

CIENCIA
PENSAMIENTO
Y CULTURA

arbor

Volumen CLXXXII

Nº 717

enero-febrero [2006]

Madrid [España]

ISSN: 0210-1963



MINISTERIO
DE CULTURA



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



CONSEJO SUPERIOR
DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

LA CONSERVACIÓN CULTURAL DEL PATRIMONIO CINEMATográfico Y LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Alfonso del Amo García

*Jefe de la sección de investigación de Fondos
Filmicos de Filmoteca Española
Jefe de la Comisión Técnica de la Federación
Internacional de Archivos Filmicos
Filmoteca Española*

ABSTRACT: *Cinematographic materials, photographic films constituted by polymeric supports and emulsions, on which images and sounds are recorded, are industrial products that have not been specially designed for its storage and conservation as cultural heritage. In this paper the story of these materials are briefly described together with the chemical and biological processes that origin their degradation. It is pointed out that, only through the scientific research it will be possible to develop theoretical and practical tools to conserve the cinematographic heritage.*

KEY WORDS: *Cinematography, Plastics, Plasticized cellulose nitrate: "Celluloid", Cellulose triacetate, Vinegar syndrome, Photographic gelatine, Biodegradation, Chromogenic colour, Fading of chromogenic colour*

1

A lo largo de gran parte del siglo XIX, una incesante serie de descubrimientos e invenciones competirían en el intento de desarrollar sistemas y equipos capaces para registrar (*filmar*) el movimiento de las figuras reales en series de fotografías tomadas sucesivamente, y para reproducir las imágenes registradas, ante los ojos del espectador, permitiendo su percepción como correspondientes a imágenes reales en movimiento.

En agosto de 1891, *Thomas A. Edison* registró las primeras patentes del *Kinetoscopio*, un auténtico aparato cinematográfico, que presentó públicamente dos años más tarde; pero el *Kinetoscopio* funcionaba sobre el mismo principio estroboscópico que el *Zootropo* u otros inventos similares, y un sistema estroboscópico de reproducción sólo puede ser visionado, cada vez, por un espectador o por un grupo muy reducido de espectadores. Históricamente, el *Zootropo*, el *Praxinoscopio* y todos los sistemas similares, sólo se consideran como precursores de la cinematografía, en la que no llegan a ser integrados.

RESUMEN: Los materiales de la cinematografía, las películas, sus soportes plásticos y las emulsiones en las que se registran y reproducen imágenes y sonidos, son productos industriales que no han sido diseñados para la preservación cultural. El artículo esboza la historia de estos materiales y la de los procesos químicos y biológicos que confluyen en su degradación, señalando que sólo a través de la investigación científica es posible desarrollar las herramientas teóricas y prácticas para conservación del patrimonio cinematográfico.

PALABRAS CLAVE: Cinematografía, Plásticos, Nitrato de celulosa plastificado: "Celuloide", Triacetato de celulosa, Síndrome de vinagre, Gelatina fotográfica, Biodegradación, Color cromogénico, Desvanecimiento del color cromogénico

Con mi agradecimiento a Fernando Catalina

Pese al carácter cinematográfico y a su indiscutible primogenitura, en la consideración casi general, el inicio de la cinematografía se relaciona con la adaptación –realizada simultáneamente por varios inventores pero popularizada y desarrollada por los *Lumière*– de un sistema mecánico para el arrastre de la película; sistema que transforma el impulso motor rotatorio que mueve la película, en un movimiento lineal con alternancias de avance y parada, sincronizado con el movimiento de un obturador giratorio que impide el paso de la luz cuando la película no está perfectamente parada.

El 13 de febrero de 1895, los hermanos *Lumière* patentaron su *Kinetoscope*, nombre que pronto cambiarían por el de *Cinematógrafo*. El 22 de marzo tuvo lugar la primera proyección, aunque con carácter privado, y el 28 de diciembre el *Cinematógrafo Lumière* se presentó triunfalmente en sesión pública, en París. En ese sistema, las imágenes que se presentan ante los ojos del espectador, están, *en el momento de su visión*, efectivamente paradas, aprovechando la persistencia retiniana para, interrumpiendo el paso a la luz, situar una nueva imagen que fundirá con la siguiente en la visión del espectador.

