coinciden en que la velocidad de las reacciones del envejecimiento aumenta con el incremento de la humedad relativa y que los cambios y oscilaciones de dicho factor pueden producir alteraciones en los materiales orgánicos.

La experiencia demuestra que cuando la humedad relativa alcanza valores extremos, puede degradar los materiales orgánicos, favorecer la corrosión de los metales y la proliferación de los microorganismos biodeteriorantes, especialmente los hongos.

La humedad relativa ejerce gran influencia en el contenido de humedad de equilibrio de los materiales.

Como sabemos, la mayoría de los materiales de origen orgánico, incluyendo casi todos los componentes de obras, libros y manuscritos son higroscópicos, es decir, que al aumentar la humedad del ambiente, la absorben, y al decrecer la pierden.

El porcentaje en peso de agua que un material puede absorber es una propiedad característica de cada material y está relacionada con su peso. Se denomina "**contenido de humedad de equilibrio**", y varía en relación con la humedad relativa del ambiente. Por ejemplo, el contenido de humedad de equilibrio del papel está entre 5-10 %.

Dado que las obras, libros y manuscritos están constituidos por materiales orgánicos, con diferentes características higroexpansivas y que, hasta cierto punto, están condicionados por su forma y estructura, cada uno reaccionará diferentemente frente a las variaciones de la humedad relativa. Esto significa que cuando alguno de los materiales se hincha, no puede moverse libremente y se ejercen tensiones en la estructura del objeto. Con las fluctuaciones

de la humedad, esas tensiones pueden convertirse en ciclos de fatiga que originarán diferentes daños estructurales.

Los efectos de la humedad sobre los materiales son evidenciados por cambios en las propiedades físicas, especialmente cambios dimensionales y en la flexibilidad por desecación.

Los materiales sensibles a la humedad tales como la madera, papel, textiles, pergaminos cambian sus dimensiones y contenido acuoso en la medida que varía la humedad relativa del ambiente.

Desecaciones severas y prolongadas de los materiales orgánicos pueden provocar en ellos cambios irreversibles. Una humedad relativa inferior al 40% hace que la piel pierda su humedad estructural en perjuicio de su estructura física.

El encogimiento de una vitela, un pergamino o un textil durante mucho tiempo puede causarle daños irreparables.

La humedad viaja hacia afuera y hacia dentro de un objeto, en respuesta a los cambios de la humedad relativa del ambiente, lo que acelera la migración de compuestos nocivos.

El contenido de humedad elevada acelera un tipo de mancha denominada moteado o foxing, causada por reacciones de oxidación catalizadas por metales como hierro y cobre.

Elevados niveles de humedad relativa ambiental propician la proliferación de los agentes del biodeterioro, así como las reacciones en las que ellos participan.

Con frecuencia, los peores efectos de la humedad son los ocasionados por el aire acondicionado y la calefacción, los que están más enfocados hacia el confort humano que hacia los bienes culturales.

Los objetos y colecciones situados en edificios antiguos están sufren cambios graduales de humedad en cada estación, ya que sin calefacción central la humedad no asciende mucho.

Por el contrario, en un edificio moderno el aire acondicionado funciona con mayor intensidad en horas de trabajo, creando por tanto fluctuaciones en el ciclo diario, y durante los inviernos fríos, la calefacción provoca descensos

de este parámetro, posiblemente acompañada de cambios diarios, ya que el edificio se enfría por las noches.

Estas fluctuaciones diarias y bruscas no ocurren en los edificios antiguos.

Un rango óptimo general para la conservación de la mayoría de los objetos y colecciones de valor cultural, ya sea en exhibición o durante el almacenamiento puede ser:

**55% +/- 5% HR en el rango 18-2° C
límite máximo de oscilaciones diarias de +/-3%**

Contaminantes ambientales

De entre los factores externos, los contaminantes ambientales han sido los menos estudiados.

La contaminación química del aire y su grado de pureza lo convierten en un potente agente destructor del patrimonio cultural. Esta acción puede ser notablemente acentuada por las impurezas aportadas por el hombre.

El aire puro contiene oxígeno, nitrógeno, hidrógeno, dióxido de carbono y otros gases, los que participan en las diferentes reacciones moleculares de las sustancias constituyentes de los objetos y colecciones de valor cultural.

La contaminación del aire es causada por el uso de combustibles fósiles de los vehículos automotores, como el petróleo, carbón, gas natural, etc., cuyos principales componentes, carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y azufre, reaccionan diferentemente con el agua ambiental. También dicha contaminación es causada por los gases industriales.

Las instituciones que atesoran colecciones de valor cultural, generalmente se encuentran ubicadas en zonas urbanas, donde existen industrias y tráfico de vehículos, los que expulsan a la atmósfera ambos tipos de contaminantes.

Esto da lugar a que esas sustancias siempre estén presentes en el ambiente de dichas instituciones.

En la atmósfera se presentan dos grupos esenciales de contaminantes ambientales; los gases agresivos y las partículas sólidas en suspensión.

Gases agresivos

Entre los gases agresivos debemos mencionar el dióxido de azufre, el sulfuro de hidrógeno, los óxidos de nitrógeno, los mono y dióxido de carbono y el ozono. Estas sustancias aparecen en la atmósfera como resultado de la urbanización, industrialización y desarrollo social. Dichas sustancias sufren transformaciones, las que dependen de los procesos químicos que ocurren en el aire, los que a su vez influyen en la permanencia de los gases en el ambiente. Así por ejemplo, el tiempo de vida media del dióxido de azufre es de varios días y el del metano puede ser hasta de veinte años.

El dióxido de azufre es un ácido débil, que tiende a combinarse con otras partículas de oxígeno formando en trióxido de azufre, el cual a su vez, al combinarse con la humedad del ambiente, produce ácido sulfúrico. Esta sustancia es fuente de acidez y como tal, participa en las reacciones de oxidación e hidrólisis de la celulosa y macromoléculas constituyentes de los soportes orgánicos.

Las paredes de piedra, cemento y ladrillos absorben el dióxido de azufre, y producen sulfatos, sustancias nocivas para los materiales que contienen carbonatos, ya que se originan tensiones mecánicas que provocan abrasión de los muros.

El papel y el algodón son fuertemente atacados por este gas y la celulosa es destruida a concentraciones muy pequeñas, ya que ocurre la hidrólisis ácida del polímero. También son afectados materiales proteicos como pergamino, seda, lana y cuero.

El óxido de nitrógeno y el ozono son fuertes agentes oxidantes y potentes destructores de la celulosa. El primero, por oxidación, produce ácido nítrico; este ácido es un fuerte agente oxidante y participa en la corrosión de los metales, produce la hidrólisis de la celulosa y deteriora las piedras calcáreas y los muros. De la misma forma, los dióxido y monóxido de carbono, producen los ácidos correspondientes, los que se adhieren a la superficie de los soportes, afectando el pH de los mismos y provocando reacciones hidrolíticas en ellos.

Cuando existan contaminantes gaseosos por encima de los niveles permisibles será necesario eliminarlos mediante filtros de carbón activo o realizar un lavado del aire con

agua ligeramente alcalina (en caso de gases sulfúreos). Otro aspecto a considerar es el número de cambios de aire por hora, lo que dependerá de los contaminantes existentes, el número de visitantes, etc.

Partículas sólidas en suspensión

Las partículas sólidas en suspensión constituyen otro grupo importante de contaminantes ambientales, entre los que deben destacarse el hollín y el polvo. Su efecto destructivo es inferior, pero su presencia es indeseable. El hollín origina manchas. El polvo es fuente de suciedad, acidez, y puede servir como vehículo transportador de insectos y esporas microbianas.

Las sales provenientes del mar también pueden causar deterioro de obras. Los cloruros y nitratos de sodio producen cristalizaciones en la superficie de los soportes y son fuertes agentes corrosivos.

El mecanismo de acción de los factores antes mencionados está relacionado con procesos oxidativos y corrosivos.

Para eliminar estas partículas pueden aplicarse filtros físicos.

En general deberán ser eliminadas **el 95% de las partículas de una micra de diámetro o el 50% de las que estén en el rango 0.5-1 micras.**

FACTORES FISICOS

Temperatura

La temperatura juega un importante papel en la preservación de los bienes culturales en general.

Según la sabiduría popular, lo que es bueno para las personas, también lo es para la preservación de los objetos y colecciones. Las personas están más cómodas a 25° C que a 35° C, y respecto a la preservación de los materiales, las reacciones del deterioro se aceleran con el aumento de la temperatura y se retardan cuando este parámetro disminuye. En otras palabras: **los objetos y materiales orgánicos de valor cultural tendrán más corta su vida útil en un ambiente cálido.**

No se puede señalar el punto exacto, a partir del cual, los materiales se deterioran o no por el efecto de este factor.

Está demostrado que la velocidad de los procesos químicos del envejecimiento se aceleran 2-3 veces con el incremento de la temperatura en 10°C. Este fenómeno puede ser explicado a través de la ley de Arrhenius, como se expresa a continuación:

$$\text{Log } K = B - A/ T$$

donde: K= velocidad de reacción de un proceso dado
A= constante; depende de la reacción específica
B= constante; depende de la reacción específica
T= temperatura

Esta ecuación expresa la variación de la velocidad de un proceso dado con la temperatura.

Las temperaturas elevadas tienen varios efectos negativos con vistas a la conservación de objetos y materiales orgánicos. En primer lugar el calor acelera las reacciones de degradación de la celulosa y restantes macromoléculas constituyentes de los soportes; además de propiciar el daño biológico, su interacción con la humedad relativa provoca dilatación y contracción de las fibras, a la vez producen separaciones y roturas de algunas uniones químicas en las que entra a actuar el oxígeno del aire. De esa forma el movimiento mecánico origina una reacción química. Este proceso ocurre día a día, año tras año, hasta que se destruyen las propiedades mecánicas del soporte.

Este tipo de fenómeno es muy frecuente en los países tropicales, y en los países donde el clima se caracteriza por grandes oscilaciones de los parámetros climatológicos.

Un incremento de la temperatura siempre lleva aparejado una disminución de las propiedades de resistencia de los materiales constituyentes de los soportes. Esto explica en gran medida el porqué la climatización de los almacenes representa una vía para prolongar la vida útil de las colecciones.

En condiciones normales, la temperatura del aire en el interior de un museo toma valores que son compatibles con los requeridos para la conservación de las colecciones; sin

embargo, su control es necesario debido a sus interacciones con la humedad relativa.

Aunque para la conservación de los objetos son adecuadas temperaturas relativamente bajas, una consideración importante es el confort humano del personal que labora en los museos y de los visitantes, por lo que un rango frecuentemente aconsejado es 18 ± 2 ° C., con fluctuaciones de ± 1.5 ° C.

Para objetos altamente sensibles a las variaciones de la humedad relativa, en edificios en los cuales sea difícil o imposible mantenerla en invierno dentro de los niveles aceptables por causa de la calefacción, es posible optar por mantener ciertas zonas a una temperatura inferior.

Existen ciertos materiales, como vestidos de cuero, materiales etnográficos, especímenes de historia natural, así como fotografías y películas a color, que requieren para su almacenamiento condiciones especiales de temperatura. En estos casos se justifica su almacenamiento a un nivel de temperatura de 4 ± 1 ° C., a la humedad adecuada para dichos materiales y ventilación suficiente.

Luz

La luz es una forma de energía de singular importancia en el deterioro de los objetos y colecciones, y representa una seria amenaza para las obras que se exhiben por períodos prolongados. El deterioro ocasionado por la luz, especialmente la decoloración, es semejante a los efectos causados por el calor. También provocan graves daños la distribución espectral y el tiempo de exposición.

La potente acción destructiva de la luz es debida a los efectos de la energía luminosa, cuyas radiaciones electromagnéticas provocan reacciones fotoquímicas en los materiales irradiados. Este fenómeno puede ser explicado a través de la ley de Plank, la que se expresa a continuación:

$$E = hc / \lambda$$

donde: E = cantidad de energía emitida por una fuente
h = constante de Plank
C = constante de la velocidad de la luz
 λ = longitud de onda

Esta ley establece la relación entre la cantidad de energía emitida por una fuente y la longitud de onda.

El análisis del espectro electromagnético permite arribar a conclusiones importantes en este sentido.

ESQUEMA DEL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

>	200-400	400-700	700-1000	>1000	
gamma	röntgen	ultravioleta	visible	infrarrojo	ondas radio
-----	-----	-----	-----	-----	-----

El espectro electromagnético consta de zonas bien definidas, cada una de las cuales posee una frecuencia y longitud de onda características, y emite un tipo de radiación específica.

La naturaleza de la radiación puede expresarse en términos de frecuencia (seg^{-1}), longitud de onda (unidades ángstrom A_0) o número de onda, que se define como el recíproco de la longitud de onda.

El número de onda es igual a la cantidad de ondas por centímetro, por lo que, mientras menor sea el número de onda, mayor será la longitud de onda.

En la zona visible o de luz natural se emiten radiaciones de longitudes de onda características entre los 400 y 700 NM. Estas radiaciones originan en el papel reacciones que conducen al rompimiento de enlaces glucosídicos, de los enlaces C-C de la cadena y de los enlaces C-O, los que provocan una reducción del grado de polimerización de la celulosa.

En la zona de ondas largas se emiten rayos infrarrojos, microondas y ondas de radio. Estas radiaciones tienen mayor longitud de onda y son menos energéticas, pero producen movimientos moleculares de rotación y vibración, por lo que generan mucho calor. Esto explica sus efectos en la decoloración y ruptura de algunos enlaces a nivel de la cadena celulósica.

En la zona de las ondas cortas se emiten radiaciones ultravioletas, rayos X y radiaciones gamma, a las que caracterizan inferiores longitudes de onda, y mayor contenido energético. Las mismas son muy dañinas para el papel, pudiendo provocar la fotólisis directa de la molécula de celulosa a

nivel de los enlaces carbono-carbono, con la formación de oxixelulosa y ruptura de las cadenas. Este efecto se mantiene incluso en la oscuridad, después de irradiado.

La exposición de los soportes celulósicos a una luz no filtrada proveniente de una lámpara de cuarzo-mercurio provoca la destrucción de una parte de la celulosa, amarillamiento, disminución del contenido de alfa celulosa y pérdida de la resistencia.

La luz solar contiene muchos rayos ultravioleta e infrarrojos, por lo que produce los efectos característicos de ambos tipos de radiaciones y provoca el calentamiento de los materiales expuestos.

Estos elementos deben ser tomados en cuenta en el diseño de los locales para museos. Existen lámparas que filtran los rayos ultravioletas.

Aunque la luz es necesaria para la visión de los objetos, su control resulta necesario por encima de consideraciones estéticas, que se contrapongan con los criterios de conservación. Dado que sus efectos son acumulativos, deberán ser controlados la composición de la radiación, el nivel de iluminación y el tiempo de exposición. Cuanto mayor sea el nivel de iluminación, menor deberá ser el tiempo de exposición.

Independientemente de la fuente de iluminación, ambos tipos de radiaciones no visibles deberán ser controladas, de tal forma que las infrarrojas no eleven la temperatura de los objetos (especialmente en vitrinas y lugares reducidos), ni afecte la temperatura y humedad del aire. Los mecanismos para el control de ambas radiaciones son diferentes, según se trate de luz natural o artificial.

En el caso de iluminación natural, el control puede realizarse por medio de vidrios o filtros especiales. Pero el empleo de los filtros ha de hacerse de modo selectivo y en circunstancias especiales por varias razones:

- Disponemos de fuentes de luz con baja emisión en el UV y que cumplen todos los requisitos necesarios para su uso en museos (fluorescencia de alta frecuencia).
- Existen sistemas de transmisión de luz como la fibra óptica muy adecuados para piezas de gran sensibilidad.

- A excepción de algún tipo de filtro, casi todos, alteran el valor cromático y el índice de reproducción de la luz emitida, con el consiguiente perjuicio para la contemplación de la obra.

En cuanto a la luz artificial, el control ha de basarse en la utilización de lámparas de espectro de emisión adecuados y la concepción de un proyecto luminotécnico coherente.

Solo cuando el criterio de la conservación se considera en el marco del proyecto luminotécnico podremos asegurar la compatibilidad entre una adecuada conservación de la luz en el espacio y la garantía de los niveles para una mejor conservación de los bienes culturales exhibidos.

En líneas generales, una correcta política de conservación deberá contemplar:

- La eliminación de los componentes dañinos asociados a la luz (IR y UV) que no influyen en el proceso de visión.
- La regulación del flujo de los sistemas de iluminación, de modo que resulte sencillo el control de la iluminancia.
- El control del tiempo de exposición.

Existen cristales que filtran los rayos ultravioleta aunque permiten el paso de las restantes radiaciones de la luz solar. Desde el punto de vista preventivo es necesario utilizar cristales que filtren toda las radiaciones dañinas. Estos materiales existen en el mercado.

Los niveles de iluminación recomendados dependen de la sensibilidad del material de que se trate.

Las normas de iluminación para este tipo de instituciones prohíben las lámparas de luz fluorescentes por las radiaciones ultravioleta que ellas expiden. En caso de bombillas incandescentes es conveniente instalar sensores de presencia en las salas.

De todos modos, debe evitarse la incidencia directa de cualquier tipo de fuente de luz sobre las obras; las radiaciones y el tiempo de exposición debe ser el mínimo posible.

Ventilación

Una ventilación adecuada, especialmente en los almacenes, es imprescindible para evitar los estancamientos localizados de aire, los que propician el crecimiento de microorganismos y los fenómenos de condensación, ya sea sobre las paredes de las salas y vitrinas, así como sobre los propios objetos.

La ventilación es un parámetro ambiental que está directamente relacionado con el clima existente en las zonas o regiones donde estén ubicadas las instituciones.

El clima juega un papel fundamental en el deterioro de los bienes culturales. Por tanto, la preservación de los objetos y colecciones de valor cultural precisa del estudio del clima, de sus efectos sobre los materiales y de las opciones para modificar el medio ambiente. Los mayores problemas se presentan en los climas tropicales.

En dependencia de las precipitaciones pluviales, las temperaturas anuales, la velocidad del viento, etc., se distinguen varios grupos climáticos, los que a su vez se subdividen, atendiendo a las variaciones de esos parámetros.

De los grupos climáticos existentes, los que requieren una atención especial son los climas tropicales, donde no siempre es factible el control ambiental de las instituciones.

En los climas tropicales, las normas ambientales comúnmente recomendadas en Europa y en los Estados Unidos (20°C y 50% de humedad relativa) resultan difíciles de alcanzar y mantener. Debido a la concepción de los edificios ya existentes, al alto costo de la energía, a las dificultades para la adquisición y mantenimiento de equipos, así como a las condiciones extremas imperantes durante todo el año, la temperatura y la humedad relativa no pueden mantenerse fácilmente dentro de esos límites. En la mayoría de los casos solo es posible un control ambiental completo, el que supone regular la temperatura, la humedad, la calidad del aire y la luz, cuando se incluye como parte del proyecto de un edificio y existe un compromiso del mantenimiento de los distintos sistemas.

La ventilación puede mejorarse mediante la apertura de las puertas y ventanas de los locales, o por medio de un sistema de ventilación forzada.

La apertura de puertas y ventanas podría ser perjudicial para las colecciones, particularmente cuando el ambiente exterior se encuentra muy contaminado o las condiciones ambientales del exterior puedan modificar el microclima interior del edificio.

Una buena opción para mejorar la calidad del aire en el interior de un local podría lograrse, haciendo pasar por filtros que retengan los contaminantes, a un sistema de ventilación artificial que esté conectado a un aire acondicionado, para al mismo tiempo mantener la temperatura y la humedad relativa estables.

La velocidad del aire no deberá superar los 0.3 m /seg. , ya que por encima de ese nivel se producen depósitos de suciedad, riesgos de corrosión, o acción mecánica sobre los objetos.

FACTORES BIOLÓGICOS

Los factores biológicos constituyen sin lugar a dudas, un serio problema en los archivos, bibliotecas y museos. Ellos juegan un importante papel en el biodeterioro de nuestras colecciones.

Estos agente se desarrollan en ambientes propicios, especialmente donde existan altas humedad relativa y temperatura. Su actividad biológica está relacionada con el lugar donde estén ubicadas dichas instituciones, con los materiales que en ellas sean conservados, así como con el trabajo que en ellas se desarrolle.

Entre los enemigos biológicos deben ser considerado los roedores, murciélagos, aves, insectos, microorganismos (bacterias, algas, levaduras, hongos, líquenes), y a veces, plantas inferiores.

Ellos provocan alteraciones químicas, mecánicas y cromáticas en las colecciones. Los daños observados con mayor frecuencia son los provocados por roedores, insectos y microorganismos.

Acerca de estos agentes debemos conocer los grupos que se caracterizan por el mismo tipo de ataque y algunas especies que han sido reportadas como muy dañinas, lo cual nos permitirá tomar las precauciones necesarias para su eliminación y control en un tiempo breve, en el caso que sean detectadas.

Roedores

Son mamíferos del orden de los Euterios, con incisivos planos, cortados en bisel, y de crecimiento en desgaste y continuo. Acuden a los depósitos casi siempre, en busca de restos de alimentos y desperdicios existentes en los locales y almacenes.

Cuando invaden, si no son detectados y eliminados rápidamente, pueden ocasionar graves daños químico y físico-mecánico a las colecciones.

Los roedores habitan en los ambientes cálidos, húmedos y sombríos, por lo que los climas tropicales les son muy favorables. Invaden los depósitos a través de las puertas, ventanas, techos, pisos y túneles por ellos excavados. Utilizan el papel, los tejidos y otros materiales para construir sus nidos. Además de los daños que estos agentes pueden ocasionar a las colecciones, también constituyen un peligro potencial en sentido epidemiológico, ya que transmiten enfermedades fatales para el hombre. Los más frecuentes son los ratones y las ratas.

Ratones

El ratón doméstico **Mus. Músculos L. (Mallis)** es el roedor más común en los museos, archivos y bibliotecas. Sus poblaciones se multiplican rápidamente. Esta especie es capaz de invadir cualquier tipo de edificación.

Los daños que ocasionan están relacionados con la destrucción que provocan en los materiales, lo que hacen para construir sus nidos; ellos depositan orina y excrementos sobre las obras. Por otra parte, ellos pueden roer el aislamiento de los cables eléctricos, ocasionando cortocircuitos e incendios.

Algunas enfermedades y ectoparásitos están asociados a los ratones y a sus nidos.

El ratón doméstico gusta de ocultarse y por lo general tiene hábitos nocturnos. Vive en un territorio situado a poca distancia del nido. La distancia que suele recorrer un ratón no supera un círculo de unos 9 metros de circunferencia. Los machos son muy territoriales, motivo por el cual habrá que practicar métodos de lucha eficientes en los lugares donde se encuentren sus excretas. Vive en el exterior durante todo el año, pero invaden los edificios, particularmente en otoño, en las regiones templadas.

Cuando viven en el interior de los edificios se reproducen durante todo el año, pudiendo parir una hembra cada 50 días, pero cuando viven al aire libre tienen períodos de celo, con momentos de auge en primavera y otoño.

En el curso de su actividad nocturna, dejan heces en los lugares por los que han pasado. Otras señales de su presencia son las marcas de dientes, los agujeritos descoloridos en suelos y paredes, y el olor acre de su orina.

Ratas

De ellas existen muchas especies, las cuales pueden invadir los edificios en busca de alimentos y refugio. La más frecuente en las ciudades es la noruega **Rattus norvégicus (Erxleben), (Were)**.

Las ratas constituyen un peligro para las colecciones por su costumbre de roer los papeles, libros y otros materiales, para construir sus nidos.

Las enfermedades transmitidas por las ratas han sido estudiadas profundamente. Se incluyen: la peste, el tifus murino, la ictericia contagiosa, la fiebre por mordisco de ratas, la leptospirosis, y la rabia.

La hembra cava un sistema de madrigueras en terrenos blandos en los que cría a su progenia. En la mayoría de los casos, la madriguera está situada en el exterior de un edificio, el resguardo. Ocasionalmente, esta actividad les permite llegar a los sótanos. En algunos casos, penetran en la red del alcantarillado y pasan a los edificios por las cañerías. Son buenas trepadoras, lo que les permite entrar en los edificios por niveles encima del terreno.

Pueden tener descendencia en cualquier época del año. El promedio de crías de una rata suele ser de seis a ocho. La

hembra casi siempre tiene de tres a seis camadas al año. Las crías nacen indefensas, de color rosa, ciegas y peladas. Al cabo de 12 a 14 días abren los ojos, y al cabo de un mes están listas para dejar el nido.

Murciélagos

Son también mamíferos, pero del orden de los Quirópteros. Están provistos de membranas en las extremidades anteriores que les sirven para volar. Son insectívoros y de hábitos nocturnos.

Entran en las instituciones a través de pequeñas aperturas, a menudo, cerca de la parte superior de los edificios. Buscan lugares serenos, oscuros y tranquilos en las partes altas de los mismos.

Son transmisores de enfermedades para el hombre y sus deposiciones ocasionan daños químicos y cromáticos en las paredes de los inmuebles donde habitan, así como de las obras artísticas, tales como tapices y pinturas.

Su control resulta difícil ya que su eliminación está prohibida, por lo que es necesario buscar procedimientos que solamente los aleje.

Insectos

Los insectos son artrópodos (patas articuladas). Se los denominan **Hexápodos, debido a que poseen tres pares de patas.** Tienen el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen. Les es característico la posesión de mandíbula, antena, tres pares de patas y dos pares de alas (muchas especies) Constituyen el grupo mas variado del reino animal.

Numerosas especies de insectos causan daños a los objetos y colecciones de valor cultural.

Ocasionan daños físico mecánicos y alteraciones cromáticas a los soportes que infestan.

Muchos de ellos son encontrados como contaminantes en obras y documentos, de los cuales han sido descritos alrededor de 70 especies, pertenecientes a varias familias y órdenes.

Cada uno produce un tipo de erosión biológica de aspecto muy característico, que permite su identificación.

Pueden llegar a los almacenes anidados en el polvo, arrastrados por el viento o acompañando materiales contaminados.

Su acción destructiva es muy intensa en los climas tropicales, donde las altas humedad y temperatura ambientales propician su desarrollo.

Muchas de las especies que atacan las obras y documentos son cosmopolitas; otras, tienen especificidad por zonas geográficas determinadas.

Los insectos poseen mecanismos de adaptación muy poderosos, lo que les permite sobrevivir en condiciones extremas, incluso, en presencia de insecticidas, lo que los convierte en potentes enemigos.

Los grupos que encontramos con mayor frecuencia en nuestras instituciones son metazoarios invertebrados de seis patas. Tienen el cuerpo dividido en cabeza, tórax y abdomen y presentan una envoltura de naturaleza proteico-quitinosa. Los más comunes son las cucarachas, trazas, polillas, brocas y piojos del libro.

Desde el punto de vista de su desarrollo, los insectos que dañan el papel, pueden ser divididos en dos grupos:

- El **primer grupo** incluye:
 - . Cucarachas (Blattoidea)
 - . Pececillo de plata (Thysanura)
 - . Piojo del libro (Corrodentia)
 - . Termitas (Isópteros).

Su estadio inicial es el huevo. Cuando maduran producen individuos llamados ninfas; ellos parecen adultos y se diferencian principalmente en tamaño, siendo considerablemente más pequeños en las primeras etapas del desarrollo. Las ninfas no tienen alas pues estos órganos son característicos del estado adulto. Las alas comienzan a aparecer en el estadio ninfal, en las especies que poseen estos órganos

Cuando los adultos **no tienen alas**, el ciclo de desarrollo es:

Huevo-----**larva**-----adulto

Cuando los adultos **tienen alas**, el ciclo de desarrollo es:

Huevo-----**larva** -----**ninfa** -----adulto

- El **segundo grupo** incluye a los **Coleópteros**. Sufren una metamorfosis complicada. Del huevo emergen las larvas que son vermiformes, con un cuerpo blando recubiertos con cerdas. Al final del período larvario, los insectos se transforman en pupas y luego pasan a adultos. De ellos, las familias de interés para nosotros son:

- . Polillas (Anobiidae)
- . Escarabajos (Dermestidae)

Tienen el ciclo de vida siguiente:

Huevo-----**larva**-----**pupa**-----adulto

El periodo larvario es el más peligroso para los soportes, ya que las larvas consumen cantidades considerables de alimento.

Las pupas, con rasgos similares a los adultos, están envueltas en una túnica ligera, la que se rompe cuando ellos cambian al estadio superior. Ellas ni se mueven, ni comen; sus cuerpos blandos y pálidos oscurecen y crecen sustancialmente cuando están próximas a ser adultas.

El hecho de que existan grupos con ciclos de vida diferentes, complica el problema para los conservadores, pues hace más difícil su erradicación y control, para lo que es muy importante tener en cuenta los espacios y estanterías donde se conservan los objetos, los que deberán mantenerse adecuadamente separados del piso y de las paredes, para evitar la acumulación de polvo.

En la tabla 5 se explican los insectos encontrados con mayor frecuencia en los museos, archivos y bibliotecas.

Tabla 5. INSECTOS FRECUENTEMENTE ENCONTRADOS EN MUSEOS, ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS

ORDEN	FAMILIAS	NOMBRE COMUN	TIPOS DE DAÑOS
Blattoidea	Blattidae Blattellidae	Cucarachas	Erosión superficial con contornos irregulares
Zygentoma (Thysanura)	Lepismatidae	Pececillo de plata, trazas	Erosión superficial con contornos irregulares, muy pequeños
Corrodentia	Liposcelidae	Piojo del libro	Diminutas abrasiones superficiales con contornos irregulares
Isóptera	Mastotermitidae Hodotermitidae Rhinotermitidae Termitidae Kalotermitidae	Termitas	Huecos profundos, galerías de trayectorias irregulares, erosiones
Coleóptero	Anobiidae Dermestidae Lyctidae Nicobidae	Polillas (carcomas), escarabajos	Túneles circulares, espirales que se extienden de afuera hacia adentro. Orificios irregulares, huecos profundos que contienen heces pulverizadas y excrementos

Microorganismos: Bacterias, actinomicetos, hongos, algas y líquenes

Como su nombre lo indica, **son organismos muy pequeños, la mayoría de los cuales tienen dimensiones microscópicas.** Se incluyen entre ellos organismos que difieren, ampliamente entre sí, en su forma, ciclo biológico y modo de vida.

En dependencia de su estructura celular, existen microorganismos unicelulares, como las bacterias, , levaduras, actinomicetos y protozoos, y los hay pluricelulares, entre ellos, muchas algas y ciertos hongos.

Todos los seres vivos se enfrentan con el problema de la supervivencia, el que se agrava en un ambiente desfavorable.

La supervivencia de las especies depende de la estructura, el comportamiento, la adaptabilidad de los organismos y de la sustitución de los individuos por medio de la reproducción. Por tanto, la fisiología y el desarrollo de los microorganismos deben ser considerados como la supervivencia, el crecimiento y la reproducción.

El ambiente natural de un organismo viviente es, por lo general, complicado y rara vez constante. En él muchos factores del ambiente están continuamente cambiando o fluctuando.

Además, los organismos pocas veces se encuentran en cultivos puros, sino que están en competencia por el alimento, el oxígeno y el espacio vital con las diferentes especies. Los productos metabólicos de unos, pueden estimular o inhibir el crecimiento de otros. Las interacciones entre los componentes de una población mixta pueden ser muy complicadas.

Los saprofíticos, capaces de utilizar la materia orgánica muerta, crecen vigorosamente y colonizan con rapidez los lugares apropiados.

Las especies que no pueden competir con los organismos más fuertes, pero que pueden sobrevivir gracias a su capacidad de resistir las condiciones desfavorables, ocupan lugares menos ventajosos.

Muchos parásitos prósperos crecen mejor en cultivos puros que en medios artificiales, pero en la naturaleza no pueden

vivir fuera del huésped debido a la competencia con los organismos saprofiticos.

Algunos microorganismos se clasifican dentro del reino vegetal, ya que al igual que las plantas superiores, poseen clorofila, tienen sus células contenidas en una membrana celulósica, muchas especies producen almidón como material de reserva y su nutrición es autótrofa, es decir, que no dependen de la materia orgánica existente en el exterior. Sin embargo, la mayoría de ellos pueden utilizar como fuente de energía las sustancias orgánicas del medio exterior, comportándose en forma heterotrófica.

La mayor parte de los **protozoos** son claramente animales. Algunos tienen clorofila, pero la ausencia de una membrana celular verdadera los separa de ese grupo.

Los **virus** se conocen esencialmente como agentes productores de enfermedades a las plantas, animales y bacterias. Solo pueden multiplicarse dentro de las células que infectan. Son más pequeños que las bacterias, por lo que no son visibles en el microscopio óptico. Su estructura y organización son mucho más sencillas que la de la célula bacteriana y, a pesar de ello, poseen algunas características de los microorganismos, en especial el poder de multiplicación.

Las **bacterias y los hongos** tienen membrana celular durante la mayor parte de su ciclo biológico y, por consiguiente, se alimentan tomando el agua y las sustancias disueltas en el medio exterior, lo que realizan a través de la membrana celular intacta. Producen glucógeno como material de reserva. En general son heterótrofos y dependen, para cubrir sus necesidades energéticas, de un suministro externo del material orgánico apropiado.

Los **hongos** difieren de las bacterias en el tamaño relativamente grande de sus células, en su forma de crecimiento predominantemente filamentosos y en sus métodos de reproducción. Por otra parte, las bacterias son organismos unicelulares.

Además de estos grupos existen otros, que no encajan claramente en ninguno de los anteriores. Estos son las rickettsias, los que son de muy pequeño tamaño (5-10 veces inferiores a las bacterias), y hasta los conocimientos que actualmente existen, no tienen incidencia en nuestro trabajo.

Algunos ambientes se han hecho más apropiados para el crecimiento de los microorganismos, en virtud de la acción de especies colonizadoras que escinden los materiales más complicados y producen alimentos aprovechables para una amplia gama de organismos.

Los microorganismos, tanto los saprofíticos como los parásitos, son de importancia para el hombre. Los saprofíticos atacan productos almacenados y pueden ocasionar serias pérdidas económicas al hombre, a los animales y a las plantas.

En general, los microorganismos se hallan difundidos en todos los ambientes y en todos los ecosistemas. Se encuentran en el suelo, en el agua, en el aire, en las plantas, en los animales, en los productos alimenticios, en el organismo del hombre y en todos los objetos.

Ellos y sus esporas viajan transportados por el agua y por el viento, adheridos a partículas de polvo, tierra, etc. Poseen una gran capacidad para adaptarse a las condiciones del medio en el cual habitan, utilizan una amplia gama de sustancias para nutrirse y son capaces de subsistir en condiciones ambientales extremas, propiedad que les permite ejercer su actividad contaminante. Por ello, juegan un importante papel en el deterioro de casi todos los materiales y objetos, especialmente los de valor cultural.

Los objetos y obras patrimoniales están compuestos por una gran diversidad de sustancias, que sirven como elementos nutritivos a los microorganismos. En los libros, pinturas, estampas, papeles decorativos, fotografías, etc., los microorganismos encuentran diversas fuentes de alimentos, así como en los materiales utilizados para la confección de las obras.

La actividad de los microorganismos sobre los objetos y colecciones de valor cultural, tiene doble efecto negativo. Por una parte atacan a las sustancias que les sirven de alimentos, consumiendo las fuentes carbonadas de la celulosa y polímeros constituyente del soporte, los cloruros, sales, adhesivos etc., obteniendo los nutrientes necesarios para su desarrollo, y en consecuencia excretan productos tales como ácidos orgánicos y pigmentos, los que depositan en los soportes provocando el deterioro de los mismos. Al mismo tiempo, su presencia puede provocar enfermedades al hombre que

está en contacto con esos materiales contaminados, lo que está en dependencia de su grado de patogenicidad.

Existen muchos tipos de microorganismos que dañan los bienes culturales. De ellos, han sido identificadas más de 300 especies.

Bacterias

Atendiendo a su nivel de organización pueden ser definidas como **estructuras microscópicas, unicelulares, constituidas por una célula simple, sin membrana nuclear diferenciada, que se multiplican por fisión binaria o bipartición sin mecanismos sexuales**. Algunas especies poseen pared celular, en tanto que otras no. Cuando son móviles, lo hacen gracias a estructuras filamentosas que poseen, denominadas flagelos.

Según su forma, se clasifican en cocos, (ovales o esferoides), bacilos, (con forma de bastón o cilindros) vibriones, (curvados, en forma de coma) y espirilos, (en forma de espiral).

Los cocos tienen un tamaño de 0,5 a 1 micras de diámetro. Tienden a quedar agrupados después de la fisión binaria y según el número o formas en que lo hagan, formarán: diplococos, si la agrupación es en dos; si es en cadena forman un estreptococo y si es en un racimo irregular, forman un estafilococo. Esta propiedad tiene gran importancia desde el punto de vista taxonómico.

El ciclo de vida de las bacterias es muy simple y durante el mismo, la célula pasa por dos estadios, ya que normalmente se reproducen por escisión binaria o bipartición en la cual la célula madre da lugar a dos células hijas exactamente iguales.

En algunas bacterias verdaderas han sido descritos complicados ciclos biológicos.

En condiciones desfavorables, algunas bacterias sufren cambios, de los que resulta la formación de esporas intracelulares, que son acumulo de material nuclear en la célula, de los que ulteriormente se desarrolla una membrana que la rodea. Esta es la fase de reposo de los bacilos y su reproducción no ocurre hasta que reaparezcan nuevamente las condiciones favorables.

En forma de esporas los microorganismos viajan transportados por el viento y pueden mantenerse viables por varios años. Son estructuras muy resistentes que les permiten colonizar e infestar muchos materiales.

La mayoría de las bacterias son heterótrofas, es decir que obtienen la energía necesaria para sus procesos vitales a partir de sustancias orgánicas del medio, tales como carbohidratos, proteínas, etc.

Para llevar a cabo estas reacciones, ellas producen enzimas o catalizadores biológicos, que juegan un papel fundamental en el metabolismo microbiano.

En cuanto a sus condiciones de vida, normalmente se desarrollan a pH neutros en el rango 7-8 y temperatura entre 25° y 37°C, aunque algunas especies psicofílicas toleran temperaturas de 0°C, y otras como las termofílicas, resisten superiores a 45°C. Algunas especies excretan pigmentos y otras sustancias en el medio donde crecen. Todas estas características les confieren potencialidades importantes como biodeteriorantes.

Actinomicetos

Los **actinomicetos son un grupo de bacterias de crecimiento micelar**, que vive, predominantemente, en el suelo. Son Gram-positivas y están unidas a las bacterias corineformes y a las Micobacterias, por una serie casi continua de formas de transición. Con algunas excepciones son anaeróbicos. Pueden cultivarse en medios de cultivo sencillo y pueden diferenciarse por su crecimiento con la formación de un micelio aéreo. Este grupo no tiene gran participación en los procesos del biodeterioro de los bienes culturales.

