

FACTORES QUE AFECTAN LA PERMANENCIA DE LOS MATERIALES DE ARCHIVOS Y BIBLIOTECAS.

LUIS CRESPO ARCÁ
RESTAURADOR DE DOCUMENTOS GRÁFICOS
ARCHIVO HISTÓRICO NACIONAL

GENERALIDADES

1.-	Hay múltiples factores ambientales, por la acción de diferentes organismos vivos, por su uso, etc., que dañan y destruyen, parcial o totalmente, los documentos gráficos.
2.-	Es muy habitual que no haya una única fuente originaria de degradación sino que varios fenómenos interactúan entre sí.
3.-	Los fondos y colecciones de archivos y bibliotecas, se componen de multitud de documentos hechos de materiales orgánicos e inorgánicos que se deterioran con el paso del tiempo.
4.-	Las sustancias orgánicas que los componen padecen un proceso natural de envejecimiento a medida que las cadenas moleculares se van rompiendo, es decir, se despolimerizan .

5.-	El envejecimiento natural de todos los documentos es un proceso lento e inevitable .
6.-	Aunque se pueden tomar medidas para retardar este envejecimiento natural proveyéndoles de un medio ambiente apropiado, es imposible de detener totalmente.
7.-	El grado de deterioro depende tanto de la estabilidad química propia de la naturaleza del material como de la combinación de los factores externos que engloban su medio ambiente, la forma de almacenamiento y el manejo.
8.-	Algunos materiales orgánicos, en igualdad de condiciones de medio ambiente, almacenamiento y manejo, se deterioran mucho más rápidamente que otros, debido a su composición química, que puede ser inherentemente inestable.
9.-	Aunque los archiveros y bibliotecarios poco o nada pueden hacer para modificar las naturalezas intrínsecas de los materiales documentales y bibliográficos, sí que pueden y deben concentrar sus esfuerzos en controlar los factores externos que los afectan y que aceleran sus procesos de envejecimiento.
10.-	Los factores ambientales con los que tenemos que tratar son formas de energía, algunas muy poderosas, otras de baja intensidad, capaces de provocar daños físicos o

	reacciones químicas en los documentos. Las reacciones, en la mayoría de los casos, hacen decrecer la estabilidad de los fondos de archivos y bibliotecas.
11.-	Los archivos y bibliotecas tienen como finalidad conservar los documentos que les llegan aunque algunos son más relevantes que otros y, por ello, los esfuerzos para conservarlos, son distintos.
12.-	Sin embargo, no podemos predecir de antemano cuáles son los más importantes por lo que debemos hacer un esfuerzo para preservar todos durante un período de tiempo razonable.
13.-	Es necesario encontrar el equilibrio entre el tipo de documentos que tenemos y el dinero y tiempo que podemos y debemos gastar en conservarlos.
14.-	Sigue habiendo una tendencia inquietante hacia la conservación improvisada y hacia el “ <i>total, si han llegado hasta aquí, ¿porqué no lo van a seguir haciendo sin tener que aplicar medidas especiales?</i> ”.

**EL MEDIO AMBIENTE IDEAL
PARA UN ARCHIVO, BIBLIOTECA O MUSEO**

1.-	Que el aire esté libre de agentes contaminantes.
2.-	Oscuridad total.
3.-	Temperatura constante entre 18°C y 22°C.
4.-	Humedad relativa constante entre el 50% y el 60%.
5.-	Estructura del edificio libre de vibraciones y protegida frente a ondas destructoras.
6.-	Ausencia de cualquier tipo de organismos vivos (incluidos los humanos)
7.-	Que se encuentre en una zona elevada y con la estructura a prueba de fuegos.
8.-	Que se hayan hecho sistemas de control para emergencias.
9.-	La ayuda del Todopoderoso.

CAUSAS DE ALTERACIÓN DE LOS DOCUMENTOS

1.-	Las causas de alteración se pueden englobar en dos grandes grupos: las naturales y las accidentales .
2.-	Las causas naturales están directamente relacionadas con la naturaleza y estructura de las propias obras y con su medio ambiente.
3.-	Estas causas son normales, habituales y de efectos, a menudo, imperceptibles pero fácilmente previsibles, aunque no por ello evitables.
4.-	Al ser daños que no se manifiestan de una forma espectacular, se tiende a no adoptar las debidas medidas correctoras con la esperanza ingenua o absurda de que el daño no se producirá o será insignificante.
5.-	En realidad son las más dañinas ya que tienen una naturaleza degenerativa acumulativa en las estructuras de los documentos.
6.-	Cuando son más visibles sus efectos, suelen manifestarse como procesos de recuperación ya irreversible.