El sistema de película parada, al permitir la reproducción de las imágenes en movimiento (además con gran calidad), mediante su proyección ante múltiples espectadores, posibilitó el entronque de la cinematografía con la industria del espectáculo colectivo que, a la postre se encargaría de su consolidación y desarrollo.

El triunfo del trabajo de los hermanos *Lumière* y su indiscutible carácter fundacional, surgieron precisamente de las posibilidades que su *sistema de proyección pública y colectiva* ofrecía para integrarse en la industria del espectáculo. Y sería sobre esa base funcional, *la proyección pública y colectiva de series de fotografías sucesivas, proyección en la que se reproducía la sensación de movimiento en la visión de figuras reales*, sobre la que se crearía la industria cinematográfica y toda la cinematografía.

Hacia 1905, tras la combinación de los sistemas *Lumière* y *Edison*, la reproducción mecánica de la percepción de imágenes reales en movimiento era un sistema totalmente conseguido y, en la práctica, idéntico al que sigue funcionando hoy día en las salas de cine.

Una descripción sumaria de las características técnicas de dicho sistema puede concretarse en los siguientes aspectos:

- A. Las obras cinematográficas (*las películas*) quedaron constituidas sobre dos soportes: *original y copias (negativo y copias de proyección)*. Cada uno de estos soportes tiene características propias y es elaborado y manipulado distinta e independientemente; pero forman una unidad cuya disolución (por el deterioro o la desaparición de cualquiera los soportes) provoca el deterioro de la obra e incluso la imposibilidad de volver a visionarla.
- B. La imagen está compuesta por *una serie de fotografías que fijan etapas sucesivas del movimiento*. Estas fotografías se obtienen a velocidad de obturación constante y se proyectan a la misma velocidad de rodaje.
- C. La película avanza mediante *dos tipos de movimiento* que en la mayor parte de los sistemas son simultáneos y sincrónicos; *el primero es de tipo lineal y alternativo y el segundo circular y continuo*.
- D. La película en si, está constituida por un *soporte de material plástico transparente y una emulsión fotográfica* formada por gelatinas naturales y sustancias fotosensibles, adherida al soporte.

2

La conjunción de esa serie de materiales, mecanismos y sistemas, con las características estructurales de la industria del espectáculo, determinaría todas las posibilidades de desarrollo futuro de la cinematografía, tanto técnicas como lingüísticas e, inevitablemente, sus posibilidades de conservación.

Simultáneamente a su carácter de elemento fundador, el sistema de arrastre mediante avances y paradas sucesivos, fotograma a fotograma, al hacer imprescindible el uso de películas perforadas y rodillos dentados y dispositivos de presión, se constituiría en una de las causas fundamentales para el deterioro e incluso la destrucción de las películas. En el sistema *Edison*, las películas arrancaban y paraban sólo una vez para cada proyección (Fig.1). En el sistema *Lumière*, las películas, sustantivamente idénticas (Fig.2), arrancaban y paraban una vez sobre cada fotograma, miles o cientos de miles de veces sobre cada película. En esas condiciones, la conservación de las características de los soportes plásticos se convertía en un elemento crucial para la conservación de cada película.

Naturalmente, si una finísima lámina de plástico y gelatina, circula a gran velocidad (456mm por segundo), parando y volviendo a avanzar cada 19mm, entre mecanismos de acero y rodillos dentados, es muy probable que sufra constantes lesiones que degraden su calidad y continuidad (Fig.3); proceso de deterioro que llega a producir la pérdida de grandes secciones de material y a inutilizar y destruir las películas.



Figura 1. Fotograma tipo Edison.



Figura 2. Fotograma de película Lumière.