Hongos

Desde el punto de vista evolutivo, son organismos más desarrollados que las bacterias, aunque presentan similitud en sentido nutricional por sus características heterótrofas. Ningún hongo es capaz de crecer en ausencia de sustancias alimenticias orgánicas, ni poseen pigmentos foto sintetizadores, ni son capaces de utilizar el dióxido de carbono como única fuente de carbono.

Sin embargo, en presencia de un suministro exterior de azúcares u otra sustancia orgánica, la mayoría exhibe una

sorprendente capacidad de síntesis y producen una gran variedad de metabolitos. Entre estos se incluyen no solamente proteínas celulares y materiales de reserva, sino también ácidos orgánicos, enzimas, pigmentos y sustancias antibióticas. El tamaño relativamente grande de las células fúngicas distingue al grupo de las bacterias.

Los **hongos** son **estructuras normalmente pluricelulares, con núcleo diferenciado, mecanismos de reproducción sexual en algunas especies y un metabolismo complejo y versátil**, que les faculta utilizar una amplia gama de sustancias como fuente de energía. La mayor parte de ellos son filamentosos.

Los filamentosos, están ordinariamente muy ramificados. Poseen hifas que forman colectivamente el talo vegetativo o micelio. Su carácter filamentoso les permite una mayor diversidad de formas.

En los hongos superiores, las hifas pueden agregarse para formar estructuras sólidas complejas que, en algunas especies, pueden alcanzar tamaños considerables.

Viven en una gran variedad de ambientes. La mayoría prefiere los lugares húmedos, aunque algunos pueden resistir condiciones de sequedad. Muchos son completamente saprofíticos, alimentándose de materia orgánica no viviente. Entre estos se incluyen especies perjudiciales, que deterioran los alimentos, así como otros materiales y productos almacenados. Algunos son parásitos del hombre, de las plantas y de los animales.

De acuerdo con su estructura celular, pueden ser unicelulares y pluricelulares.

Hongos unicelulares

El tipo más sencillo del micelio fúngico es el de los **hongos unicelulares**, la mayoría de los cuales, constan de una sola célula, sin tabiques separativos o septos, poseen una membrana nuclear definida durante la mayor parte de su ciclo biológico.

Su cuerpo consiste de un micelio indiviso en forma de células muy ramificadas de la cual se separan las hifas en forma de ramas y cuya reproducción es asexual. Algunos causan enfermedades a las plantas.

Otro grupo importante son **las levaduras**, las que normalmente constan de una sola célula, suelen ser globosas y en ocasiones cilíndricas. Están rodeadas por una membrana celular definida, delgada y elástica en las células jóvenes, pero que puede hacerse gruesa y rígida en las de mayor edad. Poseen un núcleo bien diferenciado y reproducción asexual.

En algunas especies la célula de las levaduras puede estar embebida en una capa capsular mal definida. Cuando son jóvenes, contiene una masa citoplasmática más o menos homogénea, en la cual están las vacuolas, gránulos y otras sustancias. Poseen un núcleo bien definido.

En condiciones favorables sus células se multiplican con rapidez. La mayor parte de las especies lo hacen por gemación. Una pequeña protuberancia o yema crece en la célula materna, aumenta de tamaño hasta alcanzar aproximadamente el de aquella, y por último se estrangula y separa de ella. Las yemas se desarrollan en uno o más lugares definidos de la célula materna según la especie. Algunas especies de levaduras exhiben una escisión binaria en forma similar a las células bacterianas.

Ambos métodos de multiplicación conducen a la formación de nuevas células. Varias especies de levaduras producen esporas, pero estas se forman de una manera diferente que las endosporas bacterianas.

Hongos filamentosos

La mayoría de **los hongos son filamentosos** y poseen una masa de hifas ramificadas. Estas pueden ser tabicadas o septadas y no tabicadas o aseptadas. Las formas aseptadas son características de los hongos inferiores o ficomicetos; se consideran como las más primitivas.

El crecimiento en longitud de las hifas se produce en su extremo o cerca de él. Las ramificaciones se desarrollan a partir de puntos colocados mucho más atrás, a lo largo de la hifa y crecen, a su vez, por el alargamiento de sus porciones apicales.

Las hifas de los hongos superiores normalmente están tabicadas.

Entre las hifas del mismo micelio pueden observarse considerables diferencias de formas. Las portadoras de los

cuerpos reproductores no sólo difieren de las vegetativas en el modo de ramificarse, en la pigmentación y en la respuesta a estímulos externos, sino que el micelio puede estar formado por uno o más tipos de hifas vegetativas.

La reproducción de los hongos se realiza habitualmente por esporas. Las de cada especie son notablemente uniformes en forma, tamaño y estructura. Estas cualidades se utilizan en la clasificación de los hongos.

Normalmente, las esporas se separan con facilidad del micelio paterno. Algunas son esparcidas por mecanismos especiales y a menudo complicados. Son pequeñas y fácilmente transportadas por el viento y otros agentes; de este modo son dispersadas a distancias considerables. Esta facilidad de diseminación es un factor principal para la colonización por los hongos de los ambientes apropiados. En condiciones adecuadas las esporas germinan y de ellas nacen hifas jóvenes.

La mayor parte de los hongos producen más de un tipo de espora. Lo más frecuente es la producción en gran número de esporas originadas asexualmente (el llamado estadio imperfecto). Estas dan lugar a la reproducción asexual.

Frecuentemente, cuando las condiciones son menos favorables, bien sea por la disminución de nutrientes o por otras causas, la mayor parte de los hongos pasan al estadio perfecto. Entonces, en muchas especies, las esporas se producen como consecuencia de la fusión de las células diferenciadas, dando lugar a la reproducción sexual.

La mayoría de los hongos son muy variables, tanto en condiciones naturales, como en los cultivos de laboratorio. Algunas veces la variación está influenciada por cambios en las condiciones ambientales. El hongo regresa a la forma original cuando revierten los cambios ambientales. Además de estas variaciones no genéticas, también ocurren cambios genéticos.

Los hongos son afectados por muchos factores ambientales, como la naturaleza y la concentración del suministro nutritivo, la humedad, la temperatura, la luz y la concentración de hidrógeno. Los cambios en estos factores pueden inducir modificaciones morfológicas y fisiológicas, que hacen difícil el reconocimiento del hongo y alteran su comportamiento en general.

En cuanto a sus condiciones de vida, normalmente se desarrollan a pH de 4-6, humedades relativas superiores la 70 % y temperaturas más bien elevadas, próximas a los 30⁰ C, aunque en sentido bioenergético, las oscilaciones de los parámetros antes mencionados favorecen extraordinariamente la germinación de las esporas fúngicas.

Algas

Constituyen otro grupo importante de agentes biológicos que juegan un papel significativo en el biodeterioro del patrimonio cultural. Se clasifican dentro del reino vegetal.

Las **algas son plantas, predominantemente, acuáticas**. Al igual que las plantas superiores, poseen clorofila que les permite llevar a cabo la fotosíntesis, es decir, la síntesis de carbohidratos a expensas de dióxido de carbono y agua en presencia de la luz solar. Pueden ser mono y pluricelulares.

Su organización celular es muy sencilla y tienen sus células contenidas en una membrana celulósica, aunque en algunas especies, además también puede contener pectina o sílice.

Muchas especies producen almidón como material de reserva y su nutrición es autótrofa, es decir, que no dependen de la materia orgánica existente en el exterior.

A pesar de algunas diferencias menores, **las algas verdaderas son de naturaleza vegetal**. Su economía está basada más en su capacidad de sintetizar y acumular materia orgánica, que en la de destruirla, en contraste con los microorganismos incoloros. Este hecho les confiere gran importancia en la microbiología del suelo y en los procesos del biodeterioro.

Las algas se encuentran fundamentalmente en el agua o en ambientes muy húmedos, tales como el suelo mojado. Muchas formas no sedentarias unicelulares o filamentosas flotan libremente en los estanques de agua dulce, en los lagos, en los depósitos de agua, etc., y solo están expuestas a la desecación en el caso de que el agua se evapore. Tanto en las aguas dulces como en las saladas, las algas flotantes forman una parte importante del plancton, que proporciona el material alimenticio primario del que dependen, en última instancia, los demás habitantes del agua, incluyendo los peces. El suelo contiene en su flora, algas característica, que comprende unas pocas especies.

Algunas algas, por ejemplo las especies de *Trentepohlia*, crecen en ambientes más expuestos, tales como muros, paredes, y rocas y, a causa de su crecimiento y de la excreción de sustancias ácidas, contribuyen a la destrucción de esos soportes.

Muchas de las algas verde-azuladas que están protegidas por una vaina gelatinosa, se encuentran generalmente en lugares expuestos, sobre rocas desnudas mojadas o en la superficie del suelo, tales como sendas de jardín y en los céspedes, donde pueden constituir un serio perjuicio.

Líquenes

Los **líquenes son asociaciones de hongos y algas, pertenecientes al reino vegetal**. En ellos el alga está envuelta por las hifas fúngicas que la protege de la desecación. Aún no está esclarecido si se trata de una asociación simbiótica o parásita.

Unas pocas algas se hallan como endofitas en el interior de otros organismos; en otros casos se encuentran en los espacios intercelulares como en el helecho acuático Azolla, en las hepáticas Blasia, Cavicularia y Anthroceros, en las raíces coraloides de las palmeras y en algunos animales acuáticos o habitantes del suelo como en las especies Hydra y Paramecium. La naturaleza de estas asociaciones es desconocida, pero no se piensa que sean obligadas.

Son organismos pioneros en la colonización de la piedra y materiales de construcción, en los que pueden ocupar situaciones incluso más expuestas. Su actividad biodeteriorante está dada, fundamentalmente, por la respiración de los talos y producción de dióxido de carbono, por los daños mecánicos que ocasionan debido a las contracciones y dilataciones del talo en dependencia del grado de humedad o sequedad, por la producción de compuestos quelantes (ácidos liquénicos) y por la formación de ácido oxálico el que forma diferentes tipos de complejos moleculares. Son habitantes frecuentes en monumentos y edificaciones antiguas, debido a que soportan perfectamente condiciones de vida muy austeras, y resisten bien la desecación.

En la tabla 6 se resumen los principales grupos microbianos que dañan los bienes culturales.

Tabla 6. GRUPOS DE MICROORGANISMOS QUE DAÑAN LOS BIENES CULTURALES

GRUPO	HABITAT	MATERIALES QUE ATACAN	ACTIVIDAD DETERIORANTE
Bacterias	Ambiente y materiales orgánicos y algunos metales	Papel, materiales fotográficos, pergaminos, textiles	Degradación de los componentes de los soportes, manchas pigmentarias
Actinomicetos	Suelo	Papel y derivados	Degradación del soporte y manchas micelares
Hongos	Ambiente y todos los materiales orgánicos	Papel, materiales fotográficos, pinturas, esculturas, textiles, etc.	Degradación y acidificación de los soportes, manchas micelares y pigmentarias, afectación de las propiedades mecánicas
Algas	Agua y ambientes húmedos	Muros, paredes y rocas	Excreción de sustancias ácidas, afectaciones mecánicas y cromáticas
Líquenes	Ambientes húmedos, monumentos y edificaciones antiguas	Piedra y rocas	Producción de ácidos orgánicos y daños mecánicos a los materiales que atacan

ACTIVIDAD DE LOS MICROORGANISMOS EN EL BIODETERIORO DE LOS BIENES CULTURALES

Los problemas generados por los agentes biológicos, particularmente por los microorganismos en los archivos, bibliotecas y museos son conocidos. Estos agentes provocan un daño colosal a nuestras colecciones y los perjuicios toman serias magnitudes en los países tropicales, por la influencia de las altas humedades relativa y la temperatura, así como las oscilaciones de éstos parámetros.

Cuando una piedra sale de su cantera, inmediatamente, entra en contacto con un abanico de agentes físicos, químicos y biológicos, que comienzan a agredirla. La unión de todos ellos hace que, no mucho tiempo de levantarse un monumento, este se convierta en un ecosistema en el que conviven flora y fauna de diferentes características, y dentro de ella, un amplio espectro de microorganismos. En este proceso la humedad ambiental juega el papel principal.

Los habitantes del Ecosistema Monumento pueden, por el simple hecho de vivir en el soporte pétreo, producir una serie de alteraciones, tales como, efluorescencia, fisuras, grietas, manchas incrustaciones, lesiones, decoloraciones, mas o menos graves. Los principales tipos de deterioro que suele ocurrir a este tipo de soporte pueden agruparse en:

- Físicos: Entre ellos, fracturación y disgregación de las rocas.
- Químicos: Relacionados con el metabolismo de microorganismos y plantas superiores, tales como producción de ácidos, alteración del pH, cambios en la pigmentación, degradación de los componentes pétreos, etc.

Los microorganismos capaces de provocar biodeterioro en los materiales pétreos son los autótrofos y/o los que viven en simbiosis, entre ellos los líquenes, los musgos, las algas, algunas bacterias y determinados hongos, es decir, aquellos que no necesitan de moléculas orgánicas para su nutrición, sino que a partir de sales minerales y compuestos inorgánicos sintetizan sus propios nutrientes.

El ejemplo más característico son los organismos foto sintetizadores que realizan la fotosíntesis, y a partir de

sales minerales, agua y la luz solar, fabrican sus propios nutrientes.

Normalmente los **líquenes** son los primeros habitantes con los que se encuentra un monumento. Esto es debido a que soportan, perfectamente, condiciones de vida muy austeras, resisten bien la desecación, tienen una tasa de crecimiento muy baja con lo que no se establece competencia por los nutrientes y presentan una elevada longevidad; para ellos el monumento es un sustrato muy estable, y pueden colonizarlo sin problemas, siempre que haya un mínimo de agua y sales minerales. Una vez que han conseguido colonizar un monumento, los efectos que ellos pueden causar son de dos tipos:

- 1) Directos: Costras biogénicas de colores desagradables, así como fuertes tensiones en la piedra pues, al acumular agua provocan cambios de volumen.
- 2) Indirectos: Abren el camino para otras formas de vida.

Los **musgos** son plantas Briofitas, que suelen aparecer después que los líquenes han colonizado el monumento. Normalmente se los encuentra viviendo en simbiosis con estos. Ellos han adaptado su metabolismo a los aportes de agua de cada momento concreto, de tal forma que con él rocío de la mañana captan toda el agua que pueden y realizan la fotosíntesis, cesando esta actividad a las horas en las que el aporte de agua disminuye.

Esta estrategia les ha permitido colonizar sustratos impenetrables como las plantas superiores, a las que sirven de sustrato, una vez que los musgos se han implantado en el monumento. De esta manera abren el camino a estas plantas, con el peligro de agrietamiento del monumento. Ocasionan daños cromáticos, por medio de la creación de costras biogénicas.

Las **algas y algunas bacterias autótrofas** (Cianobacterias) poseen pigmentos fotosintéticos, lo cual les permite fijar el CO₂ del aire y crear sus propios nutrientes. Estos organismos se encuentran en lugares húmedos del monumento, tales como orificios y grietas, donde la evaporación del agua se hace más lenta. Solo requieren agua y un mínimo de aporte de sales minerales para sobrevivir, aunque su desarrollo se ve favorecido por la presencia de excrementos de aves y residuos nitrogenados de la contaminación atmosférica.

El biodeterioro de algas y cianobacterias es de carácter estético, ya que crean costras biogénicas de cromatismo particulares; También pueden provocar daños mecánicos por cambios cíclicos de volumen del soporte al perder o absorber agua. Esto conduce a una variación en el volumen de las colonias, en dependencia de que estén cargadas de agua o secas y a la aparición de tensiones en el soporte. Cuando hay agua suficiente su volumen se incrementa y cuando el ambiente es muy seco su volumen decrece, dando lugar esta oscilación a tensiones en la piedra.

Además de lo antes explicado, tanto las algas como las cianobacterias crean un sustrato idóneo para que, con sus materiales de desecho, o por muerte de ellas, otras especies de bacterias y hongos heterótrofos, mucho más agresivos, puedan colonizar el sistema.

Existen otros tipos de bacterias autótrofas que no realizan fotosíntesis, sino que aprovechan la energía de las reacciones químicas para fabricar sus propios nutrientes. Algunos ejemplos de ellas son las de los ciclos del azufre y del nitrógeno, las metano-bacterias, etc. Así las bacterias del ciclo del azufre transforman los carbonatos en sulfatos, mientras que las del ciclo del nitrógeno crean nuevas deposiciones de nitratos, muy útiles para las bacterias autótrofas, los musgos y las algas.

Además de los organismos antes mencionados, existen muchos **microorganismos heterótrofos** que dañan los soportes y los materiales orgánicos, proceso que realizan actuando sobre su propia estructura y lo hacen en las condiciones bajo los cuales son almacenados.

En los libros, documentos, manuscritos, pinturas, materiales etnográficos, especímenes de historia natural y la mayoría de las colecciones de valor cultural, encontramos como factor común, la presencia de sustancias orgánicas, susceptibles de ser metabolizadas por los microorganismos. Como resultado de estos procesos los objetos se deterioran, es decir, que en ellos ocurren transformaciones específicas a nivel molecular que causan daños característicos, muchas veces, apreciables a simple vista.

En las obras y objetos antiguos deteriorados, a veces, se aprecian diferentes tipos de daños. Con frecuencia observamos manchas de diferentes tipos, colores y tonalidades o, en el peor de los casos, nos encontramos afectaciones químicas,

mecánicas y cromáticas. Esas manchas suelen ser producidas por pigmentos excretados por los microorganismos durante su crecimiento.

Muchas bacterias y levaduras ocasionan manchas pigmentarias sobre las obras.

La magnitud y tipos de daños que ellos ocasionan en los diferentes soportes están directamente relacionados con sus capacidades biodeteriorantes, con sus propiedades fisiológicas y con las condiciones ambientales.

El papel, los pergaminos los lienzos, la madera, los textiles, y en general, todos los soportes orgánicos, son materiales susceptibles de ser atacados por los microorganismos debido a sus macromoléculas constituyentes, en particular a la presencia de celulosa, proteínas y otros biopolímeros como componentes mayoritarios. En estos procesos tienen gran significación los microorganismos celulolíticos, proteolíticos y amilo líticos, ya que la degradación microbiana de la esos polímeros ocurre por vía enzimática.

Las bacterias, a excepción de unas pocas especies, no representan un gran peligro, ya que su capacidad celulolítica es limitada. Ellas son mucho más importantes en el orden epidemiológico.

Por el contrario, los hongos sí constituyen un peligro en nuestras instituciones, justamente, por la gran capacidad celulolítica de muchas especies. Ellos producen manchas características de diferentes texturas y tonalidades, resultado del crecimiento micelal.

Además de los pigmentos y manchas micelares, durante el metabolismo microbiano los componentes mayoritarios de los soportes son degradados. Además, sintetizan ácidos orgánicos, entre otros, oxálico, fumárico, acético y láctico, los cuales se depositan sobre los soportes, acidificándolos y debilitándolos. Es decir, que además de las afectaciones cromáticas se producen daños químicos. En este caso la obra o documento en cuestión han sido biodeteriorados.

En la tabla 7 se relacionan los géneros bacterianos encontrados con mayor frecuencia como contaminantes en colecciones de museos, archivos y bibliotecas.

Tabla 7. BACTERIAS CONTAMINANTES ENCONTRADAS EN MUSEOS, ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS

GENERO	FUENTE DE AISLAMIENTO	METABOLITOS QUE PRODUCE	ACTIVIDAD DETERIORANTE
Acinetobacter	Papel, ambiente	Proteasa, amilasa	Degradación de los componentes del soporte
Bacillus	Materiales orgánicos, ambiente	Amilasa, celulasa, ácidos orgánicos	Manchas violáceas, acidificación y deterioro de las fibras
Cellvibrio	Papel, cartón, textiles	Proteasa, celulasa, ácido acético	Decoloración, acidificación del soporte
Lactobacillus	Materiales orgánicos	Amilasa, celulasa, ácido láctico	Acidificación del soporte
Micrococcus	Materiales orgánicos, ambiente	Proteasa, lipasa, celulasa, ácidos orgánicos	Decoloración y acidificación del soporte
Pseudomona	Materiales orgánicos	Glucosa oxidasa, lipasa, proteasa, ácidos orgánicos	Manchas pigmentarias amarillas, decoloración, acidificación
Staphylococcus	Papel, textiles, ambiente	Acidos láctico y acético	Manchas amarillas y cremas, y acidificación
Streptococcus	Papel, textiles, ambiente	Proteasa, ácidos láctico y acético	Acidificación y degradación del soporte

Los hongos son los responsables de la casi totalidad de los procesos de microbiodeterioro de los objetos de valor cultural, a la vez que constituyen los agentes etiológicos de muchas infecciones micóticas de las personas que están en contacto con las colecciones contaminadas.

Su actividad como microbiodeteriorantes se basa en su capacidad para utilizar los componentes del papel y otros soportes celulósicos tales como lienzos, maderas y textiles como fuente de carbono y energía, y se manifiesta por la aparición de manchas coloreadas y otros signos característicos de este fenómeno.

La actividad microbiodeteriorante de cada uno de ellos está relacionada con los factores que propicien su desarrollo, los cuales deben ser cuidadosamente controlados con vistas al establecimiento de las medidas preventivas y profilácticas necesarias.

En la tabla 8 se relacionan los géneros fúngicos encontrados con mayor frecuencia como contaminantes en museos, archivos y bibliotecas, así como las fuentes de las cuales han sido aislados, los metabolitos que producen y sus actividades deteriorantes.

Tabla 8. ALGUNOS HONGOS CONTAMINANTES ENCONTRADOS EN MUSEOS, ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS

GENERO	FUENTE DE AISLAMIENTO	METABOLITOS QUE PRODUCE	ACTIVIDAD DETERIORANTE
Alternaria	Materiales orgánicos y ambiente	Proteasa, amilasa	Manchas micelares pardas, degradación del soporte
Aspergillus	Materiales orgánicos, ambiente	Enzimas y ácidos orgánicos	Manchas micelares coloreadas, degradación y acidificación del soporte
Chaetomium	Materiales orgánicos foto documento	Celulasa, ácidos acético y láctico	Pigmentos crema y rosa. Acidificación
Cladosporium	Materiales orgánicos, cintas magnéticas, ambiente	Proteasa, ácidos láctico y acético	Decoloración y acidificación del soporte. Manchas micelares azul-violeta y/o rosa
Fusarium	Materiales orgánicos, ambiente	Celulasa, ácidos orgánicos	Manchas rosadas, decoloración, daños a las fibras
Mucor	Materiales orgánicos y ambiente	Proteasa, ácidos orgánicos	Manchas micelares pardas amarillas, acidificación
Penicillium	Materiales orgánicos y ambiente	Enzimas y ácidos orgánicos	Manchas micelares verdes, degradación y acidificación
Rhizopus	Materiales orgánicos y ambiente	Enzimas y ácidos orgánicos	Manchas micelares pardas, pigmentos, acidificación
Sporotrichum	Papel, textiles, ambiente	Celulasa, proteasa y ácido celobiónico	Manchas pardo oscuro, afectan la fibra celulósica
Trichoderma	Papel, cartón y madera	Celulasa, ácidos orgánicos	Manchas micelares verdes, degradan las fibras

ACTIVIDAD PATOGENICA DE LOS MICROORGANISMOS EN LAS INSTITUCIONES QUE ATESORAN BIENES CULTURALES

En estudios realizados por diversos autores, han sido aisladas e identificadas alrededor de 300 especies de microorganismos responsables del deterioro de diferentes colecciones. Muchos de ellos constituyen la microflora aérea de nuestras instituciones. Ella puede coexistir con los objetos de valor cultural y con el hombre en un ecosistema determinado sin provocar daños; pero cuando se producen cambios en las condiciones ambientales y el contenido acuoso de los materiales les son favorables, ella puede ocasionar efectos muy negativos como microbiodeteriorantes y como patógenos.

Los problemas relacionados con la patogenicidad de los microorganismos que contaminan los archivos, bibliotecas y museos han sido poco estudiados a pesar, de constituir un fenómeno cotidiano, especialmente en los países tropicales, y de ser la causa de muchas enfermedades profesionales en nuestras instituciones.

Para enfrentar este serio problema es necesario conocer las potencialidades principales y las especificidades vitales de los microorganismos en las diferentes condiciones de vida, lo que permitirá establecer una estrategia adecuada en sentido profiláctico.

Se denomina **patogenicidad a la capacidad potencial de determinadas especies de microorganismos de provocar un proceso infeccioso**. Se caracteriza por un conjunto de propiedades de los microorganismos, formadas en el proceso de desarrollo, lucha por la existencia y adaptación a la vida parasitaria, en el organismo de las plantas, animales y del hombre. Es un carácter propio de cada especie, es decir, que tiene **especificidad de acción**.

La especificidad del proceso infeccioso es una propiedad muy importante que se manifiesta por la localización del agente etiológico, por la selectividad de las lesiones que se producen en tejidos y órganos, por el cuadro clínico de la enfermedad, por el mecanismo de eliminación de los microorganismos y por la formación de la inmunidad. En ella juegan un importante papel los factores ambientales.

FACTORES RELACIONADOS CON LA PATOGENICIDAD

La penetración del agente infeccioso en un organismo no siempre provoca la aparición de la enfermedad. En muchos casos se limita a la infección temporal sin manifestaciones o, a provocar un estado en el cual el individuo se convierte en un portador prolongado del germen.

La reactividad del organismo humano y su resistencia inmunológica, están íntimamente relacionadas con el medio exterior, las condiciones de vida, con las características del trabajo, la alimentación, el nivel higiénico-sanitario, el grado de cultura y muchos otros factores.

El estado fisiológico del macroorganismo y su resistencia tienen una influencia decisiva sobre la aparición, curso y terminación de un proceso infeccioso dado.

Por diversas razones fisiológicas, también la edad y el sexo tienen cierta influencia sobre la susceptibilidad del individuo.

Algunos factores ejercen una influencia intensificadora en la receptividad de los organismos a las infecciones. Entre ellos deben ser mencionados las características de la dieta (insuficiencia en proteínas, vitaminas, grasas y minerales), el cansancio excesivo, el enfriamiento, las malas condiciones higiénico-sanitarias, así como las intoxicaciones crónicas, diversas enfermedades somáticas y algunas radiaciones.

Las malas condiciones higiénico-sanitarias del trabajo y del género de vida ejercen influencias desfavorables sobre el organismo humano. La insuficiencia de oxígeno en los locales, el exceso de ácido carbónico y otros gases nocivos, producen una intoxicación crónica que facilita el desarrollo de la tuberculosis.

La existencia de polvo en el aire y de silicatos, lesiona las mucosas de las vías respiratorias e incrementa la posibilidad de infección por diferentes microorganismos.

Además de los factores nocivos externos, también ejercen grandes influencias sobre la receptividad a las infecciones, las enfermedades somáticas como la diabetes, las cardiovasculares y las intoxicaciones crónicas por alcohol y otras sustancias tóxicas.

TRANSMISIÓN DE LOS AGENTES INFECCIOSOS

En su proceso de evolución, los microorganismos patógenos han adquirido la facultad de penetrar por diversas vías en el organismo humano, y localizarse selectivamente en tejidos y órganos en los que se desarrollan, provocando reacciones específicas de respuesta por parte del macroorganismo. Para cada agente etiológico existen mecanismos de transmisión específicos que determinan su localización.

La **infección es el proceso mediante el cual el agente etiológico entra en relación con el huésped**. Ocurre en las etapas fundamentales siguientes:

- Entrada del agente etiológico al huésped: Las vías de entrada más frecuentes son el sistema respiratorio (boca y nariz), el sistema digestivo y las excoriaciones en la superficie de las mucosas y de la piel.

-Establecimiento y multiplicación del agente etiológico dentro del huésped: Desde la puerta de entrada, el germen puede diseminarse directamente a través de los tejidos, o proseguir por los vasos linfáticos hasta el torrente sanguíneo, el que lo distribuye y le permite alcanzar tejidos y órganos. La naturaleza bioquímica de los tejidos es la que en última instancia determina la susceptibilidad o resistencia del huésped.

Existen casos en los que ocurren infecciones con más de un agente. Se trata de **infecciones mixtas**.

Por su carácter, las infecciones pueden ser **exógenas y endógenas**. En el primer caso, el agente etiológico penetra en el macroorganismo desde el exterior procedente de diversas fuentes. El segundo caso se origina como resultado de la actividad de la microflora propia.

Las infecciones exógenas son las de mayor importancia para los conservadores, ya que son las que con más frecuencia se adquieren en los depósitos y almacenes.

Los microorganismos se encuentran difundidos en el medio que nos rodea. Se encuentran en el aire, en el suelo, en el agua, en las plantas, animales y objetos, y hasta en el organismo del hombre, por lo que la microflora existente en

cada uno de estos ejercerá una influencia directa sobre los objetos en contacto con estos ecosistemas.

La composición de los microorganismos del aire es sumamente variada y depende de muchas causas, del grado de contaminación del aire con suspensiones minerales y orgánicas, de la temperatura, de las precipitaciones atmosféricas, de la localidad, de la humedad y de otros factores. Cuanto más polvo, humo y hollín exista en el aire, tantos más microbios se encontrarán en el mismo. Cada partícula de hollín tiene la propiedad de adsorber en su superficie gran cantidad de microbios.

El aire no constituye un hábitat microbiano; los microorganismos existen en el aire y por ende en los diferentes tipos de locales, únicamente como contaminantes accidentales. Sin embargo, muchos de ellos, particularmente los patógenos, son transportados por el viento, adheridos a diferentes partículas. La microflora del aire consta de las especies microbianas más diversas, las que llegan a él a partir del terreno, de las plantas y de los animales. En el aire se encuentran con frecuencia bacterias saprofíticas pigmentarias (micrococos y diferentes sarcinas), esporógenos, varias especies de bacilos, actinomicetos, hongos, levaduras y otros.

La cantidad de microbios en el aire varía entre grandes límites; desde algunos ejemplares hasta decenas de millares por metro cúbico. De acuerdo con algunas investigaciones realizadas, a la altura de 500 metros han sido encontrados de 1100 a 2700 microorganismos por metro cúbico, mientras que a la altura de 2000, solo de 500 a 700. En cada gramo de polvo existen hasta 1 millar de bacterias. Alrededor de las personas y de los animales enfermos, de artrópodos e insectos infectados pueden encontrarse especies patógenas de microorganismos.

En la actualidad, **como índice sanitario del aire de los locales cerrados, se consideran los organismos del grupo del *Streptococcus viridans* y como índice de peligro epidemiológico directo, el *Streptococcus beta hemolítico* y los *Staphylococcus* patógenos.**

La composición y cantidad de los microorganismos en el aire varía según la época del año.

El agua también representa un factor muy importante en la transmisión de infecciones.

Entre los microorganismos aeróbicos específicos del agua se encuentran: *Pseudomonas fluorescen*, *Micrococcus cándidus*, *Micrococcus agilis* y otros. Es muy raro que se encuentren en el agua bacterias anaeróbicas.

MICROFLORA DE LOS DEPÓSITOS DE OBJETOS Y COLECCIONES DE VALOR CULTURAL

Muchas especies de microorganismos, han adquirido la capacidad de ocasionar enfermedades al hombre. Los microorganismos pueden ser encontrados en diferentes hábitat.

En términos de ecosistemas específicos, la microflora de los depósitos de obras artísticas está muy influenciada por los microorganismos existentes en el aire, en el suelo, en el agua, en las colecciones, en el medio circundante, así como por el hombre.

En investigaciones realizadas por varios autores han sido aislados e identificados los microorganismos que contaminan los depósitos de varios archivos, bibliotecas y museos. Entre las bacterias, han sido reportadas especies dentro de los géneros *Bacillus*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Neisseria* y *Corynebacterium*. Entre los hongos, han sido aisladas especies pertenecientes a los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Chaetomium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Cladosporium* y otros.

El moho es un acompañante permanente de objetos de valor cultural, cuando son conservados en edificios húmedos. Los hongos pueden dañar prácticamente todos los tipos de soportes.

La existencia de una microflora contaminante tan diversa en nuestras instituciones provoca la existencia de un riesgo de infección al personal que labora en dichos locales, ya que muchos de esos microorganismos son potencialmente patógenos.

En investigaciones realizadas por Vaillant, M. y col., 1996 sobre la caracterización de la microflora potencialmente patógena que habita en depósitos de documentos fueron aislados e identificados microorganismos pertenecientes a 16 géneros y 44 especies, entre los cuales existen gérmenes patógenos, oportunistas y saprofíticos con diferentes capacidades metabólicas.

De entre las bacterias, fueron aisladas especies dentro de los géneros *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*, *Acinetobacter* y *Flavobacterium*. De ellas, las de mayor significado en el orden de su patogenicidad, pertenecen a los *Staphylococcus* y *Streptococcus*.

Los *Bacillus*, en la mayoría, son gérmenes saprofíticos del suelo. De ellos, sólo ha sido reportada una especie patógena, el *B. anthracis*, el cual afortunadamente no es un contaminante de depósitos de bienes culturales. En general, a este género se le concede poca importancia en el orden de su patogenicidad.

Dentro del género *Staphylococcus* existen dos especies principalmente importantes en el orden de su patogenicidad *S. aureus*, causante de la mayoría de las infecciones supurativas superficiales, y *S. epidermidis*, asociado con infecciones humanas y reconocido en septicemias e infecciones urinarias.

Otro género importante es *Streptococcus*. Dentro de él existen tres grupos principales. El primero, el grupo piógeno o formador de pus, incluye patógenos peligrosos para el hombre y animales; al que pertenecen *S. piógenes* y *S. viridans*. La patogénesis de la infección estreptocócica está determinada, tanto por la acción de sus exotoxinas, como por las propias bacterias.

Micrococcus se encuentran ampliamente difundidos en el ambiente y pueden ser encontrados en la piel y nasofaringe. Se considera como un género no patógeno el que se comporta excepcionalmente como oportunista; más bien son gérmenes sin significado clínico.

Acinetobacter se considera como un género no patógeno. No obstante, neumonías adquiridas en la comunidad han sido asociadas al *A. calcoacéticus*. La mayoría de las infecciones por él producidas incluyen compromisos de las defensas del huésped. Son fuentes de infecciones oportunistas e intra hospitalarias.

El género *Flavobacterium* incluye especies muy difundidas en medios acuáticos y marinos. Ellos pueden contaminar los sistemas de agua. Normalmente no forman parte de la microflora residente del hombre. Adquieren especial importancia en algunas infecciones intra hospitalarias.

En la tabla 9 se muestran las bacterias potencialmente patógenas aisladas de depósitos de documentos.

Tabla 9. BACTERIAS POTENCIALMENTE PATOGENAS AISLADAS DE DEPOSITOS DE DOCUMENTOS

GENEROS	ESPECIES	POTENCIALIDADES PATOGENICAS
Bacillus	subtilis sthearothermophilus circulans céreus	Gérmenes saprofíticos de poco significado clínico
Acinetobacter	calcoacético	Asociado a neumonía de la comunidad
Micrococcus	roseus luteus	Gérmenes saprofíticos y oportunistas
Pseudomonas	aeruginosa	Patógena en condiciones especiales
Staphylococcus	aureo epidermidis	Infecciones supurativas y otras
Streptococcus	piógenos viridans	Infecciones del sistema respiratorio

Específicamente los hongos, provocan las micosis al atacar tejidos y órganos, cuyo cuadro clínico, es muy variado, pudiendo ser dañadas la piel, las mucosas y los órganos internos.

Estas infecciones se clasifican diferentemente, según el grado de afección y el carácter del agente.

Existen coincidencias entre los resultados reportados por diversos autores sobre los hongos encontrados con mayor frecuencia en los depósitos de libros y documentos. Ellos pertenecen fundamentalmente a los géneros: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus* y otros menos frecuentes.

Los representantes del género ***Aspergillus*** son hongos saprofíticos filamentosos, de los cuales al menos ocho especies son conocidas como patógenos primarios humanos o animales, o como invasores secundarios de tejidos dañados. Causan las **aspergilosis**, que muestran gran variedad de

actividades patogénicas; en ellas casi todos los órganos pueden afectarse y los tres tipos básicos de la enfermedad observados en orden de importancia son: alergias, infecciones y toxicosis. **A. fumigatus** es la principal especie causante de infecciones y alergias; **A. flavus** es un potente productor de toxinas y carcinógenos. Casos menos frecuentes de infecciones involucran a **A. niger**, **A. nidulans**, **A. versicolor**, **A. restrictus** y **A. cárneus**.

A. glaucus, **A. fumugatus** y **A. niger** son frecuentemente encontrados como contaminantes de obras y documentos, y pueden provocar micosis con afectaciones de la piel, mucosas, oídos, ojos y vías respiratorias.

Cladosporium, ocasionalmente provocan infecciones en el hombre y en los animales. Son gérmenes patógenos, oportunistas, ubicuos y cosmopolitas se encuentran normalmente en el suelo y vegetales. La **cladosporiosis** es la micosis causada por algunas especies de *Cladosporium*. También provocan estados alérgicos.

C. cladosporoides ha sido aislado como contaminante ambiental de depósitos de documentos. Tiene cierto interés clínico ya que ha sido encontrado en pacientes infectados con bola fúngica pulmonar. Ocasionalmente se asocia a otras especies y provocan infecciones cutáneas, oculares y unguéales.

Existen más de 30 especies de **Penicillium** patógenas al hombre. Estos agentes provocan las **peniciliosis** mediante afecciones de la piel, uñas, oídos, así como infecciones generalizadas con formación de focos en órganos internos.

Algunas especies de este género son reconocidas como oportunistas adicionales, y otras, como causantes de queratomycosis. **P. glaucus** y **P. citrorosum** han sido reportados como patógenos. **P. decumbens** es encontrado con frecuencia en los archivos y bibliotecas. Estos organismo agudizan los eczemas y juegan un importante papel en las enfermedades de las vías respiratorias.

Muchos **Fusarium** crecen como saprofíticos y se encuentran en casi todos los ambientes. Son hongos fitopatógenos, capaces de destruir muchos vegetales. También son perjudiciales al hombre, ya que producen gravísimas lesiones en la córnea. **F. solani** es el principal agente causante de queratomycosis.

Recientemente se demostró que *F. dimerum* también puede causar la enfermedad y en menor grado, *F. oxysporum* y *F. moniliforme*.

Más de 15 especies del género *Mucor*, entre ellos, *M. mucedo* y *M. racemosus*, pueden ser los agentes etiológicos de la **mucormicosis**, lesiones de pulmones e hígado, que por su evolución clínica se parecen a la tuberculosis, queratitis, oto micosis, dermatomicosis y proceso infeccioso generalizado.

La **mucormicosis** es una enfermedad generalmente mortal, originada por Mucorales (géneros *Mucor*, *Rhizopus* y *Absidia*). Desarrolla en el interior y paredes de los vasos sanguíneos severas inflamaciones y trombosis. Casi todos los casos que se conocen han sido en pacientes con diabetes, en los cuales el hongo ha evolucionado rápidamente. La mucormicosis ocular tiene una evolución fatal. *Mucor* que se encuentra frecuentemente en el ambiente y ha sido señalado como alérgeno.

