

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y PATRIMONIO CULTURAL

Johanna María Theile

1 Presentación

La contaminación atmosférica, que puede dividirse en externa —el mundo que nos rodea, es decir el aire contaminado, smog— o interna —producida por el contorno más directo del objeto como por ejemplo el montaje, embalaje, etc— produce deterioro en las obras de arte cualquiera que sea el soporte material, ya sea éste piedra, metal, lienzo, o bien acrílicos, cauchos, textiles, etc.

En general, podemos clasificar los deterioros en :

Abrasión: las partículas de suficiente tamaño que viajan a altas velocidades pueden producir deterioro abrasivo. Mientras más grandes y afiladas sean éstas, mayor es el daño producido.

Deposición y limpieza: Las partículas sólidas y líquidas depositados en la superficie de los materiales pueden no ser dañinas y cambiar solo las apariencias de Estos, pero al ser removidos producen el deterioro.

Ataques químicos directos: Ciertos contaminantes son químicamente activos y reaccionan en contacto con los materiales produciendo cambios químicos como la corrosión de los metales o la decoloración de pinturas.

Ataques químicos indirectos: Algunos materiales absorben contaminantes que no son dañinos pero que pueden dar lugar a la

formación de compuestos que sí lo sean. El cuero, por ejemplo absorbe óxido de azufre que no produce ningún efecto hasta que entra en contacto con la humedad y forman ácido sulfúrico que es muy destructivo.

Corrosión electroquímica: La diferencia de potencial entre ánodos y cátodos en las celdas electroquímicas de la superficie de los metales es pequeña, pero en presencia de agua se produce un flujo eléctrico que es responsable de cierta corrosión. (ejemplo cáncer al bronce) Si el aire está contaminado, la humedad y por ende la capa de agua en la superficie será más conductora y la corrosión se verá acelerada.

En la rapidez y efectividad del daño de la contaminación ambiental sobre nuestro Patrimonio Cultural también influye la Humedad Relativa, la luz y la temperatura que rodea el objeto. La humedad favorece como recién vimos la corrosión de los metales contaminados, la temperatura aumenta el deterioro de las obras de arte ya que las reacciones y las velocidades de las partículas en suspensión se ven incrementadas cuando aumenta la temperatura. La luz solar, además de producir ozono, por los rayos Ultravioletas lo que puede blanquear una fotografía o un documento, es responsable de una gran cantidad de daños irreversibles, tema que no viene al caso de detallar en este punteo.

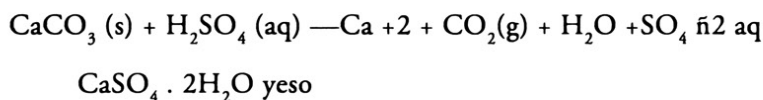
2 Contaminación externa

Los estudios se llevaron a cabo en el interior del Museo Histórico Nacional y también desde la torre del Museo usando tubos de difusión que se expusieron 24 horas al ambiente por analizar. Estos tubos —donados por el Getty Conservation Institut de Los Angeles USA— funcionan de la siguiente manera: Las moléculas de los contaminantes gaseosos se difunden a través de una barrera de difusión y así llegan a la capa de reagente. Los gases reaccionan con el reagente y se produce un cambio de color, por ejemplo el ácido acético da un color amarillo morado, el SO_2 da violeta o amarillo pálido

Compuestos de azufre, SO₂

Es responsable de la corrosión de las esculturas, forman un ácido sulfúrico sobre la superficie del metal. Dependiendo del tipo de metal, de su composición y del tiempo de exposición se han determinado velocidades de oxidación hasta 5 veces más rápidas que en ambientes normales, sanos.

Los óxidos de azufre y sus derivados atacan los textiles históricos pero también otros como el nylon, produciendo debilidades en su estructuras lo que favorece el resquebrajamiento y decoloraciones. En las esculturas de mármol y otras piedras calcáreas el ácido sulfúrico forma yeso, el que en contacto con el agua sufre una expansión que causa fracturas irreversibles en la piedra la reacción es la siguiente:



Algunas veces el yeso se pulveriza y la escultura con el tiempo se desploma.

El dióxido de azufre reacciona con el cuero y en los pergaminos lo que se observa en forma de «putrefacción» roja.