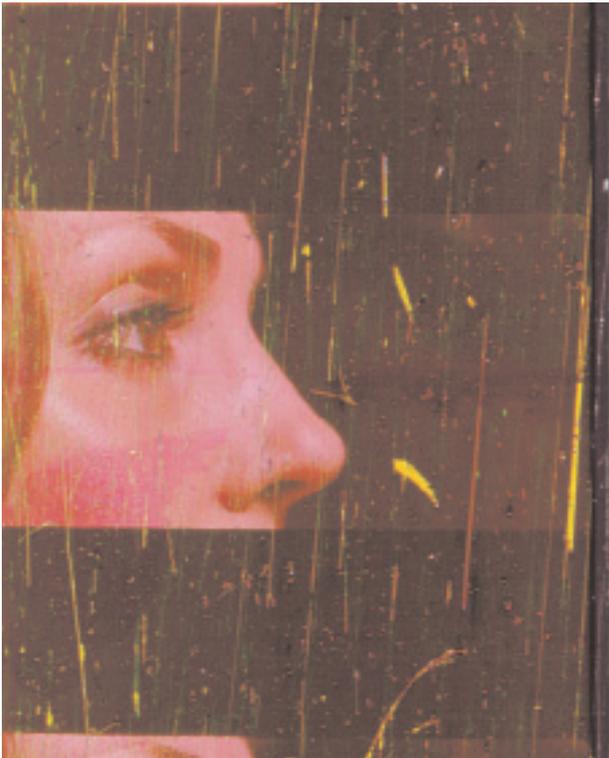


Figura 3. Rayas en una copia color.

En la Figura 4 puede seguirse el avance de uno de los efectos más llamativos de la inestabilidad de los soportes plásticos sobre la conservación de las películas: la contracción o pérdida de dimensiones. La imagen de la izquierda, obtenida

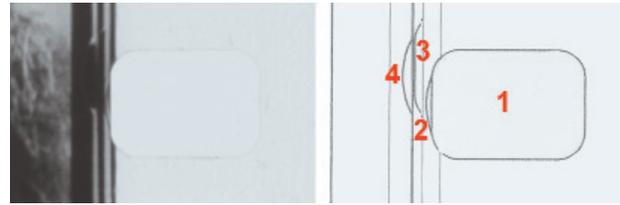


Figura 4. 4- Perforación del negativo original (1939). 3- Perforación de la primera reproducción positiva (1939). 2- Perforación de la duplicación negativa de seguridad (años 60). 1- Perforación de copia moderna.

de una película española, muestra como varían las dimensiones del material en cuatro reproducciones sucesivas. La perforación del negativo original ha retrocedido casi cuatro milímetros desde la posición que ocupó inicialmente que coincidía con la que ocupa la perforación de una copia actual. (Fig.4)

3

La contracción es un producto directo de la inestabilidad química de los soportes plásticos pero esta inestabilidad puede tener efectos aún más destructivos.

El *nitrato de celulosa plastificado*, desarrollado a partir de investigaciones iniciadas por *Christian Friedrich Schönbein* en 1846, sería el primer plástico moderno y el material utilizado como soporte para las películas cinematográficas durante sesenta años. Es un material extremadamente inestable.

Su inestabilidad química se manifiesta a través de procesos de descomposición, procesos que pueden ser retardados conservando las películas en condiciones ambientales adecuadas, pero que inevitablemente terminarán con la destrucción de los estos soportes. (Fig.5)

Pero el *nitrato de celulosa plastificado* no sólo es inestable; en realidad es tan inestable químicamente que es auto-inflamable a temperaturas relativamente bajas (160°C), temperaturas que pueden alcanzarse, bajo presión, si la conservación se realiza en condiciones deficientes. La auto-inflamabilidad y la elevadísima inflamabilidad –arde sin necesidad de aportación de oxígeno exterior y prácticamente no puede ser extinguido hasta su completa combustión– ha estado en el