Las especies del género *Rhizopus* se encuentran en toda clase de sustancias y son contaminantes ambientales frecuentes. Crecen con extremada rapidez sobre los materiales que contaminan, cubriendo las superficies con un micelio blanco algodonoso el que luego toma un color gris oscuro. *R. nigricans* es una especie de distribución universal que puede ser encontrada en todas las clases de materiales enmohecidos. *R. oryzae* y *R. arrhizus* han sido reportados como patógenos al hombre. Producen lesiones fulminantes del tejido orbital y senos nasales y ocasionan mucormicosis rápidamente fatales.

Geotrichum candidum es un hongo muy corriente. El suelo y el polvo constituyen su hábitat normal. Ha sido aislado como contaminante ambiental de depósitos de documentos antiguos. Es el agente etiológico de la **geotricosis**, generalmente secundaria a otros estados debilitantes, en infecciones de pulmones, bronquiolos y mucosas. Las formas virulentas de este hongo crean en las mucosas focos de capas grumosas. La erupción en la piel tiene forma de llagas, pústulas y cicatrices. Cuando se afectan los bronquios y pulmones aparecen tos y expectoración purulenta, comportándose como una tuberculosis crónica.

Los hongos del género *Sporotrichum* se encuentran muy difundidos en el ambiente como contaminantes del polvo, de las plantas, de la piel de los animales, del hombre, y de muchos objetos. Dentro de este género, la actividad patógena se le adjudica al *S. schenckii* como agente etiológico de la

esporotricosis *S. Pulverulentum*, ha sido hallado como contaminante de materiales de archivos y bibliotecas.

Dentro del género *Curvularia* han sido descritas numerosas especies. Su hábitat natural es el suelo y vegetación en descomposición. Constituyen contaminantes ambientales comunes. Las de mayor importancia por sus potencialidades patogénicas son *C. lunata* y *C. geniculata*. Ambas han sido implicadas en muchas infecciones oportunistas y en procesos alérgicos.

Casi todas las especies de *Alternaria* se encuentran como parásitas de las plantas, en el suelo y materiales orgánicos. Son reportadas como patógenas, ya que pueden causar alergias, invadir piel previamente lesionada y provocar ulceraciones en lesiones cutáneas. *A. geóphila* es un fuerte alérgeno.

El género *Cándida* comprende más de 30 especies, muchas de ellas patógenas para el hombre y animales. Producen la **candidiasis**, infección aguda de la piel, mucosas, uñas y algunos órganos. Viven como saprofitas en la piel, mucosas y tracto gastrointestinal. Las especies que afectan la piel lo hacen gracias a factores predisponentes, tales como la humedad, el calor y el roce. Son contaminantes frecuentes en los países donde existen altas humedades relativas y temperaturas ambientales.

En general, se cuenta con poca información sobre los daños que los microorganismos biodeteriorantes, pueden provocar a la salud de las personas que custodian y conservan el patrimonio cultural.

Especialmente en los países tropicales resulta de gran importancia la valoración del papel epidemiológico de estos agentes en las enfermedades profesionales.

Ello argumenta sobre la necesidad de realizar investigaciones encaminadas a la caracterización microbiológica del ambiente de este tipo de instituciones, lo que posibilitará la aplicación de métodos de saneamiento y desinfección eficaces y minimizar las actividades patogénicas de estos microorganismos.

En la tabla 10 se explica sobre algunos hongos potencialmente patógenos aislados en depósitos de documentos.

Tabla 10. HONGOS POTENCIALMENTE PATOGENOS AISLADOS DE DEPOSITOS DE DOCUMENTOS

GENEROS	ESPECIES	POTENCIALIDADES PATOGENICAS
Alternaria	geóphila solani	Alergias
Aspergillus	niger versicolor fumigatus flavus-oryzae	Aspergilosis, alergias y toxicosis
Cándida	tropicalis krusei spp.	Candidiasis, onicomicosis
Chaetomium	globosum homopilatum	Alergias, dermatomicosis
Cladosporium	cladosporoides variable	Cladosporiosis e infecciones oportunistas
Fusarium	solani moniliforme	Alergias, queratomicosis y toxicosis
Geotrichum	cándidum	Geotricosis, onicomicosis
Mucor	racemosus javánicus	Mucormicosis, alergias
Penicillium	glaucum luteum citrorosum	Peniciliosis, alergias
Rhizopus	oryzae arrhizus	Infecciones micóticas, alergias
Sporotrichum	pulverulentum	Alergias, algunas especies esporotricosis
Syncephalastrum	racemosus	Alergias
Trichoderma	lignorum viride	Alergias

TEMA 3: LOS FACTORES AMBIENTALES Y SUS INFLUENCIAS EN EL DETERIORO DE LAS COLECCIONES

CONSIDERACIONES GENERALES

Los museos, bibliotecas y archivos atesoran colecciones de gran valor artístico, etnológico, arqueológico, histórico, científico y cultural, por lo que una de las funciones básicas de estas instituciones es la preservación de las mismas. Esto solamente puede lograrse mediante el desarrollo de estudios multi e inter disciplinares sobre la filosofía, la ciencia y la técnica de la preservación.

La preservación incluye todas las actividades encaminadas a garantizar la vida de las colecciones, ya sea mientras estén en exhibición, en los almacenes o siendo manipuladas; es también un estudio de la compatibilidad química, física y fotoquímica de los objetos con su medio ambiente, es un esfuerzo por controlar sus interacciones para mantener su calidad intrínseca. Incluye todo lo que se debe y no se debe hacer para evitar el deterioro y precisa de un esfuerzo incesante de todo el personal de estas instituciones

La localización óptima y los procedimientos a aplicar deben ser parte de la política de la institución y no estar ligados a un cargo o persona en particular.

Únicamente el mantenimiento de un buen ambiente podrá garantizar la preservación, a largo plazo, de las colecciones atesoradas por dicha institución.

Por otra parte, un alto porcentaje de las sustancias que constituyen nuestras colecciones, tales como las colas, almidones, fibras celulósicas, proteínas, pigmentos, resinas, etc., son de naturaleza orgánica. Todas ellas son muy higroscópicas, es decir, que pueden absorber, retener y/o eliminar la humedad del ambiente, la cual constituye una de las principales causas de su deterioro.

Sin embargo, no solamente la humedad relativa ejerce efectos nocivos sobre las macromoléculas constituyentes de los materiales, sino también es importante tener en cuenta las variaciones del contenido acuoso de cada material, en relación con los restantes factores ambientales, tales como la temperatura, la iluminación, la ventilación, así como las contaminaciones ambiental y biológica.

El **contenido de humedad o actividad acuosa** de un material (Wa) es un parámetro muy importante y, aunque no es un indicador absoluto, de él dependen en gran medida, la velocidad de las reacciones degradativas que ocurren en un ambiente determinado, así como los procesos del biodeterioro. Es una medida del agua disponible, y está relacionada con el vapor de agua existente en su ambiente. Es decir, que además de los factores ambientales, es muy importante conocer el contenido acuoso de los materiales constituyentes de los bienes culturales con vistas a su preservación.

Por otra parte, cada tipo de colección presenta características propias y sus objetos son elaborados con materiales y procedimientos específicos, por lo que su preservación debe ser analizada teniendo en cuenta el tipo de obra de la cual se trate, así como su contexto.

LOS FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE Y SUS INFLUENCIAS EN EL DETERIORO DE LAS COLECCIONES

La práctica demuestra que cuando la humedad relativa alcanza valores extremos, puede llegar a degradar las sustancias de origen orgánico, favorecer la corrosión de los metales y propiciar la proliferación de los organismos biodegradadores.

La temperatura además de actuar acelerando o retardando las reacciones químicas y la actividad biológica, sus efectos están estrechamente relacionados con la humedad relativa.

Sabemos que la ventilación puede alterar los niveles adecuados de la humedad relativa y temperatura del aire, a la vez que influir en la penetración, hacia el interior del museo, de contaminantes gaseosos como el SO₂, partículas sólidas como el polvo y el hollín, los que al depositarse sobre los objetos favorecerán el desarrollo de procesos corrosivos, la proliferación de plagas y la aparición de manchas de diversos tipos sobre los objetos.

Otro factor ambiental que ejerce grandes efectos nocivos sobre las colecciones es la iluminación. Esta, ya sea, natural o artificial, así como las distintas radiaciones a ella asociada producen daños fotoquímicos a todos los materiales orgánicos y posee un poder degradativo especial a los altamente sensibles, como los tejidos y ciertos pigmentos.

Por ello, para evitar los efectos nocivos que los factores ambientales puedan ejercer sobre los objetos, es necesario controlarlos artificialmente, manteniendo algunos de ellos dentro de los niveles adecuados para la conservación de las colecciones; pero es importante tener en cuenta que la modificación de uno de ellos afectará el equilibrio del sistema, alterando a los restantes, en mayor o menor medida, debido a la interrelación sistémica existente entre ellos.

Además de las influencias que ejercen los factores ambientales en el deterioro de las colecciones, también es necesario considerar ciertos aspectos relacionados con las condiciones del edificio y su mantenimiento, puesto que los focos de humedad producen gradientes, con el tipo de aislamiento que poseen sus cerramientos y con los acúmulos de suciedad, ya que estos pueden influir en los restantes factores de estos ecosistemas, haciendo imposible mantener las condiciones ambientales dentro de los niveles adecuados.

Son por tanto estos factores, los principales a tener en cuenta cuando se intente evaluar algo tan general como las condiciones ambientales a las que están sometidas las colecciones en las instituciones y salas de exposiciones, sin olvidar la influencia que las actividades humanas ejercen sobre ellas.

CONDICIONES AMBIENTALES ÓPTIMAS

Si el identificar las causas del deterioro de las colecciones y los factores que influyen en este proceso es importante, también lo es, determinar los niveles que deben mantener estos parámetros para que dichos objetos alcancen el equilibrio con su medio ambiente, retardando al máximo su envejecimiento natural y manteniendo un estado de conservación óptimo.

Realmente es posible destacar, de forma general, los principales factores a tener en cuenta, pero hacer una generalización sobre los niveles óptimos o rango de variación tolerables de éstos, ha de hacerse con cuidado.

Esto se refiere en primer lugar a la naturaleza de los objetos, teniendo en cuenta los materiales, la forma en la que están ensamblados y la técnica de fabricación; en segundo lugar, las condiciones a las que han estado expuestos a lo largo de su existencia, así como los deterioros y

tratamientos que han recibido. Todos estos datos determinarán, de forma específica, las condiciones óptimas para la conservación de a objeto en particular.

De todos modos, si el alcanzar unas condiciones ambientales aceptables es un logro importante, poder aplicar el tratamiento específico a cada objeto podría ser algo prácticamente imposible de lograr para la mayoría de las instituciones. Por ello definir unas condiciones generales de referencia para el ambiente interior del museo, puede ser útil, conservando en vitrinas o dispositivos específicos, aquellos objetos que, por su naturaleza, posean requerimientos especiales de preservación.

1. Humedad Relativa (HR)

Límite mínimo: Tomando como referencia la respuesta de los materiales orgánicos, ante las oscilaciones de la HR del aire, se fijó un **límite mínimo de 45%**.

Límite máximo: Este fue condicionado por la proliferación de microorganismos y otros agentes biológicos a determinados niveles de HR, por lo que se fijó un **límite máximo de 65%**.

Para determinadas instituciones que soportan climas extremos, en los que resulta difícil o imposible mantener estos niveles, es posible adoptar límites diferentes, aumentando o disminuyendo en la misma proporción ambos extremos, y siempre que los objetos mantengan un buen estado de conservación.

Oscilaciones: En cualquier caso es necesario controlar las oscilaciones diarias y estacionales, así como evitar cualquier cambio brusco, de tal forma que las variaciones diarias no sean mayores de **+/- 2-3 %**.

Ocasionalmente pueden tolerarse oscilaciones diarias de +/- 5%.

Rango óptimo:

**55 +/- 5% HR, a T 18° +/- 2° C
oscilaciones diarias de +/- 3%**

Para la conservación de la mayor parte de los objetos, ya sea que estén en exhibición o durante el almacenamiento.

Existen objetos que requieren rangos diferentes de HR, como por ejemplo:

- Los objetos metálicos, los que requieren 15-30% de HR.
- El cuero y las pieles, los que requieren 35-38% de HR y temperaturas bajas durante el almacenamiento.
- Las fotos a color, las que requieren 25-35% de HR.

2. Temperatura (T)

La temperatura del aire en el interior del museo, en condiciones normales, toma valores que son compatibles con la conservación de la mayoría de las colecciones; sin embargo, su control es necesario, por la influencia que este factor ejerce sobre la HR.

Aunque para la conservación de los objetos serían adecuadas temperaturas relativamente bajas, un elemento importante es el confort del personal del museo y de los visitantes, por ello ha sido aconsejado:

Rango óptimo: **18° +/- 2° C**
fluctuaciones diarias de 1.5° C

Para objetos especialmente sensibles a las variaciones de HR, en edificios en los que resulte difícil o imposible mantenerla en invierno dentro de los niveles aceptables por causa de la calefacción, es posible optar por mantener ciertas zonas a una temperatura inferior.

Existen ciertos materiales, entre ellos, los vestidos de cuero, colecciones etnográficas, especímenes de historia natural y fotos a color que necesitan 4 +/- 1° C, baja HR y ventilación adecuada durante el almacenamiento.

Aclimatación de los objetos: Si las condiciones microclimáticas del museo no coinciden con los niveles de HR y T propuestos, será necesario practicar cambios graduales de +/- 5% HR y +/- 2° C semanalmente, como mucho y dependiendo de la naturaleza de los objetos, para aclimatarlos lentamente a las condiciones óptimas para su conservación.

De igual forma se procederá con los objetos de nueva adquisición que hayan estado sometidos a otras condiciones ambientales.

3. Iluminación

La luz es necesaria para la visión de los objetos; sin embargo, el poder de degradación que ella ejerce sobre ciertos materiales hace necesario su control, por encima de consideraciones estéticas que se contrapongan a los criterios de conservación.

Teniendo en cuenta que una fuente de luz no filtrada siempre va acompañada de otras radiaciones no visibles indeseables, su control deberá efectuarse sobre la composición de la radiación, el nivel de iluminación y el tiempo de exposición. Y dado que sus efectos son acumulativos, estos dos últimos factores podrán correlacionarse inversamente, de forma que cuando mayor sea la iluminación, menor ha de ser el tiempo de exposición y viceversa.

Las radiaciones infrarrojas (longitudes de onda superiores a 760 NM) se caracterizan por sus efectos térmicos, los que catalizan las reacciones físico-químicas de los materiales, en tanto que las radiaciones ultravioletas (longitudes de onda inferiores a 400 NM) son muy energéticas por lo que pueden ocasionar reacciones químicas degradativas en muchos materiales de origen orgánico.

Independientemente de la fuente de iluminación, ambos tipos de radiación no visible deberán ser controladas de forma tal que la IR no eleve la temperatura de los objetos, especialmente en las vitrinas y lugares reducidos, y las radiaciones UV no superen los 75 microvolt/lumen.

Los mecanismos para el control de una u otra serán diferentes, según se trate de luz natural o artificial:

- **En caso de iluminación natural**, el control podrá realizarse mediante la utilización de vidrios o filtros especiales, teniendo en cuenta que mientras que las radiaciones IR pueden ser controladas independientemente del resto de la banda, las UV van íntimamente ligadas al flujo luminoso, por lo que aún con el empleo de los filtros más eficaces, si el nivel de iluminación es excesivo, también lo será el de estas radiaciones.
- **En cuanto a la iluminación artificial**, su control ha de basarse en la utilización de lámparas de espectro de

emisión conocido y apropiado según las características de los materiales a exponer, así como a partir de la concepción de un proyecto luminotécnico coherente.

Nivel de iluminación

Las radiaciones visibles (400-760nm) también llevan asociadas energía que produce, de forma irregular y dependiendo de las características moleculares sobre las que inciden, efectos fotoquímicos a ciertos materiales.

Por esto, y teniendo en cuenta que el poder degradativo de la luz depende también de otros factores ambientales como la humedad relativa y la contaminación atmosférica, han sido adoptados niveles generales de iluminación, basados en estudios científicos, para la exhibición de objetos y colecciones de valor cultural. Estos son:

- **Iluminación máxima de 50 lux, para objetos especialmente vulnerables**, tales como acuarelas, tejidos, materiales teñidos, pigmentos animales y vegetales, grabados y fotos a color, dibujos, pergaminos, colecciones de historia natural, etc.
- **Iluminación máxima de 150-200 lux, para objetos de sensibilidad media**, tales como grabados y fotos en blanco y negro, materiales de archivo y bibliotecas no pintados, policromías, pinturas al óleo y acrílicas, materiales pintados y lacados, marfil, etc.
- **Iluminación máxima de 300 luxes, para objetos de baja sensibilidad**, tales como cerámicas, porcelanas, vidrios, etc.

Existen objetos considerados insensibles, tales como piedras y metales, los cuales no sufren fotodegradación, aunque los efectos térmicos de las radiaciones IR y la acción de las radiaciones UV pueden afectarles.

Tiempo de exposición

Para disminuir el tiempo de exposición de los objetos especialmente sensibles, se pueden instalar dispositivos especiales en las vitrinas, entre ellos, cortinas e interruptores con apagado automático, de tal forma que solo estén expuestos en el momento que vayan a ser observados por los visitantes.

También durante el almacenamiento, los objetos han de estar expuestos a la mínima iluminación posible, incluso manteniendo los almacenes apagados.

Fuente de iluminación

En este respecto existen diferentes criterios, basados principalmente en criterios estéticos de percepción de las obras. Sin embargo, es necesario considerar ciertas cuestiones relacionadas con la fuente de iluminación, con vistas a la conservación de objetos y colecciones.

- **La iluminación natural**, particularmente la solar, dada su variabilidad y composición, y debido a la dificultad que supone su control dentro de los niveles apropiados, **no debe incidir sobre los objetos, ni directamente, ni a través de vidrios ordinarios.** Los vidrios de las ventanas deberán estar dotados de filtros que absorban prácticamente todas las radiaciones ultravioletas.
- **La iluminación artificial** podrá lograrse a partir de lámparas incandescentes cuyo efecto térmico sea mínimo, pero que emitan menos del 1% de radiaciones UV, o a partir de lámparas fluorescentes con un efecto térmico mucho menor, pero que emitan solamente de 3 % de radiaciones UV y que no supere los 75 microvolt/lumen . La fibra óptica está mostrando excelentes resultados.

En ambos casos es necesario utilizar lámparas de espectro de emisión conocido y que estas sean concebidas dentro de un proyecto luminotécnico apropiado, que permita compatibilizar las exigencias de conservación de los objetos, con el confort visual necesario en el museo.

En la actualidad, existe un criterio más amplio en cuanto a los valores óptimos de los parámetros humedad relativa, temperatura e iluminación, ya que los niveles antes propuestos no son muy fáciles de mantener. Estos nuevos criterios se explicarán más adelante.

4. Ventilación

Una ventilación adecuada, especialmente en los locales de almacenamiento, es imprescindible para evitar los estancamientos de aire localizados, los cuales pueden favorecer por un lado, la proliferación de microorganismo, y

por otro, los fenómenos de condensación sobre las paredes y vitrinas, así como sobre los objetos.

La ventilación puede lograrse mediante la apertura de puertas y ventanas, lo que puede ser perjudicial para las colecciones, o por medio de un sistema de ventilación forzada. Un sistema de ventilación artificial puede hacer pasar el aire por medio de filtros que retengan los contaminantes, y si está conectado a un sistema de aire acondicionado, mantener al mismo tiempo la humedad relativa y la temperatura de forma estables.

Límite máximo

De todos modos, la velocidad del aire no debe sobrepasar ciertos niveles, proponiéndose como **límite máximo 0.3 m/seg**, por encima del cual se podrían producir depósitos de suciedad y riesgos de corrosión o acción mecánica sobre los objetos.

5. Contaminación ambiental

La calidad y cantidad de contaminantes ambientales debe tomarse en cuenta cuando las instituciones se encuentran ubicadas en zonas urbanas e industriales.

En este caso, **será necesario eliminar el aire mediante filtros físicos, al menos:**

- **El 95% de partículas mayores de 1 micra de diámetro, o**
- **El 50% de las partículas de 1 micra de diámetro**

Cuando existan contaminantes gaseosos como SO₂, NO₂, CO, O₃, etc., será necesario eliminarlos mediante filtros físicos, o realizando un lavado del aire (en el caso de gases sulfúreos) mediante agua ligeramente alcalina.

Los sistemas de filtrado por precipitación electrostática, aunque son muy eficaces, resultan totalmente inadecuados, ya que producen ozono.

Muchas organizaciones en el mundo han realizado estudios para definir los niveles estándares permisibles de los contaminantes gaseosos ambientales en los museos, archivos y bibliotecas.

Se recomiendan aceptables, los niveles máximos siguientes:

- **Dióxido de azufre (SO₂)----- ≤ 0.35 ppb**
- **Dióxido de nitrógeno(NO₂)----- ≤ 2.65 ppb**
- **Ozono (O₃)----- ≤ 0.94 ppb**
- **Dióxido de carbono (CO₂)----- ≤ 2.50 ppm**

6. Consideraciones con relación al edificio

El edificio y su equipamiento influyen decisivamente sobre las condiciones ambientales en el interior.

En relación con las condiciones ambientales interiores de los edificios, existen algunos aspectos los cuales no son de solución complicada, y a menudo se descuidan excesivamente; tal es el caso del mantenimiento y limpieza periódica, los que evitarían focos de humedad y suciedad.

Existen ciertos aspectos relacionados con las características estructurales del inmueble que, en los edificios históricos, influyen directamente sobre factores como la iluminación la temperatura y la humedad relativa en el interior de los mismos. Por ello es aconsejable que las salas de exhibición carezcan de iluminación natural. Si esto no es posible, las ventanas y lucernario deberán dotarse de filtros UV y vidrios que limiten la entrada de iluminación transmitida a los niveles antes propuestos en condiciones de máxima irradiación solar.

Con vistas al mantenimiento de la temperatura y la humedad relativa dentro de los límites aconsejados, especialmente cuando el edificio soporta climas extremos, es preciso que el edificio esté dotado del aislamiento adecuado y que sean evitados los fenómenos de condensación.

Especial consideración, en cuanto al mantenimiento de la humedad relativa y la temperatura, merecen situaciones habituales como los sistemas de calefacción y aire acondicionado intermitentes, que pueden provocar una disminución excesiva de estos parámetros durante el día y fenómenos de condensación durante la noche.

7. Mediciones

El control de las condiciones ambientales para la conservación de objetos y colecciones de valor cultural exige

del conocimiento de ciertos factores.

La medición de estos factores requiere de un equipamiento, del cual existe en el mercado una amplia gama, el cual deberá ser seleccionado en dependencia de los recursos presupuestarios de los que disponga cada institución. No obstante, existen equipos básicos, con los que necesariamente debemos contar con estos objetivos; estos son:

- Termohigrógrafos, para la medición y registro de la HR y T, dispuestos en cada sala de exhibición o almacenamiento.
- Psicrómetro de aspiración, para mediciones puntuales de HR y T, así como para el ajuste periódico de los termohigrógrafos.
- Luxómetro, para medir el nivel de iluminación.
- Uveímetro, para la determinación de las radiaciones UV.
- Anemómetro, para medir la velocidad del viento.

Alternativamente pueden utilizarse otros equipos y procedimientos para el estudio de otros parámetros ambientales, como por ejemplo:

- Métodos analíticos y celdas sensibles para la determinación de los contaminantes ambientales.
- Aeroscopio, placa rodax, etc., para la determinación de la carga microbiana.

De estos equipos existen muchas variantes en el mercado, desde los más simples, hasta sistemas computarizados, capaces de hacer las determinaciones a intervalos de tiempo muy cortos. También existen las redes de monitoreo con mando a distancia.

La utilización de uno u otro dependerá, en primer lugar, de los objetivos del trabajo, y en segundo lugar, de los recursos disponibles para su adquisición.

En cada caso, los resultados deberán ser tomados de acuerdo con un plan de mediciones como se muestra en la tabla siguiente, y evaluados estadísticamente.

Tabla 11. PLAN DE MEDICIONES DE LA HUMEDAD RELATIVA Y LA TEMPERATURA

<u>Fecha</u>	<u>Hora</u>	<u>Punto de medición</u>	<u>Promedio HR (%) diario</u>	<u>Promedio T (° C) diario</u>	<u>Observador</u>	<u>Comentarios</u>

CONSERVACIÓN DE LOS OBJETOS Y COLECCIONES DE VALOR CULTURAL ELABORADOS CON MATERIALES ORGÁNICOS

Cada tipo de obra o colección presenta características propias, las que están íntimamente relacionadas con sus materiales constituyentes y composición química, así como con los procedimientos específicos de elaboración, por lo que cada una de ellas deberá ser conservada teniendo en cuentas el tipo de obra o colección de la cual se trate.

Diferentes tipos de colecciones necesitarán desiguales formas de cuidado. No obstante, esto usualmente resulta impracticable.

Los conservadores, restauradores y trabajadores de los museos deben tener conocer sobre los requerimientos de conservación de las colecciones a su cargo. Niveles inadecuados de iluminación, temperatura, humedad relativa, el uso de materiales inapropiados o manipulaciones inadecuadas conducen al deterioro de los objetos de valor cultural, bien sea durante la exhibición, el almacenamiento o por la práctica de los procesos de intervención.

Según sus componentes químicos mayoritarios las obras y colecciones de valor cultural pueden ser organizados en dos grandes grupos:

- **Los elaborados con materiales orgánicos:** Pinturas de caballete, textiles, pergaminos, obras y documentos en papel, materiales etnográficos, colecciones de historia natural, etc. Sus materiales constituyentes pueden ser de **origen animal** (pieles, vitela, seda, pigmentos animales, huesos, especímenes de insectos) y **vegetal** (papel, pergamino, algodón, madera, lienzos,

especímenes botánicos y pigmentos vegetales). Estos materiales están constituidos básicamente por macromoléculas orgánicas, tales como celulosa, proteínas, carbohidratos, etc., las que son muy higroscópicas, por lo que estos objetos responden críticamente a las variaciones de los parámetros ambientales y se deterioran con mayor facilidad

- **Los elaborados con materiales inorgánicos:** En este grupo debemos considerar los objetos metálicos, cerámicas, vidrieras, cristales y materiales pétreos. Estos están constituidos por sustancias inorgánicas, las que pueden ser de **origen natural** (piedra y algunos metales) y **elaboradas por el hombre** (vidrios, metales no ferrosos, cerámicas, cristales, esmaltes, plásticos y fibras sintéticas). Estos son mucho más resistentes al deterioro que los anteriores.

CONSERVACIÓN DE PINTURAS DE CABALLETE

Materiales constituyentes

Pinturas y policromías son términos que se emplean para indicar el revestimiento de una superficie mediante capas, generalmente coloreadas.

La mayor parte de las pinturas son coloreadas, aunque en ocasiones pueden aparecer representaciones monocromas (grisallas).

De acuerdo con el tipo de soporte se clasifican en pinturas murales y de caballete.

En las murales el soporte es inmóvil, como la piedra, el ladrillo, etc., en general materiales inorgánicos utilizados en la construcción para la fabricación de muros o sus revestimientos.

Las pinturas de caballete son de soporte móvil, el que puede ser inorgánicos tales como metales y aleaciones, u orgánicos como la madera (pinturas sobre tabla) y la tela (pintura sobre lienzo).

Las pinturas se presentan como una superposición de capas sobre un soporte, y están constituidas por una o más capas de preparación, blancas o coloreadas, las que suelen estar cubiertas por un barniz o capa de protección.

Las capas pictóricas están compuestas esencialmente por un sólido pulverizado (pigmento o carga inerte) en suspensión en un líquido que contiene una sustancia filmógena que da cohesión a las partículas de pigmento y adhiere la capa formada al sustrato inferior.

Desde el punto de vista físico, dichas capas están formadas por tres fases: dos sólidas, el pigmento y el aglutinante (una vez que ha secado) y una gaseosa (el aire que ocupa los espacios vacíos).

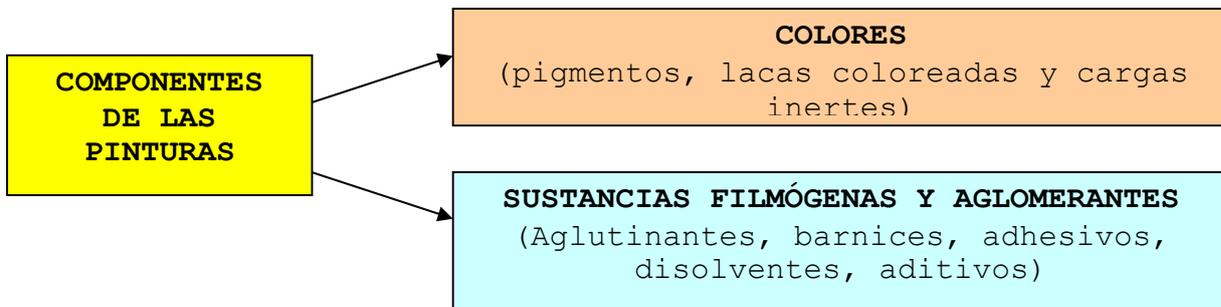
Los colores (pigmentos, lacas coloreadas y cargas inertes) se diferencian en que los primeros tienen un color definido e intenso, mientras que las cargas suelen ser blanquecinas y forman capas menos cubrientes que la mayoría de los pigmentos.

Las **sustancias filmógenas y aglomerantes** se denominaban tradicionalmente **medios o vehículos**.

Las **filmógenas son sustancias orgánicas** que se aplican en forma de líquidos viscosos sobre una superficie, de modo que al secar solidifican formando una película dura y flexible, y **pueden clasificarse en aglutinantes, barnices y adhesivos**, según la función que desempeñen.

Los **aglomerantes o aglutinantes son sustancias inorgánicas en suspensión acuosa** son capaces de fraguar, tanto a temperatura ambiente como mediante cocción, formando capas cubrientes.

Las mezclas del pigmento y el aglutinante da lugar a la **capa pictórica**, mientras que un **aglutinante y una carga forman la capa de preparación**, y un **barniz solo contiene una sustancia filmógena y un disolvente**. En el siguiente esquema se explica de forma resumida los componentes de las pinturas:



Principales causas de deterioro

Las relacionadas con las condiciones climáticas adversas (elevadas o muy bajas humedad relativa, temperatura, contaminación atmosférica y biológica, etc.), las que actúan de conjunto. Sus soportes clásicos son la tela, generalmente de lino y algodón y la madera.

1. Humedad relativa y temperatura

Estos soportes reaccionan frente a la HR modificando sus dimensiones, mediante (dilatación y contracción), ocasionando daños en la preparación y capa pictórica, y dando lugar a los craquelados y desprendimientos.

En los soportes de tela las fibras naturales son celulósicas, las que con el envejecimiento sufren procesos oxidativos e hidrolíticos, procesos que son catalizados por los factores del medio ambiente.

UN LIENZO PINTADO SE AFLOJA AL AUMENTAR LA HR Y SE TENSA AL DISMINUIR POR DILATACIÓN Y CONTRACCIÓN DE SUS FIBRAS.

En los soportes de madera, las fibras celulósicas también sufren oxidación e hidrólisis, y responden más rápido ante los cambios de la HR con movimientos de dilatación y contracción, los que ocurren en los sentidos de los anillos (máxima tangencial, menos en dirección radial y mínima longitudinal).

En las tablas pintadas aparecen grietas, curvaturas y separaciones en los paneles producto de los movimientos de los mismos, los que se reparten asimétricamente en el espesor de la tabla.

La temperatura (sola) acelera la velocidad de las reacciones del envejecimiento y sus cambios bruscos pueden provocar cambios dimensionales. Sus peores efectos están relacionados con las interacciones con la HR.

2. Contaminantes atmosféricos

El oxígeno y el ozono oxidan los barnices.

Los ácidos sulfuroso, sulfúrico, nítrico y carbónico oxidan e hidrolizan la celulosa constituyente de estos soportes.

3. Iluminación

Una iluminación inadecuada o prolongada puede provocar en estos materiales:

- Amarillamiento de barnices y aceites.
- Degradación de la celulosa y destrucción de las fibras textiles.
- Decoloración de los pigmentos.

4. Factores biológicos

Provocan alteraciones mecánicas y cromáticas en estas colecciones:

- A 15° C y 70% HR existe peligro de desarrollo de hongos, pues ellos pueden utilizar como alimento los materiales orgánicos constituyentes de las pinturas (colas animales, engrudos, celulosa de los lienzos y madera).
- A elevadas T y HR se favorecen el desarrollo de los insectos, muchos de los cuales son celulofagos.
- Los murciélagos y aves depositan sus excrementos sobre estas obras, ocasionando manchas y sus productos metabólicos incrementan la acidez de estos materiales.

Algunas medidas preventivas para la conservación de las pinturas de caballete

1. Controles periódicos

Tienen como objetivo detectar y frenar cuanto antes las manifestaciones de deterioro, evitar daños mayores y determinar el estado de conservación de las obras, tanto las expuestas como las almacenadas y las que van a ser almacenadas.

2. Soportes de tela

- **Tensado.** Si el lienzo no está adecuadamente tensado la obra puede sufrir mayores deterioros pues las vibraciones y ondulaciones de la tela con el movimiento serán mayores. Ello repercute en la estabilidad de la

preparación y capa pictórica, ocasionando desprendimiento y pérdidas si no hay una buena adherencia.

- **Existencia de hongos:** Para evitar que la infección se propague al resto de la colección, en cuyo caso la obra deberá ser aislada, fumigada y limpiada (aspiradora y brochas). Se deberá comprobar la existencia de arenilla, fragmentos de escombros o suciedad entre el lienzo y el bastidor.

3. Defectos del bastidor

Un bastidor frágil y sin cuñas puede ocasionar daños que se acelerarían con la manipulación del cuadro. En los últimos años se están empleando diversos sistemas de bastidores de tensión constante mediante sistemas de muelles o resortes que tensan o destensan la tela según esta se dilate o contraiga en función de las fluctuaciones climáticas, proporcionando así la tensión adecuada y evitando los problemas derivados de los movimientos del soporte.

4. Soportes de madera

- **Contaminación biológica:** Es importante comprobar que las obras no sufren por ataques de insectos xilófagos y hongos, en cuyo caso, las obras deberán ser aisladas y tratadas individualmente.
- **Defectos de embalaje:** Deberá observarse la existencia de piezas descoladas y desajustadas, ya que con el movimiento, estas pueden provocar grietas y separaciones de los paneles.
- **Consolidación:** Deberá comprobarse si la madera está muy debilitada, en cuyo caso se deberá realizar un tratamiento de consolidación para devolver la solidez al soporte.

5. Marcos

La obra deberá disponer de un marco, sobretodo si ha de manipularse o transportarse, pues este ejerce una importante protección del lienzo.

Deberá examinarse la solidez del marco y el estado de sus ángulos ya que es esencial para la seguridad del cuadro, pues

ejerce una importante protección y evita las deformaciones del soporte.

- El bastidor deberá ajustar bien en el marco; si hubiera demasiada holgura, se deberá colocar un elemento haciendo cuña.
- La obra se deberá sujetar al marco por medio de flejes o pletinas atornilladas al bastidor y al marco con resortes metálicos. En el caso de maderas pintadas el marco deberá ser ligeramente mayor.
- El interior del marco deberá disponer de un almohadillado aislante (fieltro o terciopelo) por todo el perímetro.
- En caso de traslado, si el marco es delicado deberá ser cambiado ocasionalmente por otro más simple y sólido.

6. Protección del reverso

La protección del reverso de las pinturas contra los efectos climáticos, particularmente contra la humedad, es uno de los problemas más importantes en la conservación preventiva.

Existen medidas antiguas como es impregnar el reverso con un material que haga barrera contra la humedad (cera, resinas sintéticas, etc).

Estos tratamientos, a pesar de ser efectivos, pueden afectar la apariencia e integridad de la pintura y crear una barrera impermeable excesiva que no deja transpirar a la madera. Por estos motivos y por su irreversibilidad, hoy estos tratamientos están en desuso.

Cuando sea muy necesario hacer una impregnación para consolidar la preparación y capa pictórica, es posible utilizar consolidantes hidrófugo: cola animal 3-4%, resinas acrílicas (paraloid 872, Plexisol P 550 8-10%, Beva 371 diluida en tolueno).

Otros sistema aplicados contempla la utilización de materiales rígidos (madera) o el doble lienzo colocados en el anverso del cuadro, de planchas de poliuretano con art sorb en el reverso y la colocación de una barrera de cristal en el anverso.

7. Protección del anverso

Los plásticos acrílicos (plexiglas) con filtros ultravioletas incorporados resultan mejor que el cristal.

8. Cuidados de la superficie pictórica

- **Desprendimiento del color:** Si la pintura presenta desprendimiento o falta de cohesión, la capa pictórica deberá protegerse con algún adhesivo (cola animal) y papel suave.
- **Suciedad:** deberá eliminarse el polvo periódicamente con brochas.
- **Barnizado:** Aunque constituye una barrera protectora, las resinas naturales y muchas sintéticas amarillean, por lo que se investigan nuevas resinas sintéticas estables a la luz y con propiedades ópticas semejantes a las naturales.

Muy eficaces resultan los filtros UV añadidos al barniz, ejemplo:

Benzofenonas (núbil D-150, D-49, Cryasorb)
Benzotriazoles (Tinuvin P-362) y los vidrios con filtros UV u hojas de metacrilato y acetato de celulosa).

9. Sistemas de exposición o almacenamiento

En los controles periódicos, se deberá verificar los sistemas de sujeción al muro y las condiciones del lugar donde están situadas las obras, las que deben cumplir con los requisitos siguientes:

- Nunca situar las obras cerca de las ventanas, sobre radiadores o fuentes de calor y focos de luz.
- No colgar en un muro frío o húmedo, con insuficiente circulación entre el anverso de la pintura y el muro.
- Emplear un sistema de suspensión adaptado al peso del cuadro.

Muy eficaces resultan los peines corredizos. Cuando estos no existan, los cuadros se colocarán verticalmente, separados del piso por medio de barras de madera u otros materiales.

Los lienzos de grandes dimensiones que deban ser enrollados, se hará con la cara de la pintura hacia fuera.

10. Exposiciones temporales

Las obras deberán ser examinadas, para:

- Determinar si están o no en condiciones de ser trasladadas y exhibidas.
- Dejar constancia de su estado de conservación antes de la salida o en el momento de la llegada de la exposición (informe de condiciones). Una vez decidido el traslado se elaborará un informe más detallado. También se realizarán los controles correspondientes durante la exposición.
- En las exposiciones itinerantes se inspeccionarán las condiciones de las obras en las diferentes sedes.