CAUSAS NATURALES DE DEGRADACIÓN

Por su origen las clasificamos a su vez en: **causas internas** o intrínsecas y en **causas externas** o extrínsecas.

Causas Internas de Degradación

Las **causas internas de degradación** son las más imperceptibles pues sus efectos no son apreciables en breves lapsos de tiempo. Surgen como parte inherente a la génesis de la propia obra documental. Cabe destacar:

- | | |
|---|--|
| - | La baja calidad de las materias primas empleadas. |
| - | Las pieles procedentes de animales enfermos o con taras. |
| - | Papeles cuyas fibras están formadas a partir de celulosa pobre procedente de especies arbóreas con altos índices de residuos madereros, especialmente la lignina, a los que se les han aplicado tratamientos industriales inestables o por aprovechamiento de papeles ya utilizados. |
| - | Inestabilidad de los aditivos ocasionales tales como cargas, colorantes, productos de apresto o encolado, productos de blanqueo, de curtición, ... |
| - | Manufactura defectuosa de los soportes. |
| - | Errores humanos y técnicos en la curtición de la piel o en la elaboración del papel. |
| - | Residuos metálicos procedentes del desgaste y/o oxidación de la maquinaria. |

- | Uso, durante los procesos de elaboración, de aguas no depuradas.
- | Agentes químicos que intervienen en el procesado del producto final.
- | Tintas inestables que al descomponerse atacan el soporte.
- | Pérdida de las propiedades mecánicas del aglutinante.
- | Alteración de los elementos metálicos y otros componentes químicos que determinan los colorantes y mordientes.

Causas Externas de Degradación

Las **causas externas de degradación** tienen su origen tanto en las características físicas y químicas del medio ambiente en el que se suelen encontrar almacenadas los diversos documentos, como en los cambios debidos a modificaciones temporales de esas condiciones (incluidos los accidentes)

Cuando hablamos de los factores ambientales nos referimos al conjunto de elementos físicos, químicos y biológicos que componen el espacio en el que vivimos y trabajamos. Estos elementos son origen de efectos degenerativos que, generalmente, actúan de forma muy lenta y oculta, para los documentos. También es posible que surjan algunos que actúan con mayor celeridad, como es el caso de los incendios, riadas o la destrucción deliberada.

Las causas externas más importantes por su acción y pertenencia inherente al medio son:

- **Factores atmosféricos:**
 - a) los productos derivados de la contaminación industrial,
 - b) las partículas de polvo en suspensión,
 - c) la suciedad, etc.
- **Gases:**
 - a) componentes ácidos
 - b) oxidantes

- **Productos naturales:**

El agua

- **Energías radiantes:**

a) la luz

b) el calor

c) otros efectos de las radiaciones

Las causas de incidencia menos directa son:

- **Factores biológicos:**

Agentes microbiológicos:

hongos, bacterias, actinomicetes

Agentes macrobiológicos:

Insectos, roedores, el hombre

- **Instalaciones deficientes** (incluidas las vibraciones debidas a la estructura del edificio, a las vías de transporte colindantes, etc.)

- **Traslados y exposiciones**

CAUSAS ACCIDENTALES DE DEGRADACIÓN

Se presentan bajo un mismo denominador: **el factor sorpresa**.

La única posibilidad de actuar frente a su acción es la de crear planes preventivos de acción.

Los fenómenos o causas más destacadas son:

-	Incendio
-	Inundación
-	Rotura, caída, etc., del mobiliario que alberga la documentación
-	Vandalismo
-	Robo - expolio
-	Derrumbamiento del edificio

AGENTES AMBIENTALES DE DETERIORO

1.- Los productos derivados de la contaminación industrial.