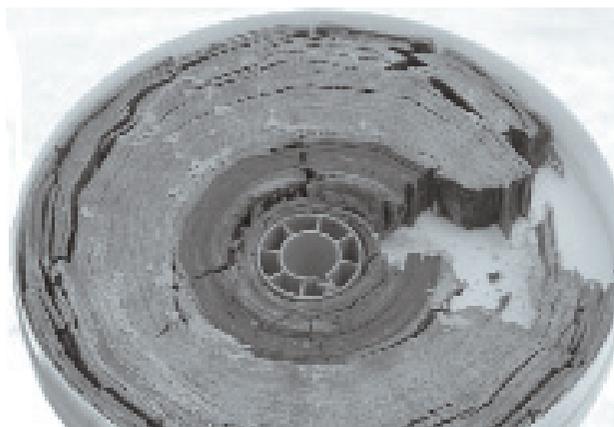
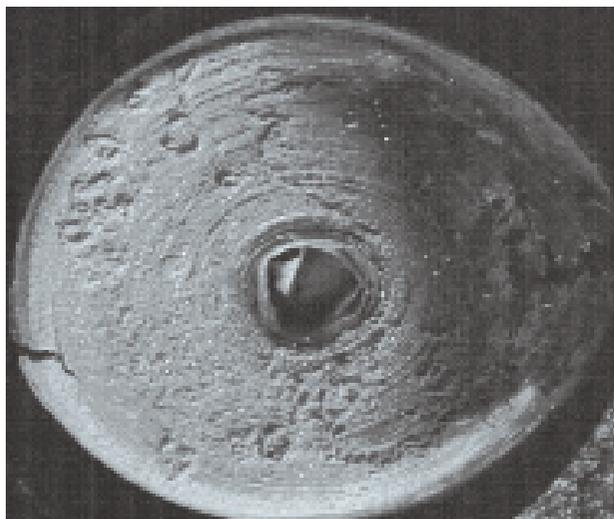


Figura 5. Rollos de nitrato de celulosa convirtiéndose en polvo en la etapa final de la descomposición química.

origen de numerosos incendios (en laboratorios, cines y hospitales) y en la pérdida de muchas vidas humanas y de gran parte del patrimonio cinematográfico mundial anterior a los años cincuenta.

La industria –presionada por exigencias de seguridad pública– hizo numerosos intentos para proveer materiales plásticos ininflamables y aptos para su uso como soportes fotográficos y cinematográficos.

En la década de los cincuenta se inició la implantación de un nuevo tipo de soporte plástico –el triacetato de celulosa plastificado– prácticamente ininflamable y que en muy pocos años sustituiría completamente al nitrato.¹

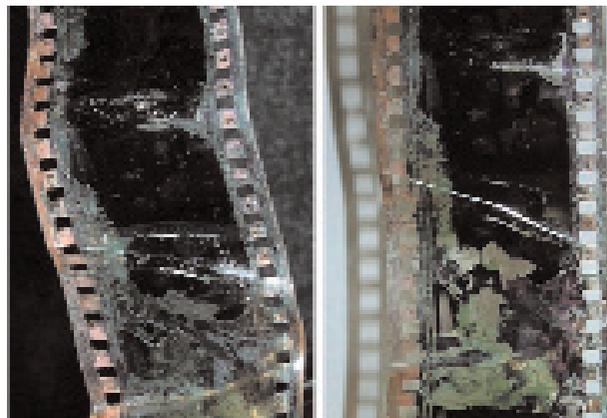


Figura 6. Película exudando ácido acético.

Este plástico reunía todas las cualidades requeridas y la industria cinematográfica y, naturalmente, las filmotecas y todos los archivos fílmicos lo recibieron y adoptaron con gran alborozo.

Las filmotecas iniciaron un enorme esfuerzo –un esfuerzo que todavía continúa y en el que consumen gran parte de sus presupuestos económicos– para reproducir “en seguridad” las películas que conservaban en soportes inflamables. En la actualidad, gracias a la actuación de los archivos y de la industria, la inmensa mayor parte del patrimonio cinematográfico se conserva sobre soportes de seguridad, de triacetato de celulosa o de poliéster.