11. Cuidados de manipulación

La manipulación es riesgosa, ya que el movimiento produce vibraciones, sobretodo si el lienzo está destensado. Por ello:

- Para un trayecto largo es conveniente utilizar carros de trasportación.
- Las obras no deberán ser situadas en lugares de paso, ni cerca de fuentes de calor, botes de pintura, ni lugares inapropiados. Se deberán situar sobre el suelo, siempre en vertical, con un material aislante y muelle debajo.
- Se recomienda usar guantes de algodón, especialmente en caso de marcos dorados.
- La limpieza periódica de polvo debe hacerse con brochas y plumeros suaves, procurando que lo realice personal preparado.

CONSERVACIÓN DE TEXTILES

El Arte Textil constituye una de las manifestaciones culturales más antiguas y refinadas de la humanidad. Desde tiempos muy remotos y en los más diversos ambientes, el hombre ha utilizado los recursos de la naturaleza para fabricar los distintos tipos de tejidos para satisfacer sus necesidades.

Los variados y laboriosos procesos textiles, que suponían, desde la preparación de las fibras, el hilado y el teñido, hasta el tejido en telar y la confección de ropas atestiguan de la cantidad de tiempo y esfuerzo que el hombre invertía en llenar sus necesidades textiles básicas.

Mucho antes de realizar los primeros intentos de tejer en telar, el hombre encontró que además de emplear pieles de animales y corteza de árboles, podía utilizar fibras vegetales entrelazadas para cubrir su cuerpo. No obstante, el origen del arte textil es aún anterior a la elaboración de prendas de vestir; está ligado a la fabricación de cuerdas, bolsas, esteras, cestas y redes, objetos todos de utilidad práctica, que les sirvieron al hombre para la pesca, la recolección, la edificación de su vivienda, el entierro de sus muertos, etc.

Los materiales textiles que actualmente se conservan en nuestros museos fueron creados con fines utilitarios, y en ellos encontramos una amplia gama que abarcan desde simples cuerdas hasta los más hermosos tapices con los cuales han sido adornadas salas de catedrales y palacios.

Materiales constituyentes

Entre los materiales constituyentes más importantes de los textiles nos encontramos las fibras textiles, los hilos y sus tintes.

Las fibras pueden ser naturales y sintéticas. Las primeras de origen animal como la lana, el pelo y la seda, y de origen vegetal como el algodón, el lino, el cáñamo. Las fibras sintéticas normalmente no las encontramos en los textiles antiguos.

De acuerdo con su composición química, las fibras naturales pueden ser proteicas (seda, lana), celulósicas (algodón, lino) o estar constituidas por sustancias minerales

(hilos metálicos de oro, plata y cobre). Por ello reaccionan de forma particular frente a los agentes del deterioro.

La **seda** normalmente utilizada en los tejidos antiguos es la producida por orugas de la especie **Bómbix mori**. Su naturaleza química es esencialmente proteica, formada por dos cadenas de fibras, la fibroína y la sericina. Al ser una proteína, es afectada por los álcalis fuertes y algunos ácidos.

La **lana**, también de naturaleza proteica, está constituida, básicamente por queratina, sustancia albuminoide, frecuente en el cabello, uñas y cuernos de los animales. Los álcalis y logran disolverla, pero resiste la acción de los ácidos diluidos.

El **algodón**, está constituido básicamente por celulosa, alrededor de un 90-96%, y agua.

El **lino y el cáñamo** son fibras vegetales de gran resistencia, constituidos por celulosa asociada a otros polímeros vegetales. Los ácidos y álcalis diluidos no atacan estas fibras.

La mayoría de los **hilos metálicos** utilizados en el pasado en la elaboración de textiles eran hojillas de oro o de plata, adheridos a una membrana (pergamino, cuero o papel), o simplemente a un metal blando.

En cuanto a los **colorantes**, nos podemos encontrar: **pigmentos y tintes**. Los pigmentos son en su mayoría compuestos inorgánicos, insolubles en agua y que no tienen afinidad por las fibras. Por otro lado los tintes son en su mayoría compuestos orgánicos, solubles en agua y afines a las fibras.

Principales causas de deterioro

El primer paso en el cuidado de los textiles es entenderlos en términos de la composición de sus materiales.

Las fibras textiles son muy vulnerables a los efectos de la luz, la humedad, la temperatura, los agentes atmosféricos, y son también susceptibles a la suciedad, al polvo, a los insectos y a los hongos. Sus características principales son su resistencia y flexibilidad. Estas propiedades varían según

la naturaleza de las fibras, la estructura del tejido y el procedimiento de elaboración.

Las principales causas de deterioro de los textiles pueden ser agrupadas en:

- Intrínsecas: Causas no controlables y se originan durante el proceso de fabricación, como son: tipo de materia prima utilizada, procesamiento de las fibras, elaboración de los hilos, teñido, manufactura y acabado.
- Extrínsecas: Causas controlables. Están relacionadas con las condiciones de exhibición, almacenamiento y manipulación, como la humedad relativa, la temperatura, la iluminación, ventilación, contaminantes atmosféricos y biológicos.

Estos factores y sus interacciones con el ambiente aceleran el deterioro de estas colecciones, mediante procesos de oxidación, acidificación, degradación fotoquímica, daños de las propiedades mecánicas y biodeterioro.

1. Humedad relativa y temperatura

Las variaciones de estos parámetros provocan afectaciones de las propiedades mecánicas y cambios dimensionales de las fibras, mediante dilatación y contracción, y la prolongación de estos efectos ocasiona ciclos de fatiga a nivel de la estructura del soporte y cambios irreversibles.

Los cambios bruscos y extremos de estos factores ejercen efectos nocivos para estas colecciones. Por ello es importante garantizar un clima estable, especialmente durante el almacenamiento.

Normalmente se recomienda:

Humedad Relativa 45-55% y Temperatura 13-19° C.

2. Contaminantes atmosféricos.

El oxígeno, el ozono y los ácidos minerales provocan procesos oxidativos y degradativos de la celulosa, las proteínas y otros polímeros constituyentes de estas colecciones. Estos procesos son acelerados en un ambiente

cálido y húmedo, y por la presencia de algunas sales de hierro, cobre, níquel, así como por la luz.

Además, muchas de las formas de suciedad del aire en las ciudades están formadas por polvo y alquitranes que se adhieren a la superficie de estos objetos. Esta suciedad es difícil de eliminar, lo que hace necesario la aplicación de lavado con detergentes, lo cual está contraindicado en este tipo de material.

También por la acción del aire se pueden formar manchas debidas a procesos corrosivos de los hilos metálicos.

3. Iluminación

Todo tipo de radiación provoca daños fotoquímicos en estas colecciones por afectación de sus fibras y tintes. Sus principales efectos son la decoloración y la pérdida de elasticidad. Las radiaciones ultravioletas e infrarrojas son particularmente muy dañinas. La resistencia del tejido, el tiempo de exposición, así como el tipo de luz determinan el tipo de daño fotoquímico. Estos procesos son irreversibles. **Por ello, es esencial mantener las colecciones de textiles en la oscuridad tanto como sea posible.**

La luz solar emite tanto rayos ultravioletas como infrarrojos, la luz fluorescente emite ultravioletas y las bombillas incandescentes emite radiaciones infrarrojas. Por ello, la luz solar directa no debe incidir sobre los textiles y las ventanas y lámparas de la instalación deberán tener filtros apropiados.

El nivel de iluminación recomendable para este tipo de objetos es:

100 luxes en áreas de exhibición, el menos tiempo posible y ninguna deberá ser ultravioleta

En las galerías deberán ser controladas tres tipos de iluminación:

- La iluminación ambiental (para la instalación y mantenimiento).
- La iluminación proyectada (para la exhibición)
- La iluminación nocturna (para la seguridad del personal de guardia).

Cuanto más blanca sea la luz, más visibles serán los objetos al ojo humano. Para que la iluminación sea exitosa en una galería es importante controlar la intensidad relativa de luz.

El ojo humano necesita tiempo para acostumbrarse a los cambios de cantidad de luxes o de intensidad de luz. Por ejemplo, al caminar del exterior luminoso al interior de una galería iluminada con 100 luxes, la persona queda casi ciega por unos segundos. Si la persona es llevada gradualmente a través de vestíbulos y galerías donde se exhiben objetos inorgánicos, entonces los niveles usados para la iluminación de textiles serían aceptables para el ojo humano.

De la misma forma, cuando la cantidad de luxes en una vitrina se ponen lo suficientemente bajos y el nivel de intensidad de luz de ambientación es más fuerte, entonces los objetos terminarán siendo casi invisibles para el público. Por eso, las áreas circundantes deberán iluminarse al mismo nivel, o de ser posible algo más bajo, que las piezas en exhibición.

Solamente cuando en los museos se controlan correctamente las fuentes y niveles de iluminación, mediante la aplicación de un proyecto luminotécnico coherente, es posible lograr la adecuada preservación de los objetos.

Puesto que la percepción visual de los colores es alterada y que el grado de la sombra varía según la fuente de luz utilizada, es importante seleccionar el tipo de lámpara apropiada, para una instalación concreta en una posición específica.

4. Factores biológicos

Los insectos y los hongos son los agentes biológicos que más daños ocasionan en los textiles. Ellos ocasionan afectaciones mecánicas y cromáticas en estos materiales, especialmente los celulolíticos y los proteolíticos.

De entre los insectos más frecuentes en los textiles podemos mencionar la ***Tineola bisselli*** (polilla de los vestidos), ***Antrenus verbasci*** (escarabajo de los tapices) y ***Attagenus pelio***. De ellos, el estadio larval es el más peligroso

De entre los hongos, podemos citar algunas especies pertenecientes a los géneros ***Trichoderma***, ***Sporotrichum***, ***Aspergillus*** y ***Penicillium***. Ellos, una vez establecidos, bastará poco más de una semana para que se desarrollen y produzcan los respectivos daños.

Algunas medidas preventivas para la conservación de los textiles

1. Limpieza

- La tierra seca y algunas sales pueden eliminarse con pinceles y brochas muy suaves, así como un cepillo blando y aspiradora doméstica.
- Cuando se observen manchas de hongos deberá procederse al aislamiento y desinfección de la pieza, lo que se realizará en dependencia del tipo de infección de la cual se trate.
- Las piezas de nueva adquisición deberán ser examinadas y limpiadas antes de incorporarlas a la colección.
- Se realizará el lavado como medida extrema, cuando existan manchas de barro que no puedan ser eliminadas ni con pinceles y solamente cuando se compruebe que los colores sean firmes, completamente indelebles y que la obra pueda tolerar este proceso.
- Deberán ser eliminadas todas las causas de daños, tales como: Contactos con materiales inadecuados, contaminación, estancamiento del aire e inestabilidad climática.

2. Inspecciones periódicas

- Deberán realizarse inspecciones periódicas de las piezas para detectar posibles deterioros por diversas causas.

3. Almacenamiento

- El almacén deberá ser un local acondicionado para este tipo de obras, sin calefacción y con renovación del aire a través de filtros de tela. Dicho local deberá ser ubicado en el interior del museo, orientado hacia el norte, donde **los parámetros climatológicos se**

mantengan estables, en el rango 13-19° C, 45-55% de humedad relativa y ausencia de luz.

- Se utilizarán muebles de gavetas para las piezas que deban ser guardadas horizontalmente, puedan ser colocadas sin necesidad de ser dobladas, de ser posible, de forma individual y protegiéndolas con papel neutro.
- Los bordados y encajes se enrollarán en rolos forrados con papel neutro o algodón sin apresto y recubiertos con este tipo de papel.
- Las vestiduras colgadas en perchas especiales, introducidas en bolsas de tela, rellenas los pliegues y dobleces, y colgadas en armarios.
- Las alfombras y tapices en rulos suspendidos por sus extremos o en paneles verticales, dispuestos en paralelo sobre rieles verticales.

4. Embalajes

- Se utilizarán con estos propósitos cajas de madera, contra chapado o aluminio, de dimensiones mayores e impermeables, protegidas con pinturas especiales. Estos contenedores se forrarán con planchas de polietileno.
- Los tapices y alfombras de grandes dimensiones se embalarán enrollando la pieza en rulo con eje central, acoplando los extremos de manera que queden suspendidos. El rulo deberá ir recubierto con papel neutro. Se enrollarán con el envés hacia afuera.

5. Exposiciones temporales

- En el lugar de origen, las piezas han de ser inspeccionadas y se elaborará un informe sobre el estado de conservación.
- Las salas han de estar acondicionadas y limpias antes de la recepción de las piezas.
- Las medidas de protección contra la acción ambiental deberán ser vigiladas respecto a la luz, HR y T mientras dure la exposición.

- Para la eliminación de las radiaciones ultravioletas, los vidrios exteriores podrán ser protegidos con barnices absorbentes de estas radiaciones o con cortinas y filtros especiales. También deberán protegerse las lámparas interiores.
- Para reducir el nivel de iluminación será necesario excluir la luz natural del área de exposición y mantener un estricto control de la luz artificial.

CONSERVACIÓN DE MATERIALES DE ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS

Según investigaciones recientes, el 60% de los libros y documentos que se conservan en los archivos y bibliotecas requieren de una atención especial.

Cada día aumenta el volumen de materiales dañados, por lo que en este momento, lo más urgente es detener el deterioro progresivo de estas colecciones.

La mayoría de ellas presentan daños físico mecánicos, amarillamiento del soporte, problemas por oxidación y corrosión de las tintas, moteado, manchas de diferentes tipos y daños por agentes biológicos. Además se encuentran almacenadas en condiciones inadecuadas en las instituciones, en lugares donde existe polvo, hollín, humedad, iluminación excesiva, y han sido sometidas a tratamientos inadecuados. Muchas de ellas presentan problemas que, incluso, no pueden ser resueltos con la restauración tradicional, y por su gran volumen, queda como única alternativa, la conservación preventiva.

Materiales constituyentes

La inmensa mayoría de las colecciones de libros y documentos que hoy en día se conservan en las bibliotecas y archivos han sido elaboradas en papel como soporte.

El papel que hoy conocemos es una hoja delgada, hecha con pastas de materiales fibrosos molidos, blanqueados, disueltos en agua, secados y endurecidos por procedimientos especiales. La pasta de papel puede ser preparada con pulpa de diferentes materiales fibrosos, tales como cáñamo, esparto, algodón, lino, bagazo de caña, paja de arroz y maderas.

La variedad de papeles existentes, se debe en gran medida, a las materias primas utilizadas en el proceso de fabricación, y a las aplicaciones de este material, las que son muy diversas.

De acuerdo con el uso, se producen esencialmente, cuatro grupos de papeles: para escribir, para dibujar, para imprimir y para empaquetar; dentro de estos grupos existen otros subgrupos y denominaciones. Especialmente importante resultan los papeles permanentes, libres de ácido y de elementos nocivos internos.

Los principales componentes del papel son: la fibra o material fibroso, el encolante y la carga, aunque también pueden contener abrillantadores ópticos, agentes consolidantes, colorantes, y otros aditivos funcionales.

FIBRA: Es el material celulósico y componente mayoritario; generalmente es de origen vegetal y puede obtenerse a partir de diversas fuentes.

Desde el punto de vista químico contiene básicamente celulosa, y en menor cuantía otros polímeros, tales como hemicelulosa y lignina, adheridos fuertemente a las estructuras fitotisulares. La calidad y cantidad de cada uno de estos componentes en la fibra dependerá de la fuente de materia prima utilizada y del procedimiento aplicado para la obtención del material fibroso.

La fibra o material fibroso deberá tener buena pureza química, alto contenido de alfa celulosa, baja proporción de grupos reductores (lignina y elementos inorgánicos) y alta resistencia mecánica, con lo que se lograrán fibras fuertes, de alto grado de polimerización y elevada resistencia de los enlaces inter fibras. Estos requisitos pueden lograrse con una correcta selección del material fibroso y adecuado balance de los procesos de pulpeo, blanqueo y molido.

Entre los materiales fibrosos más utilizados por la industria papelera podemos citar:

- Algodón y lino: Ambos poseen alta pureza química, resistencia mecánica y grado de polimerización.
- Coníferas (abeto, pino, etc.): Sus fibras son largas y resistentes, tienen bajo contenido de hemicelulosa y alto grado de polimerización.

- Maderas duras (álamo, eucaliptos, etc.) Poseen fibras cortas, muchos elementos parenquimatosos, bajo grado de polimerización y alto contenido de hemicelulosa.

Entre las fibras más utilizadas por la industria papelera deben ser consideradas las obtenidas a partir de la madera. No obstante, los papeles con ellas obtenidos, son de inferior calidad que el papel de trapo. También se utilizan mezclas de esta y otras fibras, pero en este caso, las proporciones de la mezcla determinan la calidad del papel a obtener.

El papel moderno se elabora con fibras de madera, por lo que su durabilidad es muy inferior al antiguo.

ENCOLANTE: Son aditivos funcionales que se añaden para garantizar las propiedades deseadas, en dependencia del uso. Pueden ser de origen vegetal, animal o sintético. Entre sus principales funciones están aumentar la retención de las fibras, dar solidez a las hojas, aumentar la resistencia del papel y prevenir el corrimiento de las tintas. De ellos existen varios tipos: Medio ácido (alumbre, colofonia) con pH 4-5; medio neutro (alumbre-aluminato) con pH 7-8.

CARGAS O SUSTANCIAS DE RELLENO: Son polvos minerales que se adicionan con el objetivo de mejorar las propiedades ópticas y abaratar el costo de producción; se trata de elementos metálicos, entre ellos, caolín, carbonato de calcio, dióxidos de titanio y aluminio.

Un alto contenido de cargas disminuye las propiedades mecánicas del papel ya que sustituye los enlaces inter fibras.

ABRILLANTADORES ÓPTICOS: Son sustancias que se añaden para aumentar la blancura y brillantez del papel. Se trata de compuestos químicos que absorben la luz ultravioleta y que por tanto, favorecen las reacciones fotoquímicas del material fibroso. Este tipo de sustancias no pueden ser utilizadas en la elaboración de papeles permanentes.

AGENTES CONSOLIDANTES: Son sustancias que se utilizan como aglutinantes; entre ellos podemos mencionar la gelatina, el acetato de celulosa, y la carboximetilcelulosa.

La gelatina es un buen adhesivo pero favorece el ataque microbiano y produce amarillamiento del papel.

El acetato de celulosa, provoca hidrólisis ácida del material fibroso y acidificación del papel en detrimento de su blancura.

La carboximetilcelulosa por ser un derivado de la celulosa, no introduce factores nocivos e incrementa la durabilidad del papel.

A veces, según el uso que va a recibir el papel, se utilizan otros aditivos como el almidón. Este último presenta varias dificultades, ya que puede sufrir modificaciones dando lugar a la formación de grupos reductores y compuestos cromóforos y su utilización favorece el ataque microbiano.

Principales causas de deterioro

Trataré de explicar las causas de deterioro en el siguiente orden: Vicio inherente (factores internos), factores ambientales, enemigos biológicos y tratamientos inadecuados.

1.Vicio inherente

Este término es utilizado como sinónimo del rápido deterioro causado por materiales o estructuras intrínsecas de un objeto. Guarda estrecha relación con los factores internos, es decir, con aquellos que se establecen durante el proceso de fabricación.

La gran diferencia existente en las características de los papeles de los siglos XV y XVI con respecto a los de los siglos XIX y XX es un ejemplo representativo del vicio inherente y de la influencia de los factores internos en la durabilidad del papel.

La calidad de la fibra, el método de elaboración, la acidez y los componentes son elementos de gran relevancia en las características del papel a obtener.

El largo de la fibra es determinante para que el papel tenga buena resistencia. Los elaborados con fibras cortas (madera) son débiles y poco durables, como ocurre con los papeles de los siglos XIX y XX.

Un aspecto químico importante es la presencia de lignina, componente de la madera que contribuye a la acidez y al amarillamiento. Las pulpas de madera generalmente contienen mucha lignina, por lo que este papel no es blanco, como el de algodón y el de trapo, y es de inferior calidad.

La acidez es el factor más importante y la más sobrestimada causa del deterioro del papel. Las fuentes potenciales de acidez son muchas, entre ellas: los residuos del proceso de blanqueo, los componentes no celulósicos según el origen de la fibra, las resinas, contaminantes atmosféricos, migraciones y el alumbre. Este factor, independientemente de su origen, causa el rompimiento irreversible de las cadenas moleculares de la celulosa, por lo que el papel se debilita, pierde su resistencia, y se torna quebradizo.

Otros factores internos de interés son algunos tipos de encolados, las cargas o rellenos y varios aditivos químicos.

Tradicionalmente la industria papelera ha utilizado el encolado de colofonia con alumbre en medio ácido, pero este, con el envejecimiento, acelera las reacciones de oxidación e hidrólisis de la celulosa. Por ello, actualmente se utilizan con buenos resultados los encolados en medio neutro, como el aluminato de sodio.

Las cargas o rellenos son sustancias minerales que se añaden durante la fabricación para mejorar algunas propiedades y abaratar el costo de producción. Altas cantidades de cargas son indeseables. La selección de cada tipo estará determinada por las características técnicas que garanticen altos niveles de brillantez y opacidad, con el menor detrimento de las propiedades de resistencia y alta estabilidad frente al envejecimiento.

En los últimos años se ha reportado el empleo del caolín y preferentemente el carbonato de calcio. Este último aporta una brillantez del 96%, superior a la del caolín (80-90%), además que actúa como buffer alcalino y brinda mayor estabilidad.

Entre otros aditivos utilizados en la industria papelera podemos mencionar los abrillantadores ópticos y los agentes consolidantes.

Los abrillantadores ópticos son compuestos que absorben la luz ultravioleta y se utilizan para lograr altos índices de brillantez. Por sus efectos, no se recomiendan ser utilizados en la elaboración de papeles permanentes.

Los agentes consolidantes se añaden para aumentar la resistencia en seco. De los comúnmente utilizados, la carboximetilcelulosa es la que ofrece mejores resultados.

2. Humedad relativa y temperatura

La humedad relativa actúa modificando las propiedades mecánicas del papel.

Sus fluctuaciones e interacciones con la temperatura, además de propiciar el ataque biológico, pueden provocar fenómenos de resquebrajamiento, desecación, hidrólisis y craquelamiento de la estructura del soporte.

Las fluctuaciones de la humedad relativa producen ciclos de fatiga en la estructura de los materiales, los que se debilitan y sufren afectaciones estructurales.

La temperatura, tiende a incrementar la velocidad de las reacciones de oxidación e hidrólisis de la celulosa del papel.

La temperatura elevada tiene al menos dos efectos indeseables en relación con la conservación de los materiales de archivos y bibliotecas: Además de propiciar el daño biológico y los procesos del biodeterioro, su interacción con la humedad relativa produce efectos muy negativos.

3. Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos producen efectos muy nocivo sobre estas colecciones.

Los gases agresivos reaccionan con la humedad ambiental originando ácidos minerales, los que son fuente de acidez y por tanto provocan procesos hidrolíticos y oxidativos de las cadenas celulósicas.

Por otra parte, el polvo es también ácido y puede servir como vehículo transportador de esporas y huevos de insectos, por lo que contribuye al biodeterioro de estas colecciones.

4. Iluminación

La luz produce efectos similares a los del calor. Ella produce esencialmente la decoloración.

En relación con este factor resulta importante la distribución espectral y el tiempo de exposición. Las radiaciones ultravioletas provocan alteraciones de los materiales a nivel molecular, en tanto que las infrarrojas producen mucho calor. Una exposición prolongada a bajos niveles puede ser tan nociva como una exposición corta a elevados niveles.

5. Factores biológicos

Los enemigos biológicos constituyen un grupo de gran relevancia en el deterioro de las colecciones de archivos y bibliotecas, especialmente en los países tropicales y subtropicales. Provocan el deterioro biológico o bioteterioro. Estos agentes se desarrollan en ambientes donde existan altas humedad relativa y temperatura.

Entre estos agentes deben ser considerados los roedores, los insectos y los microorganismos, y a veces las aves y las plantas inferiores. Ellos ocasionan alteraciones químicas, mecánicas y cromáticas en el papel. Los daños observados con mayor frecuencia son los provocados por insectos y hongos.

Los insectos ocasionan daños físico-mecánicos y alteraciones cromáticas en el papel. Cada uno produce un tipo de erosión biológica característica, la cual permite su identificación. En general son muy geopolitas, por lo que las especies varían de región en región.

Algunos factores propician su presencia, tales como las instalaciones, el mantenimiento (aseo y cuidado del local así como de las colecciones) y la humedad relativa.

El primer factor a considerar se refiere al edificio, el que debe estar a prueba de insectos invasores y tener una construcción compacta. Otro elemento muy importante son los espacios donde se encuentran los armarios y estantes, en los que se guardan las colecciones. La estantería deberá ser abierta, ya que la cerrada de madera de mala calidad propicia que los insectos celulofagos y las termitas aniden, y se desarrollen.

Los hongos provocan alteraciones cromáticas tales como manchas de diferentes colores, tonalidades y texturas producto del crecimiento micelal y debido a los pigmentos que ellos excretan. Al mismo tiempo, producto de su metabolismo, ellos degradan los componentes mayoritarios y otras fuentes carbonadas del papel, y excretan ácidos orgánicos tales como oxálico, fumárico, succínico y acético, los que se depositan sobre el soporte acidificándolo. Específicamente los celulolíticos atacan las fibras celulósicas y la debilitan. Es decir, que además de las afectaciones cromáticas, ellos producen daños químicos.

Otras propiedades importantes de los hongos están relacionadas con sus potencialidades patogénicas, es decir, la capacidad que tienen muchas especies de provocar enfermedades al hombre, que en nuestras instituciones está en contacto con las colecciones, cualidad que está directamente relacionada con su grado de patogenicidad. Este tema ha sido en general poco estudiado; no obstante, investigaciones realizadas por varios autores han demostrado que estos agentes son la causa de muchas enfermedades profesionales y patologías situacionales en nuestras instituciones. Particularmente en los países tropicales este constituye un problema de gran relevancia.

Uso y manipulación

Un problema fundamental con vistas a la conservación de colecciones de archivos y bibliotecas es su uso, el cual a su vez es su razón de existencia. De estos materiales, un reducido número cae dentro de la categoría de objetos de exhibición, por lo que esta condición no es causa frecuente de su deterioro.

- Manejo y lectura: En las bibliotecas y archivos los objetos son manipulados por los usuarios, y en los museos los usuarios son espectadores. Evidentemente, los libros de préstamo son los más expuestos al maltrato, mientras que las colecciones raras y valiosas reciben mejor cuidado.

Los libros y documentos que se guardan en armarios cerrados, probablemente son menos maltratados, que los que están en estanterías abiertas, aunque factores como el adiestramiento del personal en su manejo, la vigilancia en los salones de lectura y su circulación son factores determinantes:

- . Los libros colocados en los entrepaños inferiores son salpicados al asear los pisos.
- . Los libros y legajos que se limpian con paños húmedos concentran el polvo en el lomo y bordes.
- . El maltrato y el aseo inadecuados son perjudiciales.
- . Forzar los libros y legajos en entrepaños demasiado apretado y con altura inadecuada provoca desgaste y daños estructurales.
- . Colocar los, libros y legajos con los lomos hacia arriba o en diagonal daña su estructura, ya que recibe deformaciones por el peso de los restantes.
- . Los soportes de metal troquelados, muy delgados constituyen un riesgo, ya que pueden no ser vistos al introducir el libro, provocando la laceración de las páginas.
- . Los libros con formatos excesivamente voluminosos son especialmente vulnerables a los daños provocados por su colocación inadecuadamente en las estanterías, ya que la gravedad tiende a deformarlos.
- . La encuadernación constituye una protección una protección efectiva, la cual no tienen los manuscritos, mapas, grabados, carteles, etc., por lo que estos materiales son particularmente vulnerables al almacenamiento en condiciones inadecuadas, lo que propicia los fenómenos de migración, abrasión, suciedad, rasgado y daños mecánicos.
- Traslado y embarque: Constituyen una amenaza potencial y causa de deterioro de libros y manuscritos. Los daños pueden ser imperceptibles en un principio, pero estos son acumulativos y llegar a hacer inutilizables estas colecciones.
 - . Cualquier medio de transportación origina golpes, e impactos que afectan especialmente los bordes y esquinas, y causa vibraciones que desajusta la estructura.
 - . Los diablos, montacargas y carretillas producen daños

- al desplazarse por pisos no uniformes y elevadores desnivelados.
- . El traslado de varios volúmenes a mano los expone a los malos tratos.
 - . No planear adecuadamente el traslado de las colecciones de un edificio a otro es causa frecuente de deterioro.
 - . Las cajas de cartón frágiles o demasiado pesadas de levantar, los camiones con carga excesiva o escasa plataforma, y el empaque inadecuado son también causas de deterioro.
- Reproducción: La duplicación por medio de copias es causa de serios problemas para libros y manuscritos.
- . El uso de fotocopadoras daña las hojas y la estructura de los libros. La microfilmación puede dañar las pastas de los libros, debido al efecto térmico de las lámparas, especialmente si el tiempo de exposición es prolongado.
 - . La fotografía implica una serie de lámparas de radiaciones infrarrojas, las que son muy caloríficas, por lo que se originan daños fotoquímicos. Por ello, ahora se utilizan para estos fines lámparas modernas de halógeno.
- Tratamientos inadecuados: Aquí se agrupan algunos tratamientos que se aplican con frecuencia para mejorar las cualidades estéticas y prolongar la durabilidad de estas colecciones. Entre ellos debemos mencionar la restauración, el blanqueo, la laminación, la encuadernación y el encapsulado. La aplicación de cada procedimiento implica gran responsabilidad.
- . Restauración: Los procedimientos curativos a aplicar deberán enmendar los daños que, por una u otra razón, hayan ocurrido, siempre que ello no suponga la mutilación o modificación de los valores originales.

La restauración exige renuncia a toda participación creadora y respeto a lo que el autor hizo y quiso transmitir; por ello, la restauración actual más que arte, es técnica y se apoya en un conjunto de métodos

científicos interdisciplinarios, los que brindan al trabajo garantía y rigor.

. Laminación: En la historia de la laminación han sido utilizados muchos procedimientos para el reforzamiento del papel. Inicialmente se aplicaba cola animal o almidón en capas delgadas con gasa o seda, pero la laminación lograda era frágil y quebradiza. Más tarde se introdujo el acetato de celulosa; esto aunque mejoraba las propiedades del papel a un costo razonable, es un procedimiento drástico y casi irreversible. Por ello, aunque existen otras opciones que contrarrestan las desventajas de este procedimiento, como la utilización del papel tissue, la aplicación de películas de polietileno o poliéster y resinas acrílicas, en la actualidad no se recomienda la laminación, solo en casos muy particulares como es el caso de las colecciones periódicas.

. Blanqueo: Fue muy practicado hace algunos años utilizando hipocloritos, cloramita T y otras sustancias similares. Este procedimiento tiene un efecto muy dañino sobre el papel, ya que debido a su estructura, tiende a retener todo lo que absorbe, por lo que esta reacción continua. Por esto, las operaciones de desacidificación y lavado resultan imprescindibles.

. Encuadernación: Constituye una medida drástica con la que se destruyen evidencias bibliográficas e históricas de la tecnología del libro. Por otra parte, generalmente se utilizan con estos objetivos materiales de inferior calidad, con lo que se altera la integralidad y funcionalidad del objeto. Por ello, los materiales utilizados en estos procesos deben ser permanentes y de buena calidad, para evitar los fenómenos de migración y deformaciones.

Los adhesivos inestables, los papeles de mala calidad y el abuso de costuras producen daños a los libros y son causa de destrucción de muchas colecciones.

. Encapsulado: El encapsulado con poliéster ofrece algunas ventajas, ya que brinda protección con alteraciones mínimas; no obstante, aumenta significativamente el peso y el volumen de los materiales y resulta costoso.

Por otra parte se ha observado que con el envejecimiento puede provocar amarillamiento del soporte y propiciar ataque biológico, especialmente si el contenido de humedad del material es elevado.

En general todos estos procedimientos constituyen herramientas importantes como tratamientos, cuando son aplicados correctamente, en el momento preciso.

Algunas medidas preventivas para la conservación de los materiales de archivos y bibliotecas

Para garantizar la adecuada preservación de las colecciones de Archivos y Bibliotecas es necesario establecer un conjunto de medidas preventivas encaminadas a eliminar las causas potenciales de daños. Estas consisten en acciones generales y específicas para cada institución, las que deberán ser de conocimiento de todo el personal y aplicadas sistemáticamente.

También será necesario que las instituciones cuenten con un presupuesto anual, que tenga en cuenta las prioridades reales y los objetivos a cumplir por cada centro.

Medidas preventivas generales

1. Limpieza de los locales: Esta medida es fundamental, ya que el polvo es un medio ideal para la proliferación de insectos y microorganismos y es fuente de acidez. Por otra parte, asociado a los factores ambientales provoca reacciones degradativas en la casi totalidad de los soportes.
2. Inspecciones periódicas de los locales: Esta se realiza para evitar las filtraciones de agua a través de grietas, fisuras y goteras en los techos, así como prevenir los peligros por condensación y los posibles gradientes de humedad.
3. Inspecciones periódicas de las colecciones: Estas tienen como objetivo detectar nuevos daños y posibles agentes de deterioro.
4. Cuidados en los locales recién construidos: Los locales recién construidos o reparados desprenden humedad, especialmente, durante los primeros seis meses y generan emanaciones contaminantes que resultan

peligrosas para algunos materiales. Por tanto, deberá existir un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua que tiende a acumularse en el techo.

5. Materiales de construcción: Estos deberán ser resistentes a los insectos y aislantes de la humedad. En las estanterías deberá evitarse la utilización de maderas de mala calidad; preferiblemente se sustituirán por anaqueles metálicos o de madera dura.

6. Restricciones:

- No deberán introducirse alimentos en los almacenes y salas de lectura.
- Tanto el personal como los usuarios deberán lavarse las manos antes de tocar ningún libro o documento.
- Estará estrictamente prohibido fumar en las áreas de trabajo.
- Las colecciones infestadas deberán ser aisladas del resto y saneadas antes de reincorporarlas a su lugar original.

7. Sistemas de seguridad y protección: Es fundamental que cada institución garantice un máximo de seguridad y protección a las colecciones que se encuentran bajo su custodia. Además de los equipos para la detección y extinción de incendios, las instituciones deberán organizar y mantener activo un plan antirrobo, y otro para la protección y rescate de las colecciones en casos de emergencias y desastres. No se trata de una medida fría, sino de un trabajo serio y objetivo. Todo el personal de la institución deberá conocer las funciones que les corresponde cumplir en cada caso; deberán estar entrenados para actuar de manera correcta, rápida y efectiva. Deberán organizarse grupos y entrenarlos para las diversas acciones.

Sistemas de protección contra incendios

En casos de incendios u otras situaciones que pongan en peligro la vida, el primer paso es ordenar evacuar a las personas no entrenadas del edificio.

Las personas entrenadas deberán comenzar a evacuar las colecciones, de acuerdo con la categorización de las mismas. Con estos objetivos es muy importante practicar las siguientes medidas:

- . Utilizar los extintores de dióxido de carbono
- . Revisar las instalaciones eléctricas.
- . No fumar en las áreas de concentración de libros y documentos.
- . Mantener al máximo el orden y la limpieza dentro de las instalaciones.
- . Evitar el almacenamiento de gases.
- . Si fuese necesario, acudir al cuerpo de bomberos.

Sistemas de protección contra robos

Deberá existir en la institución un sistema contra robos. Estos pueden ser equipos con alarmas acopladas, que accionen en el momento que sean detectados los intrusos, circuitos cerrados de televisión y otros mecanismos.

Plan de protección contra desastres y emergencias

Las salidas de emergencias deberán estar claramente señalizadas, así como el acceso a los almacenes, el orden de prioridad de salvamento de las colecciones, la localización de los equipos de extinción, bombas, etc. La institución debe contar con un directorio actualizado de proveedores que se comprometan a entregar de inmediato los productos y materiales necesarios.

Con estos materiales es posible ayudar a rescatar las colecciones puedan haber sido sufrido daños por inundación, lluvias, escapes de tuberías, o como resultado del combate a un incendio.

Dicho plan deberá registrar a las personas responsables y su nivel jerárquico indicando como pueden ser localizadas en cada momento, Además será ampliamente divulgado y se mantendrá activo, para garantizar una acción de rescate rápida y eficaz.

Recomendaciones específicas

- Para mejorar las condiciones ambientales de los almacenes

Teniendo en cuenta que, generalmente, las condiciones ambientales de los depósitos de las bibliotecas y archivos, particularmente en los países tropicales y subtropicales, no son las adecuadas para la preservación de estos materiales, se hace necesario actuar sobre dichos parámetros.

La temperatura y la aireación dentro del edificio podrán ser mejoradas mediante la introducción de reformas dentro del edificio.

La humedad relativa solamente podrá sufrir modificaciones indirectas, utilizando eficazmente la ventilación natural o mediante un control tecnológico, es decir, la climatización. Probablemente, no todos los almacenes de una institución puedan ser climatizados, ya que se trata de una alternativa costosa. Por tanto, la mejor opción es mejorar la ventilación dentro de estos locales, lo que podría lograrse instalando algún sistema de ventilación forzada, aprovechando óptimamente la ventilación natural del edificio y evitando la existencia de habitaciones interiores cerradas.

La protección de las ventanas, una vez reparadas, con mallas, cortinas oscuras, y/o cristales filtrantes de radiaciones ultravioletas, además de mejorar la ventilación, disminuirá la cantidad de luz que a determinadas horas del día, pueden recibir las colecciones.

En general, las condiciones ambientales recomendadas para la conservación de libros y documentos son:

**Humedad relativa < 65%,
Iluminación máxima 150 lux**

**Temperatura < = 20° C,
Velocidad del viento 0.3 m/seg**

CONSERVACIÓN DE COLECCIONES ETNOGRÁFICAS

Es importante establecer que entendemos por material etnográfico. Este término es amplio y puede aplicarse a varias cosas. **Nosotros vamos a considerar materiales etnográficos aquellos representativos de una cultura material de un grupo humano determinado**, entendiendo por **cultura los mecanismos de adaptación del mismo a su medio**. Estos pueden ser bienes muebles o inmuebles. No obstante, nos referiremos fundamentalmente a los primeros.

Las colecciones etnográficas las integran objetos representativos de una cultura, y son en sí mismos, documentos vivos, tangibles de esa cultura, y por tanto, no debemos hablar de ellos como piezas aisladas, fuera de un contexto determinado, sino dentro de grupos culturales o colecciones. Las mismas **están formadas por todo tipo de instrumentos, artefactos, utensilios, adornos, y otros, fabricados por el hombre para atender a sus necesidades, ya sean utilitarias, ceremoniales, decorativas, etc.** Todos estos objetos **cumplen una función dentro del grupo cultural en el que fueron creados y nos hablan sobre el grado de desarrollo de dicho grupo humano o de su adaptación al medio, de sus creencias religiosas, rituales, economía, dieta, etc.**

También se consideran materiales etnográficos aquellos objetos naturales modificados durante la adaptación del hombre al medio, tales como canalizaciones, estructuras funerarias, viviendas e incluso, restos antropológicos, que fueron usados con un fin cultural o religioso, como es el caso de la creencia en la reencarnación, el culto a los muertos o sacrificios humanos.