Oxido de nitrógeno:

La presencia de la humedad produce el ácido nítrico, el que produce a su vez corrosión en los metales, ataca a las piedras calcáreas y al papel, destiñe las acuarelas y origina la temible «lluvia ácida» que ataca frecuentemente a las esculturas expuestas en los parques de las ciudades principalmente afectadas por el dióxido de nitrógeno, el cual también altera los colores de las tintas; las fibras se quiebran y se amarillean como es el caso del rayón, seda, lana y Nylon 6

Materiales Particulados:

Por un lado pueden actuar como portadores de contaminación como ácidos orgánicos, ácidos sulfúricos etc., ácidos que dañan a nuestro objetos de arte. Además producen manchas y las que contiene sales son corrosivos para los metales y florecen en la superficie de nuestras cerámicas precolombina. Las partículas mas grandes son abrasivas.

Ozono : Peroxiacetonitrato (PAN)

El efecto del ozono se deja ver en una gran variedad de obras. Las gomas y los cauchos son atacados y pierden flexibilidad haciéndose quebradizos. Las fibras de los textiles precolombinos basados en células son atacadas, produciéndose una pérdida de resistencia y con el tiempo se rompen, los textiles también puede perder su colorido. En las fibras sintéticas se puede apreciar un descolorimiento progresivo. Desgraciadamente incrementa la decoloración por sulfuros que atacan a los aglutinantes de la pintura.

Después de analizar los efectos de la Contaminación Externa hemos sugerido a los artistas usar materiales más resistentes a la contaminación si piensan exponer el objeto al aire libre. En el caso de metales usar cera microcristalina para proteger la obra ya que el metal no alcanza formar una patina protectora. Por ejemplo el cobre expuesto al aire no contaminante forma una capa de óxido que inhibe el ataque de los compuestos sulfurados.

En los Museos y galería se sugiere mantener las cortinas cerradas, ventilar las salas entre las 5 y 7 de la mañana, colocar filtros, aire acondicionado con filtros como actualmente lo tiene el Museo Precolombino que esta situado en un lugar altamente conflictivo. (contaminado).

3 Contaminación interna

Es causado por el Medio Ambiente directo. Mis investigaciones se han concentrado sobre todo en esta área donde puedo cambiar la mentalidad de algunas personas, solicitando que en el montaje no

se use madera aglomerada ya que produce un gran daño por la emanación de formaldehído y se reemplace, por ejemplo, por polietileno tal como se hizo en el Museo de la Catedral de Valdivia. Si elegimos materiales menos contaminantes para el montaje, el objeto de arte no se daña.

Para poder analizar los productos se realizó el Test Oddy del British Museum contando además con la asesoría del equipo técnico de este Museo. Se hicieron dos ensayos de envejecimiento acelerado con algunas modificaciones para determinar cualitativamente las reacciones que producen la emanación de ácidos orgánicos volátiles y formaldehído.

Sulfuro de hidrógeno:

Para la determinación cualitativa de las emisiones de sulfuro de hidrógeno nos hemos basados en el test de V. Daniles y S. Ward y en el test cualitativo de Feigl realizado en 1966.

El test de Daniles y Ward se basa en la detección de azufre fácilmente reducible que es capaz de ser emitido como sulfuro de hidrógeno. Se observa la descomposición catalítica de una solución de yodo/ácido de potasio por ciertos grupos que contienen azufre y producen una emisión vigorosa de burbujas de nitrógeno.



Es un importante agente corrosivo de la plata. Su mayor concentración en el aire acelera el proceso de ennegrecimiento de aquella. Este daño puede observarse en la colección de mates del Museo Histórico Nacional y en la colección de platería del Museo Arte Popular Americano de la Universidad de Chile.

En cuanto al material fotográfico en blanco y negro, tanto negativo como fotografía en su composición tienen pequeñas partículas de plata, muy susceptibles a ser deteriorados por la presencia de este contaminante. En el Museo Histórico Nacional y en la Universidad Católica hay un gran Patrimonio Cultural fotográfico —Santiago de los años 20, quehaceres de las Salitreras etc.—

cuyas colecciones, con apoyo de la Fundación Andes, se vieron beneficiadas del diseño de un depósito con archivadores de metal, de aire acondicionado con filtro y de un sobre de papel libre de ácido en el que se guarda cada fotografía.

Las pinturas, sobre todo las antiguas, basadas en sales metálicas, son atacadas también por este compuesto que reacciona con las sales de la superficie del cuadro, craquelando la pintura.

Emisiones de ácidos orgánicos volátiles:

Para definir estas emisiones se usó el test de Feigl conocido como el test de yoduro, yodato. Se basa en la reacción de los ácidos con los iones de yoduro o yodato para producir yodo, el cual reacciona con el almidón para producir una solución violeta-azulada.



Reacciona:



La presencia de ácidos orgánicos en el montaje es responsable de la corrosión de obras de arte en la plata, cobre, plomo, y en general en todo tipo de metales.