La atmósfera, especialmente en las zonas industrializadas, contiene unas sustancias que denominamos contaminantes. Suelen aparecer en concentraciones bajas en comparación con los elementos “normales” de la atmósfera; aún así, algunos de estos componentes extraños se presentan en concentraciones lo suficientemente grandes como para provocar serios problemas en los documentos.

Las sustancias químicas que se consideran contaminantes y peligrosas para los documentos se dividen en partículas sólidas y gases (la mayoría son ácidos u oxidantes):

Partículas (aerosoles)

Polvo, suciedad, humo
Carbonilla y similares.
Cenizas
Sal en partículas, como las de los sulfatos de calcio y amoníaco
Nitratos
Cloruros
Óxidos sólidos
Alquitrán
Hollín

Gases

Monóxido de carbono
Óxido nítrico
Óxido nitroso
Dióxido de azufre
Ozono
Oleofinas
Hidrocarburos aromáticos
Aldehídos
Parafinas
Sulfuro de hidrógeno

Esporas
Bacterias

Compuestos halógenos
Amoniaco

Este fenómeno empezó a estudiarse e identificarse hace más de 600 años cuando se identificaron los sulfuros de azufre, o aquellos agentes contaminantes derivados de la combustión del carbón que lo contienen, como un producto de la contaminación que degrada la atmósfera.

Un aspecto importante son los **contaminantes atmosféricos que lo hacen vía reacciones fotoquímicas**. Estos se identificaron en la primera mitad del s. XX por los efectos de craquelado y ruptura que ocasionaban en los productos realizados con gomas así como en las especies vegetales

El humo o neblina fotoquímico es el resultado de la mezcla de varios gases y partículas a partir de las reacciones atmosféricas fotoquímicas de los gases implicados en la combustión de combustibles fósiles.

La radiación ultravioleta que emite el sol es la responsable de iniciar las distintas reacciones entre los óxidos del nitrógeno y las sustancias que reaccionan fotoquímicamente tales como las oleofeínas, aldehídos y algunas parafinas.

2.- La energía radiante: La Luz.

De todos los agentes físicos y químicos de deterioro, la luz solar es, probablemente, la que provoca los mayores destrozos en el **exterior**.

La explicación a la fuerza de destrucción de estas energías hay que buscarla en el hecho de que algunas partes del espectro de la radiación electromagnética son capaces de provocar reacciones foto químicas en los materiales irradiados, ya sean por sí solas o en presencia de otros agentes tales como la humedad o el oxígeno.

En las reacciones fotoquímicas se ven implicadas dos leyes fundamentales. La **primera** establece que la luz debe ser absorbida por los átomos o moléculas que van a reaccionar; la **segunda** establece que una molécula de una sustancia reactiva puede ser activada por la absorción de un **cuanto** de luz. Un **cuanto de luz es la cantidad de energía más pequeña que puede ser eliminada de un rayo de luz por cualquier sistema material.**

En las reacciones fotoquímicas la energía proporcionada por la radiación primero debe ser absorbida y puede resultar en el desplazamiento de los electrones de la materia que compone el objeto. Los procesos de activación y reacción dependen no tanto de la cantidad total de energía en un haz de radiación sino de la intensidad de la radiación, esto es, de la cantidad de energía por **cuanto**.

3.- El calor

El calor es un factor medioambiental.

Un cuerpo posee calor porque sus moléculas están en movimiento. Para nuestro propósito de conservación, debemos pensar en términos de cuánto calor posee un objeto, en vez de si lo tiene o no.

El calor y su correlativo, el frío, o la ausencia de calor, actúan como poderosos agentes de deterioro físico y químico por dos razones fundamentales. **Primero**, la propiedades físicas de casi todos los materiales se ven fuertemente influenciadas por los cambios en la temperatura y, **segundo**, las velocidades de reacción de casi todas las reacciones químicas se ven altamente influidas por la temperatura de los reactivos.

Los conceptos de calor y temperatura se suelen confundir. La temperatura, o grado de calor que posee un cuerpo, está en función de la velocidad de movimiento de las moléculas de un cuerpo. El calor depende tanto de esa velocidad como del número de moléculas.

El calor se puede transmitir de tres formas: por **convección**, **conducción** y por **radiación**.