Pero la alegría duró poco en los archivos. Apenas diez años después de la introducción del triacetato, algunos archivos empezaron a aportar informaciones sobre el desarrollo de procesos de descomposición química, extremadamente virulentos, en los nuevos soportes. (Fig.6)

La degradación iba acompañada con una intensa producción de ácido acético, por lo que la nueva “enfermedad” fue caracterizada como *síndrome de vinagre*.

En pocos años, las condiciones estándar de conservación en archivos (18°C y 50%HR) se revelarían como poco eficaces para la conservación cultural (a plazo indefinido) e incluso para la comercial.

En esas condiciones (con todo muy difíciles y costosas de conseguir en ciudades húmedas y cálidas) el síndrome de vinagre se ralentiza pero termina por aparecer y dañar los materiales.

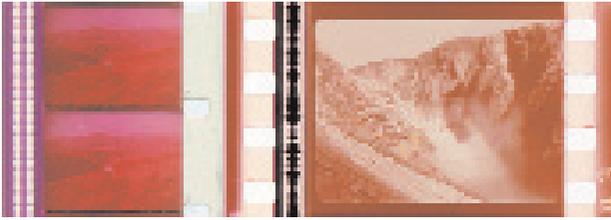


Figura 7. Dos ejemplos extremos de desvanecimiento del color.



Figura 8. Película rígida y deformada por la degradación acética.

Además, el síndrome es un catalizador de procesos de degradación, independientes pero asociados a las mismas deficiencias en las condiciones de conservación. Así, la degradación acética es un poderoso colaborador en el desvanecimiento del color en las emulsiones cromogénicas, de uso casi universal en la cinematografía actual, y en los procesos de deformación y rigidización del material. (Fig.7) (Fig.8)

4

En la década de los ochenta, la alarma cundió en las filmotecas y en la industria. Las condiciones necesarias para la conservación de estos soportes no estaban establecidas y, cuando todavía la reproducción de las películas inflamables sobre soportes de seguridad estaba muy lejos de haberse concluido, era absolutamente impensable plantearse una nueva transferencia a soportes más estables. Como ejemplo de la falta de conocimientos existentes en aquel momento puede señalarse que, sólo bien avanzada esa década se resolverían algunas incógnitas fundamentales, por ejemplo: ¿era posible plantearse la congelación?? Hacia 1988, la Filmoteca Española se planteó la necesidad de acudir a las instituciones científicas que pudieran

guiarla en la formación criterios para fundamentar el desarrollo de almacenamientos adecuados a la conservación del patrimonio cinematográfico. Conseguir esta colaboración no fue una tarea fácil.

A finales de los ochenta, el triacetato ya no era un plástico muy importante para la industria química y los investigadores químicos podían estar mucho más interesados en el desarrollo de nuevos plásticos, posibles sustitutos de los acetatos, que el estudio de la degradación de estos ya veteranos materiales.

Hacia 1990, la Filmoteca conseguiría la colaboración del Dr. Fernando Catalina, del Instituto del Polímeros (C.S.I.C.), quien estaba interesado en procesos de foto degradación, que accedería a supervisar una primera aproximación bibliográfica a la degradación del triacetato, aproximación que realizaría D^a. Rosario Solera.

Esta pequeña investigación inicial, permitió entrever la necesidad –y la posibilidad– de promover una actuación conjunta, entre la Filmoteca Española (I.C.A.A.) y el Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros, para el desarrollo de investigaciones sobre las características, procesos de degradación y posibilidades de conservación de los materiales cinematográficos basados en triacetato de celulosa plastificado; actuación conjunta que daría lugar a la firma de tres contratos sucesivos de colaboración, desarrollados entre 1991 y 1995.

En las dos primeras fases, los trabajos del Dr. Catalina y sus colaboradores permitirían determinar las características de un conjunto, absolutamente representativo, de muestras de materiales históricos, filmados y procesados en España entre 1955 y 1990.

