

2. Conservación de Materiales Bibliográficos

2.1 Definición

La preservación como disciplina integrada al trabajo bibliotecario, presenta un desarrollo que permite la convivencia de conceptos y términos que han variado en sus fines o en sus métodos de trabajo. Sin embargo, en los últimos años la aparición de términos nuevos ha favorecido notablemente la ambigüedad en el uso de la terminología.¹

En 1974, el glosario de la Sociedad Americana de Archiveros (SAA) definía el término preservación como:

la responsabilidad básica para proporcionar recursos adecuados para la protección, cuidado y mantenimiento de los archivos, registros y manuscritos; así como las medidas específicas individuales y colectivas, adoptadas para la reparación mantenimiento, restauración o protección de los documentos.²

En 1976, el Consejo Asesor Nacional de Conservación (NCAC) de Estados Unidos definía conservación como un método de trabajo que cubre tres aspectos: la evaluación del objeto, la preservación y el tratamiento de conservación de los materiales y su restauración.³

¹ SÁNCHEZ HERNAMPÉREZ, Arsenio., *Políticas de Conservación en Bibliotecas*. Madrid: Arco/Libros, S.L, 1999 p. 17-18. Esta ambigüedad está relacionada también con los usos idiomáticos que la tradición da en diferentes países.

² Ibid., pp. 19-20.

³ La evaluación del objeto incluye la documentación e investigación. La preservación se refiere a la acción de retardar el deterioro por el control del medio ambiente. Ibid., p. 20

En el ámbito internacional, el primer intento por fijar la terminología fue el informe profesional de la IFLA⁴ presentado en 1979 y ampliado en 1986 por J. M. Dureau y D.W.G. Clements. Este documento, considerado el código deontológico de conservación en bibliotecas, es el primero en establecer normas mínimas de conservación; en favorecer el intercambio y el desarrollo de programas de cooperación nacional e internacional; y en diferenciar los aspectos de gestión de la preservación frente a la conservación, que está encaminada a la aplicación de políticas específicas.⁵

La preservación es un término múltiple y complejo, abarca todas aquellas operaciones encaminadas a mantener en las mejores condiciones posibles las colecciones documentales y sus contenidos intelectuales para asegurar su permanencia y facilitar el acceso a la información que transmiten.

La preservación comprende todas las actividades económicas y administrativas que incluyen el depósito y la instalación de los materiales, la formación del personal, los planes de acción, los métodos y técnicas, referentes la preservación de los materiales de archivos y bibliotecas y a la información contenida en los mismos. ...Incluye preservar el contenido intelectual de la información registrada transfiriendo la misma

⁴ *International Federation of Library Associations and Institutions.*

⁵ SÁNCHEZ, Op. Cit. pp. 20-21.

a otros soportes y/o preservar los materiales bibliográficos y documentales en su forma física original de la forma más exacta y práctica posible.⁶

David B. Gracy apunta la existencia de tres niveles en el trabajo de preservación, el primero se ocupa la gestión de los programas; el segundo de las colecciones y su entorno; el tercero es el trabajo directo con los objetos aislados. El trabajo conjunto de la colección y su entorno, también denominado conservación preventiva, tiene como fin frenar el impacto negativo del medio ambiente en las colecciones. Se reconocen cinco principales áreas en el trabajo preventivo, estas son: el control de los factores ambientales; la valoración de las características del edificio para identificar los problemas estructurales que impactan en el deterioro de las colecciones; la planificación de siniestros y la recuperación de materiales dañados; las actividades relacionadas con la protección y mantenimiento de los documentos; y la instrucción, de trabajadores y usuarios, sobre la manipulación adecuada de los materiales bibliográficos.⁷

El tratamiento de objetos individuales abarca dos aspectos: la conservación de la información y la conservación de los materiales físicos originales. Este último puede ser entendido como el tratamiento de conservación únicamente cuando “los tratamientos no impliquen un cambio de los valores actuales del documento en cuanto a su aspecto exterior

⁶DEREAU, J.M. y D.W.G. CLEMENTS., *Principios para la Preservación y Conservación de los Materiales Bibliográficos*. Madrid: Centro de Coordinación Bibliotecaria, 1988. pp. 5- 6.

⁷SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 23-24.

y la información material implícita.”⁸ Cuando las operaciones y tratamientos tienen como finalidad recuperar un “hipotético aspecto original” se habla de restauración.⁹

2.1 Políticas y modelos de preservación

Las bibliotecas son “centros dinámicos de la cultura y su papel no es únicamente salvaguardar una parte del patrimonio, exhibirlo y difundirlo, sino ofrecer un conjunto coherente y actualizado de documentos para que pueda ser activamente consultado”¹⁰; es decir, el objetivo principal de las bibliotecas es facilitar el acceso a la información y para ello tienen que coleccionar, organizar, preservar y hacer accesibles los materiales en distintos soportes, tales como libros, manuscritos, películas, fotografías, grabados, mapas, registros sonoros, y audiovisuales en cintas y discos; todos ellos tienen en común la capacidad de transportar y registrar los pensamientos y conocimientos humanos, “estos documentos, con sus diferencias de fecha, civilización y soporte, son expresión de la vida cultural e intelectual en un lugar y momento determinado.”¹¹

Para que una biblioteca pueda cumplir efectivamente su función debe considerar y aplicar políticas mínimas de preservación, estas son:¹²

⁸Ibid., p. 24.

⁹Ídem.

¹⁰Ibid., p. 26,

¹¹DEREAU y CLEMENTS, Op. Cit. p. 6.

¹²SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 27-28.

I. El acceso a la información es el objetivo primordial de la biblioteca y un derecho social inalienable.

- II. Toda biblioteca precisa de un plan de preservación que responda a sus características y necesidades.
- III. Cada colección difiere en sus contenidos y finalidad, por ello el plan de preservación debe adecuarse a los objetivos de la biblioteca.
- IV. La preservación debe ser considerada como una responsabilidad de gestión al más alto nivel.
- V. El plan de preservación debe estar consolidado como parte continuada del presupuesto de la biblioteca.
- VI. La preservación debe implicar a todo el personal de la biblioteca.
- VII. Las actividades que tienen que ver con la educación de trabajadores y usuarios, la planificación de desastres, la limpieza y la colocación de los libros; aseguran en gran medida la conservación de los recursos bibliotecarios.

Los programas de conservación son irrepetibles, cada biblioteca debe establecer uno de acuerdo a sus necesidades, características y recursos. Cuando se desarrolla un programa, éste debe considerar cuatro ejes básicos: las características del espacio donde se alojan las colecciones; la prevención de desastres y programas de salvamento de las colecciones; las condiciones ambientales en las que la documentación se conserva; y el estudio de las colecciones. Éste último permite conocer varios aspectos: el estado de la colección en conjunto, que partes se encuentran en mal estado, cuales son las que corren mayores riesgos, cuales son las más importantes o valiosas, de qué manera se da el crecimiento de la

colección, en donde alojarla y qué dirección debería tomar la colección.¹³

¹³Ibid., p. 29-30.

Según Ross Harvey se pueden describir cuatro modelos de colecciones básicos:¹⁴

VIII. Pequeñas colecciones, como las pertenecientes a bibliotecas de empresas, fundaciones y entidades privadas, con personal y presupuesto reducido;

IX. Las colecciones de uso frecuente de bibliotecas públicas y académicas, que cuentan con fondos cuantiosos y que se caracterizan por un tipo de usuarios amplio y plantillas de personal reducidas.

X. Colecciones de referencia y colecciones con valor histórico o fondos especiales, que cuentan con personal muy especializado y son de bajo uso.

XI. Colecciones de importancia nacional como las grandes bibliotecas públicas o los repositorios del depósito legal.

Los requisitos de conservación, para los cuatro grupos, no varían; estos son: encuadernación, manipulación, reparaciones menores, cuidados y almacenamiento adecuados, educación de usuarios y trabajadores, control ambiental, reproducción, seguridad, planificación de siniestros, posible sustitución de materiales deteriorados y cooperación. No obstante, se diferencian por “el grado de implicación en la preservación, la escala de actividades a desarrollar, qué elementos se deben considerar prioritarios y qué colecciones deben ser preservadas.”¹⁵

¹⁴HARVEY, ROSS., *Preservation in Libraries: Principles, Strategies and Practices for Librarians*. Londres: Browker Saur, 1993. p. 216-225.

¹⁵SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 31.

2.2 La naturaleza del papel

Desde su invención,¹⁶ el papel constituyó el principal soporte de los documentos, incluso, “se calcula que el 94% de la información almacenada por el hombre, está escrita sobre papel.”¹⁷ En miras a su conservación es de gran importancia conocer la composición, características y propiedades del papel.

2.2.1 Composición del papel

El papel está compuesto fundamentalmente por la fibra o material fibroso y los aditivos funcionales como el encolante, la carga los abrillantadores ópticos y los agentes consolidantes¹⁸

Las fibras individuales del papel son laminadas después de ser separadas mecánicamente y suspendidas en agua. Se puede hacer con fibras animales, fibras minerales, fibras sintéticas, incluso fibras de cerámicas, acero y otros metales; sin embargo, normalmente está hecho de fibras vegetales: algodón esparto, juncos, madera, lino, cáñamo, bambú, yute y otras cañas.¹⁹

¹⁶ Atribuida a Tsai-Luen en 123 a.C.

¹⁷ VAILLANT CALLOL, Milagros y Nieves VALENTÍN., *Principios Básicos de la Conservación Documental y Causas de su Deterioro*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura, 1996. p. 23.

¹⁸ Ibid., p. 37.

¹⁹ CUNHA, George Martin and Dorothy Grant CUNHA., *Conservation of Library Materials: A Manual and Bibliography on the Care, Repair and Restoration of Library Materials*. 2nd ed. Metuchen, N.J.: The Scarecrow Press Inc, 1971 p. 16.

El material celulósico es el componente mayoritario en las fibras. Desde el punto de vista macromolecular, contiene básicamente celulosa y en menor cuantía polímeros como hemicelulosas y lignina, adheridas fuertemente a las estructuras fitotissulares. La calidad y cantidad de cada uno de estos componentes depende de la fuente de materia prima utilizada y el proceso de obtención del material fibroso. El material fibroso deberá tener buena pureza química y alta resistencia mecánica. La primera se obtiene con fibras de alto contenido de alfa-celulosa y baja proporción de grupos reductores como la lignina y elementos inorgánicos; la segunda, se logra mediante fibras fuertes, con alto grado de polimerización y alto nivel de resistencia de los enlaces interfibras.²⁰

El encolante está constituido por aditivos funcionales que se añaden para aumentar la retención de las fibras, dar solidez a la hoja, aumentar la resistencia del papel y prevenir el corrimiento de las tintas utilizadas en la escritura. Existen varios tipos: medio ácido con pH 4-5, como alumbre y colofonia; medio neutro pH 7-8, como alumbre-aluminiato y encolante alquílico. Las cargas o sustancias de rellenos son polvos minerales que se adicionan con el objetivo de mejorar las propiedades ópticas y abaratar el costo de producción. Son elementos metálicos, por ejemplo el caolín, carbonato de calcio dióxido de titanio y aluminio. Un alto contenido de carga o relleno disminuye las propiedades mecánicas del papel ya que sustituye los enlaces interfibras. Los abrillantadores ópticos son sustancias que se añaden para aumentar la blancura y brillantez del papel. Como son compuestos químicos que absorben la luz ultravioleta favorecen las reacciones fotoquímicas del material fibroso. Los agentes consolidantes son sustancias que se utilizan

²⁰ VAILLANT y VALENTÍN, op. cit 37.

como aglutinantes. Entre ellos está la gelatina, que es un buen adhesivo pero favorece el ataque microbiano y el amarillamiento del papel; el acetato de celulosa, que puede provocar hidrólisis ácida; y la carboximetilcelulosa, que no introduce factores nocivos e incrementa la durabilidad del papel.²¹

Entre las macromoléculas que constituyen el papel está la celulosa que es el compuesto más abundante en la naturaleza²²

se trata de un polímero formado por un sólo motivo químico, el radical glucosídico $[C_6H_{10}O_5]^n$, derivado de la molécula de glucosa por eliminación de una molécula de agua. En la celulosa los radicales se agrupan formando largas cadenas que varían de longitud, dependiendo de la planta y del tipo de proceso seguido en la manufactura del papel.²³

Las moléculas de celulosa están compuestas de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, así como de grupos hidroxilos. Estos últimos son muy importantes debido a su capacidad de formar enlaces químicos por puentes de hidrógeno con cadenas vecinas. Por la formación de vínculos entre polímeros, las moléculas se reúnen formando haces los cuales forman uno filamentos muy pequeños llamados microfibrillas. Los haces de microfibrillas forman filamentos mas grandes llamados macrofibrillas, los cuales construyen las paredes

²¹ Ibid., p. 38.