El principal valor de estos objetos radica en la información que nos brindan sobre grupos humanos determinados, pero asociado generalmente, a un escaso valor material o de autor. Esto, junto con el hasta ahora casi nulo interés de mercado por estos materiales, ha hecho que estas colecciones hayan quedado relegadas en cuanto a divulgación, exhibición, conservación, etc., en comparación con otras más tradicionales.

Actualmente se puede apreciar un mayor interés por ellas, ya que la sociedad actual demanda de una mayor y mejor información sobre los distintos grupos humanos que habitaron el Planeta, ya no solo por una cuestión estética, ornamental

o decorativa, sino como evidencia material de otros tipos de vida o culturas.

Materiales constituyentes

Estas colecciones se caracterizan por la diversidad de materiales constituyentes, los que abarcan desde los más tradicionales como cerámica, piedra, metal, así como los que han estado al alcance del hombre dentro de un contexto geográfico y cultural determinado, tales como plantas, animales de la zona, comercio, intercambio, reutilizaciones, etc. En términos generales podemos decir que el 70% de los materiales constituyentes de las colecciones etnográficas son de naturaleza orgánica.

Por otra parte, la forma de empleo es otra característica importante de estos objetos. La mayor parte de los objetos que constituyen las colecciones etnográficas son compuestos con dos o más materiales, de igual o distinta procedencia, lo que da lugar a incontables formas de combinación.

Evidentemente, cada uno de ellos presenta unas condiciones específicas para su adecuada conservación. Esto hace que muchas veces los procesos de conservación y restauración no se aborden según las divisiones tradicionales por materiales o técnicas artísticas (cerámica y metales, o pinturas y esculturas), sino según grupos geográficos y culturales, por ejemplo, Arte oriental, africano, etc.

En términos generales los materiales etnográficos están constituidos por materiales constituyentes de orígenes vegetal, animal y mineral, tanto de naturalezas orgánicas como inorgánicas.

De entre los de origen vegetal, constituidos fundamentalmente por lignina y celulosa podemos encontrar:

- Maderas: Utilizadas en viviendas, esculturas, transporte, etc.
- Cortezas: Corcho, corteza de abedul, tapa.
- Tallos: Cañas, cestería, algunas fibras textiles.
- Raíces: De abeto (cestería)
- Hojas: Palma, algunas fibras textiles.
- Semillas: Collares, inclusiones.
- Frutos: Coco, calabazas (recipientes).

- Exudados: Látex, ceras vegetales, resinas, gomas, almidones, etc.

De origen animal, fundamentalmente proteínicos:

- Colágeno: Pielés de todo tipo, tripa, tendones.
- Queratina: Unas, pezuñas, cuernos, pelo, plumas, lana, barba de ballena, concha de tortugas, pico.
- Quitina: Caparazón de insectos y crustáceos.
- Fibroína: Seda, tela de araña.
- Esqueletales: Conchas, jibias, huesos (calizo o silíceo más proteína), así como dientes (marfil), cáscara de huevo, corales, esponjas.
- Exudados: Goma laca, cera de abejas, colas.

De Origen orgánico

- Fósiles vegetales: Brea, alquitrán, carbones, ámbar.

De origen inorgánico

- Silíceos: Arcillas, tierras (pigmentos) vidrios, piedras.
- Metálicos: Oro, plata, cobre, plomo, etc., y sus aleaciones.

De origen sintético

- Plásticos.
- Látex vulcanizado.
- Derivados de la celulosa.

Principales causas de deterioro

1. Humedad relativa y temperatura

Estas, como todos tipos de colecciones están sometidas a los procesos del envejecimiento natural, los que están relacionados con su composición y naturaleza. Se manifiestan por la aparición de cambios químicos, mecánicos y cromáticos que provocan alteraciones fácilmente observables.

Debido a la diferencia de las propiedades higroexpansivas de los materiales constituyentes, cada uno reacciona diferentemente frente a los cambios de la humedad y temperatura ambiental, lo que los conduce a cambios

dimensionales, manchas y afectaciones de las propiedades mecánicas.

Las temperaturas elevadas provocan en ellos reblandecimiento de las ceras, lacas y látex, y las bajas producen descomposición del estaño y fragilidad de los plásticos.

2. Contaminantes atmosféricos

Generalmente el polvo y el hollín ocasionan manchas difíciles de eliminar, y los gases agresivos ocasionan procesos degradativos, corrosivos e hidrolíticos en ellos.

3. Iluminación

Al estar constituidos básicamente por materiales orgánicos, los niveles inadecuados de luz provocan en ellos procesos foto degradativos y afectaciones del color y aspecto estético.

4. Factores biológicos

Principalmente el hombre y los agentes biológicos como los roedores, insectos, hongos, bacterias y líquenes son los principales causantes del biodeterioro, lo que está directamente relacionado con su composición, manipulación y ambiente (elevadas HR y T) en el cual son mantenidos. Podemos encontrar infestaciones por Lepismas (pececillo de plata) que afectan los materiales proteínicos y los carbohidratos; los Derméstidos que atacan los cueros, plumas, conchas; las polillas en los textiles, así como isóteros, Líctidos, Cerambícidos y Anóbidos

Como resultado de estos procesos aparecen manchas de diferentes tipos, colores y magnitudes, deposiciones, y daños mecánicos.

5. Carácter Temporal

A estas colecciones las caracterizan su carácter temporal, es decir, los objetos fueron elaborados para cumplir una función concreta en un momento determinado, como por ejemplo las alfombras florales o los pictogramas con arena de color de los indios americanos. Además un gran número de ellos fueron realizados con materiales perecederos,

baratos, de fácil adquisición y para un tiempo de uso limitado.

6. Alteraciones en el momento de adquisición

Casi todos ellos presentan, en el momento de su adquisición, un grado de alteración variable, dependiendo de su tiempo de vida útil y de la forma de uso. Así podemos encontrarlos tiznados con negro de humo, o empapados de grasa, si fueron utilizados como recipientes de cocina; manchados de aceite y sangre, si fueron utilizados en ceremonias; textiles deformados o con los colores alterados, metales de uso ritual con fracturas, deformaciones o procesos corrosivos, e incluso, es bastante frecuente encontrar reutilizaciones y reparaciones.

7. Alteraciones por interacciones de los materiales constituyentes

Estas pueden ser de dos tipos: **Físicas**, cuando en condiciones ambientales determinadas cada material se comporta de formas diferentes, por ejemplo: cambios dimensionales por diferentes características higroexpansivas (madera y otros materiales orgánicos), procesos corrosivos y **químicas**, cuando se originan incompatibilidades entre los materiales constituyentes.

8. Alteraciones por restauraciones poco respetuosas

Estas ocurren cuando en su restauración son utilizados productos de calidad inadecuada (adhesivos, barnices, insecticidas), debido a su reactividad química y falta de reversibilidad, también por la aplicación excesiva de ceras y barnices para mejorar el aspecto estético, o por la utilización de elementos no inertes, así como por la práctica continuada de métodos agresivos y destructivos (perforaciones, plastelinas, papel celo, etc.)

9. Alteraciones por uso inadecuado y/o excesivo

Estas ocurren en las Casas Museos y museos al aire libre, en los cuales, de forma similar a la realidad pero sin tener un mantenimiento continuado, los objetos se ven expuestos a la acción de los factores ambientales los cuales provocan daños progresivos en estos materiales.

Algunas medidas preventivas para la conservación de los materiales etnográficos

1. Inspecciones periódicas

Deberán realizarse para detectar nuevos daños que puedan aparecer.

Los objetos de nueva adquisición, o en préstamo deberán estudiarse cuidadosamente para detectar cualquier factor potencial de alteración, ya sea corrosión metálica, desvitrificación, cocción defectuosa, fisuras exfoliaciones, pulverulencia, ataque biológico, defectos estructurales, etc., y poder establecer un plan de acción.

2. Aislamiento.

Cuando se detecten huellas de ataque biológico deberá someterse el objeto o colección a un período de aislamiento o cuarentena para evitar que la infección se propague.

Para evitar el ataque por agentes biológicos a estas colecciones han sido utilizados desde los sistemas tradicionales de uso doméstico, como el uso de hojas de laurel, clavo, ácido bórico, hasta repelentes como naftalina, penta-clorofenato, para-di-cloro-benceno, alcanfor, sustancias desecantes como polvo de diatomeas y sílice, etc. Pero estos procedimientos, además de perder efectividad por mecanismos de resistencia desarrollados por los insectos, producen alergias, erupciones y problemas respiratorios a las personas que las manipulan, y para los objetos representan otra fuente de riesgos, ya que pueden ocurrir re cristalizaciones y deposiciones sobre ellos.

En caso de detectarse un ataque activo por agentes biológicos es necesario recurrir a la desinsectación y/o fumigación en cámara, realizada por profesionales en la materia.

Actualmente sabemos que la aplicación de pesticidas plantea una serie de problemas, por lo que solo se justifica en casos de emergencias. Las atmósferas anóxicas con gases inertes representan una buena alternativa.

En caso de infecciones fúngicas se recomienda mejorar la ventilación de la sala o contenedor.

3. Zona de estudio

Deberá existir una zona específica para el estudio, medición y fotografiado de los objetos, la que estará situada fuera de las salas, almacenes y despachos. En ellas deberán cumplirse, estrictamente, las normas para el manejo de las colecciones.

4. Orden

Cada pieza o colección deberá tener un lugar apropiado en las salas y almacenes.

5. Almacenes y salas de exhibición

Estas, deberán ser:

- Interiores, para que el edificio actúe como aislante y amortiguador.
- De fácil acceso, para facilitar el movimiento de los objetos.
- Sin ventanas, conductos de luz, calefacción, registros, falsos techos, tarimas, etc. para evitar cortocircuitos, filtraciones y accidentes.
- Limpieza adecuada y sistemática para evitar los focos de infecciones e infestaciones.

6. Distribución racional del espacio

- Es importante hacer un reparto racional del espacio disponible y seleccionar adecuadamente los armarios, planeros, peines, cajoneras y restante mobiliario. Para ello deberá tenerse en cuenta los accesos a salas, almacenes, puertas, escaleras y movilidad de carros de transportación internos.
- Será necesario optimizar la utilización del espacio interior de los contenedores.
- No deberán ser utilizadas las zonas más bajas de los almacenes para evitar la suciedad, salpicaduras y daños por inundación.

- Los almacenes deberán ofrecer opciones para los objetos de gran peso y tamaño.

7. Contenedores

Deberán ser seguros frente a los riesgos y flexibles para permitir modificar sus condiciones interiores.

Actualmente se tienden a construir con elementos metálicos (aluminio anodizado, acero fosfatado y acabado con epoxy o esmalte al fuego).

A los contenedores de madera deberán darse una protección interior con: Láminas de vidrio, aluminio anodizado, poliéster (Mylar), poliéster con aluminio, polietileno con aluminio (Marvelseal), cartones alcalinos, absorbentes de carbón activado o para-formaldehído (Purafil).

8. Utilización de materiales seguros

Estos deberán ser químicamente inertes, físicamente blandos y suaves, amortiguadores de la humedad y los golpes, resistentes a la suciedad y al ataque biológico. Existen los:

- **Inorgánicos:** Aluminio anodizado, esmalte, vidrio, arcilla cocida, piedra.
- **Orgánicos:** Tejidos de algodón, lino 100% sin apresto ni tintes, celulosa libre de lignina, azufre y cloro.
- **Plásticos:** Polietileno, poliéster, policarbamato, polipropileno, etc.
- No resultan materiales seguros los metales, las pieles, los teñidos y aprestados, poliuretano, látex, PVC.

Para la preservación de estos objetos, en general se recomienda:

Evitar las variaciones bruscas de HR, manteniéndola entre 30-65% y un nivel de temperatura en el rango 18°-20° C y la iluminación a menos de 200 luxes por períodos cortos

CONSERVACIÓN DE MATERIALES INORGÁNICOS

CONSERVACIÓN DE OBJETOS METÁLICOS

Materiales constituyentes

Para abordar el tema de la conservación de objetos metálicos, debemos comenzar por conocer que es un metal, un mineral y una aleación.

Los metales son estructuras rígidas cristalinas de origen inorgánico, con características físicas y químicas particulares, las que dependen de su estructura atómica y naturaleza. Sus propiedades físicas más importantes son: elevada resistencia mecánica, brillo metálico, altas conductividad eléctrica y calorífica, opacidad, ductilidad, maleabilidad y acritud (aumento a la resistencia a deformarse a medida que se produce). Todos son sólidos, excepto el mercurio. Se combinan con el oxígeno formando los óxidos, y con los ácidos formando las sales. Su degradaciones un proceso lento.

Los metales se obtienen por transformaciones de materias primas, y por tratamientos energéticos de los minerales.

Los minerales son sustancias o combinaciones químicas que forman parte de la corteza terrestre. Se presentan en la naturaleza como granos que forman parte de las rocas, en filones, en forma cristalina, aislados, en masas terrosas).

Las aleaciones son combinaciones químicas de dos o más metales o elementos.

Todas las obras artísticas realizadas con metales o aleaciones y obtenidas por cualquier técnica de fabricación (forja, fundición, etc.) en presencia de los factores ambientales sufren cambios estructurales y tienden a volver a su estado primitivo. A este proceso se le denomina genéricamente, **corrosión**, y sucede porque el estado más estable de un metal es su forma mineral primitiva.

El deterioro de los Bienes Culturales metálicos depende de una serie de factores internos, como son:

- Composición química de la aleación
- Estructura y estado superficial

Los elementos de la aleación, determinan según su composición química, la resistencia a la corrosión, este proceso es espontáneo y se produce por la tendencia que tienen los objetos metálicos de regresar a su estado original, otro aspecto a tener en cuenta es la cantidad de oxígeno que contenga el metal, de acuerdo a la cantidad será mayor o menor la corrosión.

La estructura del metal es importante para determinar la resistencia a la corrosión, lo que requiere de técnicas que nos permitan determinarla.

Existen estructuras monofásicas, que son las más resistentes, que otras que tienen más de una fase. Dentro de las monofásicas encontramos latones, aceros inoxidable, aleaciones de cromo-níquel

Dentro de las colecciones con que contamos podemos encontrar piezas que poseen las características anteriores.

Los metales que se utilizaban para la confección de obras de arte desde finales del siglo XV eran el **oro**, la **plata**, el **cobre**, el **estaño**, el **plomo** y el **hierro**, así como aleaciones de algunos de estos metales, que constituyen los bronce y los latones.

Existen diferentes tipos de **bronces** de acuerdo a la cantidad de **estaño** que poseen en su composición, por ejemplo los bronce antiguos poseen un 14 % de estaño, el utilizado en la confección de campanas entre un 75 y un 80 % de cobre y un 20 % de estaño, y el utilizado para estatuas tiene entre un 5 y un 10 % de estaño.

Cada uno de los metales y sus aleaciones se caracterizan por determinados productos de corrosión:

Cobre y sus aleaciones

- Óxido de cobre II (tenorita) negro
- Óxido de cobre I (cuprita) carmelita-rojizo
- Sulfuro de cobre (covelita) negro
- Sulfuro de cobre (calcocita) gris
- Sulfato básico (brocantita) verde esmeralda
- Carbonato básico (malaquita) verde
- Cloruro básico (atacamita) verde
- Cloruro de cobre (anantoquita) blanco- grisáceo

Hierro y sus aleaciones

- Sulfuro de hierro
- Cloruros de hierro
- Carbonatos de hierro

Principales causas de deterioro de los objetos metálicos

El estado de conservación de las obras metálicas depende de varios factores: Los endógenos, como la composición del material y los exógenos, es decir, los del ambiente al que está expuesto a lo largo de su existencia.

Los metales establecen un equilibrio con el ambiente y toda variación en él provoca la ruptura de este equilibrio, la cual es corregida por el objeto mediante reacciones cuyos efectos suelen ser destructivos.

Generalmente, esta reacción se manifiesta por la formación de una película de oxidación-corrosión, que se desarrolla desde la superficie de la estructura hacia el interior del núcleo metálico. Estas se conocen con el nombre de pátina.

La pátina es el archivo real de la obra, ya que es el resultado de un proceso de cambios estructurales ocurridos al reaccionar la pieza metálica con el entorno en el que se encuentra.

Estas reacciones metal-medio se consideran alteraciones y pueden ser provocadas por diferentes factores ambientales físicos, químicos y biológicos, los que provocan cambios físico-químicos en el sustrato metálicos.

1. Humedad relativa

Indudablemente, el factor ambiental que más afecta las colecciones metálicas es la humedad relativa, ocasionando reacciones degradativas.

Debido a que estos materiales son extremadamente sensibles a los cambios higrométricos es fundamental evitar las fluctuaciones de este factor y las subidas por encima del 40%.

Sus interacciones con la temperatura potencian sus efectos nocivos sobre estas colecciones.

2. Contaminantes atmosféricos

Las partículas sólidas en suspensión, particularmente las sales existentes en el entorno, pueden absorberse o depositarse sobre los objetos y formar una película de aspecto desagradable.

Los contaminantes gaseosos (dióxidos de azufre, nitrógeno, carbónico y sus ácidos correspondientes), las emanaciones de algunas maderas, pinturas, adhesivos, siliconas, el oxígeno y el ozono pueden provocar en estos objetos procesos oxidativos y degradativos.

La combinación del dióxido de azufre con el oxígeno produce una reacción que produce ácido sulfúrico, muy dañino para los metales.

3. Temperatura e iluminación

Considerados al margen de otros factores de deterioro, no tienen ejercen grandes efectos en los objetos metales. No obstante, por tratarse de fuentes de energía pueden catalizar las reacciones de oxidación-reducción e hidrólisis que suelen ocurrir en estos materiales.

4. Factores biológicos

En general, los metales son bastante resistentes a la acción de los agentes biológicos, especialmente si tenemos en cuenta como ocurren estos procesos en los materiales orgánicos. De todos modos, esto no quiere decir que no puedan ser atacados por algunos microorganismos. Determinadas bacterias, hongos, microalgas y levaduras provocan la biocorrosión.

La biocorrosión es un tipo de degradación producida por acción de algunas bacterias, que en presencia de una fuente de carbono y energía externas forman en la superficie de ciertos metales una matriz gelatinosa que resulta agresiva, como ocurre con el hierro.

Debido a la gran variedad de productos metabólicos sintetizados por los microorganismos, hacen mas agresivo el medio corrosivo y la velocidad de este proceso 1000 a 10 mil veces mayor.

Las bacterias más biocorrosivas son las de los ciclos del azufre y el nitrógeno.

Algunas medidas preventivas para la conservación de los objetos metálicos.

Para la preservación de los objetos metálicos, existen a grandes rasgos dos métodos alternativos: La conservación preventiva y la restauración de las piezas. Ambas están íntimamente relacionadas; la primera debe ser constante, ya que el control del ambiente y la revisión periódica de las piezas evita o retardan que deban ser restauradas.

Deberán evitarse las humedades relativas superiores al 50%, así como sus fluctuaciones e interacciones con la temperatura.

El ambiente de almacenamiento deberá ser limpio, sin polvo ni otras partículas extrañas, y libres de gases nocivos.

Los objetos metálicos deberán ser manipulados con guantes de algodón o látex, limpios.

Deberán envolverse con papel pH neutro, para almacenarlos, y así evitar abolladuras, golpes y rasguños.

Cada objeto deberá tener asignado un lugar propio.

Deberá tenerse cuidado con los materiales utilizados en la fabricación de estantes, vitrinas y cajas de almacenamiento, pues algunas maderas, adhesivos y materiales amortiguadores emiten vapores ácidos, y los disolventes que contienen azufre catalizan la corrosión.

Los materiales utilizados para el almacenamiento y embalaje deberán ser de buena calidad y estabilidad química.

La manipulación y transportación de las obras deberán estar a cargo de personas preparadas para ello, ya que lamentablemente, el factor humano es una de las causas más frecuentes de deterioro de los bienes culturales.

Los tratamientos de restauración a aplicar deberán practicarse siempre por especialistas y los exactamente necesarios para salvaguardar el objeto.

CONSERVACIÓN DE OBJETOS CERÁMICOS Y VITREOS

Materiales constituyentes

Para referirnos a la conservación de los objetos cerámicos y vítreos, primeramente debemos definir que entendemos por arcilla, cerámica, vidrio y sus propiedades principales.

La arcilla es la materia prima utilizada para la fabricación de los objetos cerámicos. Es encontrada abundantemente en la superficie de la tierra. **Es producto del desgaste geológico durante miles de años, de las rocas ígneas y metamórficas como el granito.**

Existen varios tipos de arcillas, pero **la más importante es la caolinita.** Esta es un silicato de aluminio cuya fórmula química es $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, que usualmente se encuentra contaminado por otros tipos de arcillas, óxidos de hierro, materiales calcáreos y minerales provenientes de la descomposición de las rocas ígneas incluyendo el cuarzo.

La cerámica como material puede ser definida como la unión de la tierra y el agua en presencia de calor. La unión de la arcilla (tierra) y el agua permite que esta pueda ser compactada y moldeada; luego se seca el objeto al aire y se le brinda dureza por medio del calor. Sus características están directamente relacionadas con el tipo de arcilla utilizada para su obtención.

La cerámica fue uno de los primeros materiales utilizados por el hombre para la elaboración de los más diversos objetos.

En la actualidad la cerámica es utilizada en diferentes industrias, en la arquitectura, en esculturas, en la elaboración de utensilios de uso doméstico y ornamentales.

Especial importancia tiene en los objetos y colecciones arqueológicas, aspecto fundamental del presente tema.

Las cerámicas pueden clasificarse de diferentes formas:

- Atendiendo a su forma: Vasijas hondas y planas.
- Según el tipo de decoración.
- Por el tipo de vidriado

- De acuerdo al tipo de arcilla utilizada en relación a la porosidad: Earthenware, stoneware y porcelanas.

Entre sus propiedades más importantes debemos destacar la fortaleza mecánica, resistencia al uso, resistencia térmica, porosidad y estabilidad química.

Como todos los materiales existentes en la naturaleza, existen un conjunto de factores que inciden en su deterioro, los que son agrupados en:

- Factores físicos: Aquellos que afectan la integridad de un objeto cerámico, tales como, defectos en la manufactura, daños por impactos, abrasión por el uso de métodos y medios de limpieza inadecuados, shock térmico, congelación, daños ocasionados por las raíces de las plantas, sales solubles, lluvias.
- Factores químicos: Los que ejercen una acción química sobre las cerámicas, independientemente de su estabilidad, entre ellos, agua, ácidos, álcalis, agentes que en condiciones anaeróbicas manchan las piezas, sustancias químicas utilizadas en la limpieza, fuego.
- Deposiciones y manchas: Son aquellos que dejan restos y manchas sobre la superficie de las piezas, como son, Alimentos coloreados, sales solubles (hierro), sales contenidas en el agua, sustancias orgánicas originadas por algunos microorganismos, reactivos inapropiados utilizados durante los procesos de conservación y restauración.

El **vidrio** fue utilizado por el hombre mucho antes que la cerámica, en una de sus formas más simples, la obsidiana, para la fabricación de herramientas y arma. **Es una sustancia amorfa (no cristalizada), que debido a su estructura, parece un líquido, pero debido a su cohesión a la temperatura ambiente se presenta como un sólido.** No es una combinación química, sino una mezcla de varios óxidos.

Se obtiene mediante la fundición de sílice, carbonatos de sodio o potasio, óxidos de calcio y otros minerales coloreados, formando líquidos de diferentes tonalidades que al enfriarse, toman diversas formas y texturas. A diferencia de las cerámicas, al producirse la fusión de los productos inorgánicos que conforman la materia prima, estos pierden su estructura cristalina.

Pueden clasificarse de diferentes formas:

- De acuerdo con su origen: Naturales (los encontrados en forma natural como Obsidiana o volcánica, tectitas o meteoritos, etc., y artificiales, las producidas por el hombre.
- Según el país de procedencia.
- De acuerdo con la tecnología de fabricación.
- Según el uso: Domésticos, ornamentales, etc.
- De acuerdo con la materia prima utilizada: Esta clasificación es la más importante desde el punto de vista arqueológico.

Entre sus principales propiedades debemos mencionar: viscosidad, densidad, plasticidad, resistencia térmica, dureza, fragilidad, propiedades ópticas y químicas.

A pesar que la estabilidad de este material, existen factores que catalizan su deterioro, entre ellos: Rugosidad y área superficial, desbalance de constituyentes, actividad electroquímica

La sílice, en forma de óxido, puede constituir por si sola un vidrio (el cuarzo), pero para su fabricación se requieren elevadas temperaturas (superiores a los 1600° C).

Principales causas de deterioro de los objetos arqueológicos elaborados con estos materiales

A pesar de que las cerámicas y los vidrios son materiales bastante estables a los efectos físicos, químicos y biológicos, existen otros factores que aceleran su deterioro como son: la rugosidad y área superficial, el desbalance de los constituyentes y la actividad electroquímica.

Además de los factores antes mencionados, determinadas condiciones ambientales causan el deterioro de estos materiales.

1. Humedad relativa y temperatura

Para los materiales inorgánicos (metales, vidrio, cerámica, piedra) cuanto más baja sea la humedad relativa, mejor. Está demostrado que para estos materiales por encima del 40% de humedad se aceleran los procesos degradativos y corrosivos.

Al igual que los materiales orgánicos, los inorgánicos prefieren la estabilidad higrométrica, y la experiencia demuestra que más vale un 40% todo el año, que un 25% durante 7 meses y un 70% 5 meses.

En cuanto a la temperatura, lo más importante son sus variaciones y sus interacciones con la humedad relativa. Aunque antiguamente se planteaban unos niveles de 19° C, en la actualidad nadie se atreve a dar una cifra tan rígida, ya que es obvio que los objetos son conservados mejor a temperaturas bajas.

2. Contaminantes atmosféricos

El polvo suele ser ácido y los gases agresivos de la atmósfera originan sustancias con estas características que ocasionan procesos degradativos en estos materiales.

El oxígeno, el azufre y derivados, el formaldehído, los ácidos orgánicos (acético, cloro, el ozono, etc.) pueden estar en la atmósfera o ser emanados por los materiales utilizados para construir las vitrinas o soportes de los objetos.

3. Iluminación

Independientemente que se trata de materiales poco sensibles, la luz puede provocar daños fotodegradativos irreversibles en los pigmentos existentes en estas obras.

Las radiaciones ultravioletas e infrarrojas degradan los colorantes, afectan los materiales orgánicos y hacen desaparecer las decoraciones que suelen estar presentes en estas obras.

Teniendo en cuenta que sus efectos son acumulativos y que depende de la intensidad, tipo y fuente de luz, es importante lograr que las obras sean iluminadas solo cuando sea necesario y cuando van a ser observadas.

4. Factores biológicos

Aunque los materiales constituyentes de estas colecciones no suelen servir como fuente de carbono para los insectos y hongos, estos últimos pueden ser activados por la presencia de algunos productos utilizados para el tratamiento

de estos objetos, tales como metanol, etanol, acetona, ácidos orgánicos etc. Por otra parte, existen microorganismos autótrofos que pueden crecer sobre estos soportes a expensas de dióxido de carbono y producir manchas sobre estos.

Los insectos pueden entrar con objetos infestados, con los visitantes o por las ventanas si no están bien protegidas. Sus excretas ocasionan deposiciones sobre estos objetos y otros daños.

5. Presencia de público

El objetivo principal de un museo es presentar sus colecciones al público, y como sabemos se presentan muchos problemas a partir del momento en que los objetos son expuestos.

Con la respiración humana aumentan la humedad relativa, la cantidad de CO₂ y la temperatura. Esto es particularmente sensible en lugares muy estables como cuevas o ciertas tumbas, pero puede ocurrir también en las salas, cuando hay demasiado público.

Será necesario comenzar por una verificación de los distintos parámetros, antes de hacer una intervención: modificación de las condiciones del aire acondicionado, ventilación, reducción del número de personas al mismo tiempo, protección particular de los objetos especialmente sensibles a las variaciones higrométricas.

También los seres humanos tocan los objetos y caminan provocando vibraciones de los suelos.

Es importante tener en cuenta todos estos aspectos antes de abrir las salas al público.

6. Catástrofes naturales y guerras

Lamentablemente es solo después de 1990 cuando se hace énfasis en las catástrofes naturales como un elemento importante a considerar en la conservación.

Los ejemplos de colecciones destruidas por falta de prevención y de formación del personal de los museos son numerosos. A estos problemas se añaden las guerras.

Se ha visto que cuando comienza una guerra el primer objetivo de destrucción es el patrimonio del "enemigo".

A nivel internacional existe una reglamentación para la protección del patrimonio en caso de guerras y que este permita pensar en como enfrentar estos problemas y preparar a los responsables de los bienes culturales para luchar contra este tipo de destrucción.

A nivel institucional, es importante ante todo la formación de todos los que trabajan en los museos para la preservación de las colecciones en caso de incendios, terremotos e inundaciones. Existen muchas publicaciones sobre este tema que generalmente entran dentro de un proyecto global de conservación preventiva.

Algunas medidas preventivas para la conservación de las colecciones arqueológicas elaboradas con cerámica y vidrios.

La conservación se define como el conjunto de procesos físicos y químicos que son aplicados a los objetos arqueológicos con el objetivo de rescatarlos y estabilizarlos, para que puedan ser expuestos sin alteraciones posteriores. Este proceso puede ser activo o pasivo.

- Conservación activa: En ella se reúne todo el grupo de técnicas que son aplicadas a las piezas en bruto. Comienzan a partir del momento de la excavación y terminan con las recomendaciones finales para su exhibición o almacenamiento.
- Conservación pasiva: Es el tratamiento que se efectúa a las piezas almacenadas o exhibidas, y van desde una simple eliminación de polvo, hasta la utilización de cámaras de climatización, así como el estudio y desarrollo de nuevas metodologías de conservación, siendo por tanto menos laboriosa.

Las medidas a plantear para la conservación preventiva de estas colecciones deben tomar en cuenta las situaciones particulares de cada grupo de piezas y, sobre todo, las condiciones del medio ambiente en cada una de ellas.

El tipo de prevención será muy diferente según se trate de un conjunto de objetos llegados de las excavaciones

arqueológicas, de obras expuestas en vitrinas o en el exterior, de objetos en tránsito, de colecciones conservadas en los almacenes.

1. Objetos llegados de las excavaciones arqueológicas

En este caso, la conservación preventiva debe tener como objetivo mantener las colecciones en condiciones ambientales compatibles con el medio de origen.

Por ejemplo, una cerámica llegada de un ambiente abundante de sales y húmedo será conservada en condiciones diferentes de una cerámica encontrada en un suelo pobre en sales y seco.

En todo caso, en la espera de la intervención de un especialista, es necesaria la conservación de los materiales en las condiciones en las cuales fueron descubiertos, pero este almacenamiento deberá ser por muy corto tiempo, antes de que el equipo de conservación intervenga.

2. Obras expuestas en el exterior

Muchas estatuas, esculturas antiguas o conjuntos de objetos están conservados en el exterior porque fueron hechos para ese fin.

El papel de los conservadores y restauradores es procurar que estas obras puedan seguir expuestas para el disfrute del público.

En estos casos van a surgir muchos problemas con la polución, lluvia (luego variación de la humedad relativa), aves que dejan residuos ácidos, polvo, viento, sol, gases contaminantes atmosféricos, etc. Todos estos elementos contribuyen al deterioro de estas obras. La conservación preventiva será difícil de manejar sobre ciertos aspectos (lluvia por ejemplo), pero podrá aplicarse la protección contra las aves, o poniendo un revestimiento protector contra la polución y los rayos ultravioletas.

3. Obras en tránsito

Aquí enfrentaremos los problemas relacionados con el embalaje y manutención, es decir, los cuidados contra choques, control de las variaciones climáticas, problemas de

las malas manipulaciones de las obras, lucha contra el biodeterioro, etc.

Se trata de crear dentro de los embalajes condiciones casi ideales para las obras.

4. Los almacenes de museos y las excavaciones arqueológicas

Con frecuencia, los almacenes son los lugares menos adaptados para la conservación de las colecciones: sótanos o desvanes sin control higrométrico, y es donde las piezas sufren más.

Los problemas financieros de las instituciones hacen que los materiales y equipos necesarios para el acondicionamiento de las reservas sean siempre los menos atendidos. Además, los almacenes no son lugares de visita o de trabajo, y todo esto hace que los objetos se destruyan. Pero los equipos necesarios para estos fines existen: climatizadores, deshumificadores (o humificadores), materiales neutros, armarios de seguridad, etc. y debemos utilizarlos también en estas áreas.

5. Salas de exposición

En las salas de exposición, las obras sufren otros tipos de agresiones: la luz solar o de lámparas inadecuadas, variaciones de la humedad relativa y de la temperatura, presencia del público que aumenta la humedad y la concentración de polvo y anhídrido carbónico, etc.

Existe también, por falta de concienciación y respeto hacia las obras por parte del público que tocan los objetos, hacen fotos utilizando flash y eventualmente tratan de recoger recuerdos.

En estos casos el conservador tendrá que tomar las medidas necesarias para evitar que el público pueda, tocar los objetos, poniendo protecciones o alejando las obras del alcance de las manos. La prohibición del uso de flash deberá ser parte del trabajo de protección de los guardas y veladoras.

Finalmente, la instalación de reguladores de la temperatura y la humedad debe proteger las obras de un envejecimiento artificial acelerado.

NORMAS AMBIENTALES: NUEVAS CONSIDERACIONES

El tema del control ambiental, referido principalmente, a los parámetros iluminación, humedad relativa y temperatura en los museos, se encuentra actualmente en continuo debate y estado de redefinición.

Los estudios que están siendo llevados a cabo han puesto en tela de juicio aquellos valores que, en un principio, sirvieron como guía para los profesionales de los museos, los que se convirtieron, poco a poco, en reglas fijas o valores absolutos.

El área más problemática es la relacionada con la humedad relativa. Las especificaciones de los valores de este parámetro se hicieron muy inflexibles durante los años 60 y 70, sin que hubiese otra explicación para ello, más que la necesidad de establecer unos valores estándar que los museos pudiesen seguir, todo ello, auspiciado por la comunidad de restauradores. Estos valores fueron 50 +/- 5% de HR, establecidos por muchos expertos. Inicialmente se vieron como límites apropiados, aunque la práctica demostró que eran difíciles de alcanzar. Estos números se convirtieron en normas y los profesionales de los museos pensaron que eran valores procedentes de evidencias comprobadas científicamente, pero resultó que esto no era del todo así.

Resultados más recientes han demostrado que lo más importante es evitar que las colecciones sean sometidas a valores extremos de temperatura y humedad, argumentos sustentados por el conocimiento científico y la experimentación museológica de varios años. En la práctica se refiere a la aplicabilidad de las distintas condiciones de HR teniendo en cuenta la historia del objeto, los materiales constituyentes y las condiciones del museo (en términos de infraestructura, equipos presupuesto y mantenimiento). En la tabla 7 se presentan, de forma resumida, los efectos que originan a las HR y T incorrectas sobre materiales de museos.

El Instituto Canadiense de Conservación ha sido pionero en este proceso de redefinición; ha revisado los datos más relevantes, con el propósito de responder a cuestiones generales de costo / beneficio, sin querer estipular valores correctos de humedad relativa y temperatura.

En cuanto a la iluminación, las recomendaciones hechas por G. Thompson en 1972, de 50/150 lux, basadas en valores

establecidos en los años 30 continúan vigentes todavía y se convirtieron en reglas fijas. Este autor pretendía establecer normas en las que hubiese un equilibrio entre buena visibilidad y adecuadas condiciones de conservación para los objetos.

En la actualidad se ha visto que no hay valores absolutos aplicables, ni decisiones fáciles. Conservación y visibilidad han de dictar los niveles de iluminación, aunque en la mayoría de los casos, solo un factor se puede satisfacer. Por un lado, si hay que hacer que el objeto sea visible a la hora de ser expuesto adecuándose a las necesidades del público y la apreciación de los objetos, se necesita determinar cual va a ser la magnitud del daño que sufrirá durante su exposición.

Se ha comprobado que un nivel de 50 lux no es suficiente para que las personas mayores puedan apreciar los detalles e intensidad de color, pues para ellos es necesaria una iluminación 3-6 veces mayor. También se ha comprobado que los pigmentos sensibles a la luz no van a sobrevivir más de unas pocas décadas, incluso a niveles bajos de iluminación.

A partir de esto, caben dos recomendaciones básicas: filtrar las radiaciones ultravioleta y procurar la mínima exposición posible a cualquier fuente de luz, para lo que podría ser útil la iluminación intermitente.

A modo de conclusión podemos decir, que lo más importante es abordar este problema de forma realista y objetiva, teniendo en cuenta las condiciones particulares de cada institución, sus posibilidades y los problemas de conservación de sus colecciones.

TABLA 12. EFECTOS DE LA HUMEDAD RELATIVA Y LA TEMPERATURA INCORRECTAS SOBRE LOS MATERIALES DE MUSEO

	Materiales orgánicos frágiles (A)	Materiales orgánicos estables (B)	Materiales orgánicos auto destructibles (C)	Materiales inorgánicos inertes (D)
HR ≥75%	Moho, se ablandan adhesivos y pinturas, los lienzos se encogen	Mohos, se ablandan las colas, los textiles se encogen	Moho, ablandamiento de las colas y encuadernaciones	Moho, corrosión rápida de metales básicos
Cambios de una HR media, para un nivel de estrés cero	Riesgo de aumento de fracturas: 5% PBA M=0 10% P=1 MA=0	Si la capa pictórica es frágil (P), y si está constreñida por el marco (M)	Si la capa pictórica es frágil como (P), si está constreñida por el marco como (M)	Fluctuaciones superiores a una HR crítica desintegran algunas cerámicas, piedras y pátinas en metales
T muy elevadas	> 30°C, se reblandecen algunos adhesivos, y ceras	> 30°C, se reblandecen algunos adhesivos, y ceras	Desintegración, amarillamiento. Disminución de la vida del objeto	Algunos minerales se desintegran
T muy bajas	Pérdida de flexibilidad, en acrílicos a T < 5°C	Pérdida de Flexibilidad	Pérdida de flexibilidad	Afectación estructural de algunas proteínas
Cambios de T	Riesgo de aumento de fracturas: 10°C PBA 1 20°C PBA 2 40°C PBAM 4 Más efectos si fluctúa HR	Si la capa pictórica es frágil como P, y se está constreñida por el marco como M	Si la capa pictórica es frágil como P, y se está constreñida por el marco como M	Algunos objetos compuestos (esmaltes débiles) como P, se desintegran

- (A) Ej: Madera (M), Pintura óleo, tempera y policromos (P), Barniz (B), Pinturas acrílicas (A)
- (B) Ej: Papel no ácido, textiles, pergaminos y fotos blanco y negro estables
- (C) Ej: Papel no ácido, filmes de acetato, fotos a color
- (D) EJ: Metales, minerales, cerámica y cristal
- O= ninguno, 1= muy pequeño, 2= pequeño 4= grande**

8. Vitrinas

Las vitrinas constituyen un elemento de exposición y de preservación al mismo tiempo. Siempre pueden ser un recurso para mantener, un objeto o colección, en determinadas condiciones especiales, evitando que la iluminación no suministre calor hacia adentro. Deben contener en su interior, materiales constructivos o de acabado, o sustancias absorbentes como el gel de sílice, que amortigüen las oscilaciones de la humedad relativa.