Sobre esa base, se hizo posible el diseño de la tercera fase de la investigación; en la que varios cientos de muestras de película virgen y filmada y procesada, fueron sometidos, incluso durante miles de horas, a un amplio abanico de situaciones ambientales, para acelerar su envejecimiento y poder determinar la influencia relativa de las condiciones de humedad y de temperatura, sobre las posibilidades de conservación de las películas.

Las investigaciones, cuyos resultados han sido expuestos en diversas publicaciones y fundamentalmente en el libro:

"Los soportes de la cinematografía"³, han constituido una considerable aportación al conocimiento de los componentes materiales básicos del Patrimonio Cinematográfico y, como era su objetivo, en conjunción con los datos procedentes de investigaciones en el mismo campo desarrolladas en otros países⁴, han permitido el diseño de las condiciones ambientales y funcionales que deberán poseer los futuros archivos válidos para la conservación indefinida de nuestro patrimonio⁵.

5

Las emulsiones sensibles constituyen el otro componente fundamental de las películas fotoquímicas. Las emulsiones están compuestas por una fina capa de gelatina (o por todo conjunto de capas finísimas, que puede incluso superar la decena) que mantiene en suspensión a los haluros fotosensibles, junto con los sensibilizadores cromáticos, los colorantes y distintos agentes estabilizadores, que intervendrán en la formación de la imagen y del color.

Las gelatinas, el componente principal de las emulsiones, son polipéptidos de alto peso molecular que se utilizan desde hace miles de años como pegamento. Se obtienen desde colágenos extraídos de pieles y huesos de animales.

Las gelatinas usadas en fotografía son las de mayor calidad y su elaboración requiere de una enorme cantidad de pruebas y controles; controles que se inician desde la misma selección del ganado vacuno, de cuyas pieles y huesos se extraerá el colágeno. Los sistemas de control empleados han conseguido que las gelatinas fotográficas presenten una gran uniformidad en sus características y una reducidísima presencia de elementos contaminantes que pudiera alterar sus propiedades o las de los haluros fotosensibles. (Fig.9)

Para la cinematografía, que requiere del empleo de largas tiras de película flexible, las gelatinas resultarían insustituibles. Permiten obtener recubrimientos viscosos muy finos (incluso de espesores inferiores a una micra), flexibles y lo suficientemente resistentes como para poder ser extendidos sobre los soportes. Por otra parte, las gelatinas presentan magníficas condiciones para actuar como contenedores de una enorme variedad de elementos, desde los cristales de plata hasta las múltiples soluciones de

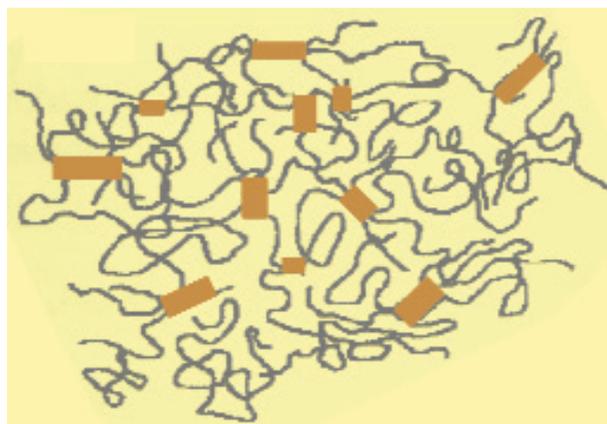


Figura 9. Esquema de la estructura amorfa de las cadenas moleculares de la gelatina con uniones rígidas tipo colágeno. (Imagen preparada por Concepción Abrusci).

colorantes y demás productos, imprescindibles en la química fotográfica.

Las gelatinas son materiales muy estables (de hecho, tan estables o más que los soportes) y las condiciones ambientales necesarias para obtener una conservación óptima no son excesivamente exigentes. No obstante, si la película se mantiene durante bastante tiempo por encima de los 40°C de temperatura pueden modificarse sus características mecánicas. Presentan una muy elevada capacidad para absorber (y para ceder) humedad, pudiendo llegar a absorber varias veces su peso de agua fría.