²² La madera contiene alrededor de 60% de celulosa y el algodón más del 90%.

²³ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 94.

celulares de la fibra de celulosa.

La figura 1 muestra la estructura de una molécula de celulosa.

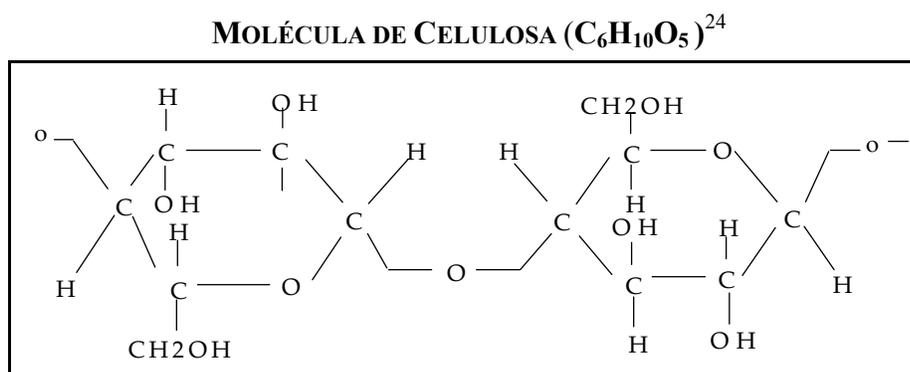


Figura 1. Estructura de la molécula de celulosa

La organización de las microfibrillas dentro de las moléculas de celulosa es diversa. Hay zonas, denominadas cristalinas, donde su disposición es paralela y con distancias fijas, presentan una buena estabilidad pues poseen una estructura muy densa y son muy resistentes a la introducción de agua y de gases contaminantes. Existen otras zonas, llamadas amorfas, donde las moléculas se encuentran más dispersas y desordenadas, esto permite con mayor facilidad el acceso de agentes químicos, es en estas zonas donde generalmente se producen los fenómenos de hidrólisis, oxidación y rotura de enlaces moleculares.²⁵

Las propiedades de la celulosa son determinadas por varios factores: el tamaño de las cadenas moleculares y la presencia de lignina, hemicelulosa, pectina, resinas y polisacáridos asociados a las fibras celulósicas.²⁶

²⁴Ibid., p. 95.

²⁵Ibid., pp. 95-96.

²⁶Ibid., p. 38.

La lignina, un polímero polifenólico, es una materia natural rígida y con un débil grado de polimerización. Los papeles con un alto contenido en lignina se caracterizan por ser muy sensibles a la luz y a la absorción de gases contaminantes. La celulosa y la lignina se unen por hemicelulosas, éstas difieren de la celulosa en que son ramificadas, tienen menor peso molecular, se encuentran generalmente en estado amorfo y son más susceptibles a la hidrólisis ácida y a su disolución mediante álcalis.²⁷

2.1.1 Envejecimiento del papel

Todo en la naturaleza envejece con el tiempo, se entiende por envejecimiento “el conjunto de procesos y cambios irreversibles que sufren los objetos durante su almacenamiento.”²⁸

Los cambios que se originan en el soporte durante el envejecimiento de los documentos ocurren a dos niveles: los cambios primarios y los cambios secundarios.²⁹

- Los cambios primarios se originan cuando se produce la ruptura de las moléculas, como es el caso de la ruptura de enlaces glucosídicos de la cadena celulósica.
- Los cambios secundarios se producen a partir de los cambios primarios y provocan modificaciones de algunas propiedades, a diferencia de los primeros que no se ven a simple vista, los cambios secundarios producen efectos macroscópicos.

²⁷ Ibid., p. 95-96.

²⁸ VAILLANT y VALENTÍN, Op. Cit. p. 43.

²⁹ Ibid., p. 44.

Entre los principales cambios que produce el envejecimiento se encuentran: las rupturas de cadenas, la formación de nuevos grupos funcionales, la pérdida de la cristalinidad, el incremento de la acidez, la sequedad, la pérdida de fortaleza mecánica, la reversión del color o amarillamiento, etc. Estos cambios están relacionados con propiedades específicas, por ejemplo, la sequedad está relacionada con una disminución de elasticidad y aumento de rigidez , esto ocurre por la pérdida de regiones amorfas en la celulosa, en cuyo caso el papel se desmorona porque está rígido.³⁰

Entre las propiedades químicas que cambian con el envejecimiento se encuentran: la acidez, el grado de polimerización, el contenido de grupos carbonilos y la disolución en hidróxido de sodio. También las propiedades mecánicas cambian con el envejecimiento, tales como el doblez, rasgado, tensión y estallido.³¹

Las causas del envejecimiento son diversas, algunas son inherentes a la propia naturaleza del soporte, o bien a la acidez u oxidación de las tintas. En estos procesos participan varios factores que actúan conjuntamente en forma permanente y en relación con el medio que los rodea.

2.1.2 Degradación del papel

³⁰Ídem.

³¹Ídem.

En los soportes de los materiales bibliográficos se producen con el envejecimiento reacciones químicas, físico-químicas y biológicas, tanto a nivel macroscópico como estructural. Estas reacciones ocurren diariamente durante su almacenamiento y están relacionadas con procesos degradativos del soporte y de los materiales constituyentes.³²

La degradación se define como:

los procesos que implican una modificación de la estructura original por ruptura de enlaces, bien en las cadenas principales, o en los grupos sustituyentes laterales. Muchas veces implican la reducción del grado de polimerización de una macromolécula o polímero.³³

Las causas físicas que provocan reacciones de degradación son: la aplicación de calor, radiaciones ultravioletas, rayos X, partículas eléctricas altamente aceleradas, esfuerzos mecánicos de cizallamiento, ultrasonido, etc. Entre las causas químicas se pueden mencionar las reacciones de hidrólisis de enlaces, de oxidación de polímeros saturados y no saturados y el ataque de reactivos específicos en la molécula polimérica original. Las causas biológicas son las inducidas por agentes como los microorganismos u otros portadores de actividad biológica, entre ellos células intactas, organúlos, enzimas, ácidos orgánicos y algunas macromoléculas, las cuales producen reacciones con el soporte.³⁴

³²Ibid., p. 45.

³³Ídem.

³⁴Ídem.

Las reacciones de degradación del papel están directamente relacionadas con su composición y estructura, así como los factores del medio ambiente. Las reacciones degradativas son: termodegradación, fotodegradación y biodegradación.

2.1.1.1 Termodegradación

La energía calorífica es un agente físico que provoca reacciones degradativas hidrolíticas en diversos polímeros, particularmente en los celulósicos. A temperaturas elevadas la cadena principal empieza a romperse, originándose fragmentos más pequeños que pueden llegar a la unidad monomérica. En este proceso se produce la oxidación e hidrólisis del polímero, prevaleciendo la ruptura de las cadenas principales en forma aleatoria. A medida que las reacciones hidrolíticas van avanzando el peso molecular disminuye.³⁵

La degradación térmica de la celulosa provoca cambios en las propiedades químicas y mecánicas del papel, el cual se vuelve amarillo y quebradizo. En los polímeros lignicos su comportamiento durante la degradación térmica es muy variable, aunque ésta tenga lugar en los sustituyentes laterales.³⁶

2.1.1.2 Fotodegradación

³⁵Ibid., p. 46.

Cuando la luz es absorbida por un material, la energía de las moléculas aumenta en igual cantidad y se produce la fotodegradación. Para que ocurra la reacción fotoquímica, la cantidad de energía absorbida debe ser mayor que la energía de enlace del polímero. Cuando la celulosa es expuesta a una longitud de onda igual a 254 nanómetros (luz ultravioleta) ocurre la fotólisis directa del polímero, con ruptura de los enlaces carbono-carbono de la cadena principal y carbono-oxígeno glucosídicos, con una energía de ruptura de 80-90 kilocalorías por mol. La presencia del oxígeno puede conducir a la formación de radicales peróxidos (ROO) durante la ruptura inicial.³⁷

Cuando la celulosa es expuesta a la luz solar:³⁸

- Puede ocurrir fotólisis, pues la longitud de onda es mayor o igual a los 300 nanómetros y la energía originada está próxima a las 95 kilocalorías por mol.
- Prevalecen las reacciones de oxidación, las que conducen a la ruptura de los enlaces glucosídicos C1-C2, C5-O de la molécula. Provocan la reducción del grado de polimerización.

En estos procesos el oxígeno y agua intervienen en las reacciones de los radicales peróxidos. Estas reacciones se manifiestan por un aumento en el amarillamiento del papel

³⁶Ídem.

³⁷Ídem.

³⁸Ídem.

debido a la formación grupos cromóforos que absorben a la luz por pérdida de las propiedades mecánicas y por una disminución de la flexibilidad.³⁹

Las hemicelulosas sufren cambios fotoquímicos similares a la celulosa. La lignina tiene la capacidad de absorber longitudes de onda superiores a la celulosa. Los papeles con alto contenido de lignina al ser expuestos a la luz solar, sufren la oxidación de los grupos fenólicos y la pérdida de grupos metoxilos; cuando esto ocurre se produce rápidamente el amarillamiento y modificación de las propiedades mecánicas. Los efectos de la luz sobre el papel “constituyen un fenómeno de superficie, en el cual las caras más expuestas son las más afectadas.”⁴⁰

2.1.1.3 Biodegradación

La energía generada por microorganismos, enzimas y otros portadores de la actividad biológica constituyen los agentes que ejecutan los procesos de actividad biológica y constituyen los agentes que ejecutan los procesos biodegradativos. En ellos los factores del medio ambiente son muy importantes pues:

las reacciones del metabolismo microbiano se verifican en el medio en el que existen las condiciones adecuadas y los microorganismos tienen requerimientos vitales estrictos en ese sentido.⁴¹

³⁹ Ibid., p. 47.

⁴⁰ Ídem.

⁴¹ Ídem.

Entre los factores que dirigen el sentido y velocidad de los procesos biodegradativos realizados por los microorganismos se encuentran: la temperatura, la luz, la humedad relativa del aire, la ventilación, el índice de pH.⁴²

⁴²Ibid., pp. 47-48,

- La temperatura es un factor indispensable para el desarrollo y actividad de los microorganismos, pues estos obtienen energía calórica del ambiente y la transforman en energía celular.
- La luz ejerce determinados efectos en las células vivas y en los microorganismos: las radiaciones ultravioletas aumentan el contenido energético y producen excitación electrónica de las moléculas absorbentes; las radiaciones visibles proporcionan energía a los microorganismos y células pigmentadas; las radiaciones infrarrojas tienen bajo contenido energético pero producen energía calorífica.
- La humedad relativa del aire provee de un medio acuoso para el desarrollo de las reacciones metabólicas.
- La ventilación insuficiente es un factor decisivo de desarrollo de microorganismos sobre materiales documentales.
- Un pH ácido favorece el desarrollo de los hongos y un pH básico favorece el crecimiento de bacterias.

2.1.1 Deterioro del papel

Los materiales bibliográficos desde que son producidos durante el tiempo que son almacenados y utilizados envejecen, se deterioran y sufren algunos daños.

El 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.”⁴³

Este deterioro puede producirse por fuerzas destructivas como guerras, terremotos

⁴³Ibid., p. 48.

incendios o inundaciones; o por factores del medio ambiente en el cual son almacenados. Estos últimos incluyen un conjunto de factores químicos, físicos, físico- mecánicos y biológicos los cuales actúan de forma permanente sobre los documentos.⁴⁴

2.2 Factores de deterioro

Los materiales de origen orgánico sufren con el tiempo una serie de transformaciones que modifican sus características originales. Estos cambios se reflejan en una pérdida de resistencia, en variaciones del aspecto externo, en mayor dificultad en su manejo y en alteraciones en la estructura química. Estas alteraciones representan un riesgo para la integridad física del soporte y de su contenido, limitan su uso y pueden provocar su destrucción. La velocidad con que se da este proceso de deterioro depende de las causas que lo producen y de la susceptibilidad de los materiales.⁴⁵

El deterioro provoca el decrecimiento de la habilidad de un material de desempeñar su función. Los materiales bibliográficos transmiten información al usuario, por lo tanto, el deterioro puede ser cualquier acción ya sea física, química o biológica, que interfiera con dicha transferencia. El deterioro de los materiales bibliográficos se da como resultado de la acción de agentes presentes en el ambiente bibliotecario, en la mayoría de los casos los agentes promueven la degradación reaccionando con las sustancias que componen los

⁴⁴Ibid., p. 49.