La **convección** se da por mover una sustancia caliente de un sitio a otro como pasa, por ejemplo, cuando se calienta un edificio con los

sistemas de calefacción por aire cuando el aire caliente que emiten desplaza el aire frío.

La **conducción** es el proceso de transferir calor de una molécula a otra. Un fenómeno así se da cuando ponemos un libro sobre un radiador caliente.

La **radiación** es el fenómeno de transmitir calor mediante una radiación a través del espacio por ondas. Cuando incide sobre un objeto provoca el movimiento de sus moléculas resultando en el calentamiento del objeto. Este fenómeno se da, por ejemplo, cuando se deja un libro expuesto al sol.

4.- Factores atmosféricos: la humedad y la temperatura.

El agua se da en todos los estados de la materia - sólida, líquida y gaseosa. También se presenta en muchas formas, ya sea, por ejemplo, como hielo, nieve, neblina, agua líquida, lluvia, o vapor de agua. En esta última fase está en estado gaseoso y se suele hablar de ella en términos de humedad. Para los archiveros y bibliotecarios esta es la forma más importante de la que se presenta el agua puesto que los documentos que custodian no se pueden proteger totalmente del vapor de agua a diferencia del resto de sus estados físicos.

El efecto de la humedad en los materiales de los fondos y colecciones de los archivos y bibliotecas es mucho más importante que su efecto sobre los trabajadores de dichos centros. No obstante, debido a que los niveles de temperatura y humedad se suelen establecer teniendo en mente tanto los materiales de los fondos como a las personas que allí estarán trabajando, conviene apuntar algo sobre el concepto del *confort*.

El aire frío, con una humedad alta, provoca una sensación de frío mayor que el aire caliente y seco con la misma temperatura. Por otra parte, el aire caliente con una humedad relativa alta, hace tener una sensación de más calidez que la que realmente hay. Estos efectos se deben a la interacción entre las condiciones ambientales y la capacidad del cuerpo del ser humano para regular su temperatura interna por fenómenos de conducción. Por ello la

sensación de comodidad o incomodidad dependen tanto de la temperatura como de la humedad.

Los materiales de los fondos deben permanecer en un equilibrio diario estable con la humedad adecuada a fin de conservar sus propiedades más deseables y asegurar su permanencia durante un largo lapso de tiempo. **Estas condiciones no tienen que ser necesariamente iguales para todos los tipos de materiales que componen los fondos de los archivos y bibliotecas.** Por este motivo se deben elegir las condiciones que incluyan a la mayoría de aquellos materiales necesitados de un rango similar de humedad.

Cuando se considera el tema de la humedad y la temperatura, en referencia a los posibles efectos dañinos del calor y el agua sobre los objetos (libros, manuscritos, etc.), es muy importante recordar que las condiciones de temperatura y humedad son las que determinan sus reacciones de deterioro.

Los valores de temperatura y humedad de un objeto no son siempre coinciden con las que se recogen haciendo mediciones del ambiente o de la atmósfera, excepto cuando estas mediciones se hacen de forma controlada y continua. Por ejemplo, si la temperatura de un libro es superior o inferior a la de la sala donde se vaya a consultar, la humedad relativa del aire que “envuelve” el libro diferirá de la humedad relativa de la propia sala.

Este es un hecho trascendente para la seguridad de los materiales pues esas diferencias inapreciables son las que pueden ocasionar la aparición de, por ejemplo, hongos en las encuadernaciones.

Entre los muchos papeles que juega el agua, uno de los más importantes para nosotros es el de su capacidad de hidratar muchas de las materias de nuestra vida diaria.

La ausencia o presencia excesiva de agua en los objetos puede llevar a su destrucción puesto que algunos de sus constituyentes, como los tintes y los adhesivos, se pueden desprender o disolver. Otros componentes se pueden convertir en una masa de pulpa, como es el caso de los materiales hechos a partir de celulosa.

5.- Agentes biológicos.

Los efectos biológicos no son una causa principal de deterioro de los materiales de archivos y bibliotecas en zonas urbanas en España salvo el caso de las zonas de clima subtropical, caso de las Islas Canarias.