La reacción más característica de estos ácidos es la formación de sales con los hidróxidos de metales.



ácido sal

Las emisiones de formaldehído:

Para poder analizar la emisión de formaldehído en el Museo Histórico Nacional se usó el test de West y Sen (1956) el cual en forma cualitativa determina si ciertos materiales emiten o no formaldehído. Este test está basado en la relación de los

formadehidos con la solución de ácidos cromotrópicos para producir una coloración púrpura.

No se uso el tubo Sensydine ya que era muy caro.

Este daño lo he podido observar en diferentes Museos y bibliotecas del país, libros con la parte inferior dañado por estar en contacto con estanterías de madera. En el Museo Histórico se colocó un aislante entre la vitrina de madera y el montaje del objeto ya que el Museo no contaba con fondos para diseñar nuevas vitrinas.

Según mi humilde opinión es el daño que más frecuentemente esta expuesto nuestro Patrimonio Cultural dentro de un Museo. Ya que tenemos muchos productos en el comercio que producen este daño.

Muchas pinturas como las en spray y barnices, resinas se realizan con condensaciones entre acetaldehído y formaldehído, hay mas de 400 tipos de resinas distintas en el comercio.

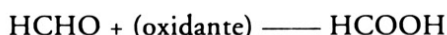
La metilureas son formados por la condensación de urea y formaldehído y se utiliza para la fabricación de macizas y aglomerados de maderas. también se usa para la fabricación de adhesivos. El principal tipo de resina de enlace urea-formaldehído es la metilomina. Las emisiones son considerables y son acelerados con la humedad y la temperatura ambiental.

La madera es también un elemento no deseado en el montaje ya que contiene lignina formando una extensa red de anillos semejantes al benceno con grupos CH_2OH en algunos extremos. En un proceso de envejecimiento en presencia de oxígeno u ozono hemos podido ver que se oxida el grupo CH_2OH dando paso a la formación de formaldehído. Es un proceso lento pero que puede ser acelerada por la luz Ultravioleta en la Sala de Exposición.

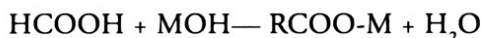
El formaldehído es responsable de la corrosión de metales incluso en muy bajas concentraciones. El plomo es el más sensible

a este compuesto pero el cobre, la plata y los fierros también pueden ser dañados .

El proceso de corrosión se debe a que el formaldehído es muy reactivo y en presencia de oxidantes puede dar lugar a la formación de ácidos orgánicos.



Esta reacción conocida como formación del ácido fórmico suele ocurrir en la superficie de los metales donde la humedad ha formado una delgada película de agua. Posteriormente el ácido reacciona con los hidróxidos de metales formando sales:



El ácido fórmico facilita la hidrólisis ácida de la célula de los textiles, de los documentos , de los pigmentos usados en las pinturas. También ataca los materiales calcáreos , las piedras y con el tiempo los pulveriza.

El mal de Byne se debe a este ácido, En Barbados se monto un Museo con vitrinas de madera para albergar una preciosa colección de conchas la cual después de un tiempo reacción con la contaminación ambiental quedando solo cerritos de polvo en el lugar de las conchas. Daño que fue muy comentado en el ambiente museológico.

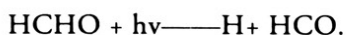
Enfermedad de Byne: acetato formiato Hidrato de Calcio

Acetato de Calcio Hemihidrato o Hidrato

Concha HCHO = 167 , CH₃CHO = 23, fórmico 0.3, acético = 436

Podemos ver también daños por formaldehído en las obras de arte en vidrio ,lamparas de cristal etc., en las cuales se forman gotas en la superficie fenómeno conocido como «vidrio llorón»

El formaldehído además es responsable de la generación de otros contaminantes dado que se fotodisocia fácilmente en presencia de rayos U.V. de la luz solar o otros fuentes de luz.



La presencia de estos radicales libres fomenta la generación de otros contaminantes en reacciones en cadena. Así, la presencia de unos pocos radicales libres pueden dar lugar a la formación de grandes cantidades de contaminantes

Como podemos ver, hay muchos elementos de la contaminación ambiental que afectan nuestro Patrimonio Cultural, causando daños irreversibles, si en algunos casos podemos restaurar la obra de arte ésta nunca será la misma de antes. Las investigaciones que estamos llevando a cabo en colaboración con la Facultad de Química y Farmacia se centran en diagnósticos acerca de los materiales contaminantes y no contaminantes y sus resultados esperamos darlos a conocer próximamente.