⁴⁵SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 79.

propios materiales.⁴⁶

⁴⁶MORROW, Carolyn Clark., *The Preservation Challenge: A Guide to Conserving Library Materials*. New York: Knowledge Industry Publication, Inc. , 1983. p. 9.

Por causas de deterioro se entiende “aquellas variables que provocan o favorecen un determinado suceso en el objeto, siendo los efectos el resultado de la agresión.”⁴⁷ las causas de alteración se han agrupado en diferentes categorías y aunque se describen individualmente, el mayor potencial de la destrucción se relaciona con el efecto sinérgico de la interacción de las diferentes causas, ya que:

los sistemas que gobiernan la descomposición de los materiales orgánicos son sumamente complejos, no existe una sola causa de alteración sino un complejo entramado de relaciones recíprocas *causa-efecto-causa...* que colaboran destruyendo el soporte y la información contenida.⁴⁸

Se distinguen dos tipos de causas alteración: las internas y las externas. Las primeras están relacionadas con los materiales empleados en la fabricación del objeto, su forma física y las técnicas utilizadas en su producción.

Las segundas tienen que ver con las condiciones del ambiente donde se encuentra el objeto y por la forma en que es manipulado; estos “constituyen la verdadera energía de activación de las causas endógenas, en otras palabras las que hacen que un soporte potencialmente inestable sea un soporte desestabilizado.”⁴⁹

⁴⁷ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 80.

⁴⁸ Ídem

⁴⁹ Ibid., p. 81.

En las tablas 4 y 5 se enumeran los factores internos y externos, respectivamente, que causan alteraciones en los materiales documentales.

CAUSAS INTERNAS ⁵⁰			
Soporte	Materias primas	- Composición química - Estructura química	
	Técnicas de fabricación	- Procesos de preparación - Modificación de propiedades - Calidad del producto	
	Formato	- Tamaño - Peso	
	Forma de uso	Lectura directa	- Exposición a la luz - Apertura / cerrado
		Lectura indirecta	- Máquina lectora - Abrasión (magnetoscopio) - Irradiación (proyección, lector láser)
Grafía	Materias primas	- Composición química - Estructura química - Estructura física	
	Técnicas de fabricación	- Procesos de preparación - Modificación de propiedades - Calidad del producto	
	Técnica de aplicación	- Absorción - Retención	

Tabla 4. Causas internas de deterioro

⁵⁰Ibid., p. 82.

CAUSAS EXTERNAS ⁵¹		
Clima	- Humedad Relativa - Temperatura - Presión atmosférica	
Calidad del aire	Contaminantes	Sólidos
		Gases
	Renovación del aire	
Iluminación	Intensidad lumínica	- Exceso
	Cantidad lumínica	- UV - Infrarrojo - Banda visible
Biodeterioro	Microorganismos	- Hongos - Bacterias
	Insectos	
Roedores		
Catástrofes	Fuego	
	Tierra	- Terremotos - Hundimientos
	Agua	- Filtraciones - Inundaciones
Aire	- Huracanes	
Entorno humano	Uso correcto	- Desgaste - Fatiga
	Uso incorrecto	- Mutilación - Mal uso - Transporte - Exhibición

⁵¹Idem.

	Destrucción intencionada	<ul style="list-style-type: none"> - Vandalismo - Psicopática - Conflictos sociales - Terrorismo - Actos bélicos
	Modificación de propiedades	<ul style="list-style-type: none"> - Reparaciones incorrectas - Restauración abusiva

Tabla 5. Causas externas de deterioro.

2.1.1 Factores internos

La permanencia del papel se refiere, fundamentalmente, a su estabilidad química y la durabilidad del papel se refiere a la resistencia física, o sea a la capacidad de resistir estrés mecánico. Para determinar la permanencia y durabilidad del papel hay que considerar dos factores principales relacionados entre sí, la calidad de la fibra y la acidez.⁵²

⁵²BANKS, Paul N., “Los Enemigos de los acervos” en *Memoria del Primer Seminario Internacional de Conservación de Documentos, Libros y Materiales Gráficos*. México: Archivo General de la Nación, 1983. p. 9-10.

- La calidad de la fibra depende de la presencia de lignina y la estructura fina de la fibra, el largo de la fibra es determinante para la resistencia del papel. La lignina, presente en papeles de madera contribuye a la acidez del soporte. Las fibras de madera, por su fina estructura, son algo más vulnerables a los ataques deteriorantes que las fibras derivadas de cortezas o de las fibras de las semillas.⁵³
- La acidez causa el rompimiento irreversible de las cadenas moleculares de la celulosa y cuando el promedio de largo de la cadena baja a 400 unidades el papel se torna débil, quebradizo e inútil. Las fuentes potenciales de acidez en el papel son los residuos del proceso de blanqueo, los componentes no celulósicos según el origen de la fibra, resinas, contaminantes atmosféricos, migraciones y especialmente el alumbre.

La resistencia al doblado del papel ha ido declinando desde el siglo XVII, 300 años antes de la introducción de la pulpa de madera en la industria papelera. Entre las principales causas se encuentran la introducción de alumbre (sulfato de potasio) para endurecer el apresto de grenetina, esto hace que las fibras sean más cortas y por lo tanto el papel es más débil; y el uso de trapo de más baja calidad.⁵⁴ Estas prácticas culminan en el siglo XIX con el uso del blanqueo con cloro, la máquina de papel, la resina de brea de colofonia y apresto de alumbre. Finalmente en la segunda mitad del siglo XIX con la introducción de la pulpa de madera.

⁵³ Muchos de los papeles del siglo XIX y XX están deteriorados y es porque fueron débiles desde el principio por las fibras cortadas en su fabricación.

⁵⁴ Banks, Op. Cit. p. 10. Aún cuando el papel no sea de madera, si fue elaborado con trapos degradados que han sido demasiado blanqueados y si las fibras han sido acortadas por un batido demasiado intenso en la batidora holandesa, y si tiene adicionada gran cantidad de alumbre, puede tener una calidad muy pobre.

Existe una distinción entre la pulpa de madera mecánica y la pulpa de madera química. El papel hecho de la pulpa de madera mecánica, de madera molida o de periódico, por razones inherentes no es duradero, ya que todos los componentes no celulósicos de la madera se quedan en él y a la vez es débil porque consiste en fragmentos de fibra más bien que de fibras intactas. En cambio las fibras de pulpa química de madera, si son cuidadosamente procesadas pueden dar como resultado una buena permanencia, pues es posible eliminar compuestos no celulósicos, también pueden ser relativamente fuertes porque quedan intactas al separarlas de la madera.⁵⁵

Entre las características de los papeles durables están: ser de celulosa pura, pH neutro, fibras largas libres de lignina y azufre, cargas químicamente estables e inalterables.

Los objetos de papel consisten en soporte y grafía; el soporte es el término genérico para describir el material que físicamente sostiene la escritura o la impresión, la grafía se refiere a la escritura, los caracteres impresos e imágenes.⁵⁶

2.1.1.1 Deterioro del soporte

La alteración química del soporte implica la transformación parcial o total del objeto, los materiales pierden sus características originales y dan lugar a un objeto diferente, inestable.

La alteración química es resultado de la interacción de los factores internos y externos.⁵⁷

Los papeles antiguos elaborados con trapos de lino o algodón poseen buena estabilidad y

⁵⁵ Ibid., pp. 9-10.

⁵⁶ BANKS Paul N. and Roberta PILETTE, ed., *Preservation: Issues and Planning*. Chicago: American Library Association, 2000. p. 294.

Los papeles antiguos elaborados con trapos de lino o algodón poseen buena estabilidad y perdurabilidad, en cambio los papeles de pasta de madera que contienen hemicelulosas y lignina, se deterioran con mayor facilidad; además el encolado con sales de alumbre y colofonia acelera el deterioro, pues a largo plazo facilita la formación de ácidos que fragmentan las cadenas moleculares reduciendo su tamaño.⁵⁸

En los procesos artesanales de fabricación del papel, los trapos eran molidos mediante un trabajo mecánico que se completaba con la maceración, de esta forma los trapos sufrían un deterioro mínimo y los baños químicos con sal estaban estrictamente prohibidos porque mermaban la pulpa y reducían la resistencia de la hoja.⁵⁹ La batidora holandesa⁶⁰, introducida a principios del siglo XVIII, trajo consigo fibras más cortas, pues la pasta era machacada por cuchillas de hierro, además se depositaban en el papel iones metálicos que catalizan reacciones químicas dañinas.

En 1798 la denominada máquina de Fourdrinier fue inventada en Francia por Nicholas Louis Robert y fue desarrollada y perfeccionada por los hermanos Fourdrinier en Inglaterra poco tiempo después. La máquina de papel formaba, prensaba y secaba las hojas en una operación continua. El papel hecho con máquina se introdujo en los primeros años la

⁵⁷ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 97.

⁵⁸ Ibid., p. 97-98.

⁵⁹ Ibid., p. 98.

⁶⁰ BANKS, Op. Cit. p. 9.

década de 1800 y se esparció rápidamente.⁶¹ Más adelante, la introducción de las pastas de madera incrementó la fragilidad del papel, al reducir el tamaño de sus moléculas

⁶¹BROWNING B. L. , “La naturaleza del papel” en *Deterioration and Preservation of Library Materials*. ed. Howard W. Winger y Richard Daniel Smith. Chicago: The University of Chicago Press, 1970. p. 19.

2.1.1.1.1 Acidez

Los cambios irreversibles en la estructura material de los soportes documentales son comunes a todos los efectos químicos, de hecho, los procesos de envejecimiento del papel son resultado de reacciones químicas continuas.

El problema de la hidrólisis ácida es el principal responsable de la alteración de documentos.⁶² En presencia de agua y un ácido, la celulosa se descompone por hidrólisis.

Los ácidos provocan la separación de las uniones entre las moléculas de glucosa que forman una larga cadena, este proceso es especialmente importante en las zonas amorfas.

Para determinar la acidez o alcalinidad de un documento se mide la concentración de iones de hidrógeno con una escala llamada índice de pH.⁶³ Los valores del pH están comprendidos en una escala de 0 a 14 siendo 7 el punto medio o neutro, cuando es menor a 7 se dice que el pH es ácido y si es superior, alcalino.⁶⁴

En la hidrólisis ácida, el átomo de oxígeno que une los monómeros de glucosa, al estar cargado negativamente tenderá a atraer los iones libres de hidrógeno cargados positivamente. Cuando esta atracción se produce, el oxígeno se separa de los átomos de carbono para retener el protón de carbono, rompe el enlace entre las unidades de glucosa y se crean dos cadenas: una neutra, la que ha recibido el ion de hidrógeno, y otra inestable

⁶²SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 102.

⁶³El índice de pH se define como el inverso de la concentración de iones hidrógeno, expresada en gramos-iones/litro, su medición se realiza por métodos colorímetros o con un aparato denominado pH-metro

porque ha perdido uno de sus electrones. Esta parte inestable intentará estabilizarse robando un electrón a las cadenas de agua próximas, de esta forma quedará libre otro ion de hidrógeno, con carga positiva, iniciándose una reacción en cadena.

Las reacciones de acidificación son consecuencia de la absorción de los ácidos procedentes de la atmósfera, pero la principal causa de acidez la constituyen los encolados en masa realizados durante el proceso de fabricación del papel o por los procesos de blanqueo de la materia prima.⁶⁵

2.1.1.1.2 Oxidación

La oxidación es una reacción química que provoca la pérdida de uno o más electrones de un átomo o de un grupo de átomos. Cuando esta reacción se produce en la celulosa, modifica su estructura original y produce una degradación que se refleja en la resistencia del material.

La reacción de oxidación produce ácidos orgánicos que catalizan las reacciones de hidrólisis, los grupos hidroxilos y los extremos terminales, reductores de las cadenas de celulosa, son los puntos más susceptibles al ataque. Los procesos de oxidación conllevan la introducción de carbonilos y de grupos carboxílicos en varias posiciones en las unidades de anhidro-D-glucosa de la celulosa, de forma que, la oxidación ataca la molécula misma. Reacciones secundarias son las rupturas de cadenas; el producto resultante es la oxixelulosa. Este proceso se ve acelerado en presencia de agentes como el ozono, el dióxido

⁶⁴SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 102.