Sin embargo, no deben descuidarse los cuidados necesarios que eviten su posible aparición; por ello **es imprescindible comprobar que, cuando entran documentos nuevos que añadir a los fondos ya existentes en un centro, no contengan infestaciones de ningún tipo de agentes microbiológicos** (hongos, por ejemplo) o **biológicos** (termitas, por ejemplo). Todos los materiales deben ser tratados con alguno de los diversos medios existentes para destruir esos organismos antes de admitir los nuevos fondos en los edificios.

Hongos y bacterias (agentes microbiológicos)

Los **hongos** son los principales agentes microbiológicos de deterioro porque, a diferencia de las bacterias, son capaces de desarrollarse y sobrevivir en las más diversas condiciones ambientales, con ciertas dificultades de desarrollo en presencia de agua líquida, la cual sí favorece la presencia de bacterias.

Los hongos son extraordinariamente numerosos y ubicuos en géneros y especies. Se pueden encontrar esporas de hongos casi en cualquier sitio, esperando tan sólo las condiciones idóneas de humedad, temperatura y, en ocasiones de luz, para vegetar, crecer

y reproducirse. Se puede afirmar con rotundidad que cualquier archivo o biblioteca del mundo está repleta de, quizá, cientos de especies de hongos.

Para controlar su aparición es imprescindible mantener las condiciones de temperatura y humedad en niveles que no conduzcan a su desarrollo. Esto no significa que la limpieza sistemática para eliminar la suciedad y el polvo elimina el problema, pero sí que es una parte muy importante para resolverlo.

El crecimiento de los hongos depende de una serie de factores ambientales como la temperatura, humedad relativa, presencia de luz, oxígeno y nutrientes. Ante la ausencia de ciertos valores de oxígeno contenido en el aire o ciertas temperaturas extremas pueden morir, no así las esporas que son muy resistentes. Sin embargo, estas pueden morir también si son sometidas a exposiciones continuadas entre temperaturas de congelación y temperatura ambiente.

La actividad fúngica tiene asociados efectos físicos visibles como son el característico olor que encontramos, por ejemplo, en los sitios cerrados y húmedos así como las manchas que dejan en los papeles, pieles y otros materiales como resultado de la acción de su metabolismo. Sin embargo, **los daños invisibles son los más perjudiciales** y tienen como resultado irreversible la ruptura de las cadenas poliméricas. Si se deja que estos microorganismos actúen descontroladamente debilitan en exceso los objetos, llegando incluso a su destrucción.

Los nutrientes de los hongos, según las especies, son la celulosa, la piel, colas animales, almidones y otros adhesivos o incluso en los hilos de las encuadernaciones.

Los Insectos

Los **insectos**, con sus numerosos órdenes, familias, géneros y especies, también son otra fuente de peligro para los fondos documentales.

Al igual que los microorganismos, no son un peligro principal para los fondos de los archivos y bibliotecas españolas que se hallan en centros urbanos.

La limpieza, prestar atención si aparecen en cantidades anómalas y las inspecciones periódicas, son formas bastante fáciles de controlarlos y se pueden erradicar tanto con fumigaciones, aplicando insecticidas o, de forma más compleja, por anoxia.

Pueden aparecer fácilmente si los hábitos de los trabajadores y/o investigadores no son los correctos.

Dejar comida expuesta cerca de los documentos, tirar papeles de caramelos u otros dulces, etc., son focos de comida muy atractivos para los insectos que, una vez han aprovechado, sirven de conductores directos hacia la destrucción de los libros puesto que los insectos gustan de ciertos compuestos de pieles, almidones, papeles, etc.

Se pueden encontrar insectos que usan múltiples fuentes de nutrientes, y en las condiciones climáticas de lo más variadas, desde ambientes extremadamente secos a lo más calurosos y húmedos. Sin embargo, las temperaturas muy bajas suelen evitar su presencia.

EFFECTOS DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LOS DOCUMENTOS.

CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.

1.-	Se suelen presentar en forma de partículas y, aunque la mayoría están bastante secas, lo cual explica por qué el viento las transporta tan fácilmente, pueden favorecer la abrasión de los documentos que a ellas se ven expuestos.
2.-	Cuando se juntan con el vapor de agua atmosférico, pueden manchar los materiales y hacer difícil su remoción.
3.-	Si, por sus características, son fuente de nutrientes para los hongos y las condiciones ambientales son húmedas, pueden ser origen del crecimiento de colonias fúngicas con sus consecuencias colaterales de manchas y decoloración de los diferentes materiales.
4.-	La acción abrasiva del polvo y la suciedad sobre el papel y otros materiales de bibliotecas y archivos como las encuadernaciones también es un serio problema de deterioro.