Su deterioro se inicia si se mantienen almacenadas a más de 40°C, pudiendo destruirse en pocos minutos a temperaturas superiores a 80°C.

Por otra parte, las humedades y temperaturas elevadas, en combinación con almacenamientos insuficientemente ventilados, favorecen el desarrollo del principal enemigo de las emulsiones de gelatina: los microorganismos, para muchos de los cuales las gelatinas son alimento y un auténtico "caldo de cultivo".

Los microorganismos siempre están presentes en el ambiente. Nieves Valentín, en un estudio realizado en museos y archivos españoles⁶, identificó colonias de microorganismos pertenecientes a cinco grandes familias de bacterias y a seis de hongos.

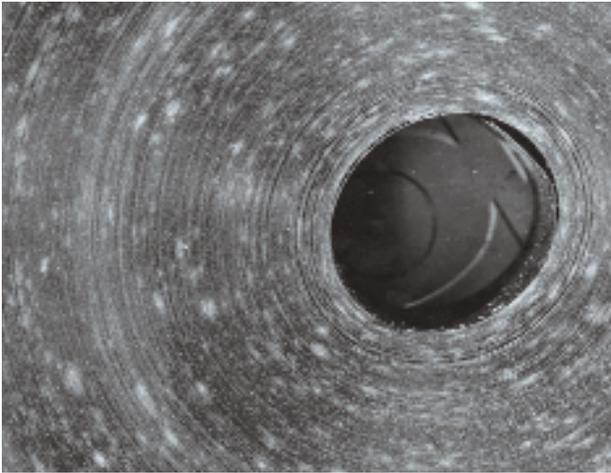


Figura 10. Floración de ifas filamentosas sobre un rollo de película.

No existe posibilidad alguna de eliminar permanentemente los microorganismos. Cualquier película puede ser descontaminada pero, inmediatamente –salvo que en la misma cámara de descontaminación se la introdujera en una bolsa hermética y estéril– en unos pocos minutos volvería a recibir microorganismos suficientes para que, si la humedad, la temperatura y la falta de ventilación favorecieran su crecimiento, las colonias pudieran, en muy pocos días, cubrir completamente la película. (Fig.10)

En 1966, Nieves Valentín, microbióloga perteneciente al Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, intervino en un Seminario/Taller organizado por la Filmoteca Española; seminario que constituyó el primer intento realizado por la Filmoteca para aproximarse al conocimiento de este importantísimo problema.

Pero no sería hasta el año 2000, cuando, nuevamente por mediación del Dr. Fernando Catalina, la bióloga D^a Concepción Abrusci, empezó con un estudio bibliográfico que pondría de manifiesto la casi total ausencia de

investigaciones sistemáticas en el área de la biodegradación y biodeterioro de películas cinematográficas.

Sobre la percepción de la necesidad de conocer científicamente este problema, se conseguiría iniciar una serie de convenios de colaboración con el Departamento de Microbiología III, de la Universidad Complutense de Madrid, y con el Instituto de Polímeros (C.S.I.C.). Desde el 2002, también se ha conseguido que el laboratorio cinematográfico Fotofilm-De Luxe participe en la financiación de las investigaciones.

Acogida a este convenio, Concepción Abrusci, ha podido realizar su tesis doctoral: "Estudio de biodegradación de los materiales constituyentes de las películas cinematográficas por bacterias y hongos"⁷.

A lo largo de todo este periodo 2000–2005, se han desarrollado una serie de estudios sobre contaminación microbiana y biodegradación de materiales cinematográficos y para los que se ha contado con la colaboración y supervisión de diversos profesores de la Universidad Complutense y del Instituto de Polímeros. Estos trabajos han sido objeto de numerosas publicaciones⁸ y continuarán en los próximos años hasta que permitan el desarrollo e implantación de políticas de prevención en la Filmoteca Española y en el resto de archivos audiovisuales.