⁶⁵Ibid., p. 103.

de azufre, los disolventes volátiles, el dióxido de cloro y las disoluciones acidificadas de cloro. Los materiales procedentes de la madera son más susceptibles a los procesos de oxidación, ya sea por la absorción de ultravioletas (fotólisis) o de gases oxidantes.⁶⁶

Se ha demostrado que el contenido de humedad alta acelera un tipo de mancha de oxidación, denominada foxing causada por hierro o cobre así como una oxidación generalizada, catalizada por estos metales.⁶⁷

2.1.1.1.3 Degradación enzimática

Este tipo de degradación está ligada a los fenómenos microbiológicos de alteración. La descomposición de la celulosa y de la hemicelulosa por las enzimas microbianas, produce un sistema de compuestos múltiples. Numerosos organismos celulófagos son capaces de transformar la celulosa en glucosa gracias a un complejo enzimático en el que coexisten tres tipos de enzimas:⁶⁸

- La α -celulasa ataca la celulosa nativa produciendo una rotura de enlaces y aumenta la capacidad de absorción de agua del documento dañado.
- La γ -celulasa actúa por hidrólisis atacando la celulosa amorfa y sus derivados.
- La β -glucosidasa actúa sobre la celobiosa un elemento estructural básico.

⁶⁶Ídem.

⁶⁷BANKS, Op. Cit. p. 13.

⁶⁸SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 104.

2.1.1.1.4 Migración

Este fenómeno se caracteriza por la transferencia de componentes ácidos o coloridos de un material a otro con el cual está en contacto. Es probable que lo aceleren fluctuaciones en la humedad, cambiando los compuestos solubles al agua hacia el centro del libro o del centro hacia afuera; en otros casos pueden ser los compuestos volátiles. La capacidad de absorberencia de la celulosa es la responsable que esta reciba los compuestos migratorios. Frecuentemente las fuentes de daños causados por la migración en los libros son objetos como flores o recortes de periódicos, la lignina de estos mancha el papel si ha estado en contacto con éste por algún tiempo. La hoja de papel delgada que protege las ilustraciones de los libros puede ser causa de la migración de los grabados en vez de protegerlos. La fuerte acidez de algunas tintas ferrogálicas no únicamente daña el papel que le sirve de soporte sino también migra a las hojas adyacentes.

2.1.1.2 Deterioro de la grafía

Existen tintas y colorantes que son inherentemente inestables. El colorante que cuantitativamente causa más problemas es la tinta ferrogálica, puede desaparecer hasta la total ilegibilidad, o bien su contenido de ácido sulfúrico puede atacar el papel. La decoloración puede atribuirse a una capa delgada o débil de tinta, mientras que la corrosión se debe a una capa excesivamente espesa de tinta. La corrosión del papel por la tinta ferrogálica puede ser devastadora en áreas de escritura muy junta donde la concentración

resultante de ácido convierte al papel en encaje, el exceso de humedad acelera esta corrosión.⁶⁹

La gran mayoría de las tintas basadas en colorantes tienden a decolorarse, la decoloración aparece, principalmente por causa de la exposición a la luz.

Un pigmento que puede causar severos deterioros en papel, comúnmente usado en mapas o manuscritos orientales, es el verdigrís, acetato de cobre; éste puede cambiar de azul o verde azulado al café y atacar al papel sobre el que está aplicado. En caso extremo, este pigmento virtualmente destruye el papel sobre el que está aplicado. No se conoce por ahora ninguna forma de detener o corregir el daño causado por el verdigrís, aunque, la baja humedad frena el proceso destructivo.⁷⁰

2.1.2 Factores Externos

Existen tres grupos de factores que dañan y destruyen los libros, manuscritos y en general los documentos estampados mecánicamente o trazados a mano: físicos, químicos, biológicos y físico-mecánicos.⁷¹ Estos factores, individual o conjuntamente, afectan en diferentes niveles la permanencia y la durabilidad de los soportes documentales.

⁶⁹BANKS, Op. Cit. p. 11.

⁷⁰Ibid., p. 11.

⁷¹ALMELA MELIÁ Juan, *Higiene y Terapéutica del libro*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976. p. 43.

2.1.2.1 Humedad Relativa

La mayoría de los materiales de origen orgánico son higroscópicos, es decir, que al aumentar la humedad del ambiente la absorben y al decrecer la pierden. El porcentaje de peso de agua al peso de la sequedad del material en cuestión se llama “contenido de humedad de equilibrio”; el papel por ejemplo tiene un contenido de humedad de equilibrio de 5 a 10% de su peso en la mitad de la escala de la humedad relativa del ambiente (0 a 100%).⁷²

La humedad es usualmente expresada como el porcentaje de la máxima cantidad de agua que el aire puede contener a una temperatura específica. Esto es llamado la humedad relativa (HR)⁷³

$$\text{HR} = \frac{\text{Cantidad de agua en una determinada cantidad de aire}}{\text{Máxima cantidad de agua en el aire a determinada temperatura}} \times 100$$

Las altas concentraciones de humedad relativa en el aire hacen posible el desarrollo de plagas de microorganismos e insectos y aceleran las reacciones químicas de hidrólisis y desvanecimiento de gran número de tintas.⁷⁴ Por otro lado, la humedad es necesaria para prevenir la desecación y que los documentos se vuelvan quebradizos.

⁷²BANKS, Op. Cit. p. 12.

⁷³MORROW, Op. Cit. p. 13.

⁷⁴SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 99.

El agua actúa como un agente físico de deterioro causando que los materiales higroscópicos sufran cambios dimensionales. El mayor fenómeno perceptible causado por la humedad, lo constituyen cambios dimensionales y cambios en la flexibilidad por desecación. Casi todos los materiales orgánicos se hinchan cuando el contenido de humedad sube y se contraen cuando esta baja. Este proceso de expansión y contracción puede causar que los materiales se rompan.⁷⁵ Si todos los materiales usados en libros y manuscritos se hincharan y contrajeran en la misma proporción y uniformemente o si los libros se hicieran de un sólo material, las fluctuaciones, no serían un problema tan grave; sin embargo, los diferentes materiales orgánicos no sólo muestran diferentes grados de higroexpansividad, sino que los materiales individuales exhiben diferencias direccionales en sus respuestas a la cantidad de humedad de equilibrio.⁷⁶

Los componentes de libro están condicionados por su estructura, esto quiere decir que cuando uno de los materiales hincha o se encoge no puede moverse libremente y ejerce tensiones en la estructura del objeto. Con humedad fluctuante estas presiones se convierten en “ciclos de fatiga” en los cuales las ligaduras de adhesivos gradualmente se debilitan y causan otros daños estructurales.

Con la humedad relativa alta se aceleran el deterioro químico y biológico de los materiales mientras que una baja humedad relativa causa encogimiento, fragilidad y desecación. Fluctuaciones de humedad relativa aumentan la migración de ácidos y

⁷⁵MORROW, Op. Cit. p. 13.

otros compuestos destructivos. Al crear “ciclos de fatiga” causan una destrucción gradual en la estructura a través de la expansión y contracción de los materiales en un objeto de integración tan complejo como es el libro.⁷⁷

El agua es también un agente de degradación química: la decoloración en la piel y en el papel ocurre con mayor rapidez a en altos niveles de humedad. El agua es necesaria para que se lleve a cabo la hidrólisis ácida del papel y facilita la acción de contaminantes industriales y urbanos en los materiales orgánicos.⁷⁸

2.1.1.1 Luz

La luz es la forma de radiación que podemos ver, la radiación se mide en longitud de onda. Existen dos factores cruciales respecto al deterioro causado por la luz, estos son: la distribución espectral y la exposición total, en este contexto existen tres fuentes de deterioro en el ambiente bibliotecario, la radiación ultravioleta, la luz visible y las radiaciones infrarrojas.⁷⁹ Entre más corta sea la longitud de onda, el efecto de la radiación es más potente; por lo tanto, la radiación ultravioleta causará mayor daño que la radiación infrarroja pues tiene longitud de onda más corta.⁸⁰ Las radiaciones ultravioletas pueden causar alteraciones directas a los materiales a nivel molecular, mientras que las infrarrojas

⁷⁶BANKS, Op. Cit. p. 13. Por ejemplo el papel hecho a máquina se expande aproximadamente 5 veces más en el sentido de la máquina y la diferencia puede ser hasta 10 veces mayor.

⁷⁷Ibid., p. 14.

⁷⁸MORROW, Op. Cit. p. 13.

⁷⁹BANKS, Op. Cit. p. 15.

preocupan por sus efectos, “por ejemplo en una vitrina de exhibición, donde calienten superficies interiores sobre las que cae constituyendo una trampa para el calor, haciendo que aumente la temperatura”⁸¹

La radiación es una forma de energía que promueve el deterioro por medio de la activación de reacciones químicas. La energía mínima que una molécula debe recibir para reaccionar es la “energía de activación”; ésta última es específica para cada material y la reacción no ocurrirá si ésta no es alcanzada. Al ser la luz es una fuente muy efectiva de energía de activación debe cuidarse la exposición de los materiales a ella, pues la exposición incontrolada a fuentes de iluminación inadecuadas destruye la celulosa y los pigmentos de las tintas. La excitación provocada por la luz entraña la ruptura de los enlaces químicos y genera nuevas sustancias que se vuelven a combinar en una reacción en cadena⁸². Las reacciones fotoquímicas provocan la decoloración del papel, el desvanecimiento de un gran número de pigmentos y que el soporte se vuelva quebradizo.

Las reacciones de deterioro ocurren cuando el material absorbe tanta energía luminosa que sus moléculas pueden reaccionar con oxígeno; así, los materiales expuestos son susceptibles a la oxidación tiempo después que la fuente de luz ha desaparecido, pues la energía de activación es suficiente para iniciar la reacción y ésta puede proceder por sí sola aún en completa oscuridad.⁸³

⁸⁰MORROW, Op. Cit. p. 10. La capa de ozono nos protege de las radiaciones con longitudes de onda más cortas que la de la ultravioleta.

⁸¹BANKS, Op. Cit. p. 15.

⁸²SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 99.

⁸³MORROW, Op. Cit. p. 10.

Existen tres fuentes de iluminación comunes en las bibliotecas: la luz natural, las lámparas tubulares fluorescentes y los focos incandescentes. Las lámparas tubulares son las más comunes en bibliotecas, sin embargo, emiten radiaciones ultravioleta por lo que debe colocarse un filtro para proteger los materiales. La luz incandescente es producida mediante el paso de la corriente eléctrica a través de un filamento de tungsteno embobinado dentro de una bombilla de vidrio. Como la mayor parte de la electricidad que pasa a través del filamento es convertida en calor (94% para un foco de 100 watts) este tipo de iluminación no es energía eficiente para aplicaciones comerciales. Los focos incandescentes a diferencia de los tubos de luz fluorescentes no emiten radiaciones ultravioleta y por ello no promueven degradación foto química. La luz de día que entra por las ventanas, aún en un día nublado, tiene una proporción mucho mayor de radiaciones ultravioletas que las luces fluorescentes.⁸⁴

Como no se puede prescindir de la luz, algún deterioro es inevitable. La regla de reciprocidad establece que controlando la exposición a la luz es posible controlar la magnitud y velocidad del deterioro. Esto puede hacerse o bien controlando el tipo y la cantidad de luz (la intensidad) o controlando cuanto tiempo un objeto es expuesto a la luz. Este principio es particularmente importante en la exhibición de materiales raros o únicos y puede ser expresado en la siguiente formula: Exposición total = Tiempo x Intensidad⁸⁵

⁸⁴Ibid., p. 11.

⁸⁵Ídem

2.1.1.2 Temperatura

La energía calorífica es una fuente de energía de activación, por lo tanto entre más alta sea la temperatura más rápido será el deterioro que sufran los materiales bibliográficos.⁸⁶ La energía calorífica también incrementa procesos físicos como el movimiento de agua y aire a través de los sólidos. Los resultados son: la desecación, que los materiales se vuelvan quebradizos y las deformaciones. La fluctuación de la temperatura no es deseable porque los libros están hechos de muchos componentes materiales que absorben calor y se expanden a diferentes grados. Cambios rápidos y frecuentes en la temperatura causan estrés que lleva a la ruptura estructural de los materiales. Esto es especialmente importante cuando se combina con la habilidad de los materiales para absorber y perder humedad en respuesta a los cambios de temperatura.⁸⁷

La temperatura elevada facilita el trabajo de la humedad, pues dependiendo de su intensidad acelera los diferentes procesos de alteración química, además de ser elemento necesario para el desarrollo de plagas de microorganismos.⁸⁸

2.1.1.3 Contaminantes atmosféricos

La combustión de combustibles fósiles causa concentraciones de gases contaminantes en las ciudades y áreas industriales; estas concentraciones promueven el deterioro de los

⁸⁶Ibid., p. 12. La velocidad de las reacciones químicas en celulosa se incrementa al doble por cada 5 °C que se eleve la temperatura.