5.-	Si el polvo o la suciedad portan sustancias alcalinas o ácidas y las condiciones ambientales son de cierta humedad, también pueden alterar el pH del papel y de otros materiales provocando su deterioro.
6.-	Parte del principal problema de deterioro de los fondos de los archivos y bibliotecas en la actualidad, y desde hace algunos cientos años, tiene su origen en la presencia de compuestos ácidos en la atmósfera, especialmente del dióxido de azufre.
7.-	Un problema contemporáneo es la presencia de óxido de nitrógeno que en los aires contaminados de nuestras ciudades da lugar al ácido nítrico. Todo esto se añade a la acción de degradación del papel por reacciones de hidrólisis.
8.-	Las atmósferas que contienen dióxido de azufre (SO ₂) pueden hacer que la resistencia al plegado del papel decrezca hasta un 15% en tan sólo diez días, cuando los niveles del SO ₂ alcanzan los niveles habitualmente cotidianos en cualquiera de nuestras ciudades. Este compuesto, tras pasar por varios procesos en la atmósfera, se convierte en ácido sulfúrico, un ácido muy fuerte que “roba” agua al papel y el resto de materiales, debilitándolos tanto que los soportes se pueden llegar a deshacer completamente sin siquiera tocarlos. Se sabe que este problema es especialmente agudo en ciertos papeles modernos (sobre todo los elaborados desde la mitad del siglo XVIII en adelante) Los papeles antiguos de excelente

	calidad tampoco resisten la acción del SO ₂ y su acidez inducida.
9.-	Los estudios también indican que los papeles de los libros, por estar cerrados y tener su “propia” atmósfera , están protegidos de una acción tan directa como en los documentos que se presentan sueltos (mapas, grabados, cartas, etc.) Sin embargo, es habitual encontrar libros que, al abrirllos, presentan en los márgenes adyacentes a los cortes un tono mucho más oscuro del que tienen en el centro de las hojas: es el resultado de la acción de estos productos contaminantes que empiezan a actuar y degradar el papel. También se sabe que estos productos ácidos son capaces de ir migrando de una hoja a otra contaminando el conjunto.
10.-	Especialmente grave es también el ataque que los ácidos de azufre ejercen sobre la piel de las encuadernaciones provocando en ellas la llamada “ <u>putridión roja</u> ” que en realidad es un deterioro ácido. Esta forma de deterioro es muy dañina para la piel llegando a provocar su total destrucción. La piel se vuelve seca y porosa, cogiendo un color rojizo marrón, tendiendo a escamarse o convertirse en polvo.

Las causas de deterioro ácido de las encuadernaciones son:

1.-	El ácido sulfúrico es la primera causa de deterioro de las pieles de las encuadernaciones.
2.-	El ácido sulfúrico es introducido directamente en la piel durante algunos de los pasos de curtición con los taninos e indirectamente por la absorción y oxidación del dióxido de azufre de la atmósfera.
3.-	El mecanismo químico de deterioro del ácido sulfúrico en la piel es la hidrólisis.
4.-	El punto crítico del deterioro de la piel por acción del ácido sulfúrico se alcanza cuando el valor del pH es 3.
5.-	La adición de grasa no protege la piel de su deterioro por el ácido sulfúrico.
6.-	Las pieles de encuadernación se pueden proteger, hasta cierto punto, con la adición de ciertas sales.
7.-	La protección ideal para las pieles de las encuadernaciones consiste en aislarlas en atmósferas que no contengan ácido sulfúrico empleando sistemas artificiales de renovación y mantenimiento del aire puro.

LA LUZ.