Como elemento expositivo, la mayoría de los diseñadores no están de acuerdo con su uso, ya que pueden ser un elemento de distracción, si tenemos en cuenta la experiencia estética del objeto u obra de arte en sí mismo y su contemplación sin barreras. No obstante, en algunos casos, la vitrina es necesaria para la exposición, ya que dentro de ella se pueden crear ambientes, establecer unidades temáticas, sugerirnos ritmos visuales, etc. Por ello, **la vitrina como elemento de exposición no ha de tomarse a la ligera, ya que en muchas ocasiones, va a dictar la forma en que la propia exposición va a ser diseñada.** Asimismo, requiere una planificación cuidadosa, al igual que la requieren los espacios de exposición.

No obstante, es posible la construcción de vitrinas de bajo coste, siempre y cuando, se incorporen todas las características para un control efectivo del clima y su diseño sea estético.

La **vitrina todo uso** no ha sido diseñada todavía. Lo que podríamos llamar **vitrina perfecta** tiene que ofrecer una serie de características, tales como:

- Completa seguridad.
- Facilidad de acceso y estabilidad.
- Debe cumplir los requisitos adecuados para la conservación.
- Iluminación flexible.
- Ser adaptable en cuanto a sus posibilidades de exposición.
- Debe poseer una estética agradable que no distraiga la contemplación de las obras.

Existe un número razonable de soluciones, que aunque no son perfectas, si constituyen soluciones satisfactorias.

No es fácil establecer un sistema de clasificación que abarque todos los tipos de vitrinas. En general **podemos hablar de diferentes categorías y tipologías de vitrinas.**

En cuanto a las **categorías de vitrinas**, nos podemos encontrar de:

- **Vitrinas existentes en el museo o galería**, que seguramente en su día, fueron creadas para la exposición permanente y que pueden ser a su vez permanentes, o por el contrario, flexibles (que sus elementos pueden separarse para crear diferentes tipos de configuraciones).
- **Vitrinas construidas para una función específica**, ya sean para exposiciones temporales o por motivos de conservación de objetos en exposiciones. En general este tipo es difícil de adaptar a otros usos. En el caso de las construidas para exposiciones temporales suelen ser de construcción simple, utilizando materiales ligeros y baratos por lo que tienen una duración y tiempo de uso corto. Sus contenidos van a determinar el tamaño y tipo de vitrina, por lo que son difícilmente adaptables a otras exposiciones.

En este grupo también **tenemos las vitrinas que pueden combinar exposición y almacén**, las que son de estilo práctico y permiten acomodar en el espacio disponible la mayor cantidad de objetos.

En cuanto a la **tipología de las vitrinas**, podemos decir que existe una gran variedad de modelos, tamaños y formas. Las podemos encontrar de varios tipos de formas geométricas, aunque por razones de facilidad de construcción, la gran mayoría son rectangulares, de diseño simple, con luz integrada o sin ella. No obstante, según su tipología se pueden agrupar en vitrinas verticales y vitrinas horizontales.

- **Vitrinas verticales:** En este tipo podemos englobar las vitrinas de pared y las vitrinas estándares (se pueden ver por los cuatro lados. Algunos autores subdividen estas últimas según sus dimensiones).
- **Vitrinas de pared:** Como su nombre lo indica, son las que están colgadas, apoyadas o encajadas en la pared. Generalmente no son tan flexibles como los estándares,

su profundidad es restringida y normalmente solo permiten la contemplación de frente. Sin embargo, son muy apropiadas para la contemplación de objetos bidimensionales y de pequeño tamaño.

- **Vitrinas suspendidas o flotantes.** Aunque es un concepto muy atractivo, estas son difíciles de llevar a la práctica, debido a las dificultades técnicas para encontrar medios de sujeción suficientemente rígidos para impedir movimientos. Las más estables son las sujetas al techo y al suelo.
- Las **vitri­nas horizontales** no son tan fácilmente definibles. Estas son las llamadas vitrinas de mesa, y su tipología depende de la inclinación de la parte superior o compartimiento principal. Son utilizadas, generalmente para la exposición de objetos pequeños, que requieren una apreciación desde arriba.

Funciones: La función principal de las vitrinas, desde el punto de vista estético, **es la de organizar sus contenidos de la mejor forma posible favoreciendo su contemplación por parte del espectador**, independientemente de si los objetos son o no obras de arte.

Hay que tener claro que **los objetos son los que demandan la construcción de vitrinas y no viceversa**. De acuerdo con esto, vamos a ver una serie de características de diseño que permiten que estos elementos de exposición se adapten a las distintas necesidades. **Las tendencias actuales en los diseños de exposiciones abogan por una mayor flexibilidad del espacio y los integrantes del diseño.**

En relación con el diseño de las vitrinas debe existir una adaptabilidad tanto interna como externa. Las tendencias actuales abogan por mayor flexibilidad de espacio.

La organización interna de la exposición dentro de la vitrina supone una reestructuración de soportes y una redistribución de piezas, dependiendo del diseño y contexto que se quiera crear.

En lo referente a la adaptabilidad externa, se centra fundamentalmente, en las características de movilidad que deba poseer, así como su pertenencia a un conjunto global que forman todos los elementos de la exposición; en este sentido cabe decir que existen sistemas comerciales de vitrinas, que

poseen estas características funcionales, aunque hay que evaluarlos, teniendo en cuenta otros elementos como la estética del diseño y su capacidad para proporcionar la protección necesaria contra los agentes nocivos.

Niveles de protección: Las vitrinas ofrecen distintos tipos o niveles de protección. Por ejemplo:

- Protección contra robos y vandalismo.
 - Protección contra choques, vibraciones y abrasiones.
 - Protección contra el fuego.
 - Protección contra el agua.
 - Protección contra los valores incorrectos de temperatura.
 - Protección contra valores incorrectos de humedad.
 - Protección contra contaminantes.
 - Protección contra radiaciones ultravioletas y exceso de luz.
- Protección contra robos y vandalismo: La vitrina en sí se puede considerar como una barrera de protección contra robos y vandalismo; sin embargo, existen varios grados de protección, dependiendo de los elementos de seguridad que se vayan a utilizar. En general el tiempo que se necesita para abrir una vitrina y el tipo de medida de protección están normalmente en concordancia con el valor de la pieza.

El primer elemento a considerar es el tipo de material elegido para su construcción (cristal de seguridad o metacrilato resistente a los golpes, etc.) y luego tendríamos los sistemas mecánicos (cerraduras, tornillos especiales, etc.), y los electrónicos (alarmas).

- Protección contra choques, vibraciones y abrasiones: La vitrina debe estar bien sujeta a la pared, al suelo o a otros elementos, dependiendo del tipo de que se trate, previendo así cualquier tipo de caída. Debe también procurarse un soporte adecuado para las piezas colocadas en su interior.

- Protección contra el fuego: La vitrina no debe contener fuentes innecesarias que puedan producir incendios, tales como fuentes de luz sin ventilar, aparatos electrónicos o mecánicos; si estos son utilizados dentro de las vitrinas deben existir detectores de incendios en el interior de la misma. Así mismo, los materiales utilizados para la construcción deben ser resistentes al fuego y al humo.

- Protección contra el agua: Las vitrinas deben colocarse lejos de posibles fuentes inundaciones tales como cañerías, deben instalarse levantadas del suelo para prevenir daños en caso de inundación y en caso de riesgo de goteras o inundaciones grandes deben utilizarse detectores de agua.

- Protección contra plagas: La vitrina debe ser hermética para prevenir la entrada de insectos. Hay que asegurarse de que los materiales infestados y las piezas que se exponen sean inspeccionadas para detectar signos de infestación. Si existe algún riesgo de entrada de plagas se deben colocar trampas discretas o repelentes dentro de la vitrina.

- Protección contra valores incorrectos de temperatura: No deben existir fuentes de calor dentro de la vitrina, por ejemplo fuentes de luz. Si las fluctuaciones de temperatura son importantes en la sala, se deben utilizar materiales aislantes para la construcción de las vitrinas.

- Protección contra valores incorrectos de la humedad: La vitrina debe ser impermeable a la humedad y proporcionar un grado óptimo de hermetismo. Es importante introducir elementos de control en su interior, tales como sensores, termo hidrógrafos, etc., y si es necesario, han de utilizarse materiales higroscópicos para mantener los valores adecuados de la HR.

- Protección contra contaminantes: Los materiales utilizados para su construcción no deben emitir sustancias nocivas. Las vitrinas deberán ser impermeables a los contaminantes externos (sólidos y gaseosos) y deberá tener un grado óptimo de hermetismo. Si el medioambiente de la sala está muy contaminado pueden utilizarse materiales que absorban los gases nocivos (carbón activado).

- Protección contra radiaciones ultravioleta y exceso de luz: Las radiaciones ultravioletas procedentes de la fuente de iluminación deben ser filtradas; si esto no es posible el cristal de la vitrina debe poseer filtros contra este tipo de radiación.

Dependiendo del tipo de piezas que se exhiban dentro de la vitrina se va a necesitar un mayor o menor control de la iluminación. Si las piezas son altamente sensibles a las radiaciones se debe procurar mantener niveles bajos de iluminación, e incluso utilizar iluminación intermitente (solo se ilumina cuando hay público).

Finalmente, **la característica técnica más importante en el diseño de una vitrina**, aparte de su estética y que cumpla con los requisitos de protección, **es el acceso tanto a los objetos como a los elementos de exposición y a otros elementos como materiales utilizados para el control de la humedad relativa, sistemas de alarma y sistemas de iluminación.**

En muchas vitrinas el acceso no es fácil, especialmente en las vitrinas grandes en las que se ha pretendido crear microclimas especiales, pero en la práctica esto acarrea muchos problemas.

9. Almacenes y sus requerimientos de acuerdo con los objetos a almacenar

Como sabemos, los procesos del deterioro de los bienes culturales ocurren durante la exhibición y el almacenamiento.

Con frecuencia, los almacenes son los lugares menos preparados para la conservación de las obras, y por un problema de falta de espacio y que es lo que menos se ve en un museo, son ubicados en los sótanos o lugares sin las condiciones ambientales adecuadas, sin controles de humedad ni de temperatura, por lo que los objetos están más sometidos a los efectos nocivos de estos factores.

Generalmente por problemas financieros de las instituciones y por falta de espacio ocurre que los materiales y equipos necesarios para el acondicionamiento de los almacenes no lleguen, y estas áreas se utilizan con disímiles propósitos, con frecuencia, inadecuados, por lo cual se aceleran los procesos del envejecimiento natural de las piezas.

Hay que tener muy presente que en los almacenes se conservan las reservas de las instituciones, por lo que no son lugares de visitas o de trabajo, ni para guardar cosas ajenas a las piezas. Justamente por eso, es necesario que se mantengan en ellos las condiciones óptimas de higiene, orden, control ambiental, vigilancia y seguridad, por razones obvias.

Ahora bien, las condiciones y requerimientos de cada almacén dependerá del tipo de colección que en él se quiera conservar. Lo ideal es poder contar con locales climatizados,

en los que no ocurran cambios higrométricos bruscos, mantenerlos apagados de manera de no exponer las piezas a los efectos nocivos de la luz, en estantería y condiciones de almacenamiento apropiadas, con materiales neutros, etc. Pero vemos que en la práctica, esto es bastante difícil, por lo cual, lo más recomendable es garantizar en estos locales las condiciones ambientales óptimas para cada tipo de colección.

En general, los materiales orgánicos, como los textiles, lienzos, papel, madera, pergaminos, etc., son mucho más exigentes en cuanto a sus condiciones de preservación, por lo que se recomienda que en los locales utilizados para estos propósitos exista un control estricto de la humedad relativa, la temperatura, la iluminación y restantes factores ambientales, así como de la higiene para evitar los efectos nocivos del polvo, y de los materiales con los cuales ellos estén en contacto.

Los objetos elaborados con materiales inorgánicos o de baja sensibilidad, tales como metales, cerámicas, vidrios y materiales pétreos, son menos exigentes en cuanto a sus condiciones de preservación. De todos modos, es necesario tener especial cuidado con la humedad relativa para evitar los procesos corrosivos, y con todas las causas que originan daños mecánicos en estos objetos.

10. Criterios de prestación: Exposiciones temporales, embalaje y transportación de las obras

Decididamente, no soy partidaria de mover las obras, aunque aseguren que los embalajes y condiciones de transportación sean las idóneas, salvo cuando las condiciones de conservación de las obras lo requieran, que no es el caso de las exposiciones temporales. Creo que las obras nunca vuelven mejor que cuando salen, y los efectos degradativos sufridos, generalmente se aprecian con el tiempo.

Lamentablemente la tendencia es tener más cuenta la opinión de los que financian la exposición y de los otras personas, que la de los técnicos.

Exactamente, corresponde a los técnicos en conservación indicar los peligros que amenazan a las obras durante su manipulación, embalaje y transportación.

La falta de rigor que acompaña al préstamo, manipulación, embalaje y transporte de los bienes culturales,

así como el abuso en la celebración de exposiciones y certámenes fuera del lugar habitual de permanencia, puede provocar en ellos serias alteraciones en sus elementos constituyentes. Estas, en muchas ocasiones resultan difíciles de determinar, al no existir estudios previos a su traslado, y porque los daños se hacen perceptibles con el paso del tiempo. De esta manera, las piezas más importantes de nuestro patrimonio mueble se ven sometidas a una larga lista de riesgos, innecesarios e injustificables, que en algunos casos llegan a producir pérdidas irreparables e insustituibles de las obras.

Los criterios de prestación constituyen un punto muy controvertido. La mayoría de los museos y organismos no han llegado a un consenso de que piezas se pueden prestar y cuales no pueden trasladarse bajo ningún concepto.

Podríamos elaborar una relación de obras no prestables en la que se incluirían:

- Las pinturas sobre tabla.
- Las esculturas policromadas.
- Los trabajos a pastel.
- Las obras de gran formato.
- Las piezas con restauraciones recientes, al no haberse estabilizado los tratamientos.
- Y todos aquellos bienes susceptibles de deteriorarse fácilmente.

Por otra parte, desde el punto de vista del conservador, generalmente existe un gran rechazo a prestar las obras debido a los numerosos factores de riesgos" que conlleva el traslado de una pieza. Sin embargo, la decisión final recae en el director del museo, y el equipo técnico que, en última instancia, y tras un pormenorizado estudio del estado de conservación, historial clínico y condiciones ambientales de exposición, etc., habrá de considerar la viabilidad del préstamo.

Por todo ello, antes de realizar un préstamo, debemos tener en cuentas los siguientes aspectos:

Criterios generales de prestación:

- Estado de conservación.
- Historial clínico de la obra.
- Materiales constitutivos de la pieza.

- Vulnerabilidad de la obra.
- Condiciones ambientales habituales.
- Condiciones de exposición, ambientales y de seguridad, del centro receptor.
- Que la obra no haya sido restaurada o sometida a tratamientos de conservación preventiva (En este caso es aconsejable dejar transcurrir un período de tiempo no inferior a seis meses para permitir la estabilización de la misma.
- No presentar ataque de xilófagos ni de microorganismos en ninguno de los elementos que conforman la pieza (bastidor, marco, soporte, etc.).
- Características del embalaje a utilizar.
- Interés de la exposición, difusión y duración de la misma.

También podríamos referirnos a criterios específicos para el préstamo de:

- Pinturas sobre soporte flexible.
- Pinturas sobre soporte rígido.
- Pintura contemporánea.

Como sabemos, los principales problemas que suelen tener las pinturas sobre soportes flexibles (lienzo) consisten en la mala adherencia del color y la deficiente preparación, marcas producidas por el bastidor, mala adhesividad del lienzo de forración, así como barnices oxidados y pasmados.

En principio, los soportes rígidos de madera, marfil, hueso, etc., son muy sensibles a las fluctuaciones de HR a la que generalmente están habituados. Pero no es del todo cierto que sean más vulnerables que una pintura sobre lienzo.

En el caso del arte contemporáneo, además de todo lo expuesto, habría que añadir las diversas técnicas que pueden mezclarse en las obras contemporáneas, las que muchas veces son incompatibles, haciéndolas sumamente frágiles y vulnerables. Si además de todos estos inconvenientes añadimos, que en muchas ocasiones pueden ser obras de gran formato su vulnerabilidad se incrementa aún más..

Luego entonces, para decidir sobre el préstamo de una obra deberán considerarse además de los criterios generales, un conjunto de elementos específicos para el tipo de obra de la que se trate.

Embalaje

Para que el embalaje sea eficaz, su estructura debe cumplir una serie de requisitos mínimos que garanticen:

- La **integridad física** de la obra, protegiéndola de los agentes atmosféricos, impactos y punciones, del fuego, manteniéndola en un medio ambiente sano, amortiguando los efectos de las vibraciones y garantizando la adecuada estabilidad que evite la caída durante el almacenamiento y manipulación.
- La **estabilidad química**, para lo que deberán ser construidos con materiales de probada estabilidad química.
- **Actuar como aislantes** climáticos, térmicos, de humedad.
- **Proteger las obras de las vibraciones**, impactos y punciones, y otros riesgos mecánicos.

Actualmente se utilizan Sistemas de Embalaje en Suspensión, los que proporcionan a la obra un margen de suspensión y amortiguación muy convenientes para que los golpes y vibraciones que ocurren durante la transportación lleguen a la obra muy disminuidos y así no provoquen deterioro en ellas.

El sistema S.P.S. (Suspensión Packing System) se amolda con precisión a las medidas de las obras, evitando las mediciones previas y facilitando un servicio de inmediato.

Transporte

Es muy importante proteger las obras de las posibles variaciones climáticas que existen en el exterior.

Por ello es necesario que tanto los embalajes como el medio de transportación sean capaces de amortiguar la temperatura por medio de aislantes térmicos y aislantes higrométricos. Normalmente se utilizan para estos propósitos:

- Camiones: Para largos recorridos en periodos de clima adverso es conveniente utilizar camiones de T y HR controladas, y embalajes con aislantes de HR y T. Es el medio más utilizado.

- Avión: Es el medio más utilizado para distancias largas y transoceánicas. Se recomiendan embalajes con muy buenos aislantes debido a las fuertes diferencias de temperaturas.
- Ferrocarril: Escasamente utilizado.
- Barco: Utilizado para obras de grandes formatos.

La elección del medio de transporte está en dependencia de las dimensiones y el peso de la obra. Las obras de gran tonelaje y volumen solo pueden ser transportadas por carretera o por barco.

En conclusión, los factores a tener en cuenta para la elección del medio de transporte deben ser:

- Trayecto más corto.
- Menor manipulación.
- Medio de transporte más seguro.

TEMA 4: CONTROL DE PLAGAS Y MICROORGANISMOS Y SUS EFECTOS SOBRE LAS COLECCIONES

El desembarazarse de plagas e infecciones en los archivos, bibliotecas y museos no resulta una tarea fácil, especialmente por la frecuencia con la que aparecen efectos nocivos para los materiales e incluso para las personas.

Las infecciones de objetos y colecciones en salas de exhibición y almacenes, por agentes biológicos (insectos y microorganismos), y consecuentemente el biodeterioro de los mismos, constituye un serio problema para la conservación del patrimonio cultural. Estos organismos no solo causan daños a los objetos, sino que también algunas especies pueden provocar enfermedades al hombre.

Para que ocurra la infección de un objeto o material determinado deben conjugarse las condiciones siguientes:

- Que el objeto se encuentre en un ambiente donde estén presentes agentes biológicos.
- Que los agentes biológicos encuentren su fuente de alimento apropiada, lo que está directamente relacionado con las sustancias que conforman los objetos.
- Que existan condiciones medio ambientales favorables para el desarrollo de estos procesos.

Estas condiciones existen siempre, por lo que los procesos del biodeterioro siempre tienen lugar y son inevitables. Son parte del ciclo biológico de envejecimiento, descomposición y reciclaje de los compuestos, al cual están sujetos todos los materiales orgánicos. Este ciclo no puede ser detenido totalmente; lo único que se puede hacer es tratar de frenarlos tanto como sea posible.

Para eliminar infecciones por hongos e infestaciones por insectos deben practicarse las medidas preventivas apropiadas. Existen muchas posibilidades, las que van desde el buen manejo de las instalaciones, como la limpieza de los locales, ventilación sistemática y colocación de mallas en las ventanas, hasta la aplicación de tecnologías avanzadas, como la climatización, la automatización y otras.

Cada tipo de obra, colección e instalación tiene características específicas y situación particular. Por lo

tanto, en cada caso deberá aplicarse un tipo de estrategia y solución.

Ello estará en dependencia, en primer lugar, del financiamiento de que se disponga y de la situación específica de que se trate.

Los edificios que no han sido construidos para museo o depósito, pero sean utilizados con tales propósitos, requieren grandes inversiones y atención, para evitar el desarrollo de hongos y plagas.

La experiencia demuestra que una acción frente a una infección es mucho más costosa que practicar medidas preventivas sistemáticamente. Es necesario que, después de un tratamiento específico, nuevamente sea practicado un trabajo preventivo o el problema se repetirá nuevamente.

Las salas y depósitos deberán ser desinfectados y adaptados para su uso, y otras facilidades deberán ser encontradas.

Debido a la falta de sistematicidad en el trabajo preventivo, frecuentemente ocurren explosiones de infecciones por hongos e infestaciones por insectos y otras plagas. En estos casos existe, como única alternativa, la aplicación de un tratamiento radical, antes que la infección se propague.

Han sido desarrollados muchos procedimientos para el control de microorganismos e insectos. Actualmente se trabaja en la búsqueda de nuevos y mejores métodos. La Agricultura, la Industria Alimenticia, la Medicina y otras disciplinas, están muy inmersas en esta problemática.

Para la conservación de objetos y colecciones de valor cultural, estos procedimientos están siendo grandemente enriquecidos con el conocimiento y experiencia ganados en otras ramas.

Para lograr efectividad contra las plagas de archivos, bibliotecas y museos, los procedimientos a aplicar tienen ciertos requerimientos. En términos generales, estos procedimientos deben:

- Ser de acción rápida y eficaz, de forma tal que en un tiempo breve la contaminación pueda ser eliminada.

- Tener un elevado poder de penetración, de manera que pueda llegar al interior del volumen del objeto.
- No provocar transformaciones en los materiales.
- Ser inocuos.
- No dejar remanentes tóxicos.
- Ser altamente económico.

Como las colecciones usualmente consisten de una gran variedad de materiales, cada uno de los cuales tienen sus propias características, por tanto, deben ser cuidadosamente analizadas todas las alternativas posibles antes de seleccionar un método en particular. Diferentes clases de objetos pueden requerir distintos tratamientos.

La experiencia demuestra que determinados métodos de control no pueden ser aplicados a ciertos materiales, pero el nivel de conocimientos existentes sobre los efectos de los diferentes procedimientos en cada tipo de material, aún no es suficiente.

Las metodologías aplicadas en cada país, tienen sus exigencias y especificaciones, incluso para permitir registrarlas.

Por otra parte, los biocidas deben ser muy bien analizados para cumplir sus objetivos; ni él ni los productos de su conversión deben tener efectos adversos, ni colaterales para ser utilizados en la salud pública, derivado alimenticio o medio ambiente. El contenido del compuesto activo no puede exceder la concentración requerida para su propósito. Cuando un biocida es registrado, éste se inscribe con un número, el cual es asociado con regulaciones que proscriben quienes, como, donde y cuando, pueden utilizarlo.

PREVENCION

No existen dudas que la prevención es mucho más fácil cuando las condiciones medio ambientales son controladas, pero las tecnologías para el establecimiento de tales controles son costosas, tanto para su instalación, como para su mantenimiento. La modificación del ambiente resulta menos caro, pero de todos modos implica gastos.

El cuidado de las colecciones es tan importante como su adquisición y organización, y debe ser planificada por las instituciones.

La prevención es la mejor manera de combatir a los agentes biológicos. Por tanto, para poder establecer las medidas eficientes, debemos conocer las necesidades de vida y el comportamiento de éstos agentes, lo que permitirá tomar acciones efectivas contra ellos.

En primer lugar deberán ser evitadas las infestaciones por insectos e infecciones por hongos, mediante la prevención.

Asimismo, deberán ser aplicadas medidas indispensables, triviales y sencillas, como tapar huecos y hendiduras, cubrir las ventanas con mallas y airear regularmente los locales. Además, todos los objetos nuevos, prestados y retornados, deberán ser aislados e inspeccionados antes de reincluirlos en la colección. Es necesario practicar inspecciones sistemáticas en las salas, depósitos y objetos, para detectar posibles infecciones.

Las condiciones climatológicas deberán ser desfavorables para el desarrollo de los agentes biológicos. La humedad relativa, la temperatura y la circulación de aire son factores muy importantes.

Los equipos de climatización deberán ser chequeados periódicamente, no solo para detectar defectos, sino también las posibles contaminaciones, ya que los filtros de aire pueden contaminarse con hongos y constituyen una fuente de infección.

Para la aplicación de un trabajo preventivo, existen medidas preventivas y métodos de control.

MEDIDAS PREVENTIVAS

Se basan en el manejo y mantenimiento de los objetos y colecciones, son de estricto cumplimiento y aplicación sistemática.

Para la preservación de todos los objetos y colecciones de valor cultural, resulta extremadamente importante el mantenimiento adecuado de los locales donde estos son almacenados, así como su manejo correcto por el personal y usuarios.

El personal encargado del manejo y custodia de las colecciones deberá efectuar revisiones periódicas de los materiales que atesora, con el objetivo de realizar la limpieza de los mismos y detectar los posibles daños originados por las plagas.

Entre las medidas preventivas que deben ser adoptadas en los archivos, bibliotecas y museos, para evitar el biodeterioro de las colecciones podemos mencionar:

1. Limpieza de los locales

La limpieza periódica de los locales es de fundamental importancia, dado que el polvo que se acumula en las estanterías y objetos almacenados es un medio favorable para la proliferación de insectos y microorganismos. Por otra parte, las aves y los roedores anidan con facilidad en los lugares poco aseados, provocando grandes daños a muy corto plazo.

Además, el polvo, asociado a factores ambientales como la humedad y la temperatura, provocan reacciones químicas de degradación de casi todos los materiales. Incluso, cuando existan aires acondicionados con filtros especiales, es preciso darles el mantenimiento adecuado.

En el caso de locales alfombrados, lo que no es recomendado, será necesario prestar especial atención, ya que las alfombras acumulan polvo del ambiente y del calzado, lo que dificulta la limpieza.

Los estantes deberán estar separados de las paredes; entre el piso y los entrepaños inferiores deberá existir un espacio de 20 centímetros como mínimo, para poder desempolvar con facilidad. Es recomendable que exista un espacio entre los objetos, pues permite la circulación de aire y su fácil manejo.

Los materiales deberán sacudirse con brocha de pelo suave o con aspiradoras de baja potencia, a las que se les colocará una malla fina en la salida del tubo de succión con el fin de no ocasionar graves daños.

El personal de limpieza deberá utilizar medios de protección, tales como guantes, mascarillas y batas de laboratorio.

2. Inspecciones de los locales.

La revisión periódica de los locales se hará para evitar posibles filtraciones de agua a través de grietas, fisuras o goteras en el techo, y así prevenir los peligros por condensación.

3. Construcción de los locales.

Los locales de reciente construcción desprenden humedad y las edificaciones, en especial durante los primeros seis meses, generan emanaciones contaminantes que son peligrosas para los materiales proteicos, tales como sedas, pieles, aceites, y otros.

Deberá existir un sistema de drenaje adecuado para evacuar el agua que se acumula en el techo.

En los climas cálidos es importante revisar que no se formen gotas de condensación debido a las altas temperaturas. Este fenómeno también puede ocurrir cuando se usan calentadores o lámparas incandescentes en un local mal ventilado.

4. Materiales de construcción.

Estos deberán ser resistentes al ataque de los insectos y aislantes de la humedad. En las estanterías deberá evitarse la utilización de maderas de mala calidad; preferentemente se sustituirán por anaqueles metálicos o de maderas duras.

5. Restricciones.

- No deben introducirse alimentos en los depósitos, salas de lectura o de exhibición, porque con ello se contribuye al desarrollo de microorganismos y se atraen a los roedores.
- Tanto el personal como los usuarios deberán lavarse las manos antes de tocar ningún tipo de objeto de valor cultural, ya que la grasa, el sudor y la saliva favorecen también el crecimiento de los microorganismos.
- Deberá estar estrictamente prohibido fumar dentro de los acervos o de las áreas de trabajo, porque además del peligro de incendio, el humo y la ceniza producen manchas de hollín y grasa.
- Los objetos, inmediatamente después de dar mantenimiento al mobiliario o al local (pegado, barnizado, pintado),

no deben ser colocados en sus sitios, ya que los vapores son nocivos para ellos; es conveniente colocarlos cuando los olores ya no se perciban.

6. Recomendaciones.

- Los objetos y colecciones dañados deben ser aislados del resto para evitar la propagación de infecciones y tendrán que ser fumigados antes de ser reincorporados en su lugar.
- Es recomendable fumigar solamente cuando sea estrictamente necesario.

MÉTODOS DE CONTROL

Es fundamental comprender los principios básicos de la esterilización, desinfección y la desinsectación para una práctica inteligente.

En la literatura han sido reportados muchos procedimientos para el tratamiento de hongos e insectos en objetos y colecciones de valor cultural. Los mismos pueden ser clasificados de varias formas, por ejemplo en químicos, físicos y biológicos.

También pueden ser agrupados en insecticidas, fungicidas, bactericidas, fungistáticos, bacteriostáticos, raticidas, etc., según el tipo de efecto.

La selección de un procedimiento o agente apropiado está determinada por la situación específica y por el hecho de que sea necesario matar a todos los microorganismos o sólo a ciertas especies.

Los conservadores y restauradores deben conocer qué se requiere hacer en la práctica y cual es el riesgo de daños que pueden sufrir los materiales bajo su custodia, así como los que pueden sufrir las personas que manejan las colecciones o están cerca de ellas.

Aún en las instituciones mejores equipadas, pueden encontrarse casos aislados de cucarachas, pececillos de plata o piojos del libro, en cuyo caso deberán acudir al entomólogo, para cerciorarse del número y naturaleza de los insectos (a menos que se trate solamente de termitas).

En ocasiones es posible resolver el problema simplemente espolvoreando repetidamente algún insecticida de contacto, especialmente en primavera y verano, en los estantes y otros lugares donde se puedan introducir los insectos.

La **sílica en aerogel**, es un producto pulverulento, del cual se fabrican varios tipos; consiste en partículas microscópicas de sílica a las que generalmente se le incorpora algún fluoruro o fluorsilicato. Otro producto usado es la mezcla de fluoruro de sodio y piretro, o fluoruro de sodio, al que se le añade harina de trigo.

El **piretroide pulverizado** no causa intoxicación ni daños al ser humano. Existe un producto comercial se vende con el nombre de **Prentox**.

También las paredes, puertas y estantes pueden ser tratados con soluciones de insecticidas apropiados, evitando el DDT y otras sustancias químicas prohibidas, las que pueden ser aplicadas con pulverizadores o bien con brochas. Lamentablemente, estos no dan ningún resultado contra las "larvas de la madera" o carcomas, pues por estar en sus galerías, no les llega ni el polvo, ni los líquidos aplicados con pulverizador o brocha. Estos deben ser atacados por otros procedimientos.

Las termitas se consideran como un caso especial, ya que cuando son detectadas dentro de las construcciones, generalmente la infestación es muy profunda y su control requiere una rápida acción en las estructuras del inmueble.

En caso de libros y documentos afectados por microorganismos, se han venido realizando análisis de laboratorio para determinar la tipología de los hongos y bacterias presentes en diferentes tipos de soportes.

Asimismo se ha investigado la resistencia al desarrollo microbiano de los productos utilizados en la restauración de los materiales. Ello ha permitido conocer el efecto de los tratamientos de restauración y poder diseñar estrategias de conservación a largo plazo.

FUMIGACIÓN CON GASES

Dentro de los métodos de desinfección de bienes culturales, se han venido aplicando numerosos procedimientos. El más común de ellos ha sido la fumigación en cámara.

La **fumigación** es un método para la erradicación de hongos e insectos en objetos, por exposición de ellos en una cámara hermética para gases tóxicos.

La eficacia del tratamiento depende de las propiedades del gas, tiempo de exposición, temperatura, humedad relativa y presión en la cámara. Al finalizar el procedimiento, el gas es diluido vía acuosa, o evacuado a la atmósfera, la cámara es ventilada con aire antes de que los objetos puedan ser extraídos e incorporados a la colección.

La fumigación en cámara con gases permite que los compuestos activos penetran en los materiales con mayor facilidad que los líquidos. Con una presión de entrada de gas reducida, puede aumentarse, suficientemente, el poder de penetración y se requiere menor tiempo de exposición para el tratamiento.

Las desventajas están relacionadas con la toxicidad de los gases y con el hecho de que los gases que han venido utilizándose producen alteraciones físico-químicas en los materiales. El problema fundamental es el causado por los residuales tóxicos y químicamente activos que quedan en los materiales después del tratamiento, incluso después de airear.

Oxido de etileno

El óxido de etileno (C_2H_4O) es un gas tóxico, inflamable y explosivo, con un alto poder de penetración. Su **efectividad abarca a las bacterias, hongos e insectos en todos sus estadios**, por lo que se ha venido utilizando con mucha frecuencia para la desinfección de diferentes materiales.

Las concentraciones utilizadas están en el rango 250 g/m³ durante 48 horas, 500 g/m³ durante 24 horas y 800 g/m³ durante 3 horas.

Puede ser usado puro o mezclado con un 10-20 % de dióxido de carbono (CO_2) o de freón (OCl_2F_2) para hacerlo más seguro y manejable.

El óxido de etileno es uno de los gases más utilizados para la desinfección de libros, documentos y objetos de museos.

Este tratamiento ha sido tradicionalmente aplicado, durante mucho tiempo. En los últimos años, su uso ha sido seriamente cuestionado, ya que se ha comprobado que el gas tiene efectos carcinógenos, constituyendo un producto de alto riesgo.

En Holanda, el **valor umbral límite (TVL)** permitido para el producto es 50 ppm y en los Estados Unidos es de 1 ppm. Las normativas de este país no permiten la expulsión de estos gases al ambiente (aire o agua), por lo que su uso actualmente está sometido a serias restricciones y se recomienda solo en casos de gran emergencia. En Europa está prohibido su uso. Un problema adicional relacionado con el uso de su mezcla con freón, es que este último es considerado como una de las causas principales de la disminución de la capa de ozono.

Los resultados experimentales han revelado que los materiales que contengan grasas y proteínas (tales como pieles, pergaminos, pelos, sedas y algunos materiales sintéticos), tienen la tendencia de retener cantidades considerables de óxido de etileno, especialmente cuando están húmedos.

Es decir, que además de los problemas relacionados con la toxicidad y los residuos, ha sido demostrado que este gas puede provocar reacciones adversas con algunos soportes.

Bromuro de metilo

El bromuro de metilo (BrCH_3) es un gas muy volátil, más pesado que el aire, el cual penetra rápidamente en los materiales.

Es **efectivo contra insectos y ácaros**, aunque se plantea que es menos activo que otros gases pesticidas, como el cianuro de hidrógeno. **Las condiciones óptimas para su utilización son a temperatura de 21° C, dosificado 15 g/m³ durante 24 horas.** Algunos autores recomiendan 20-50 g/m³ durante 12-24 horas.

El bromuro de metilo es menos tóxico que el óxido de etileno, pero su uso está restringido por sus efectos nocivos. No obstante, cuando es utilizado en fresco no produce efectos adversos sobre los soportes.

Los materiales que contienen azufre, tales como lana, pelo, seda y caucho, no pueden entrar en contacto con el

bromuro de metilo. Debido a sus reacciones con las proteínas, las pieles y pergaminos pueden perder color y expeler un olor desagradable. Además este gas puede ablandar las resinas naturales y los barnices, y oscurecer algunos pigmentos.

Cianuro de hidrógeno

El cianuro de hidrógeno (HCN) es un gas extremadamente dañino y tóxico; afecta los sistemas respiratorio y nervioso central. Es **particularmente efectivo contra insectos y hongos**. Normalmente es utilizado para el control de insectos, en desinfecciones **in situ**. **La dosis recomendada oscila entre 10-20 g/m³ durante 48 horas**. El tratamiento puede ocasionar amarillamiento, pérdida del color y brillantez en los metales, y producir un olor característico en los materiales etnográficos.

Timol

El timol (1 metil-4 metiletil- 3 hidroxibenceno, C₁₀H₁₄O) pertenece a los fenoles. Es utilizado en forma cristalina. Los vapores tóxicos son generados por calentamiento de sus cristales.

Una cantidad de 20 gramos es suficiente para generar una concentración apropiada de gases dentro de una cámara de un metro cúbico.

El timol puede eliminar insectos, hongos y sus esporas, según sean expuestos al gas por un período de tiempo suficiente. Ha sido utilizado con buenos resultados en una cámara de un metro cúbico, durante tres días. No obstante, algunos autores ponen en dudas su actividad fungicida. Durante el tratamiento los materiales deben ser suspendidos y ventilados, evitando el contacto directo con el reactivo. Otra forma de utilizarlo es sumergiendo tiras de papel en una solución de timol en un solvente orgánico y poner las tiras impregnadas en un paquete sellado junto con el objeto. Debe cuidarse la forma de manipulación pues pueden ocurrir decoloraciones.

También puede disolver las tintas de impresión antiguas, las pinturas y los barnices, provocar recristalizaciones y sublimaciones por sobrecalentamiento en las superficies de los objetos tratados. En el papel y acrílicos puede producir amarillamiento, atribuido a la formación de sus polímeros.

El ortofenilfenol es a veces utilizado como un alternativo del timol, ya que es un fungicida de composición semejante.

Fluoruro sulfuroso (Vikane)

El fluoruro sulfuroso (F_2SO_2) es un gas incoloro, inodoro y no corrosivo. Tiene gran poder de penetración y difunde rápidamente.

En cuanto a su efectividad, es **activo contra los insectos maduros, aunque no contra los huevos y puede detener el desarrollo del micelio fúngico pero no mata las esporas.**

El Vikane es tóxico para las plantas y en menor magnitud para los humanos, comparado con el bromuro de metilo. Sin embargo, su reacción con el agua, tanto en fase líquida como en vapores, produce un humo muy tóxico y corrosivo. **La dosis recomendada está en el rango 15-60 g/m³ durante 24 horas.** Sus efectos sobre diferentes tipos de materiales no son muy adecuados, por lo que su utilización está limitada.

Resultados reportados por algunos autores han demostrado que puede provocar reacciones adversas con la celulosa y con las proteínas, por su condensación con vapor de agua. Los metales han mostrado significativa pérdida de lustre y color.