⁸⁷Ibid., p. 13.

bienes culturales depositados en bibliotecas y museos. De estos contaminantes el dióxido sulfúrico es un gran agente de deterioro. Cuando se queman combustibles fósiles, las impurezas del sulfuro se combinan con oxígeno para formar dióxido de sulfuro (SO₂). El SO₂ es fácilmente absorbido en las superficies, afortunadamente, la concentración en interiores es únicamente la mitad de la que es en exteriores. El SO₂ fácilmente se combina con más oxígeno para formar trióxido de sulfuro (SO₃), el cual se combina con la humedad presente en el aire para formar ácido sulfúrico (H₂SO₄). El ácido sulfúrico es un fuerte corrosivo que degrada superficies; el efecto más observable en bibliotecas es el deterioro de la piel llamada *red rot* (putrefacción de la piel). A la oxidación del dióxido de sulfuro en ácido sulfúrico se le añaden impurezas en los materiales, tales como residuos de hierro (hierro), apresto de alumbre y lignina residual; estas impurezas actúan como catalizadores de reacciones químicas. El efecto más común en bibliotecas es que los bordes de los libros se vuelven quebradizos y se oscurecen a causa del dióxido de sulfuro penetrando en las páginas y reaccionando con las impurezas para formar ácido sulfúrico.⁸⁹

Los oxidantes fotoquímicos como el ozono son fuertes agentes de deterioro. El ozono actúa como un potente destructor de los materiales orgánico al romper los vínculos dobles de las cadenas de carbono. El dióxido de nitrógeno al ser combinado con oxígeno y agua forma ácido nítrico y éste tiene efectos de acidificación y oxidación y ataca los pigmentos en las tintas, el papel y la piel.⁹⁰

⁸⁸SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 99.

⁸⁹MORROW, Op. Cit. p. 14-15.

⁹⁰Ibid., p. 15.

El polvo, la suciedad, la arena y el humo, manchan , abrasan y facilitan la acción de la humedad y de los agentes biológicos, también transportan y se combinan con gases contaminantes. Las partículas más grandes son formadas por una acción mecánica directa: el polvo formado por el proceso de trituración, la arena fina o suciedad en el aire. Las partículas más pequeñas están formadas por procesos químicos o por combustiones incompletas de combustibles; estas pequeñas partículas permanecen suspendidas en el aire hasta que quedan atrapadas en una superficie.

Las partículas son higroscópicas, por esto una película de polvo o suciedad mantendrá un nivel de humedad más alto en la superficie de un objeto y proveerá de un medio que contribuye al crecimiento de hongos. En presencia de humedad ciertas partículas generan reacciones ácidas y promueven el deterioro de materiales bibliográficos. Ya que el polvo y la suciedad son partículas sólidas de diferente tamaño y dureza, ejercen una acción abrasiva en las partes móviles de los libros.⁹¹

Los gases contaminantes y el polvo y otras sustancias altamente reactivas son absorbidas por los materiales documentales y provocan reacciones de oxidación y de acidez que desvanecen los pigmentos de las tintas y acaban destruyendo los soportes y las encuadernaciones.⁹²

⁹¹Ibid., p. 15-16.

⁹²SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 99.

2.1.1.4 Contaminación biológica

2.1.1.4.1 Microorganismos

A pesar de su simplicidad, existe una amplia variedad de especies que difieren en su forma, ciclo biológico y modo de vida. Dependiendo de su estructura, hay organismos unicelulares, como las bacterias, protozoos y los actinomicetos; o pluricelulares como los hongos, las algas y los líquenes.⁹³

Los microorganismos se encuentran en el suelo, en el agua, en el aire, en las plantas, y sobre todo tipo de objetos y animales. Tanto ellos como sus esporas, viajan transportados por el agua y por el viento, adheridos a partículas de polvo y tierra y poseen una extraordinaria capacidad para adaptarse a las condiciones del medio en que habitan. Para nutrirse utilizan una amplia gama de sustancias y son capaces de subsistir en condiciones ambientales muy extremas.⁹⁴

Los microorganismos consumen el carbono de las moléculas de celulosa del que obtienen los nutrientes que necesitan para desarrollarse y excretan ácidos orgánicos y pigmentos que debilitan y manchan los materiales degradados.⁹⁵

Numerosas especies de microorganismos afectan a los soportes documentales, pero los más importantes son los hongos y bacterias. La mayoría de los hongos y bacterias capaces

⁹³Ibid., p. 106.

⁹⁴VAILLANT y VALENTÍN, Op. Cit. p. 74.

de hidrolizar la celulosa son imperceptibles a simple vista; sin embargo, durante su metabolismo segregan sustancias que pigmentan el soporte atacado con una amplia gama de colores. Es difícil determinar si el ataque continúa o si el organismo ha muerto pues las esporas pueden permanecer en estado latente durante periodos prolongados esperando las condiciones necesarias para germinar.⁹⁶

El desarrollo de microorganismos está relacionado con el estado y el tipo de materiales de las colecciones, la limpieza de salas y de los documentos, el pH de los soportes, el contenido de la humedad⁹⁷ y la ventilación de los locales.

2.1.1.4.1.1 Bacterias

Las bacterias son estructuras microscópicas unicelulares, carecen de membrana celular diferenciada y se reproducen por fisión binaria o bipartición, la célula madre da lugar a dos células hijas exactamente iguales.

En condiciones desfavorables, algunas bacterias sufren cambios, de lo que resulta la formación de esporas intracelulares o acumulaciones de material nuclear en la célula, con los que posteriormente desarrollan una membrana de protección. Esta es la fase de reposo de los bacilos y su reproducción no se produce hasta que reaparecen las condiciones de humedad y temperatura favorables. En forma de esporas, viajan transportados por el viento y pueden mantenerse viables durante años. Tienen estructuras muy resistentes, esto les

⁹⁵ Ibid., p. 106.

⁹⁶ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 106.

permite infestar una gran variedad de materiales. La mayoría son heterótrofas, es decir, obtienen la energía necesaria para su desarrollo a partir de las sustancias orgánicas del medio en que se encuentran, como los carbohidratos, las proteínas, etc. Para llevar a cabo estas reacciones, segregan enzimas o catalizadores biológicos.⁹⁸

Las condiciones en las que se desarrollan son: un pH de 7 a 8, humedades relativas superiores al 80% y temperaturas comprendidas entre 25 y 37 °C, aunque algunas especies toleran temperaturas inferiores a 0 °C.⁹⁹ Las bacterias suelen excretar pigmentos, ocasionando manchas en el medio en que habitan¹⁰⁰

2.1.1.1.1 Hongos

Los hongos pertenecen al reino vegetal de las talofitas. Las especies de este reino, aunque son muy variadas, tienen en común la falta de pigmentos clorofílicos, por ello son incapaces de asimilar el carbono atmosférico y viven como saprofitas, parásitas o en simbiosis, descomponiendo los materiales de los que se benefician. Por lo general, son estructuras pluricelulares, tienen un núcleo bien diferenciado y un metabolismo complejo, son capaces de asimilar una amplia gama de sustancias como fuente de energía.¹⁰¹

⁹⁷ Ibid., p. 107. Son necesarias humedades relativas superiores al 65% emparejadas a temperaturas por encima de los 20 °C.

⁹⁸ Ibid., p. 108.

⁹⁹ VAILLANT y VALENTÍN, Op. Cit. p. 75.

¹⁰⁰ Ibid., p. 25.

¹⁰¹ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 109.

Los más frecuentes en archivos bibliotecas son los hongos filamentosos. Están compuestos por dos sistemas: el aparato vegetativo y el reproductor. El primero, llamado hifa, es una red de filamentos incoloros, ramificados y entrelazados; la unión de varias hifas constituye el micenio, éste se extiende sobre el sustrato y, es prácticamente invisible al ojo humano. Cada hifa produce una serie de apéndices, que reciben el nombre de conidióforos, estos forman los componentes coloreados del moho, denominados filiádes, los cuales constituyen el aparato reproductor.¹⁰²

Los hongos celulófagos generalmente atacan al papel deteriorado, al pergamino y al cuero de las encuadernaciones de materiales almacenados en condiciones de humedad y temperatura elevadas. Experimentan mayor desarrollo en un medio ligeramente ácido, en las partes de los libros donde están presentes los pegamentos y en papel con un alto contenido de celulosa. El ataque de estos microorganismos se manifiesta por la pigmentación que presentan los documentos, ésta varía del negro al amarillo pasando por una gran gama de colores. Los documentos atacados presentan la pérdida, a veces total, de resistencia física.¹⁰³

2.1.1.1.2 Insectos

¹⁰²Ibid., p. 109.

¹⁰³Ibid., p. 110.

Los insectos son uno de los agentes bióticos que más deterioro causan en los soportes documentales,¹⁰⁴ se identifican por la erosión tan particular que dejan en los materiales. Pueden encontrarse en nidos de polvo o pueden ser arrastrados por el viento o acompañados de materiales contaminados; aunque necesitan ciertas condiciones de humedad y temperatura, pueden adaptarse a condiciones ambientales muy extrema, incluso en presencia de insecticidas. Los más frecuentes en archivos y bibliotecas son los metazorios invertebrados de seis patas; tienen el cuerpo dividido en cabeza, tórax y extremidades y presentan una envoltura proteico quitinosa.¹⁰⁵

Podemos distinguir dos grupos dependiendo de su desarrollo: el primero presenta una metamorfosis simple: su estado inicial es el huevo, cuando eclosionan se producen las ninfas, éstas crecen hasta alcanzar el tamaño adulto pero varían muy poco en sus aspecto. En este grupo se encuentran las cucarachas, los tisanuros, el piojo del libro y las termitas. Se producen en condiciones oscuras, cálidas y húmedas; frecuentemente en lugares mal ventilados, como sótanos, o en zonas cercanas a conducciones de agua y en locales donde se almacena basura o desechos orgánicos. El segundo sufre una metamorfosis más complicada: del huevo surgen larvas, éstas son vermiformes, de estructura blanda y en ocasiones cubierta de vellosidades. La fase larvaria es la más peligrosa para los documentos, pues consumen celulosa en grandes cantidades; puede durar entre 6 y 20 semanas dependiendo de las condiciones ambientales. Al final de este periodo los insectos se empupan y se convierten en adultos. Su capacidad de mantenerse aletargados durante

¹⁰⁴Ibid 111. En zonas tropicales pueden reducir a polvo un archivo de grandes dimensiones.

¹⁰⁵Idem

largos periodos en huevo o en pupa y las mutaciones en los ritmos biológicos debidos a los sistemas de calefacción y aire acondicionado, dificultan su control y erradicación.¹⁰⁶

¹⁰⁶Ibid., p. 111-112.