Un experto, Nathan Stolow ("The Action of Environment on Museum Objects. Pt. II. Light." *Curator* 9, December 1966. pp 298-306) ya resumió de forma clara y concisa los peligros de la luz para la integridad de los materiales documentales:

Los efectos degenerativos de la luz sobre los objetos de las colecciones de los museos dependen de la intensidad de la radiación; del tiempo de exposición; de las características del espectro de la radiación y de la capacidad intrínseca de los objetos para absorber y ser afectados por la energía radiante. Los factores externos también influyen en el grado de deterioro - humedad, temperatura y gases activos de la atmósfera. Sabemos que no podemos considerar la luz como un daño particular; la temperatura y humedad altas y la presencia de oxígeno suele acelerar el proceso de deterioro. Esencialmente, debemos tener en cuenta: las características de la radiación, los materiales que se exponen y las condiciones de esa exposición.

Hasta que los laboratorios de investigación demuestren lo contrario, cualquier conservador de museos debe asumir que el nivel de daño fotoquímico se reducirá en proporción directa a la intensidad de la iluminación o del tiempo de exposición - no importa cual sea la fuente de luz. También debe recordar la importancia del factor temperatura: un aumento de diez grados en la temperatura incrementa al doble la velocidad de las reacciones químicas. Si se priva de oxígeno a un objeto, también se ayuda a minimizar los cambios fotoquímicos en los que el oxígeno es necesario en la creación de los pasos intermedios que necesitan las reacciones fotoquímicas.

De entre los materiales que se conservan en estos centros, el papel es el material que, potencialmente, es más fácil se vea afectado por los efectos de la luz.

Otros materiales fácilmente afectables son los pergaminos, textiles, materiales de las cubiertas de las encuadernaciones, ciertos plásticos, tintas, adhesivos y muchos tintes o pigmentos.

William Barrow comprobó que en los manuscritos de la época colonial americana, las tintas ferrogálicas expuestas a la luz solar habían cambiado del color negro a un tono rojizo o perdido completamente. Sus ensayos demostraron que esa luz descompone el ácido tánico de la tinta, provocando su cambio de color o la desaparición total.

El polímero que forma la celulosa del papel es quién sufre la degradación por efecto de la luz. La celulosa, por sí misma, no absorbe la radiación visible, sin embargo, los compuestos que se le añaden en su fabricación - colas, colofonia y demás - la vuelven sensible a sus efectos.

La degradación fotoquímica de la celulosa se debe a la oxidación de la celulosa por el oxígeno atmosférico, el ozono u otros oxidantes atmosféricos. La reacción se ve acelerada por la presencia de vapor de agua y se ve precedida por la absorción de la luz ultravioleta (que al incidir sobre el papel crea *oxicelulosa*).

La principal fuente de preocupación para los archiveros y bibliotecarios no debe ser la luz solar sin filtrar sino la luz que entra en el edificio por las ventanas o claraboyas y las fuentes artificiales de iluminación de los depósitos, salas de consulta y de trabajo.

También son origen de graves daños las fuentes de luz de artificial que se emplean en las exposiciones temporales o permanentes.

Por ejemplo, cuando se eliminan los efectos del calor en una radiación de luz mediante el control de la temperatura, los papeles se blanquean, incluso aquellos que tienen lignina, aunque estén metidos en atmósferas de nitrógeno libres de oxígeno.

Los dos efectos, aparentemente opuestos, de amarilleo y blanqueo pueden darse simultáneamente.

Temperatura y Humedad.

1.-	Parece haber una clara relación entre el deterioro químico y físico que provocan en el papel la luz, el calor y la humedad.
2.-	La exposición del papel a altas temperaturas, incluso durante, breves períodos de tiempo, le provoca amarilleo y friabilidad (se vuelve quebradizo). Si se expone a un calor moderado durante largos períodos parece ocasionarle un efecto de lento envejecimiento. Las bajas temperaturas se consideran propicias para preservar el papel.
3.-	Una combinación de temperatura entre moderada y alta y una humedad baja hacen que el papel pierda su humedad y se vuelva quebradizo.
4.-	Si la humedad relativa ambiental baja hasta el 30% se considera que el umbral del comienzo del deterioro del papel, por encima del 75% es fácil que surjan ataques de microorganismos.
5.-	Según los estudios, y el clima de los países para donde están pensados, los valores que se consideran óptimos varían; en general, se habla de valores de temperatura entre 19°C y 22°C y de humedad relativa entre el 50% y el 65%.
6.-	Estas generalidades son peligrosas puesto que las condiciones ideales pasan en realidad por la estabilidad.