Formaldehído

El formaldehído (CH_2O) es a veces usado como fumigante. Tiene un poder de penetración muy limitado y se sospecha que este gas sea carcinógeno. **Tiene un efecto fungicida limitado y no tiene actividad insecticida.** Cuando se aplica sobre papel por nebulización a concentraciones superiores a 1% inhibe el desarrollo de algunos hongos celulolíticos. No obstante, este reactivo tiene la tendencia a polimerizarse y puede precipitar sobre los materiales tratados, formando una fina película blanca. Esto ocurre con los objetos de papel. Para evitar este fenómeno debe mantenerse una humedad relativa elevada durante el tratamiento.

Puede reaccionar con los grupos aminos libres de las proteínas constituyentes de las pieles y pergaminos, por lo cual los productos animales tienden a endurecerse y su degradación es acelerada. Por ello, nunca debe emplearse este producto como desinfectante de pergaminos, cueros o pieles.

Fosfinas

Las fosfinas son derivadas del fosfuro de hidrógeno (PH_3). Este es un gas muy reactivo. Frente al agua se oxida a ácido fosfórico. **Tiene alto poder insecticida**, por lo que es utilizado como fumigante natural de colecciones históricas. Su ventaja fundamental radica en su capacidad para erradicar huevos de insectos, difíciles de matar. Es más barato que el óxido de metilo y de fácil utilización.

Tiene la desventaja de tener acción lenta y cuando es mal aplicado, provocar fenómenos de resistencia insectaria. Por su agresividad y carácter corrosivo, especialmente frente al cobre, no puede ser utilizado en presencia de metales. La plata, el aluminio, el níquel y otros metales pueden ser oxidados.

IRRADIACIÓN

Las radiaciones causan cambios en las enzimas y otros biopolímeros esenciales de los organismos en sus procesos vitales. En general provocan comportamientos anormales e incluso la muerte de los organismos irradiados, por lo cual las radiaciones de alta energía pueden ser utilizadas como germicidas.

Existen dos tipos de alta energía de irradiación aplicables con estos propósitos:

- Las radiaciones electromagnéticas;
- Las partículas cargadas con alta energía.

Radiaciones electromagnéticas

Existen tres tipos de radiaciones electromagnéticas: gamma, röntgen y ultravioleta. Tienen un rango energético de 10^2 a 10^7 electrovoltios (ev). La débil interacción de esas radiaciones limita su poder de penetración en los materiales.

Las **radiaciones gamma** pueden ser letales para los insectos en todos sus estadios de desarrollo, así como para los microorganismos, incluyendo las esporas, dependiendo de la dosis aplicada. Su nivel de penetración depende de la energía de los rayos, de la intensidad, del objeto o material y de la masa específica del objeto. Una ventaja de estas radiaciones es su buena penetración en los materiales, lo cual permite que los objetos sean tratados en paquetes. Por

otra parte, grandes cantidades de materiales pueden ser tratados al mismo tiempo. El proceso de irradiación es sencillo y rápido y los materiales pueden ser usados inmediatamente después de la desinfección.

Sin embargo, existen dudas acerca de los cambios químicos que pueden ocurrir en los materiales y los residuos remanentes. Las altas energías a las cuales son expuestos los materiales causan excitación e ionización de las moléculas, rompiendo sus enlaces químicos y formando algunos radicales. Los materiales que contienen celulosa son los más vulnerables. Por otra parte, los efectos de la irradiación son acumulativos y los objetos se hacen más sensibles a un nuevo ataque microbiano.

Las **radiaciones Röntgen (X)** tienen actividad insecticida y posiblemente también fungicida. Sus efectos pueden ser comparados con los que producen la irradiación gamma. El algodón muestra una reducción exponencial de la resistencia a la tensión, así como pérdida de la cristalinidad por el efecto de estas radiaciones.

Los objetos pintados requieren cuidado especial, porque 1 Kgy puede provocar cambios en la capa pictórica.

Los **rayos ultravioletas** tienen una menor energía y limitado poder de penetración. Tienen efecto fotoquímico, causando excitación electrónica seguida por ruptura de enlaces químicos. No provocan ionización.

Las propiedades físico-químicas del papel se alteran cuando el material es expuesto a una longitud de onda de 330-440 nanómetros. En este caso se produce la foto oxidación, la que provoca acidificación, pérdida del grado de polimerización e incremento de los grupos reductores. La madera puede ser blanqueada con las radiaciones ultravioleta.

Partículas cargadas

Las radiaciones beta o bombardeo electrónico, son generadas por la aceleración de electrones en un campo eléctrico. Constituyen una fuente directa de electrones de alta energía. Su mecanismo de acción es el mismo que el de la irradiación gamma (excitación, ionización, ruptura de enlaces y formación de radicales), sobre los organismos y materiales. Tienen como ventaja que pueden generar una velocidad de dosificación mayor, lo que reduce el tiempo de irradiación

necesario para lograr la dosis y efecto biológico requerido, y ser de fácil manipulación.

Entre sus desventajas deben considerarse la gran cantidad de calor que generan, lo cual acarrea efectos adversos, el bajo poder de penetración y el hecho que en los materiales celulósicos, causan depolimerización, disminución de la cristalinidad así como que altas dosis provocan la descomposición del polímero celulósico, tanto de las zonas amorfas como de las cristalinas.

Los resultados demuestran que este tipo de tratamiento no debe ser aplicado a los objetos de valor cultural.

MICROONDAS

Las microondas tienen un nivel de energía de 10^{-6} - 10^{-4} electrovoltios y una frecuencia de 500-5000 MHz. Pertenecen a las **radiaciones de baja energía**. Su mecanismo de acción es muy diferente al de las radiaciones de alta energía.

Los materiales con grupos polares o alto contenido de humedad, pueden absorber la energía de irradiación, la cual es convertida en vibraciones moleculares, éstas producen calor que puede causar un comportamiento anormal de los organismos vivientes, especialmente de los insectos.

La desventaja de las microondas estriba en que ellas tienen una penetración muy limitada. Por otra parte, entre los objetos a tratar no debe haber metales, porque la gran cantidad de calor generado puede causar calcinaciones. Por consiguiente, en el caso de documentos antiguos muchas tintas que poseen cargas metálicas, pueden verse afectadas.

La efectividad de este método depende de la frecuencia de irradiación, de la intensidad del campo eléctrico, de la especie de insectos y estadio de desarrollo, así como de las condiciones ambientales. Considerando los posibles daños a los materiales tratados con microonda, la producción de calor es el mayor problema.

En aire seco y temperaturas superiores a 100°C , las fibras de lana comienzan a perder humedad, sufren amarillamiento y se descomponen. La madera y las pieles pueden sufrir calcinaciones y quemaduras. También se producen daños por ablandamientos de adhesivos y volatilización de resinas.

ATMÓSFERAS TRANSFORMADAS

Como tratamiento alternativo a los fumigantes tradicionalmente utilizados, algunos países han desarrollado sistemas de desinsectación de bienes culturales utilizando atmósferas transformadas con bajo contenido de oxígeno.

Para ello se han utilizado gases inertes, argón, helio, nitrógeno y mezclas de gases, aplicados en un sistema herméticamente cerrado en cuyo interior se ha depositado el objeto infestado. El control adecuado de factores ambientales (temperatura, humedad y concentración de oxígeno) permite eliminar por completo poblaciones de insectos destructores habituales de colecciones históricas.

La aplicación de este sistema no tóxico de desinsectación, permite la salvaguarda de las normas internacionales en materia de protección del medio ambiente y de prohibición del uso de insecticidas de alto riesgo. De ellos, han sido desarrollados diferentes tipos de tratamientos de desinsectación: En atmósfera de nitrógeno, de argón, de dióxido de carbono y mezclas de gases.

Para ello fueron utilizadas varias especies de insectos comúnmente encontradas en museos, en sistemas de bolsas de plástico.

Dentro de cada bolsa de plástico se deposita un termohigrómetro para controlar la humedad relativa y la temperatura durante el tratamiento y un absorbente de oxígeno (Ageless^(R)) que facilitará el descenso de este componente atmosférico. La bolsa de plástico lleva instalada una válvula por donde penetra el gas inerte y otra válvula de salida de mayor sección. El gas se introduce en la bolsa con una presión suave de 1 l/min. aproximadamente, estableciéndose a través de ambas válvulas un barrido continuo que permite la sustitución del aire atmosférico por argón o nitrógeno. Se utiliza un analizador de oxígeno para tomar una muestra a través de la válvula de salida y conocer la concentración de oxígeno durante la purga de la bolsa. Al alcanzar esta concentración de oxígeno en el interior de la bolsa, se cierran herméticamente las válvulas. A continuación, la bolsa se mantiene en unas condiciones de estanqueidad durante un período de tiempo que irá en función de la temperatura, humedad relativa, naturaleza y tamaño de la obra y tipo de insecto aislado.

En el caso de los coleópteros más frecuentes, anóbidos, una concentración de oxígeno inferior al 0.05% indicará que a partir de ese momento la mortalidad de los insectos comenzará a ser efectiva.

El gas nitrógeno es más asequible que el argón para desinsectar. No obstante, este último tiene otras ventajas adicionales: a) Es más estable, b) algunos fabricantes someten el gas argón a un control de calidad más riguroso que el nitrógeno, por lo que se suministra con mayor grado de pureza, c) se ha demostrado que ciertos coleópteros, cerambícidos, alcanzan una mayor mortalidad completa en menor tiempo cuando se exponen a una atmósfera de argón.

Este sistema de desinsectación, aplicado como sistema dinámico continuo, puede ser útil para el secado de objetos que han sufrido inundaciones. En este caso, la ausencia de oxígeno evitará oxidaciones de las tintas, de elementos metálicos, de las encuadernaciones y el crecimiento de agentes biológicos en los materiales.

En caso de desinsectar objetos delicados, (pergaminos, cueros, papel con miniaturas policromadas), expuestos a altas humedades es conveniente humidificar previamente el gas que va a entrar en las bolsas o burbujas para ser utilizado en los tratamientos. Con ello, se evitarán descensos bruscos de la humedad relativa en el interior de las bolsas durante la purga con gas.

Cuando se utilicen bolsas de tamaño superior a 2 X 2 metros, es aconsejable realizar previamente una suave succión del aire atmosférico en el interior de la bolsa por medio de una bomba de vacío. Posteriormente se inyectará el gas, con ello se requerirá un menor consumo del mismo. Actualmente, para tratamientos que requieren un alto consumo de gas se recomienda la adquisición de un generador de nitrógeno.

Los resultados obtenidos en coleópteros expuestos a gases inertes indican, que comparativamente las atmósferas de argón son más eficaces que las de nitrógeno para los procesos de desinsectación. En este último caso es necesario utilizar tratamientos de más larga duración para alcanzar una mortalidad completa de las especies investigadas.

La mortalidad de los insectos tratados es estrictamente dependiente de la temperatura, de la humedad relativa, de la

concentración de oxígeno, del tipo de insecto y de la fase de su ciclo biológico.

Una concentración de oxígeno de 500 ppm se considera óptima para erradicar insectos xilófagos, incluyendo aquellas especies como *Hylotrupes bajulus* resistente a atmósferas con bajo contenido en oxígeno.

En todos los tratamientos con atmósferas transformadas se ha comprobado que un incremento de la temperatura y una disminución de la humedad relativa acorta drásticamente el tiempo necesario para eliminar el 100% de los insectos. Valentín y col., 1992 demostraron que en el caso del gas argón es necesario 14 días a 40% de HR y 0.03% de oxígeno para obtener una mortalidad completa de *H. bajulus* a 20°C. No obstante, a 30°C solo se necesitan 7 días de tratamiento para eliminar el 100% de estos insectos expuestos al gas.

Otras especies menos resistentes a las bajas concentraciones de oxígeno como *A. punctatum*, *X. rufovillosum* y *L. brunneus* requieren de 3 a 6 días de exposición a 20°C y 0.03% de oxígeno. Para estas especies solo se necesitan de 2 a 4 días de tratamiento con argón cuando la temperatura es de 30°C.

Por el contrario, **en el caso de tratamientos con atmósferas de nitrógeno se requieren períodos de exposición más largos. Para *H. bajulus* se necesitan 10 días de exposición a 30°C y 40% de HR.** Cuando la temperatura desciende a 20°C es necesario prolongar el tiempo de tratamiento hasta 20 días. Un comportamiento similar ha sido encontrado en el caso de especies pertenecientes a las familias Anobiidae, Lyctidae y Dermestidae. Dentro de los anóbidos analizados *L. serricorne* ha resultado ser el más resistente a las atmósferas transformadas.

Las atmósferas de dióxido de carbono han resultado ineficaces para la desinsectación de materiales históricos. Con este tratamiento todas las muestras analizadas mostraron una baja mortalidad de *H. bajulus* expuestos a CO₂. Para eliminar el 100% de las poblaciones de los insectos estudiados es necesario utilizar alta temperatura y largo tiempo de exposición, 25 días a 40% HR y 35°C. **No obstante, un incremento de un 5% en la concentración de dióxido de carbono en el aire implica un aumento de la capacidad de respiración de un 300% para los insectos, provocando muerte por asfixia.** Por consiguiente, un tratamiento previo con CO₂, seguido de una

aplicación de gas inerte acorta significativamente el tiempo necesario para alcanzar una total erradicación permite eliminar por completo poblaciones de insectos destructores habituales de colecciones históricas.

La aplicación de este sistema no tóxico de desinsectación, permite la salvaguarda de las normas internacionales en materia de protección del medio ambiente y de prohibición del uso de insecticidas de alto riesgo.

Diferentes análisis han mostrado que larvas tratadas con argón, nitrógeno y dióxido de carbono sufren una pérdida significativa de peso producido por una desecación de la larva, como consecuencia del efecto del flujo y naturaleza del gas. Dicha pérdida de peso se acentúa en larvas expuestas a argón.

Otro de los sistemas investigados ha sido la aplicación de gases inertes en cámaras de fumigación convencionales, obteniéndose resultados satisfactorios utilizando 30°C, 50% de HR, una concentración de oxígeno menor del 0.1% y 5 días de tratamiento. En estas condiciones se logra eliminar por completo todos los Coleópteros analizados, incluyendo *H. bajulus*. En el caso de insectos pertenecientes a la familia Anobiidae, solo son necesarios 3 días de tratamiento.

La optimización del uso de cámaras se ha conseguido realizando un vacío inicial para evacuar el aire. Posteriormente, el gas se inyecta a 0.5 atmósferas de presión. Para una cámara de 7 m³ de capacidad, se requiere repetir este proceso al menos dos veces para obtener la concentración de oxígeno deseada. No obstante, una de las limitaciones de las cámaras de fumigación de gran capacidad es el costo del volumen total del gas empleado.

La mortalidad de insectos expuestos a atmósferas de argón o nitrógeno en cámara de fumigación es muy similar.

Tratamientos prácticos de desinsectación de colecciones históricas con argón

Un examen riguroso de materiales bibliográficos (papel y pergamino) de archivos ubicados en diferentes regiones climáticas del área mediterránea, ha puesto de manifiesto que la mayor frecuencia de especies de insectos xilófagos aislados corresponden a las familias Anobiidae, Lyctidae y Dermestidae.

Las condiciones óptimas para desinsectar los objetos celulósicos y proteicos se establecen en función del tamaño y naturaleza del objeto, del tipo de insecto y de las condiciones ambientales en las salas de exposición. Para alcanzar una mortalidad del 100% en insectos presentes en cueros y pergaminos infestados se requieren una temperatura de 25°C, un 50% de HR y 15 días de exposición al gas inerte para ser desinsectados. El menor tiempo requerido para eliminar poblaciones completas de insectos pertenecientes a la familia Anobiidae en libros y legajos es de 6 días a 30°C y 40-45% de HR.

Comparativamente los tres tipos de gases utilizados argón, nitrógeno y dióxido de carbono producen cambios similares de humedad relativa en el interior de las bolsas de plástico o burbujas durante los tratamientos. Asimismo, se ha observado que cuando se purga una burbuja con gas seco la humedad relativa desciende un 5-6% con relación a la del exterior. Cuando se mantiene un sistema estático de exposición al gas inerte, la humedad en el interior de la burbuja aumenta un 4-5% con relación al medio ambiente. No obstante, cuando la HR ambiental es excesivamente elevada, superior al 80%, un flujo continuo de gas produce un descenso brusco de dicho parámetro en el interior de la burbuja que puede llegar a ser del 25% menos con relación a la del ambiente. Por este motivo, es importante utilizar gas previamente humidificado en casos de materiales delicados, almacenados en archivos donde existan altas humedades ambientales.

Atmósferas transformadas para el control de microorganismos

Investigaciones previas han demostrado que **la aplicación de atmósferas transformadas con baja humedad relativa (50-43%) y bajo contenido en oxígeno (0.1-0.5%) produce un significativo decrecimiento del desarrollo de los microorganismos aerobios inoculados sobre papel.**

También se ha observado que el efecto de la exclusión de oxígeno no es tan drástico, en la actividad biológica, como el efecto de la bajada de humedad, pero fue significativa en todas las muestras de papel inoculadas con hongos y bacterias aerobias.

Se ha comprobado que la presencia de hongos anaerobios en el papel es altamente infrecuente. Por el contrario, las bacterias anaerobias son contaminantes habituales de pergaminos, cueros y momias. En este caso es necesario

considerar que estas bacterias requieren unos porcentajes de humedad incluso mayores que las bacterias aerobias para su desarrollo. Por tanto, el método más eficaz para detener su actividad biológica es la reducción de la humedad relativa.

Estudios recientes han puesto de manifiesto que el descenso del crecimiento microbiano es muy similar a 35-40-50% y 55% de HR. Por consiguiente, no se requiere un descenso excesivo de la humedad ambiental para disminuir la contaminación microbiológica.

Investigaciones realizadas utilizando poblaciones heterogéneas de microorganismos expuestas a marcadores radioactivos, han revelado que un descenso de HR del 95% al 45% y un contenido de oxígeno del 0.1% produce una parada de la actividad biológica de microorganismos celulolíticos en solo 8 horas de tratamiento.

Métodos térmicos: Congelación y calentamiento

Son varios los factores que hacen atractivo el uso de métodos térmicos para el control de plagas y microorganismos en objetos y colecciones de varios cultural.

Entre sus ventajas podemos mencionar que pueden ser llevados a cabo en condiciones naturales o mediante una amplia gama de alternativas tecnológicas y el costo de aplicación puede ser reducido; no obstante, pueden provocar riesgos para algunos tipos de objetos.

Congelación

El término congelación es utilizado como sinónimo de bajas temperaturas. La congelación es utilizada para la conservación de alimentos, en tanto que el secado por congelación es empleado para el control de insectos en objetos y colecciones de valor cultural.

La reducción de la temperatura disminuye la velocidad de los procesos vitales. Consecuentemente son inhibidas la actividad y el desarrollo de los organismos.

A 15° C el metabolismo de la mayoría de los insectos disminuye. Temperaturas inferiores tienen un efecto letal sobre los insectos. No obstante, existen excepciones; algunos insectos pueden sobrevivir a bajas temperaturas durante mucho tiempo. Como vía de protección ellos pueden adaptar su

metabolismo. Los insectos adultos son sensibles a estos métodos, pero las larvas y los huevos son más difíciles de erradicar.

Las estructuras vegetativas de los hongos también son eliminadas a bajas temperaturas. Muchas especies de *Aspergillus* y *Penicillium* no pueden desarrollarse a 5°C, pero las esporas pueden permanecer viables durante mucho tiempo sin ser exterminadas. Los resultados a obtener con la utilización de este procedimiento dependen del tiempo que el material sea expuesto a las bajas temperaturas, del nivel de enfriamiento aplicado y de la cantidad de material a desinfectar.

La congelación provoca daños en las células y tejidos de los organismos vivientes por formación de cristales intra, inter y extracelulares. También ocasiona desnaturalización de las estructuras terciarias y cuaternarias de las proteínas, dehidrogenación de los ácidos grasos y depolimerización de algunas estructuras celulares.

La madera muestra un encogimiento reversible de un 0.1% radialmente y de un 0.3 % tangencialmente, debido a contracciones termales. Esta variación puede ser compensada por la absorción de agua durante el enfriamiento.

Los textiles y las fibras muestran un incremento en la resistencia, pero no efectos adversos. Los únicos materiales que tienden a hacerse quebradizos son los cloruros de polivinilos (PVC) y las resinas epóxicas debido a las modificaciones del polímero amorfo.

Calentamiento

Las temperaturas elevadas tienen efectos letales sobre los insectos y microorganismos debido, fundamentalmente, a la inactivación de biopolímeros esenciales, por los que disminuye la actividad biológica.

La esterilización por calor, aire caliente o vapores es muy utilizada para conservar alimentos y para desinfectar equipos médicos. Estos procedimientos, generalmente, son realizados en autoclave a una presión controlada.

El poder de penetración del aire caliente es elevado, pero el proceso de transferencia es lento, por lo que se requieren largos tiempos de tratamiento. Largas exposiciones a elevadas temperaturas pueden ocasionar efectos adversos sobre

numerosos materiales, ya que el calor acelera todos los procesos, incluyendo los oxidativos y los del envejecimiento. Por ello, los materiales en los cuales los ésteres pueden ser hidrolizados no deben ser esterilizados por vapor.

Para el control de insectos y microorganismos en objetos y colecciones de valor cultural este procedimiento no es aplicable, por los daños que ocasiona a la mayoría de las colecciones. La fusión de algunos materiales es un riesgo obvio; las resinas, barnices y adhesivos comienzan a reblandecerse, las reacciones del deterioro se aceleran a temperaturas elevadas; las pieles, maderas y textiles sufren cambios dimensionales irreversibles y el papel se torna amarillo y quebradizo.

Control biológico

En la agricultura y la horticultura han sido realizadas muchas investigaciones relacionadas con la posibilidad de controlar plagas de insectos por métodos biológicos.

Las ventajas estriban en que no ocasiona daños ni al hombre ni al ambiente, actúan contra una especie específica y son inocuos a otros organismos.

La principal desventaja es su escasa eficacia al no erradicar completamente las plagas.

En el contexto de los bienes culturales, son necesarios estudios más profundos, que permitan demostrar la aplicabilidad de este procedimiento para tales propósitos.

La aplicación de feromonas constituye un método no tóxico de control que está siendo bastante investigado. Son sustancias volátiles secretadas en pequeñas cantidades por los mismos insectos. Estas sustancias, son muy específicas e intervienen en el apareamiento atrayendo al sexo contrario, desde largas distancias. También actúan induciendo el comportamiento de machos y hembras durante el apareamiento.

En general las feromonas las produce un solo sexo, aunque dependiendo de las especies, pueden ser fabricadas por ambos. Actualmente las feromonas son sintetizadas químicamente y se utilizan como atrayentes sexuales. Suelen aplicarse en trampas para atrapar el mayor número de insectos, erradicándolos posteriormente, con un insecticida.

Otra alternativa consiste en saturar la atmósfera con feromona para que el insecto se acostumbre al estímulo y no desencadene la respuesta del apareamiento. El principal inconveniente que presentan es que su eficacia depende de las condiciones ambientales. Asimismo, hay que considerar que el comportamiento de muchos insectos no solo depende del estímulo olfativo; la luz, la humedad, las vibraciones, son factores que actúan de forma determinante sobre las conductas de las especies.

Con relación a la competencia entre las especies, puede indicarse que los nemátodos han sido utilizados en la acción contra los insectos devoradores de la madera. La utilización de suspensiones bacterianas y virales para la desinfestación de habitaciones y edificios en lugar de insecticidas, parece tener muchas desventajas. Los hongos patógenos no parecen ser útiles en el control de insectos y hongos en objetos de valor cultural. Aún es necesario que sean realizadas más investigaciones sobre la eficacia y posibles efectos de las suspensiones sobre los materiales y sobre la posible acción profiláctica que los residuos de esos materiales biológicos puedan ejercer sobre los insectos y hongos.

Métodos tradicionales

Los métodos tradicionalmente utilizados para la desinfección son: el calentamiento, la succión, la aplicación de repelentes, el sellado y otros. En general ellos tienen pobre efectividad, pero son de uso preventivo. Los tratamientos que más se aplican son 160°C durante 120 minutos, 180°C durante 30 minutos (ambos tienen efecto bactericida), 60°C durante una hora, el cual tiene acción insecticida y 40°C durante 4 horas, el que tiene poder polilicida. Los procedimientos que utilizan el incremento de temperatura bajo condiciones de sequedad no son recomendables con estos propósitos.

La succión es útil para eliminar micelios fúngicos, con el auxilio de una aspiradora de baja potencia.

La principal desventaja de la succión está relacionada con los riesgos que corren los materiales, los cuales pueden ser dañados por pérdida de algunas porciones durante el tratamiento. Es necesario proceder cuidadosamente para que las esporas no sean diseminadas. Para el tratamiento de libros y documentos este procedimiento es muy recomendado.

La selladura o lacrado es un procedimiento más reciente. Los libros son aspirados y encapsulados con plásticos de barrera de baja permeabilidad. En este caso, el aire en el interior podría ser extraído.

Para mejorar la conservación de los objetos se depositaría en el interior del encapsulado un absorbente de oxígeno Ageless que evitaría procesos de oxidación y desarrollo de insectos. No se conoce mucho acerca de las reacciones que ocurren en los soportes, pero se sabe que puede ser aplicado con mejores resultados después de la desacidificación del papel, para protegerlo de la autodestrucción. Debe tenerse en cuenta el efecto que puede tener el envejecimiento del plástico. Ha sido aplicado con buenos resultados en cintas de películas.

En resumen podemos hablar de muchas alternativas para el control del biodeterioro en objetos y colecciones de valor cultural.

Cuando se trata de solucionar este problema en edificios, muros y patrimonio inmueble, las alternativas son pocas y este fenómeno ha sido muy poco estudiado. Con estos propósitos se recomienda:

- Control climático y adecuación del entorno: Si es posible reducir la humedad, modificar la temperatura para no permitir el crecimiento de microorganismos o cambiar el grado de insolación de un monumento, estaremos modificando las condiciones ambientales requeridas para el desarrollo de agentes biológicos en un determinado Ecosistema Monumento.
- Métodos Físicos: Más agresivos que los anteriores son los métodos físicos directos como la radiación UV que afecta el material genético de los microorganismos e impide su desarrollo, las microondas que actúan destruyendo sus mecanismos de membrana, el láser o los choques eléctricos, de los que conocemos sus efectos, etc.
- Métodos mecánicos: Son menos sofisticados que los anteriores, pero, no por ello menos efectivos. Consisten en la limpieza del monumento, bien sea con espátula, cepillo o agua a presión.

- Métodos biológicos: Consisten en la inoculación de los microorganismos competidores con los moradores primitivos, la inoculación de antibióticos o enzimas que actúen sobre los gérmenes invasores y los destruya. En algunos casos se ha podido ver que los efectos buscados no son los deseados.
- Métodos químicos: Se trata de la utilización de sustancias químicas que eliminan los agentes bióticos. De estas sustancias existen diferentes tipos, en dependencia del organismo que se pretenda eliminar (funguicidas, bactericidas, liquenicidas, herbicidas, microbicidas, etc.). Se trata de un método bastante utilizado, pero para que sea útil con los biocidas que cumplan con una serie de características, entre ellas:
 - . Alta efectividad, para un amplio rango de especies.
 - . No debe ser tóxico para el personal que lo aplique.
 - . No debe contaminar la atmósfera.
 - . Debe ser insoluble en agua.
 - . Debe ser de fácil aplicación.
 - . No debe alterar ni reaccionar con la piedra.

No siempre es posible encontrar el método idóneo, pues depende del tipo o tipos de organismos presentes, así como del tipo de piedra o materiales sobre los cuales deberá ser aplicado. Cada caso requiere un tratamiento específico.

Ninguna solución es buena o mala, todo depende de la situación concreta, de las posibilidades, del estudio previo que se haga y especialmente de la estrategia que nos tracemos.

TEMA 5: LA CONSERVACION PREVENTIVA COMO ALTERNATIVA: NUEVAS CONSIDERACIONES

CONSIDERACIONES GENERALES

En los últimos años existe un gran interés por el patrimonio cultural y su preservación, debido al incremento del número de objetos y materiales a conservar, así como a la proliferación y dispersión de las instituciones que atesoran bienes culturales, las que tienen el compromiso social de legarlas a las futuras generaciones.

La perdurabilidad de los bienes culturales está íntimamente relacionada con su preservación física y con su integridad funcional. Para lograr conservar una obra manteniendo sus características originales, solo existen dos posibilidades: la prevención y la restauración.

La prevención es el modo más eficaz de evitar la degradación química, física y biológica de los bienes culturales; es de aplicación constante. Pero cuando a pesar del trabajo preventivo se produce el deterioro, queda como única alternativa la restauración.

Prevención y restauración son dos procesos complementarios, en los que la participación de las medidas curativas dependen de la eficacia de los métodos preventivos.

Cada día aumentan los conocimientos sobre nuevos procedimientos que permiten realizar un trabajo preventivo. Resulta indiscutible la gran utilidad de las investigaciones de los laboratorios en el estudio de métodos científico-analíticos para el examen y preservación del patrimonio cultural. Está demostrado el papel de la ciencia al servicio de la cultura, lo cual constituye el fundamento de la conservación moderna.

La conservación en nuestros días enfrenta nuevos problemas y objetivos más complejos, que constituyen metas superiores, especialmente por el gran volumen de materiales a conservar y los escasos recursos disponibles, lo que exige nuevos enfoques.

Hasta hace poco tiempo la Conservación estaba dedicada casi exclusivamente al cuidado de objetos individuales.

Reparar o restaurar un objeto era función principal del conservador.

Los conservadores eran formados con la idea de conservar cada obra como un objeto único, teniendo como meta su restauración y estabilización, ubicándolo posteriormente en un ambiente controlado que retrasara su envejecimiento natural.

Las obras de arte, los objetos y los documentos antiguos, así como algunas piezas arqueológicas, generalmente son preservadas de esa forma, incluso en la actualidad.

Los objetos históricos y etnográficos, así como algunos fondos de archivos que se han considerado como reemplazables, son frecuentemente manipulados a través de limpiezas y reparaciones, las que son realizadas por el conservador y el personal encargado de su custodia. Este mismo error, ha sido cometido en los museos que guardan colecciones de historia natural, con respecto a las cuales, se ha considerado que un ejemplar de una especie puede ser sustituido por otro, ilimitadamente. En este caso, el personal encargado de las exhibiciones es el responsable del cuidado de las piezas que se exhiben, de su renovación y restauración.

Aún cuando existe un laboratorio o departamento de conservación en la institución, no se ha brindado la atención adecuada a las grandes colecciones, lo que ha provocado graves problemas en el campo de la conservación.

Hoy en día, las exigencias de la conservación no pueden ser satisfechas con este estilo de trabajo. Cada vez proliferan más el número de museos, sitios arqueológicos, cuevas, lugares a cielo abierto e instituciones con sus propios problemas y necesidades de preservación, por lo que no es posible concentrarse en piezas individuales, lo cual limita el cuidado de las colecciones. Aún las instituciones generosamente dotadas, no tienen ni los recursos financieros, ni el personal necesarios para atender individualmente cada objeto.

A esto habría que agregar, que en los últimos años, los problemas de conservación del patrimonio mueble han crecido, debido al incremento del número de colecciones, a su dispersión, a la falta de una política práctica y sistemática de vigilancia, mantenimiento y restauración, a la carencia de personal cualificado y a la escasez de recursos.

Para las instituciones con menos presupuesto, el apoyo a cualquier programa de conservación sigue siendo una consideración de un orden inferior. Por lo tanto, para que nuestro patrimonio pueda sobrevivir, deberá ser cuidado y preservado colectivamente más que de forma individual.

Todo lo antes expuesto, ha modificado el punto de vista sobre la conservación, tradicionalmente utilizado, dando un enfoque más amplio, que tiende hacia el cuidado preventivo de las grandes colecciones. Para el conservador esto significa crear formas de prevenir y retardar el deterioro a través del control del medioambiente.

La conservación preventiva puede ser definida como cualquier medida encaminada a evitar o reducir las causas potenciales de daños. Se fundamenta en el cuidado preventivo de las colecciones, en la investigación y en el no-tratamiento. A diferencia del sentido tradicional, ya no se centra en los objetos, sino que su campo de acción preferente es el entorno, los lugares o espacios donde se encuentran las obras, el comportamiento de las personas y el trabajo que se realice.

En términos prácticos, el almacenamiento y administración de las colecciones, incluyendo la planificación para emergencias, constituyen elementos básicos de un programa de conservación preventiva.

El desarrollo de un verdadero programa de este tipo requiere mayor atención preventiva y menos restauración; también precisa de la investigación, de un elevado nivel de formación y concienciación, de una amplia divulgación, así como de una adecuada concertación institucional. Es decir, que para que un programa de conservación preventiva sea efectivo, deberá contemplar: atención preventiva, tratamientos apropiados e investigación.

La atención preventiva tiene como primer objetivo evitar el deterioro de las colecciones por medio del control ambiental. Sobre ello, ya han sido encontradas muchas soluciones, especialmente, en cuanto a los efectos del ambiente sobre las obras en exhibición, las que son extrapolables a otros grupos de colecciones. También ha sido investigado el efecto del ambiente de los depósitos en el almacenamiento de algunos tipos de colecciones, lo que ha permitido la producción de materiales así como los diseños de

armarios y estanterías más apropiados para la conservación de grandes cantidades de objetos.

La investigación es una herramienta fundamental. Ella permite conocer los problemas concretos que presentan las colecciones, las características del medio ambiente, hacer los diagnósticos correspondientes y proponer las medidas precisas que deberán ser aplicadas en cada caso.

La formación y capacitación son aspectos básicos, ya que brindan los elementos técnicos requeridos para acometer estos trabajos, contribuyen a elevar el nivel de conciencia sobre el problema y ofrecen la información necesaria sobre las especificidades de las colecciones, así como las prioridades de las instituciones en sentido técnico, político y económico. Esto exige algunos conocimientos sobre diferentes disciplinas de las Ciencias Naturales, así como de un trabajo multi e interdisciplinar. A esto habría que agregar que los elevados costos de tratamientos e intervenciones pueden ser minimizados.

También resulta importante el desarrollo de guías y directrices para llevar a cabo esta tarea. Existen varias publicaciones que han contribuido en este sentido, que han permitido definir los objetivos esenciales de preservación de las colecciones y que han facilitado establecer los planes necesarios y pautas a seguir.

Para llevar a cabo un plan de conservación preventiva es fundamental diseñar y establecer una estrategia de trabajo objetiva en las instituciones, encaminada a la protección de las colecciones a su cargo. Dicha estrategia también implica la aplicación del concepto de la responsabilidad compartida así como la inversión de tiempo y recursos.

En otras palabras: **la conservación preventiva incluye, no solo el control ambiental, sino también el sistema óptimo de exhibir y almacenar los objetos constituyentes de las colecciones, el desarrollo de directrices, guías y procedimientos para proteger las colecciones en los almacenes o durante su uso y exhibición, la concienciación y formación de todo el personal de la institución, así como el desarrollo de proyectos cooperativos.** Estas actividades deben ser ejecutadas en forma armónica y sistemática en cada centro.

En la actualidad, no se concibe la existencia de un archivo, una biblioteca o un museo que no tenga establecido su

programa de conservación preventiva. Aún las instituciones más pequeñas y con los presupuestos más bajos deben conformar su plan a largo plazo. Dicho plan deberá ser elaborado sobre la base de los objetivos concretos de cada institución, teniendo en cuenta la situación y características de las colecciones atesoradas, así como sus posibilidades y necesidades presentes y futuras.

ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA LA MODIFICACION DEL AMBIENTE

No hay duda que la prevención es mucho más fácil cuando la institución está sujeta a un control ambiental, pero los medios técnicos necesarios para la instalación y mantenimiento de estos equipos, generalmente resultan muy costosos. Una alternativa podría ser la modificación del medio ambiente, aunque esta también precisa de algunas inversiones. De todos modos, existen algunas posibilidades para la modificación del ambiente de los edificios, las que pueden coadyuvar a mejorar las condiciones de preservación de las colecciones.

Lo ideal sería poder participar en el diseño del edificio que será destinado para archivo, biblioteca o museo y que el mismo esté provisto de los mecanismos para el control ambiental. Lamentablemente, en la mayoría de los casos no sucede así, por lo que el análisis se centrará en las reformas de edificios ya existentes y en aquellos que no posean dichos elementos.

Los problemas relacionados con las características medio ambientales de una edificación deben ser previstos y tomados en cuenta desde la fase de planificación y proyección de la obra. Construir un edificio con la idea de que los mecanismos para el control de su medio ambiente serán incluidos en algún momento, no es una solución satisfactoria. Es muy probable que esos dispositivos previstos para el futuro y el edificio así proyectado no resulten adecuados, ni para los usuarios, ni para las colecciones. Los techos bajos y los ambientes cerrados resultan no confortables en el trópico.

Por otra parte, en un edificio diseñado para aprovechar la aireación natural resulta prácticamente imposible y costosa la instalación de este tipo de sistema. Resulta muy importante tomar en consideración el tipo de clima y microclima de una zona o región a la hora de proyectar la construcción de un edificio con los propósitos antes mencionados.

Modificación del ambiente interior de edificios

Ubicación del edificio

Las características de las diversas zonas climáticas son importantes en la determinación de los requisitos que debe cumplir un nuevo edificio o los mejores métodos para modificar el medio ambiente en otro ya existente deberán ser aplicados.

En los climas de bosque tropical húmedo, donde las condiciones son relativamente uniformes durante todo el año y en general las temperaturas son sumamente altas, (inferiores a 32°C) y los vientos son débiles o inexistentes, se deberá procurar mejorar la aireación y reducir la humedad relativa.

En los climas monzónicos, en los que los vientos son más fuertes, estos pueden ser aprovechados para mejorar la ventilación y la circulación de aire; deberá dedicarse más recursos a reducir la humedad relativa, especialmente, durante los meses de lluvia.

En las sabanas tropicales, en las que existen tres estaciones bien diferenciadas, serán necesarios sistemas más complejos. Durante las estaciones de sequía y calor, el polvo y la tierra constituirán un gran problema; de ser posible, deberá cerrarse el edificio para protegerlo del polvo durante esa época y al mismo tiempo mantener un nivel de aireación suficiente para impedir que la temperatura aumente en el interior. Debido a los problemas que representan las altas temperaturas, el polvo y la desecación, probablemente la climatización constituya una buena alternativa para el mantenimiento de las colecciones. No deben ser escatimados esfuerzos para impedir las fluctuaciones de la humedad relativa entre las estaciones.

Construcción del edificio y su modificación ambiental

La temperatura y la aireación pueden ser modificadas con la introducción de reformas en los edificios, en tanto que la humedad relativa, solamente puede sufrir modificaciones indirectas utilizando de forma eficaz la ventilación natural o con un control tecnológico.