2.1.1.1.3 Roedores

Podemos distinguir tres especies perniciosas para los materiales bibliográficos: la rata negra, la rata de alcantarilla y los ratones. La rata negra (*Rattus rattus*) es frecuente en áreas portuarias y cálidas, pero ha sido desplazada por la rata de alcantarilla (*Ratus norvegicus*), que se desenvuelve con facilidad en ambientes húmedos, en el interior de edificios y en zonas de acumulación de alimentos. Ambas son semejantes en tamaño, entre 30 y 40 cm., y en costumbres sociales. Los ratones domésticos (*Mus musculus*) son un poco más pequeños y por sus hábitos más inofensivos reduce su ataque a áreas más reducidas. Un rasgo anatómico, común a todas las especies, es la posesión de dos grandes incisivos en la mandíbula superior y dos en la inferior que utilizan para roer, dejando huellas distintivas en los materiales dañados. Las ratas y ratones son noctámbulas y suelen destruir más de lo que consumen debido a que necesitan mantener afilados los dientes. Cuando se produce una invasión en los depósitos pueden ocasionar grave daños químicos y mecánicos en los documentos, además son transmisoras de enfermedades como la peste, el tifus murino, la ictericia contagiosa, la leptospirosis y la rabia.¹⁰⁷

Los roedores habitan en ambientes cálidos, húmedos y oscuros. Aunque su principal fuente de alimento no es el papel, roen los documentos para construir sus nidos; defecan y orinan sobre ellos y pueden masticar el aislamiento de los cables, provocando cortocircuitos e incendios y al morir sus cadáveres son fuente de alimento para los insectos. Los indicios de

un ataque de roedores son las heces depositadas en los lugares por donde pasan, las marcas de dientes en los materiales, los agujeros y grietas en suelos y paredes, y el fuerte olor acre de su orina.¹⁰⁸

2.1.1.2 Manipulación

Los soportes son muy susceptibles a la fuerza física, especialmente si han estado sometidos al deterioro por agentes químicos o biológicos. El efecto de estas agresiones son, la rotura de los soportes y la pérdida de parte de su contenido, en algunos casos, la destrucción total del documento. Para evitarlo se debe hacer un uso correcto de los materiales, aunque algunos daños no pueden ser evitados. El simple uso implica daños mínimos, que por repetición perjudican la superficie y la estructura de los materiales;¹⁰⁹ por ello es necesario extremar las precauciones educando a los usuarios sobre la consulta adecuada de los documentos.

Otras fuentes de daño son, la incorrecta manipulación por parte del personal de la biblioteca, el formato del documento y la forma en que es almacenado; los conflictos, bélicos, los desastres naturales, las mutilaciones y las exposiciones.

2.1.2 Deterioro de encuadernaciones

¹⁰⁷ Ibid., p. 115.

¹⁰⁸ VAILLANT y VALENTÍN, Op. Cit. p. 65-66.

¹⁰⁹ SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 116. Por ejemplo: la apertura de un libro termina rompiendo el cajo y separando las tapas.

La encuadernación es una estructura compuesta de diferentes materiales que deben interactuar para proteger el libro. Su deterioro envuelve tanto la degradación de los materiales que la componen como el quiebre de su estructura. El grado de deterioro depende de la composición y la calidad del material usado, de la solidez de su estructura y de cómo el libro es utilizado y almacenado.¹¹⁰

Las encuadernaciones están compuestas por una gran variedad de materiales orgánicos, incluyendo lino, algodón o hilo de nylon; pasta de almidón, colas animales o resinas adhesivas; forros del lomo de papel o tela; tapas decoradas, impresas o coloreadas; tapas de pasta, de piel o pergamino.¹¹¹

El papel utilizado en la impresión del libro tiene un gran efecto sobre la encuadernación. Si el papel se deteriora es más probable que las páginas se desprendan de la encuadernación cuando el libro es usado.

Las reacciones de acidez deterioran las encuadernaciones, una vez que la encuadernación ha sido atacada el resto del libro se vuelve más vulnerable a la degradación. La acidez migra de las tapas de la encuadernación a la portada y causa debilidad y fragilidad, la piel o tela ácida daña los bordes de los libros. Los pegamentos ácidos usados en la adhesión de ex libris manchan las hojas.

¹¹⁰MORROW, Op. Cit. p. 39.

¹¹¹Ibid., p. 39-40.

El calor acelera cambios químicos en materiales inestables causando desecación y degradación. El calor también acelera el envejecimiento de los adhesivos animales y causa que se vuelvan frágiles e inestables.

Los lomos de los libros están expuestos a las radiaciones UV provenientes de las lámparas fluorescentes o la luz natural que se infiltra a través de ventanas y domos y causa la decoloración de algunas encuadernaciones de tela y piel; sin embargo todas las fibras expuestas están sujetas a la degradación fotoquímica, no sólo la zona más expuesta.¹¹²

Las fluctuaciones en temperatura y humedad causan que las encuadernaciones se deformen porque las tapas, el material que las recubre y los adhesivos absorben humedad en diferentes capacidades.

La superficie expuesta es un repositorio para el polvo, suciedad y la acumulación de contaminantes atmosféricos. Las partículas sólidas no sólo abrasan las encuadernaciones también las debilitan por la absorción de gases contaminantes.

Las agresiones físicas lesionan las encuadernaciones, el mayor impacto se da principalmente en el lomo, donde se producen roturas y desgarros.

2.1.2.1 Encuadernaciones en piel

La piel está constituida por fibras de colágeno (proteínas) que se entretajan de una manera tridimensional. La trama de fibrosa de la piel resulta un material excepcionalmente fuerte y flexible que puede ser moldeado de diferentes formas. Al curtir la piel se hace flexible,

suave y resistente a la putrefacción; el curtido vegetal se realiza con el uso de sustancias vegetales, principalmente corteza de árbol, y otras sustancias sintéticas.¹¹³

El propósito de curtir la piel es producir lazos químicos estables entre las moléculas de colágeno para prevenir el ataque de microorganismos, e impartir las cualidades físicas de flexibilidad y maleabilidad. La habilidad de la piel curtida para aceptar y retener las impresiones de herramientas decorativas y estampados es también una propiedad importante. Después de curtir, se le aplica a la piel un lubricante para mantener la flexibilidad y para prevenir la desecación y fracturas. Los lubricantes son usualmente grasas animales pero los aceites vegetales, minerales y sintéticos también son usados. Después se aplican secantes a la piel ya sea aplicándolos directamente o rociándolos.¹¹⁴

Algunas pieles curtidas con compuestos vegetales están sujetas al deterioro progresivo por putrefacción que es la destrucción irreversible de las moléculas de colágeno. Las pieles antiguas curtidas con compuestos vegetales han durado más que las de los dos últimos siglos¹¹⁵ El deterioro de la piel algunas veces llamado putrefacción de la piel o *red rot* es causado por la acción degradatoria de ácidos que quedaron del proceso de curtido de la piel o por ácidos absorbidos del aire urbano contaminado, el proceso de deterioro ácido es acelerado por altas temperaturas en bibliotecas. Los bajos niveles de humedad relativa llegan a desecar la piel, la desecación en la piel en el lomo provocará fracturas y roturas

¹¹²Ibid., p. 40.

¹¹³Ibid., p. 30.

¹¹⁴Idem.

¹¹⁵BANKS, Op. Cit. p. 11.

cuando el libro sea abierto y usado. El polvo y la suciedad abrasan la superficie de la piel y proveen de nutrientes para el crecimiento del moho.¹¹⁶

2.1.2.2 Encuadernaciones en pergamino

El pergamino utilizado como soporte escrito está hecho del lado carnosos de la mitad de la piel de oveja y el pergamino utilizado en encuadernaciones está hecho de toda la piel de becerro, cabra o ternera. Son preparados empapando la piel en cal, estirándola apretadamente en un marco de madera y raspándola y frotándola con una piedra pómez, se les aplica tiza y cal para producir una superficie aún más suave.¹¹⁷

Las fluctuaciones de humedad provocan la deformación del pergamino, al igual que en la piel, el polvo y la suciedad deterioran la superficie y facilitan la acción de microorganismos.

2.2 Conservación preventiva

Se entiende por conservación preventiva¹¹⁸ cualquier medida que evite o reduzca el potencial de los daños. Se basa más en el cuidado de las colecciones que en el tratamiento. Por ello el almacenamiento, la administración de las colecciones y los planes para

¹¹⁶MORROW, Op. Cit. p. 31.

¹¹⁷Ibid., p. 30.

¹¹⁸SÁNCHEZ, op. cit, 24.

emergencias se constituyen como elementos básicos de cualquier programa de conservación preventiva.

El desarrollo de este tipo de programas exige mayor atención preventiva y menos restauración, la contemplación de los tratamientos adecuados e investigación sobre los fenómenos de envejecimiento del papel.

La conservación preventiva incluye, no sólo control ambiental, sino también el sistema óptimo de exhibir y almacenar los objetos que constituyen una colección, el desarrollo de directrices, guías y procedimientos para proteger las colecciones en los depósitos o durante su uso, la concientización y formación de todo el personal de la institución, así como la formación de planes cooperativos de desarrollo.¹¹⁹

2.3 Recomendaciones de conservación emitidas por la IFLA¹²⁰

2.3.1 Depósito y acondicionamiento

Los materiales bibliográficos al estar compuestos fundamentalmente por materia orgánica y son intrínsecamente perecederos; sin embargo, el proceso de envejecimiento puede ser dilatado creando condiciones favorables de almacenamiento.

2.3.1.1 Temperatura y humedad

¹¹⁹VAILLANT y VALENTÍN, Op. Cit. p. 125.

¹²⁰DEREAU y CLEMENTS, Op. Cit. p. 8-16.

Es preciso que estas dos variables interrelacionadas se encuentren en niveles adecuados, tanto en depósitos como en zonas de lectura, ya que a largo plazo ejercen un impacto significativo y perdurable en los materiales.

Se deben considerar varios factores para establecer los niveles óptimos de temperatura y humedad en el ambiente:

- Cuanto menor sea la temperatura y humedad relativa mejor conservará el papel su resistencia física y su apariencia.
- Los materiales como la piel y el pergamino si se almacenan a niveles de temperatura y humedad muy bajos pueden sufrir una pérdida irreversible de su elasticidad e incluso verse sometidos a cambios dimensionales.
- Es preciso evitar diferencias excesivas de temperatura y humedad entre salas de lectura y depósitos.
- Es necesario considerar la comodidad de los empleados y de los usuarios.

Considerando estos factores una solución adecuada se consigue con temperaturas comprendidas entre los 18 °C y los 20 °C y la humedad relativa entre el 40% y el 60%.¹²¹

Es importante que periódicamente se realice una revisión de las áreas de depósito y lectura con equipos higrotérmicos que sean confiables.

Resulta necesario que los depósitos presenten estabilidad en las condiciones de temperatura y humedad a largo plazo, pues las fluctuaciones de humedad pueden provocar cambios de

¹²¹ADCOCK Edward P. , comp. y ed. *IFLA: Principios para el Cuidado y Manejo de Materiales de Bibliotecas*. Chile: IFLA, 2000. p. 36.

tamaño en los materiales. Estos cambios pueden producir tensiones que pueden originar grietas y/o deformidades.

2.3.1.2 Iluminación

Todas las longitudes de onda de la luz provocan la descomposición química de los materiales orgánicos, pero la luz de alta energía ultravioleta (UV) es la más dañina. Por lo tanto, los niveles de luz deben mantenerse tan bajos como sea posible en las zonas de depósitos, lectura y exposición.

- El efecto de la luz es acumulativo, por lo que el número de horas lux de exposición a la luz por año, de un material específico debe controlarse con cuidado.
- Los tubos fluorescentes deben instalarse con láminas de filtro UV.
- El ideal es que la zonas de depósito sean oscuras; sin embargo, si existen ventanas se deberán cubrir con filtros UV y conseguir persianas o toldos que reduzcan los niveles de luz y los incrementos de calor.
- En las salas de lectura de los materiales raros y valiosos, el nivel de iluminación de los fondos bibliográficos debe ser al mismo tiempo leve y adecuado para la visión, con exclusión total de la luz solar y con filtros UV en tubos fluorescentes.
- Los niveles de luz y de intensidad de UV deben medirse con un fotómetro normalizado y un receptor de UV.

- Cualquier fuente lumínica con un contenido de UV superior a los 75 micro vatios (mw) por lumen, requiere filtros de UV.

- Se considera aceptable un nivel de 200 y 300 lux para las salas de lectura. En estanterías y áreas de almacenamiento entre 50 y 200 lux es suficiente; sin embargo, para lograr estos niveles es necesario excluir toda luz natural y utilizar solamente iluminación artificial.¹²²

2.3.1.3 Contaminación atmosférica

Los agentes de polución atmosférica varían enormemente de tamaño, desde los gaseosos a las grandes partículas que denominan polvo. La contaminación gaseosa se debe, fundamentalmente, a la utilización de combustibles y origina contaminantes ácidos como el sulfuro de dióxido y óxidos como el ozono; la única forma de control es la instalación de filtros de aire en el sistema general de aire acondicionado.

El polvo está formada por diferentes partículas presentes en la atmósfera y contiene agentes gaseosos del aire que provocan la acidez del papel. Para combatirlo se necesitan sistemas completos de acondicionamiento del aire y que se aseguren herméticamente puertas y ventanas.

Es igualmente indispensable un programa regular y constante de limpieza. La limpieza del suelo de los depósito puede ser realizada por personal no especializado; sin embargo en el caso de los materiales bibliográficos este trabajo debe ser realizado por personal calificado.

¹²²Ibid., p. 39.

2.3.1.4 Edificios

Para determinar si un edificio es apto para albergar fondos documentales es necesario considerar su diseño y orientación; los materiales de construcción; los materiales de interiores y superficies y los materiales del mobiliario, incluyendo estanterías, así como la iluminación natural y artificial.

2.3.2 Seguridad de las colecciones

2.3.2.1 Fuego

Una protección adecuada comienza con el diseño arquitectónico y con la construcción de la biblioteca. Cuando se trata de edificios acondicionados se debe evaluar, monitorear y minimizar los posibles riesgos de incendios.

- Se deberán evitar proyectos con grandes espacios abiertos y escaleras ornamentales, pues éstas actúan como chimeneas para extender el fuego.
- Se deben instalar puertas adecuadas y cortafuegos.
- La propagación del fuego a través de los cables y servicios eléctricos disminuirá si estos se alojan fuera de los depósitos.
- Los materiales utilizados en la construcción deberán ser no inflamables y no deberán expedir vapores tóxicos o humo.
- Se deben instalar sistemas de detección y/o alarmas contra fuego.

- Se debe contar con una instalación eléctrica de emergencia o suplementaria.
- Es necesario examinar frecuentemente cables eléctricos, conexiones de luz y de fuerza, productos químicos en talleres e instalaciones de laboratorio, maquinaria de reprografía y/o fotografía; pues esto son fuentes y vehículos potenciales de incendios.
- Se debe prohibir fumar en todas las áreas de la biblioteca.

2.3.2.2 Agua

Los daños causados por el agua son potencialmente más peligrosos que el fuego. Las fugas de agua pueden surgir, internamente, por averías en las cañerías principales de conducción del agua o en alcantarilla; conductos de calefacción o del aire acondicionado. Externamente, por filtración en las paredes, en los cristales de las ventanas, en desagües atascados o averías en los tejados, etc. Para reducir el riesgo de inundaciones deben instalarse sumideros en las zonas de depósitos.

2.3.2.3 Guerras y desastres naturales

Es importante el establecimiento de planes coyunturales para determinar cursos de acción frente a estas eventualidades. Estos programas deben incluir medidas para el reforzamiento de edificios en caso de que estos se encuentren ubicados en zonas susceptibles de sufrir terremotos. Así como también para el traslado de las colecciones a lugares más seguros y

para la realización de copias de seguridad.

2.3.2.4 Robos

Los robos se pueden reducir considerablemente tomando algunas medidas de seguridad:

- La disminución de accesos no autorizados a través de puertas, ventanas, conductos de los servicios mecanizados y alcantarillas.
- La instalación de un sistema de seguridad adecuado en el perímetro del edificio.
- Las entradas a zonas sin acceso a los lectores pueden ser restringidas por medio de un sistema de cerraduras, comprobaciones de identidad y otros controles.
- Las salas de lectura deben estar bajo continua supervisión.
- Los materiales deberán tener marcas que indiquen ser propiedad de la biblioteca o estar bajo su custodia.
- Los lectores no deberán introducir carteras y abrigos en las salas de lecturas.
- Se debe implementar un control de salidas de la biblioteca.
- Se debe instalar un sistema de alarma permanente.
- Se debe procurar un recuento anual para comprobar los materiales de los depósitos, para reacomodar los mal ubicados e identificar los que se hayan perdido.

2.3.3 Utilización de las colecciones

2.3.3.1 Obligaciones del bibliotecario

El bibliotecario debe asegurar que los materiales se utilicen de manera que no sufran daños. Debe también restringir la utilización de materiales dañados, raros y preciosos a quienes realmente precisan el acceso a los originales, pues el uso frecuente supone un peligro para el documento, ya que se somete al estrés mecánico.

2.3.3.2 Protección de los documentos

Es necesario asegurar que los materiales bibliográficos estén protegidos tanto en su utilización como en su traslado:

- Las hojas sueltas se deben colocar dentro de fundas o cajas para evitar dobleces.
- Los documentos de gran tamaño, como mapas, dibujos o grabados se deben guardar en muebles especiales con cajones de poca profundidad para evitar un manejo inadecuado.
- Los materiales de encuadernación deben estar libres de ácido, con un pH inicial de 7 o aun mayor.
- Es preciso retirar de los documentos sujetapapeles, grapas, gomas elásticas, etiquetas autoadhesivas, alfileres, etc.

2.3.3.3 Envolturas protectoras para libros y papeles¹²³

¹²³Ibid., p. 57-58.

Las envolturas protectoras no deben tener lignina, ni azufre, deben tener reserva alcalina y alto contenido de celulosa (sobre el 87%). Las envolturas protectoras incluyen cajas sobres y carpetas.

Funciones de las envolturas protectoras:

- Protegen de una manipulación excesiva.
- Protegen los libros durante los traslados.
- Protegen contra incendios, humo e inundaciones.
- Protegen de la luz.
- Protegen del polvo.
- Actúan como material tampón frente a las fluctuaciones del medio ambiente.
- Actúan como material tampón contra la contaminación atmosférica.

Los tipos de envolturas para libros son:

- Las cajas hechas a medida con cartón de encuadernación y tela.¹²⁴
- Estuches de conservación.
- Cajas con calidad de archivo y estuches de cuatro solapas.
- Cajas con apoyo para libros.
- Sobres.
- Envolturas de papel o cartón.

Al seleccionar los libros para guardar en cajas se debe considerar:

¹²⁴Son ideales pero costosas y se requiere tiempo y habilidad para hacerlas.

- Libros con encuadernaciones importantes o frágiles.

- Libros dañados y vulnerables, tales como libros con hojas sueltas o rasgadas, o libros con cubiertas sueltas.
- Libros cuyo soporte o encuadernación sea de vitela.

2.3.3.4 Almacenamiento

- Las estanterías y anaqueles deben ser ligeramente más altos que los materiales almacenados, dejando espacio para la circulación del aire.
- Los remates y soportes de los estantes deben estar diseñados para no causar daño a los volúmenes.
- Las cubiertas y cajas que contienen hojas sueltas se almacenarán preferentemente en armarios y cajones con una adecuada circulación del aire.
- Los grandes volúmenes se deberán colocar en posición horizontal, pero nunca más de 2 o 3 unidades una encima de otra.
- En el traslado de los materiales los procedimientos y la maquinaria se deberán revisar y controlar de forma regular.

2.3.3.5 Los lectores y los servicios de lectura

- No debe permitirse la utilización de tinta y plumas en las salas de lectura.

- La utilización de instrumentos mecánicos se deberá controlar por el personal de la biblioteca.
- Se debe procurar un mobiliario adecuado en salas de lectura.

2.3.3.6 Reproducción

La fotografía y la reprografía de los materiales bibliográficos suponen riesgos especiales, por lo que estas operaciones deberán ser controladas y supervisadas, teniendo en consideración los problemas de la preservación.

- En el proceso fotográfico evitar una exposición excesiva a la luz y al calor.
- En el proceso reprográfico se debe asegurar la utilización de máquinas adecuadas que eviten los daños y reduzcan la manipulación.
- Se debe tener un cuidado especial de los volúmenes encuadernados durante su reproducción para evitar presiones inadecuadas en el lomo.
- Es recomendable el uso de una copia maestra.
- En la reproducción de materiales valiosos, se debe retener una copia maestra en negativo para facilitar la reproducción de futuras copias y la producción de copias de seguridad.

- Se deben evitar las fotocopiadoras de lecho plano.

2.3.3.7 Planes de reproducción

Se debe elaborar un plan que abarque todos los trabajos de reprografía, esto con el fin de que los materiales no se reproduzcan de forma innecesaria, que no sean dañados, que no vuelvan a reproducirse al cabo de cierto tiempo, que los procedimientos sean seguros y que sean desarrollados por personal cualificado.

El plan deberá incluir los siguientes puntos:

- a. Quién decide que un documento debe ser reproducido o no y en que punto del proceso se toma la decisión
- b. Qué procedimiento de reproducción utilizar para cada tipo de material.
- c. Si el proceso proporcionará una «copia maestra» de la que puedan obtenerse duplicados o que actúe como copia «maestra» para archivo.
- d. Qué medidas restrictivas establecer tanto los documentos a reproducir como respecto a los procedimientos a emplear.
- e. Quién puede realizar las copias.

2.3.3.8 Exposiciones

No se recomiendan las exposiciones permanentes dentro de la biblioteca que supongan una continua exposición de determinados ejemplares de la colección.

Se deberá prestar una atención especial a :

a. La seguridad de la exposición.

b. El montaje y la disposición física de la exposición.

c. Las condiciones climáticas dentro de las vitrinas, que deberán ser controladas con un equipo adecuado.

Es aconsejable que se cambien las páginas de determinados documentos regularmente para evitar el deterioro de las páginas o encuadernaciones.

Los préstamos de ejemplares a otras bibliotecas, para consulta o exposición, pueden suponer riesgos o daños a los ejemplares valiosos de la colección. Si se realizan, el acuerdo debe incluir que el prestatario lleve a cabo las actuaciones precisas para una conservación eficaz:

- El envío debe ser por correo certificado y asegurado contra daños con cargo al solicitante.
- Se deben contratar seguros que cubran los daños o pérdidas que puedan sufrir los materiales durante el tiempo de la exposición.

Las exposiciones itinerantes plantean problemas específicos por razones de conservación y las posibilidades de deterioro se multiplican.

2.3.3.9 Uso limitado

Existe un conflicto inherente entre el uso de los materiales bibliográficos y su preservación. Esto puede conducir a la restricción, por parte del bibliotecario, en el uso de

los materiales originales para aquellos usuarios que no tengan necesidad real de consultarlos, en cambio se le solicitará utilizar copias o facsímiles para las consultas.

2.3.3.10 Sustituciones

El uso de sustituciones cumple un papel más amplio que sólo restringir la utilización de originales, pues preservan el contenido intelectual de documentos que son cada vez más frágiles y que no pueden ser conservados en su soporte original por otros métodos.

Los bibliotecarios deben considerar la necesidad, en caso de microfilms y fotografías, de preparar al menos tres copias de cada ejemplar

- La copia maestra en negativo que se almacenará en condiciones climáticas controladas y sólo se utilizará para producir ulteriores copias en negativo
- Un duplicado en negativo para producir copias en positivo
- Una copia en positivo para consulta o para depósito de seguridad en otro lugar.

La producción de ediciones facsímiles, a menudo en colaboración con editores comerciales, puede cumplir el objetivo de tener más copias reprográficas; además permitirá a la biblioteca recuperar algunos costos.

A través de la tecnología computacional se pueden capturar y almacenar imágenes, es decir, digitalizar los documentos.

Una cámara digital o un escáner saca una fotografía electrónica, la que es convertida a un código digital binario y puede ser vista en una pantalla de computador o impresa en papel. Los datos son almacenados dentro de un medio magnético y óptico. El contenido de la información de imágenes digitales no es convertido a una forma alfanumérica durante el escaneo, por lo tanto no es investigable como texto.¹²⁵

Este sistema ofrece un rápido acceso a usuarios en todo el mundo y proporciona una imagen que puede ser reproducida muchas veces sin perder calidad y sin deteriorarse por el uso; sin embargo, se requiere una gran inversión para sustentar las tecnologías utilizadas en la conversión y recuperación de registros.

El almacenamiento digital aún no se considera un verdadero archivo, requiere de una revisión continua y una recuperación y transferencia eventual y periódica.¹²⁶

2.1 Preservación de colecciones especiales

2.1.1 Definición de colecciones especiales

La definición de colecciones especiales varía según la institución pero, en general, pueden ser definidas como colecciones de materiales en su forma original. Principalmente, aunque

¹²⁵ ADCOCK, Op. Cit. pp. 87-88.

¹²⁶ Ibid., p. 88.

no siempre, aquellos materiales antiguos, difíciles de adquirir y por consiguiente de gran rareza y mayor valor que aquellos que se encuentran en las colecciones generales. Tradicionalmente las colecciones especiales contienen un gran número de materiales de interés bibliográfico: ediciones importantes, trabajos de importante valor estético, notable valor asociado o de origen y ejemplares de encuadernación, tirada o de ilustraciones históricas.¹²⁷

Los usuarios de este tipo de materiales son académicos, estudiantes, genealogistas, escritores, periodistas; lo que los distingue de los usuarios de otro tipo de colecciones, es su necesidad por ver la evidencia física presente en los materiales, ya sea por su valor histórico, artístico o arqueológico. Si bien los materiales de estas colecciones son importantes por su contenido intelectual, también son objetos de cultura material pues contienen información en la forma del objeto mismo; por ello “pueden ser usados indefinidamente para responder nuevas cuestiones o antiguas cuestiones preguntadas de manera diferente, tanto como los intereses académicos e ideologías cambien en el tiempo.”¹²⁸

2.1.1.1 Fondo Antiguo

El fondo bibliográfico antiguo está constituido por una colección de los llamados Libros Antiguos, generalmente también incluye manuscritos. Se denomina Libro Antiguo al

¹²⁷BANKS y PILETTE, Op. Cit. p. .285.