Temperatura del edificio

Las paredes que dan al este y al oeste y reciben el sol de la mañana y parte del de la tarde con toda intensidad,

deben ser protegidas y aisladas para que ese calor no se transmita al interior del edificio.

El tejado expuesto al sol del mediodía, deberá reflejar el calor; además deberá existir un ático o espacio de ventilación, directamente debajo del tejado que lo aisle del interior del edificio.

La doble pared es un medio excelente para el aislamiento de los edificios en el trópico. El aire es un aislante eficaz e impide que el calor pase desde las paredes externas hacia las internas. En muchos lugares del trópico los bloques de cemento huecos son un elemento básico de la construcción. Una construcción con doble pared es más eficaz, aunque resulta también muy costosa. Este tipo de construcción es utilizada eficazmente en los climas templados, donde debido a los niveles extremos de frío y calor, el costo de los mecanismos de control ambiental constituyen una consideración de primer orden.

El llamado "brise-soleil" es una variación de la doble pared. Este puede formar parte del edificio o anexarse a la fachada de edificios ya existentes. Aunque no es tan eficaz, amortigua el resol exterior al absorberlo. También reduce el nivel de luminosidad dentro del edificio, al proteger las ventanas, de modo que estas pueden permanecer abiertas, incluso durante la estación de lluvia. Este panel puede cubrir toda la pared, parte de ella, o en algunos casos solo las ventanas, aunque los de este último tipo son menos eficaces para evitar el calentamiento por irradiación.

La protección de las paredes expuestas a la irradiación solar puede mejorarse mediante el sombreado, el enjardinamiento con árboles y arbustos apropiados. La prolongación de aleros y la instalación de toldos exteriores también pueden reducir el calentamiento interior del edificio. Asimismo, la utilización de persianas interiores, cortinas y celosías, puede reducir la transmisión de calor a través de los vidrios.

Debido a que el vidrio transmite e intensifica el calor, en los climas tropicales, los grandes ventanales pueden provocar aumentos considerables de la temperatura interior, aunque por razones estéticas, se ha optado por ellos en muchos edificios. Los paneles ultravioletas y termo absorbentes son eficaces para reducir el calor y las radiaciones

ultravioletas, sin dificultar la visibilidad, ni reducir excesivamente la luminosidad.

Los techos altos son una característica común en los edificios más antiguos del trópico y un medio eficaz para que el calor sea distribuido dentro del edificio. El aire caliente asciende y puede ser expulsado hacia el exterior mediante ventiladores de techo o ventanas abiertas directamente debajo del alero.

Ventilación del edificio

En general, en los climas tropicales, los edificios deben ser orientados de forma tal que se aprovechen todos los vientos y estar concebidos de manera que exista ventilación en ambos sentidos y en todas partes. Incluso, en los edificios diseñados para utilizar la ventilación natural, será necesario contar con sistemas auxiliares de ventilación mecánica, considerando las épocas en las que la intensidad del viento sea reducida.

La ubicación de las ventanas constituye uno de los medios principales para lograr una adecuada circulación del aire, una vez determinada la orientación del edificio. Una sola ventana no sirve de nada desde el punto de vista de la ventilación interior. Si fuera necesario hacer reformas, los mejores resultados se obtienen abriendo ventanas en paredes opuestas, para lograr una aireación en ambos sentidos.

Las ventanas apersianadas permiten lograr una excelente aireación, pero plantean dificultades cuando se trata de hacerlas invulnerables a la lluvia y a los insectos.

Si en el edificio ya existente los techos son altos, la instalación de ventiladores suspendidos es una inversión excelente.

Estos, utilizados conjuntamente con ventiladores de pie o extractores de aire pueden brindar una circulación de aire adecuada, a un costo relativamente bajo.

Reformas dentro de los edificios

Además de las reformas estructurales de los edificios, también pueden ser modificados los locales donde se encuentran las colecciones, así como los destinados al almacenamiento.

Ubicación de los locales

En caso de que el edificio en cuestión tenga uno o más sótanos, deberá evitarse la utilización de esas áreas para colocar estantes o guardar las colecciones de reserva, ya que la humedad del terreno puede filtrar a través de las paredes. Por otra parte, en esos locales resulta difícil mantener una aireación adecuada, lo que originará un aire húmedo, cálido y estático. Incluso, si no se utilizan las zonas subterráneas para almacenar los materiales, las paredes y los pisos deberán ser aislados lo más herméticamente posible, para impedir que la humedad relativa se eleve dentro del resto del edificio. Será necesario practicar inspecciones frecuentes en esos locales para determinar los posibles focos de problemas existentes en ellos. También es importante evitar la existencia de habitaciones interiores cerradas.

Disposición de los estantes

Los estantes no deberán ser colocados directamente contra las paredes exteriores, puesto que es el punto donde habrá mayor transferencia de calor y humedad, lo cual limitará la circulación del aire. Estos serán mejor ubicados dejando una separación de 20-50 centímetros de la pared; de esta forma se evitará la formación de microclimas. Es importante que sean dispuestos paralelamente a la corriente de aire; nunca serán interpuestos a la ventilación procedente de las ventanas o de los ventiladores. No deberán tener fondo y preferentemente, ser móviles. Los compactos, a pesar de sus ventajas, no son convenientes en el trópico, ya que cuando están cerrados pueden crear microclimas.

Siempre que sea posible, deberán evitarse los armarios cerrados. Si fuesen necesarios para guardar fondos específicos, deberán ventilarse ambas caras, o crear dentro del armario un microclima favorable que contrarreste la humedad relativa elevada.

Modificaciones ambientales localizadas

Además de aprovechar las condiciones naturales de los edificios, existen diversos medios técnicos para modificar el ambiente en determinados puntos de los mismos.

En la mayoría de las colecciones existen materiales que merecen una protección especial. A ellos pertenecen las obras raras y valiosas y los objetos de especial importancia. Por

ello debe preverse un lugar muy especial donde estos materiales puedan ser almacenados con toda seguridad, en un ambiente casi ideal. En estos casos es posible realizar modificaciones ambientales localizada, sin que esta sustituya las de todo el edificio.

Vigilancia de las condiciones ambientales existentes

Antes de tratar de modificar las condiciones ambientales de un local determinado, es fundamental conocer la situación concreta existente, lo que presupone un estudio medio ambiental del edificio. En dicho estudio deben determinarse las condiciones climatológicas en diversos puntos del inmueble durante el día, así como en los diferentes meses y estaciones del año. También es necesario investigar otros parámetros ambientales, tales como iluminación, ventilación, contaminantes atmosféricos, biológicos y acústicos.

Normalmente, se realizan mediciones en diferentes puntos del edificio, de tal forma que se obtenga un resultado representativo del fenómeno. Los datos registrados por dichos equipos deben ser analizados y evaluados estadísticamente.

Los parámetros ambientales pueden ser determinados mediante monitores fijos no registradores y mediante equipos muy sofisticados. Actualmente se utilizan estaciones de monitoreo microambiental, para la recopilación de un amplio espectro de datos cuantificables sobre las condiciones ambientales.

Las estaciones solares autónomas de recogida de datos ambientales representan un avance sustancial sobre los dispositivos manuales. Están diseñadas para proporcionar información amplia y precisa, requerida para ser administrada apropiadamente sobre áreas geográficas determinadas. Con ellas es posible desarrollar estrategias de conservación preventiva. Poseen dispositivos electrónicos para la toma de datos, que permiten la recogida es estos a largo plazo.

Las estaciones de recogida de datos climáticos utilizan sensores fotoeléctricos que permiten la toma de mediciones de temperatura, precipitación pluvial, humedad relativa, condiciones del viento, concentración de humo y dióxido de carbono, así como índices de partículas sólidas en el aire. Además de proporcionar una amplia información sobre una variedad de parámetros ambientales, operan autónomamente durante las 24 horas del día y promedian sus lecturas a

intervalos preestablecidos. Estos equipos son independientes y requieren de un mantenimiento mínimo.

La selección de cada procedimiento está en dependencia de los recursos de que disponga cada institución. La adquisición y mantenimiento de estos mecanismos de vigilancia deben ser considerados como una inversión a largo plazo para el cuidado de las colecciones.

Climatización

La climatización o aire acondicionado designa la utilización de unidades mecánicas para refrigerar y filtrar el aire dentro de una zona de un edificio. Existen climatizadores de dos tipos: los de enfriamiento por formación de vapores y los de enfriamiento por agua helada.

El enfriamiento por formación de vapores es más sencillo y barato, aunque en general, no se adecua a las zonas donde la temperatura y la humedad relativa son elevadas todo el año.

Las unidades de refrigeración por agua helada comprenden un mecanismo de refrigeración que reduce la temperatura del aire y una unidad de calefacción que lo calienta antes que entre en la habitación. En los climas tropicales húmedos este sistema plantea problemas ya que se produce un incremento de la humedad relativa.

La climatización tiene como gran desventaja su alto costo. Una unidad de refrigeración puede costar el doble que un sistema de enfriamiento por formación de vapor y resulta considerablemente más caro, debido al alto costo de la energía. A veces, para reducir los costos de funcionamiento, algunos apagan el mecanismo de calefacción, lo cual produce serios problemas ambientales. Si se decide comprar e instalar este tipo de equipo, deberá ser adecuadamente utilizado.

Deshumidificación

Especialmente en los climas tropicales húmedos, la deshumidificación es un factor muy importante para el cuidado de las colecciones. Los procedimientos más comunes contemplan los desecantes mecánicos y las unidades mecánicas de refrigeración y calefacción.

Las unidades desecantes mecánicas que por lo general se usan en sistemas mayores de instalación fija, son muy

eficientes, relativamente fáciles de mantener y apropiados para las instituciones que tengan graves problemas de humedad durante todo el año. La deshumidificación por aire caliente no se adecua a los climas tropicales y resulta muy costosa.

El sistema más eficaz y económico para los climas cálidos es el de las unidades de refrigeración. La humedad se va eliminando de la atmósfera a medida que se condensa en un serpentín refrigerado. Las unidades portátiles funcionan según el mismo principio y requieren muy poco mantenimiento y energía.

Una de las principales ventajas de los sistemas de deshumidificación es que no necesitan de grandes obras para ser instalados. Incluso, los aparatos portátiles pueden dejarse en el lugar y deshumidificar correctamente.

Creación de microclimas en armarios y registros

En ciertos casos, podría ser necesario crear un microclima dentro del ambiente de un edificio mayor, ya sea por naturaleza de los materiales, por necesidad de proteger objetos valiosos, o por que se requiera sacarlos de un ambiente controlado a otro, donde no existan tales dispositivos. Evidentemente los materiales especiales, algunas obras, y documentos antiguos que se guarden en armarios, se prestan a la instalación de microclimas en los ambientes muy húmedos.

Los armarios metálicos cerrados, tienden a mantener la humedad, especialmente cuando no se les utiliza a menudo. Puede crearse un microclima favorable reduciendo artificialmente la humedad relativa.

Un microclima con poca humedad en un armario cerrado puede ser creado, utilizando desecantes que absorban la humedad de la atmósfera. Con este propósito pueden ser utilizados diversos productos. Entre los más comunes está el gel de sílice, el Nikka^(R) (también llamada Kaken gel en algunos países latinoamericanos) y el Art Sorb.

El gel de sílice antes de utilizarlo, hay que desecarlo para que elimine toda la humedad relativa, lo cual se logra calentando el material en un horno. Una vez regulado, el desecante puede ser colocado en los armarios, ya sea en una bandeja en la parte inferior o en pequeñas bolsitas de tela en los distintos cajones. Cuando el armario alcanza la humedad

deseada y se logra un equilibrio, será necesario regular el desecante menor frecuencia.

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE UNA INSTITUCIÓN:
LEVANTAMIENTO, ENCUESTAS Y FORMULARIOS

La conservación debe representar una de las actividades principales a realizar, cotidianamente, por la totalidad del personal de los museos, archivos y bibliotecas.

Para ello, la vigilancia estricta del medio ambiente, el mantenimiento, manipulación y las condiciones de seguridad para evitar los daños de las colecciones, así como la aplicación de conocimientos básicos y el grado de concienciación de todas las personas involucradas en esta tarea, son aspectos esenciales.

La conservación preventiva abarca numerosos aspectos, entre ellos incluye: el saber ubicar las colecciones teniendo en cuenta sus necesidades de conservación, conocer los materiales de los cuales están constituidas, el examen periódico de las mismas para poder identificar a tiempo los daños que presentan y los tratamientos a aplicar, contar con sistemas de seguridad adecuados, capacitar al personal de las instituciones en su manejo correcto. Es decir, que esta práctica exige de un trabajo sistemático.

Algunas medidas preventivas, tales como un control ambiental riguroso y permanente son onerosos. Otras como la limpieza, el control de la iluminación y la protección contra incendios no lo son, y generalmente los costes de los sistemas de seguridad contra robos y vandalismos suelen ser elevados.

Cada institución presenta sus propios problemas de conservación, por lo que el conservador debe ser capaz de determinar las necesidades particulares en este sentido, a partir de las cuales, pueda desarrollar su propio programa.

Para poder establecer y llevar a cabo un programa de conservación preventiva en una institución, en primer lugar es necesario conocer el estado de conservación de las colecciones atesoradas, las condiciones del edificio, de los espacios de exhibición y almacenamiento, las actividades que con estos objetivos son desarrolladas, la preparación del personal, así como el presupuesto con el cual cuenta la institución. Es necesario hacer una evaluación de todos estos aspectos con una metodología apropiada.

La evaluación del estado de conservación de una institución es un amplio estudio sobre las políticas y prácticas que en ella se realizan, así como de las condiciones que tienen impacto en el cuidado y preservación de las colecciones; es decir, que ella identifica y describe los problemas que afectan la conservación de las colecciones, analiza las causas de estos problemas y sugiere un plan de acción. Es un primer paso en la identificación de las necesidades de conservación y constituye una herramienta importante de uso permanente para la institución. Conceptualmente tiene tres elementos básicos:

- Recolección de los datos,
- Interpretación de los mismos,
- Reporte de la información.

El principal propósito de una evaluación es ayudar al equipo de trabajo de la institución para desarrollar un programa de cuidado para todas las colecciones y establecer la conservación preventiva como parte integrante del trabajo.

Con estos propósitos han sido propuestos varios tipos de guías, formularios y encuestas, los que constituyen herramientas metodológicas muy útiles durante la recogida de datos.

El procedimiento descrito por Cunha, 1988 modificado, ha sido aplicado exitosamente en varias instituciones de América y recientemente en varios museos de la Comunidad Valenciana. El mismo se basa en la aplicación de formularios preparados anticipadamente, los que permiten obtener la información necesaria para:

- Ser utilizada en la evaluación de edificios, así como de su medio ambiente.
- Proporcionar información sobre los procedimientos de almacenamiento y manipulación.
- Describir el estado de conservación de las colecciones.

A partir de los datos recopilados es posible determinar las necesidades específicas de cada institución y hacer recomendaciones concretas en el orden preventivo.

Alternativamente con estos propósitos pueden ser utilizados los formularios siguientes:

- Formulario A: El edificio
Tiene por objeto hacer una descripción general del edificio en su conjunto.
- Formulario B1: Condiciones de los espacios interiores
Es útil para recolectar información sobre los espacios interiores tales como salas de exhibición y almacenes.
- Formulario B2: Datos suplementarios sobre las salas de exhibición y almacenes.
Complementa el formulario B1. Tiene como objetivo recolectar información más detallada sobre salas de exhibición y almacenes.
- Formulario C1: Estado de Conservación de las colecciones.
Puede ser utilizado para la recogida de datos relacionados con los factores responsables del daño de las colecciones.
- Formulario C2: Informe sobre el estado de libros y documentos individuales.
Es útil para la descripción de los tratamientos a los que han sometido libros raros y documentos muy valiosos.
- Formulario C3: Informe sobre objetos y colecciones dañadas por el agua
Para la tipificación de los tipos de daños ocasionados por el agua.

Como complemento de la información recogida a partir de estos formularios, pueden ser realizadas mediciones de los parámetros ambientales, de acuerdo con los objetivos del trabajo.

FORMULARIO A: EL EDIFICIO

Lugar:

Fecha de la encuesta:

Nombre del encuestador:

- Ubicación y clima

El edificio.

Tipo de construcción y antigüedad

Techo.

- Control climático interior

Calefacción

Aire acondicionado

Control de la humedad

- Seguridad

Tipo y ubicación de las alarmas

Como se supervisan

Tipo y ubicación de detectores de incendio

Extintores automáticos

Extintores portátiles

- Comentarios generales

Capacitación del personal

Facilidades de conservación disponibles

FORMULARIO B2:
DATOS SUPLEMENTARIOS PARA ALMACENES Y SALAS DE EXHIBICIÓN

Lugar Local
Contenido del local
Características del almacén
Nombre del encuestador

- Generalidades

Ubicación del edificio Dimensiones
Ventanas
Materiales que requieren almacenamiento especial

- Control climático

Nivel de contaminación ambiental
Amplitud térmica Amplitud higrométrica
Calefacción Aire acondicionado

- Iluminación

Incidencia y tipo de exposición a la luz solar
Tipos de luz artificial
Incidencia y tipo de exposición la luz artificial

- Control de inundaciones

Ubicación de cañerías, ventanas no herméticas y desagües
Volumen de espacios de almacenes en el sótano

- Protección contra incendios

- Seguridad

- Ataque de agentes biológicos

- Armarios y estanterías

- Limpieza

- Condiciones de exhibición

FORMULARIO C1:
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS COLECCIONES

Lugar: _____ Fecha de la encuesta: _____
Nombre del encuestador: _____

- Nombre de la colección
Tipo de materiales) constituyentes _____
Número de almacén: _____ Piso: _____

- Estado de la colección

1) Aspecto:

Uso y desgaste
Suciedad profunda y superficial
Manchas

2) Daños por acidez

Magnitud _____ pH del soporte _____
Decoloración _____
Estado de fragilidad _____

3) Daño microbiológico

Magnitud _____
Crecimiento microbiano _____
Manchas de humedad _____
Estado físico-mecánico _____

4) Daños por insectos

5) Daños por roedores

6) Daños por filtraciones

Magnitud _____ Fecha _____

7) Daños ocasionados por la luz

- Comentarios generales

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y ELABORACIÓN DEL INFORME

Con estos formularios es posible obtener información importante sobre el edificio y sus características, el contenido y características de los espacios interiores, los niveles de los parámetros ambientales y los problemas que estos presentan con vistas a la conservación de las colecciones, el estado de conservación de las colecciones y sus principales causas de deterioro.

El próximo paso consiste en analizar los datos recopilados, sacar conclusiones en cuanto al programa de conservación a aplicar y elaborar las recomendaciones que procedan. Dicho análisis debe contemplar:

- Una opinión sobre las características generales del edificio, de su ambiente interior, y una identificación de sus principales problemas que presenta, para determinar, hasta que punto se adecua a la conservación de las colecciones.
- Una descripción de las características y estado de conservación de las colecciones atesoradas.
- Un inventario de las colecciones y de los tratamientos que requieren cada una.

Conjuntamente, y tomando en cuenta los recursos disponibles por la institución, en cuanto a capacitación, presupuesto, servicios comerciales y profesionales, deberán proponerse ideas para el mejoramiento del edificio en cuanto a aspectos esenciales como el control climático, la iluminación, las condiciones higiénico sanitarias del edificio, así como la capacitación del personal, la seguridad, la protección contra incendios, planes contra catástrofes, etc.

Estas recomendaciones deberán incluir propuestas sobre los aspectos a modificar tanto en el edificio como en el trabajo a realizar por el personal de la institución.

Es también el momento oportuno para realizar recomendaciones en cuanto al uso del presupuesto así como de las posibles inversiones a realizar, que permitan mejorar las condiciones de conservación de las colecciones y realizar un mejor trabajo en el orden preventivo.

VENTAJAS Y OBSTACULOS DE LA CONSERVACION PREVENTIVA

La Conservación preventiva es una de las estrategias que ha creado mayores expectativas y debates en los últimos años, ya que en ella no se interviene directamente en los objetos, sino que se centra principalmente en los factores del ambiente que contribuyen al deterioro de las colecciones.

Su enfoque, con criterios y metodologías particulares, no es nuevo, sino que ha ido evolucionando con el tiempo en función de las nuevas tendencias y necesidades.

Ejemplos documentados y bien conocidos de prácticas de mantenimiento y conservación de ciudades, edificios, murales, esculturas y pinturas existen desde la antigüedad en Grecia y Roma, en otros periodos como la Edad Media y en la etapa actual. Sin embargo, no fue hasta mediados de este siglo cuando comenzaron a dedicarse los mayores esfuerzos en tratar de evitar el deterioro de las colecciones con un criterio objetivamente preventivo.

Algo muy importante a considerar es que si la Conservación preventiva es aceptada como legítima estrategia de cuidado de las colecciones, deberá ser incorporada en el ámbito institucional, lo que implica cambios de mentalidades y actitudes, y tomar decisiones que van mucho más allá de la autoridad tradicional del conservador.

Cuando el conservador va a controlar el ambiente, tiene que supervisar el edificio, los sistemas de protección, calefacción y aire acondicionado, o crear nuevos espacios de almacenamiento y vitrinas, deberá desarrollar políticas de cuidado de las colecciones y convencer sobre la necesidad de aplicación de las mismas, es decir, tiene que revisar y modificar aspectos que son del nivel administrativo, con lo cual indirectamente está cuestionando el trabajo de sus superiores, sin ser ese el objetivo.

A largo plazo es el modo más eficiente de conservar, no solo en museos, sino especialmente en archivos y bibliotecas. Con un trabajo preventivo sistemático, la necesidad de tratamientos individuales va disminuyendo y el aprovechamiento de los recursos materiales y humanos es optimizado.

No obstante, y a pesar de constituir una necesidad inminente, la conservación preventiva aún no está siendo integralmente aplicada. En esto influye grandemente la

situación dramática que todavía existe en muchas instituciones, y sus necesidades inmediatas de preservación.

Otros problemas institucionales están relacionados con los pocos recursos financieros y las estrategias de supervivencia, ya que para muchas instituciones la conservación no constituye su principal problema.

Para controlar y mejorar el ambiente de una institución es necesario hacer inversiones. Asimismo, modificar una institución y su mobiliario, requiere invertir en cosas que en el momento no dan beneficios, ni tienen un impacto visual. Estas cuestiones indudablemente, limitan el movimiento hacia la Conservación preventiva.

Por otra parte, para que esta disciplina sea eficaz, el conocimiento técnico tiene que ser igualado al compromiso administrativo, para integrar este enfoque al funcionamiento de una institución.

El marco de la investigación científica para la Conservación preventiva comprende cuatro etapas progresivas: 1) identificar las amenazas de las colecciones, 2) cuantificar el riesgo, 3) identificar los medios eficientes en función del costo para medir el riesgo y 4) desarrollar métodos para reducir o eliminar el riesgo. Por tanto, el primer paso es el análisis del ambiente de la institución.

No obstante, la conservación preventiva no requiere siempre de costosas y complejas estrategias de cuidado. En muchas instituciones se puede lograr mucho mediante la aplicación de procedimientos lógicos y sencillos. En el caso de objetos almacenados, se puede reducir el potencial de daños físicos, mediante procedimientos tan modestos como son restringir el acceso, el cuidado en el manejo, organización y utilización de las colecciones, así como mediante la colección de los objetos en cajas, siempre que sea posible.

Cuando se determina que algún material está generando sustancias corrosivas en el ambiente, obviamente debe ser retirado, sellado y aislado, con vista a reducir los daños potenciales.

El mantenimiento rutinario de los edificios es parte del trabajo preventivo. Mantener las ventanas y los techos en buenas condiciones, puede evitar daños provenientes de la humedad; también puede ayudar a moderar las fluctuaciones de

la temperatura. Es esencial mantener los locales limpios, libres de polvo y de factores biológicos, y garantizar adecuadamente niveles de ventilación y circulación de aire.

Al igual que la conservación de la naturaleza, la conservación preventiva requiere un cambio de actitudes y hábitos.

El primer nivel de conciencia es simplemente comprender su significado; el segundo, aceptarla como una estrategia legítima del cuidado de las colecciones.

La última y más importante etapa es cuando se convierte en parte integral de la conciencia de una institución y es puesta en práctica.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Agrawal, O. P. and S. Dhawan (1985): Control of biodeterioration in museums. Technical Note 2. Published by Shri O.P. Agrawal. New Delhi. pp. 1-15.
- Alonso, L. (1993): Museología: Introducción a la teoría y práctica del museo. Ed. Itsmo, S. A., España, pp. 17-380.
- Arruzzolo, G. and Veca, E. (1991): Biological degradation of archival documents: Prevention and study. Estratto da "Science Technology and European Cultural Heritage", pp 636-639.
- Banks, P. (1983): Los enemigos de los acervos. Memoria del Primer Seminario Internacional de Conservación de Documentos, Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivo. 20, pp. 9-26.
- Bansa, H. (1992): Accelerated ageing test in conservation research: Some ideas for a future method. Restaurator 13, pp. 114-137.
- Beck, I. (1992): Manual de Conservación y Restauración de Documentos. Impreso en México, pp. 13-74.
- Bernades, J. (1997): La Conservación Preventiva. ¿Qué, cómo y por qué?. Acta del Primer Coloquio Internacional sobre Conservación Preventiva de Bienes Culturales. Vigo, pp. 49-79.
- Brokerhof, A. (1989): Control of Fungi and Insects in objects and collection of Cultural Value "a state of the art". Ed Central Research Laboratory for Objects of Art and Science Gabriel Metsuabstract, Amsterdam, pp. 2-75.
- Bruquetas, R. (1995): Conservación preventiva de pinturas de caballete. Curso de Conservación preventiva del ICRBC, pp. 1-14.
- Clapp A. (1974): Curatorial care of works of art on Paper. Second Revised Edition from the Samuel H. Kress Foundation, pp. 12-16.

- Crespo, C. (1971): La conservación Documental en su aspecto preventivo. Características de un depósito de archivo actual. Centro Nacional de Restauración de Libros y Documentos. Ed. Gaez S. A. Madrid, pp. 4-8.
- Clements, D. W. G. (1987): Preservation and Conservation of library documents: A UNESCO/IFLA/ICA enquiry into the current state of the world patrimony. General Information Programme and UNISIST. PGI 87/WS/15. Paris, pp. 1-40.
- Cunha, G. (1988): Methods & evaluation to determine the preservation needs in libraries and archives: A RAMP study with guidelines. París, UNESCO, pp. 1-65.
- De La Torre, M. (1997): Estrategias de Conservación Preventiva. El Papel del conservador-restaurador. Acta del Primer Coloquio Internacional sobre Conservación Preventiva de Bienes Culturales. Vigo, pp. 13-18.
- Dhawan, Sh.(1984): Biodeterioration of materiales and Exhibitions. Journal of Indian Museums. Vol. XL, pp. 195-198.
- Dhawan, Sh.(1986): Microbial deterioration of paper material. A literature Review. Publication Management: M. M: Khan, pp.1-18.
- Druzik, J. (1992): Conservación Preventiva. Conservación, el boletín del GCI. Vol.VII, N°. 1, pp. 4-7.
- Druzik, J. (1993): Una iniciativa de investigación para la Conservación en Bibliotecas. Conservación, el boletín del GCI. Vol. VII , N°. 2, pp. 14-15.
- Fatás, G. y Borrás, G. (2000): Diccionario de términos de Arte. Editorial Alianza S.A., Madrid, pp. 1-400.
- Fernández, M. (1995): Contaminación del aire por compuestos sólidos y líquidos. Con Tacto. N°. 3, pp. 10-13.
- Frobisher, M. (1969): Microbiología. Cuarta edición. Ed. Salvat, S. A. Barcelona, España, pp. 567-591.

- Gallo, F. (1985): Biological factors in deterioration of paper. ICCROM. Ed. Sintesi Grafica. Italia, pp. 37-42.
- Gallo, F. (1992): Biodeterioramento di libri e documenti. Ed. Centro di Studi per la Conservazione della carta. Roma, pp. 5- 110.
- Gallo, F. (1993): Aerobiological research and problems in libraries. *Aerobiologica*. Vol. 9. N°. 2-3, pp. 117-130.
- Gallo, F. et al. (1994): Recherches sur quelques facteurs clés dans la deterioration biologique des livres et des documents. Procc. del ARSAG. París, pp. 63-71.
- García, I. (1995): La Conservación Preventiva y las Normas Ambientales: Nuevas consideraciones. APOYO. Vol. 6. N°. 1, pp. 3.
- García, I. M^a. (1999): La Conservación Preventiva y la exposición de objetos y obras de Arte. Editorial KR, Madrid, pp. 1-459.
- Gómez, M^a. L. (1998): La Restauración: Exámen científico aplicado a la conservación de obras de arte. Ed. Instituto de Patrimonio Histórico Español. Ediciones Cátedras S.A., pp. 17-422.
- Kajitani, N. (1993): Cuidado de los tejidos en el Museo. APOYO. Vol 4, N° 1, pp. 3-10.
- Halpine, Susana M. (1995): Método perfeccionado de análisis de colorantes y pigmentos de laca por cromatografía líquida de alto rendimiento con detector de matriz de diodos. Cuadernos sobre Conservación. Grupo Español. Vol. 41. N° 2, pp 9-18.
- Health Safety Committee (American Institute for Conservation). (1988). O-phenil-phenol to Remain on Toxic Chemical List. Newsletter Vol. 13. N°. 1, pp. 3.
- Herráez, J. (1997): La Conservación Preventiva y el Control de las Condiciones Ambientales. Ed. Instituto de Patrimonio Histórico Español. Ministerio de Educación, Ciencia y Cultura. Madrid, pp. 1-11.

- Huynh, V. and Crawfford, R. (1985): Novel extracellular enzymes (lignases) of *Phaenerochaete chrysosporium*. FEMS Microbiology Letters. N°. 28, pp. 119-123.
- Jawetz, E., Melnick, J. y Adelberg, E. (1983): Microbiología Médica. Décima Edición. Editorial El Manuel Moderno, S.A. de C.V. México, D.F., pp.95-107.
- Joklik, W. ; Willett, H. y Amos, D. (1983): Zinsser Microbiología. Edición Revolucionaria. La Habana, Cuba, pp. 490-542.
- Kent, K.T., Higuchi, T. and Chang, H. (1984): Lignin Biodegradation: Microbiology Chemistry and Potential Applications. Vol. II. Chapter 16. Ed. C.R.C. Press Inc., Florida, pp. 235-243.
- Kowalick, R. and Sadurska, I. (1965): The disinfection of infected stores or rooms in archives, libraries and museums. Bolletino Istituto per la Patologia del Libro. Anno XXIV. Fasc. I-IV, pp. 121-128.
- Levin, J. (1993): Programa de investigación del medio ambiente llevado a cabo por el GCI. Conservación, el boletín del GCI. Vol. VIII. N°. 1, pp. 5-9.
- Levin, J. (1993): La Conservación de la Información. Conservación, el boletín del GCI. Vol. VIII. N°. 2, pp. 4-7.
- Michalsky, S. (1993): Relative Humidity: A Discussion of Correct/Incorrect Values. ICCROM-CC Meeting. Washington, D.C., pp. 624-629.
- Montanari, M. (1982): Gli agenti biologici di deterioramento. Bolletino Istituto Centrale per la Patologia del Libro. Anno XXXVI. Vol 38, pp. 163-213.
- Moretti, L. y Robledo, M. (1983): Estudio sobre hongos que atacan documentos en el Archivo General de la Nación. Memoria del Primer Seminario Internacional de Documentos, Libros y Materiales Gráficos. Información de Archivos. N°. 20, pp. 75-77.

- Nisizawa, K. (1973): Mode of action of cellulases. J. Ferment. Technology. Vol.51. N°. 4, pp.267-304.
- Nyuksha, J. P. (1974): The Biological Principles in the Conservation of Bibliographical Heritage. Mycologiya i Pytopathologiya. N°. 8, pp. 44-59.
- Nyuksha, J. P. (1983): Some special Cases of Biological Degradation of Books. Restaurator. N°. 5, pp. 177-182.
- Nyuksha, J. P. (1984): Microbial Resistence of Books Paper. ICOM Committe for Conservation. Triennial Meeting 6th. Ottawa, sept. pp. 21-25.
- Nyuksha, J. P. (1990): Biodeterioration and Biostability of Library Materials. Restaurator. N°. 4, pp. 71-77.
- Pantke, M. and Kerner-Gang, W. (1988): Hygiene am Arbeitsplatz-Bakterien und Schimmelpilze. Restauero. Vol. 1, pp. 50-58.
- Parker, Th. A. (1989): Estudio de un Programa de Lucha Integrada Contra las plagas en los Archivos y Bibliotecas. Programa General de Información y UNISIST. PGI/88 /WS/20, Paris, UNESCO, pp. 1-64.
- Pasquariello, G. (1990): La aerobiologia nel controllo ambientale: indagine delle aeromicroflora in un ambiente museale, pp. 130-135 in: Atti del Convegno "Conservazione delle opera d arte su carta e pergamena", Torgiano 14-16 aprile 1988, Ed. Voluminia, Perugia.
- Pérez, C., Vaillant, M., Vicente, S. Y Santamaría, R. (2000). La Semana Santa de Requena: Sus imágenes, estado de conservación y procesos de restauración. Edit. Ayuntamiento de Requena y Centro de estudios requenenses, pp. 1-159.
- Petherbrige, G. (1987): Conservation of Library and Archive Materials and Graphic Arts. Part 1. Ed. Butterworths, London, England, pp. 1-12.
- Perrot, P. (1992): Conservación Preventiva. Conservación, el Boletín del GCI. Vol. VII. N°. 1 pp. 4-7.

- Piatkin, K. y Krivosheim, Yu. (1968): Microbiología. Segunda ed. Editorial MIR, pp. 228-231.
- Pinniger, D. (1990): Insect Pests in Museums. Archetype Publication Limited, pp. 1-46.
- Pumarola, A., Rodrigruez-Torres, A., García, J. A. y Piedrola, A. G (1984): Microbiología y Parasitología Médica. Ed. Salvat, S. A., Barcelona, España, pp. 520-531.
- Residori, L., Veca, E. y Mate. D. (1986): Prevenzione. In Il Biodeterioramento dei Beni Culturali: Libri, Documenti, Opera Grafichi. SCRIPTA VOLANT, pp. 77-79. Edizioni Analisi. Emilia Romagna. Biblioteche Archivi N°. 1.
- Rose, C. (1992): Conservación Preventiva. APOYO. Vol. 3. N°. 2, pp. 3-4.
- Staib, F. (!980): Deteriorating Material as a Possible source of Fungi Pathogenic to man: *Aspergillus fumigatus* as an example, pp. 341-343: Oxley, T. A., Allsopp, D., Becker, G. "Biodeterioration Proceeding of the fourth International Symposium". Berlin". Pitman Publ. London. The Biodeterioration Society.
- Starling, K. (1984): The Freeze-drying of Leathers Pretreated with Glycerol. ICOM Committee for Conservation, 7th. Meeting. Copenhagen, No. 14, pp.18-21.
- Strang, Th. (1996): Summary of effects of pesticides on objects. Canadian Conservation Institute. Draft Copyright, pp. 1-7.
- Talavera, I. y Molina, R. (1988): Algunas consideraciones sobre la permanencia y durabilidad de los papeles. Técnica Gráfica. N°. 2, pp. 21-23.
- Thomson, G. (1986): The Museum Enviroments. Ed. Butterworths London, pp. 1-308.
- Vaillant, M., Chí, L. y Sánchez A. (1989) : Sobre la contaminación microbiológica existente en los depósitos del Archivo Nacional. Documentos. N°. 2, pp. 44-65.

- Vaillant, M. (1992): Reflexiones de un microbiólogo conservador de documentos. AMATE. Año 2. N°. 11, pp. 1-2.
- Vaillant, M. (1992): La Microbiología: Una importante herramienta para el trabajo de los archivos. Boletín del Archivo Nacional. N°. 6, pp. 105-118.
- Vaillant, M. y Echevarría, M. (1994): Enemigos de los archivos. Revista ALA. N°. 15, pp. 27-29.
- Vaillant, M. (1996): A Work aimed to protect the Health of the Documental Heritage Conservators. Pre-prints International Conference on Conservation of Archive and Library Materials. ERICE-96. April 22nd-29th, pp. 137-142.
- Vaillant, M. y Valentín, N. (1996): Principios Básicos de la Conservación Documental y Causas de su Deterioro. Primera Edición. Ed. Instituto del Patrimonio Histórico Español. Madrid, pp. 1-158.
- Vaillant, M and M. López (2001): Some considerations about preventive conservation in Old Havana Museums. Abstract of Papers presented al the 29 AIC Annual Meeting in Dallas, Texas, May 30- June 5, 2001, p. 48.
- Vaillant, M. y M. López (2001): Algunas experiencias en el desarrollo de un proyecto de conservación preventiva en museos de la Habana Vieja. Actas del 5to Congreso Internacional Patrimonio Cultural: Contexto y Conservación. En Prensa.
- Vaillant; C. Pérez y M. (2001) López: Algunas experiencias en el desarrollo de un Proyecto Piloto de Conservación preventiva para instituciones cubanas y valencianas que atesoran bienes culturales. Actas del I Congreso Iberoamericano del Patrimonio Cultural . Madrid, 29 de noviembre al 1 de diciembre, pp. 560-572
- Valentín, N. (1974): Contaminación microbiológica en museos, archivos y bibliotecas. Revista Archivos, Bibliotecas y Museos. Vol. 77. N°. 2, pp. 717-726.

- Valentín, N., Lidstrom, M. and Preusser, F. (1990): Microbial control by low oxygen and low relative humidity environment. Studies in Conservation. N°. 35, pp. 222-230.
- Valentín, N. et al. (1992): "Evaluation of desinfectation techniques for the conservation of polychrome sculpture in Iberian museum". I.I.C. Meeting on Conservation of Iberian and Latin American Cultural Heritage, Madrid. Spain.
- Valentín, N. (1993): "Comparative Analysis of Insect Control by Nitrogen, Argon and Carbon Dioxide in Museum, Archive and Herbarium Collections". International Biodeterioration & Biodegradation. 32: 263-278.
- Valentín, N., Vaillant, M. y Guerrero, H. (1997): Programa de Control Integrado de Plagas en Bienes Culturales de Países de Climas Mediterráneo y Tropical. APOYO. Vol. 7. N°. 1, pp. 13-15.
- Vargas, G. (1995): Conservación Preventiva para Archivos en Colombia. APOYO. Vol. 6. N°. 1, pp. 9.
- Waters, P. (1993): Otra mirada a la conservación por fases. Conservación, el boletín del GCI. Vol VIII. N°. 2, pp. 12-13.
- Wolf, S. (1995): The Conservation Assessment: A tool for Planning, Implementing and Fundraising. Ed. Getty Conservation Institute. California, USA, pp. 2-7.
- Wood, M. (1988): Prevención y tratamiento del moho en colecciones de bibliotecas, con particular referencia a los que padecen climas tropicales: Un estudio del RAMP. Programa General de Información y UNISIST. París, UNESCO. PGI-88/WS/9 pp. 1-57.