¹²⁸Ibid., p. 286.

impreso en formato código cuya confección técnica se ha realizado íntegramente de forma manual, si bien su ámbito cronológico se extiende hasta los primeros años del siglo XIX, la frontera convencional que separa el libro antiguo del moderno¹²⁹ es el año de 1800.

La revolución de la imprenta se produjo de modo progresivo en los primeros años del siglo XIX con la introducción de máquinas de componer, la aparición de las editoriales y el consiguiente incremento de la producción impresa y del número de ejemplares. 1820 sería una fecha más precisa para marcar con la evolución real del libro impreso; sin embargo, las bibliotecas han tomado el cambio del siglo XVIII al XIX como referencia para separar el fondo histórico del fondo moderno.¹³⁰

La colección de manuscritos, comprende los códices de época medieval y los textos de procedencia moderna, se incluyen: los originales de obras de autores literarios donados a la biblioteca, las colecciones de cartas o documentos personajes y los textos mecanografiados con correcciones autógrafas o no de su autor, estos últimos se incluyen en la colección de manuscritos porque no se trata de impresos y existe sólo un ejemplar.¹³¹

Desde la perspectiva bibliotecaria el criterio principal de distinción entre fondo antiguo y moderno se basa en la diferente actitud que ante él se debe tomar. En el Fondo Moderno la prioridad es su utilización, el libro ha de ser consultado y prestado a los usuarios, aún cuando esto cause deterioro o la pérdida total del libro. En cambio en el Fondo Antiguo

¹²⁹ El término libro moderno designa al impreso resultado de procesos industriales; no obstante, existen numerosos documentos que, en términos de catalogación ya no son antiguos pero que comparten algunas de sus características.

¹³⁰ MARSÁ VILA María., *El Fondo Antiguo en la Biblioteca*. España: Ediciones Trea, 1999. p. 15.

debe ser prioritaria la conservación, restringiendo su uso a un determinado grupo de usuarios, los investigadores, y sólo cuando el estado del libro lo permita.¹³²

Existe un periodo intermedio, comprendido entre el 1º de Enero de 1801 y el momento en que se regula el funcionamiento efectivo del depósito legal en cada país, en que sólo el criterio del bibliotecario puede establecer que obras merecen ser tratadas como pertenecientes al fondo antiguo. Los libros de este periodo son los más olvidados de las colecciones bibliotecarias puesto que a pesar de pertenecer al fondo moderno su valor es de carácter histórico o estético. Ejemplo de esto son las obras raras o preciosas del XIX.¹³³

La aparición del concepto de Fondo Antiguo está relacionada principalmente con dos cuestiones. La primera tiene que ver con la regulación efectiva del depósito legal y la problemática de los libros anteriores a esta. La segunda es fundamentalmente la distinción de este grupo de libros basada en la antigüedad y en la forma en que fueron realizados. A partir de la mitad del siglo XIX se inició un movimiento de atención a las obras que integran el fondo antiguo, tanto desde el punto de vista bibliotecario como investigador; dicha atención que se concreta en tres aspectos:

- La recuperación histórica, la cual se centra en el interés que tiene un libro en función de su antigüedad y a la curiosidad científica hacia su forma de producción ahora ya desuso.

¹³¹ Ibid., p. 16.

¹³² Idem

¹³³ Ibid., p. 17.

- La recuperación bibliográfica que implica un trabajo de investigación encaminado a la búsqueda de obras raras o poco corrientes, que suponen además un interesante descubrimiento literario o científico.
- La recuperación catalográfica, que resulta imprescindible para unir de una forma más amplia la descripción y la posibilidad de recuperar el material dentro de las bibliotecas.¹³⁴

2.1.1.2 Usuarios del fondo antiguo

Los libros como objeto son usados por un pequeño pero creciente grupo de investigadores y estudiosos. Son muchos factores que tienen influencia en lo que aparece en las páginas del libro impreso: las intenciones del autor, de los impresores y editores, el proceso humano y mecánico de la producción del libro y los factores sociales y económicos en la distribución del libro. La interacción de todos estos factores es muy importante para muchos tipos de investigadores: los estudiosos de la historia intelectual que basan sus teorías sobre la cultura en los libros y las ideas de diferentes periodos; los estudiosos de crítica textual buscan la versión de la obra tal como el autor la pretendió, o historiadores de los procesos técnicos involucrados en la manufactura del libro. Todos estos investigadores dependen de la evidencia física presente en las obras históricas.¹³⁵

¹³⁴Ibid., p. 21.

¹³⁵BANKS y PILETTE, Op. Cit. p. 287.

Son tres los principales campos del saber que tienen al libro como objeto de estudio.¹³⁶

- La Descripción bibliográfica describe, a través de una compleja serie de convenciones, las formas individuales encontradas, con el propósito de reconstruir la “copia ideal” de un texto tal y como el impresor o editor pretendía presentarla al mundo.
- La Bibliografía textual pretende explicar mediante el análisis físico, el proceso de producción de un libro en particular y conocer cuales diferencias son resultado de las actividades del editor e impresor y cuales del autor.
- La Bibliografía histórica es el campo del estudio de la historia de la producción del libro: impresión, encuadernación y publicación.

2.1.2 Preservación del valor histórico, artístico y arqueológico

Los materiales únicos incluyen colecciones especiales y libros raros así como manuscritos, libros con anotaciones marginales, decoraciones o valiosas marcas de propiedad. El papel usado para notas manuscritas por un personajes importante o un espécimen original de su escritura puede ser importante para investigadores; decoraciones importantes por su mérito histórico y artístico; las marcas de propiedad, como ex libris o firmas autógrafas hacen que se quiera mantener un libro en su formato original.¹³⁷

Las reproducciones nunca pueden reemplazar el original, debido a que tienen defectos significativos que afectan su valor como objetos del escrutinio académico. No obstante, las

¹³⁶ Ibid., p. 287-288.

¹³⁷ MORROW, Op. Cit. p. 94.

reproducciones permiten cierta facilidad en el uso de originales. Para algunos estudiosos, pueden ser todo lo que necesitan; para otros confirma su necesidad de ver el original.¹³⁸

El original también es útil por la evidencia que provee a través del análisis científico; los facsímiles, microfilms y otro tipo de reproducciones capturan la información textual pero dejan fuera la información que puede proporcionar el soporte.

2.1.2.1 Protección de colecciones especiales

El aspecto más importante en la preservación de materiales raros y únicos es asegurar un ambiente de almacenamiento apropiado que retarde el envejecimiento y el deterioro en los materiales, que prevenga los posibles daños y que reduzca la necesidad de futuros tratamientos de conservación. Otro aspecto es el uso que, en los materiales designados como especiales debe ser restringido y supervisado para facilitar su preservación.¹³⁹

Para determinar cuantos documentos precisan tratamiento se elaboran informes de conservación, con una metodología basada en muestreos selectivos de forma que se pueda evaluar la condición del papel, si las encuadernaciones necesitan reparación, la fecha de publicación de los documentos, y otros factores tales como país de publicación, acidez del papel, etc., con vistas a estudiar los tratamientos que se requieren y en qué proporciones.¹⁴⁰

Los tratamientos de conservación en virtud del tiempo y el costo requerido, son posibles

¹³⁸BANKS y PILETTE, Op. Cit. p. 286.

¹³⁹MORROW, Op. Cit. p. 137.

Los tratamientos de conservación en virtud del tiempo y el costo requerido, son posibles únicamente para un pequeño porcentaje de aquellos materiales que merecen tratamiento. En este sentido, el concepto de conservación por fases es sumamente valioso. El fundamento de un programa integral por fases es proteger los objetos físicamente, colocándolos en envolturas o cajas de calidad de archivo y desarrollar el resto de procedimientos en diferentes etapas, dependiendo de los recursos y de las prioridades del centro. Acuñado por la Biblioteca del Congreso, en 1973, este concepto ha demostrado ser de gran ayuda en la selección de materiales para el tratamiento, evitando la selección de objetos que, aunque necesitan atención, no se les puede asignar una prioridad alta si, además se tienen en cuenta otros factores como el uso, valor y proporción de deterioro.¹⁴¹

En cuanto a la decisión de tratamiento debe considerarse que los tratamientos de conservación de los materiales raros o únicos difiere de los tratamientos de las colecciones generales, pues a diferencia de éstas últimas no se puede alterar el vehículo físico sin perder información, pues la información contenida en estos materiales puede depender del objeto físico en sí, así como de pequeños detalles de composición o estructura.¹⁴²

2.1.2.2 Conservación de las colecciones especiales

¹⁴⁰DEREAU y CLEMENTS, Op. Cit. p. 7.

¹⁴¹SÁNCHEZ, Op. Cit. p. 30.

¹⁴²MORROW, Op. Cit. p. 140.

Es a partir de la década de 1960 que se ha desarrollado la conservación enfocada a libros, manuscritos y material de archivo.¹⁴³ La conservación envuelve un riguroso respeto hacia la integridad del objeto y la apreciación del rol de éste como un objeto de cultura material. Existe un compromiso de prolongar la vida del objeto mediante acciones preventivas y a través del uso de materiales estables y de técnicas de tratamiento apropiadas. La conservación implica una intervención limitada en cuanto a tratamientos y reintegración estética. Finalmente los tratamientos de conservación deben ser acompañados por la documentación de las condiciones del objeto cuando es recibido así como el registro de los procedimientos y materiales usados en el tratamiento.¹⁴⁴

Un conservador profesional debe conocer sobre la historia de los diferentes métodos usados en la producción de libros, manuscritos y fotografías; debe entender su naturaleza química y los procesos de deterioro de los materiales, así como los riesgos y limitaciones de los tratamientos usados en ellos.¹⁴⁵

El código de ética dirige a los profesionales de la conservación a servir como defensores de la preservación de los productos culturales. Su objetivo es tratar de limitar el daño o deterioro en los bienes culturales; por lo tanto deben recomendar el tratamiento que ellos estimen más adecuado para la conservación de las características estéticas, conceptuales y físicas de la pieza. De hecho, si la no intervención sirve mejor a los intereses del artefacto, ellos están obligados a recomendarla. Sea cual sea el tratamiento seleccionado deberá estar

¹⁴³BANKS y PILETTE, Op. Cit. p. 289.

¹⁴⁴Ibid., p. 288.

documentado y la documentación debe ser entregada a su dueño o custodio. El conservador tiene la obligación de asegurar que la condición del objeto permanecerá lo más estable posible por generaciones, para lograrlo debe considerar las consecuencias de los tratamientos actuales respecto a futuras opciones de conservación del artefacto y debe estar cierto en que los materiales usados y las acciones emprendidas no limiten futuros tratamientos ni involucren tiempo o daño excesivo si estos tienen que ser removidos.¹⁴⁶

2.1.2.3 Opciones de tratamiento

Los tratamientos de conservación pueden ser aplicados al libro en su conjunto o al soporte en específico.

Tratamientos de conservación del papel¹⁴⁷

- Remover soportes dañinos.
- Remover cintas adhesivas.
- Quitar manchas
- Limpieza
- Desacidificación, un término más preciso es neutralización, es decir la aplicación de un agente alcalino que reacciona con los ácidos en el papel.

¹⁴⁵ Idem

¹⁴⁶ Ibid., p. 291.

¹⁴⁷ Ibid., p. 295-297.

- Consolidación del soporte
- Reintegración de faltantes

Tratamientos de conservación de libros¹⁴⁸

- Almacenar cada libro en una caja individual, con el objetivo de aislar y proteger el volumen de la abrasión y del daño ambiental; y mantener las partes juntas.
- Reparaciones menores, que comúnmente se limitan a una reparación ligera en el área dañada, no comprende reintegración total. Por ejemplo, páginas sueltas readheridas con tiras de papel japonés.
- Tratamiento completo.

¹⁴⁸ Ibid., pp. 299-303.