Pese a que los medios económicos disponibles son siempre muy escasos y obligan a que la Filmoteca tenga que administrar muy cuidadosamente sus posibilidades, los resultados obtenidos y los que se espera obtener del convenio de colaboración científica actualmente en vigor, demuestran indiscutiblemente que promover y organizar la colaboración con otras instituciones científicas constituye una política fundamental para el desarrollo del conocimiento conservacionista sobre el Patrimonio Cinematográfico.

NOTAS

- 1 En España, el triacetato se introduciría en 1952, el uso del nitrato concluiría en 1954.
- 2 D.F. Kopperl y C.C. Bard "Freeze/Thaw Cycling of Motion-Picture Films". *SMPTE Journal* - August, 1985 Issue, Volume 94, Number 8

- 3 F. Catalina y A. del Amo: "Los soportes de la cinematografía / Motion Picture Film Stock", Filmoteca Española, edición bilingüe, Madrid, 1999.
- 4 Ver nota bibliográfica al final del artículo.
- 5 Características diseñadas para los almacenes de conservación del futuro archivo de la Filmoteca Española

Recibido: 27 de enero de 2006

Aceptado: 28 de febrero de 2006

El bloque de almacenes, totalmente subterráneo y aislado del terreno por una cámara visitable que lo rodea completamente, estará dividido en seis archivos para soportes de seguridad, con un total de treinta y seis almacenes independientes.

En el nivel más profundo se situarán los archivos de "máxima estabilidad" para materiales de color y de blanco y negro destinados a preservación y restauración de las películas. Los almacenes para color estarán climatizados a 5°C (+/- 0.5°C de variación diaria y +/- 1°C de variación anual) y al 30% de humedad relativa (+/- 1%HR v.d. y +/- 3%HR v.a.). Los des-

tinados a blanco y negro, estarán a 10°C (+/- 0.5°C v.d. y +/- 2°C v.a.) y al 40%HR (+/- 1%HR v.d. y +/- 3%HR v.a.).

En el nivel intermedio estarán situados los archivos dedicados a los duplicados negativos destinados a la reproducción y a las copias de uso restringido; situando los de color a 10°C (+/- 3°C v.a.) y 30%HR (+/- 5%HR v.a.), mientras que el blanco y negro estarían a 15°C y 35%HR, con las mismas tolerancias de variación anual.

En el nivel superior se ubicará el archivo para materiales de audio y vídeo (15°C y 35%HR) y las copias

fotoquímicas destinadas a uso en proyección (15°C y 45%HR).

- 6 Dra. Nieves Valentín: "Assesment of biodeterioration process in organic materials. Control methods". International Conference on Conservation and Restoration for Archive and Library Materials, Erice, 22-29 April 1996.
- 7 Concepción Abrusci, "Estudio de biodegradación de los materiales constituyentes de las películas cinematográficas por bacterias y hongos". Universidad Complutense de Madrid, 2005.
- 8 Ver referencias bibliográficas al final de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Degradación acética

Adelstein, P.Z., Reilly, J.M., Nishimura, D.W. and Erbland, C.J. (1992): *Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film. Part I-Laboratory Testing Procedures*. In: SMPTE Journal, May.

Adelstein, P.Z., Reilly, J.M., Nishimura, D.W. and Erbland, C.J. (1992): *Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film. Part II - Practical Storage Considerations*. In: SMPTE Journal, Jun.

Adelstein, P.Z., Reilly, J.M., Nishimura, D.W. and Erbland, C.J. (1995): *Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film. Part III - Measurement of Film Degradation*. In: SMPTE Journal, May.

Adelstein, P.Z., Reilly, J.M., Nishimura, D.W. and Erbland, C.J. (1995): *Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film. Part IV - Behaviour of Nitrate Base Film*. In: SMPTE Journal, June.

Adelstein, P.Z., Reilly, J.M., Nishimura, D.W., Erbland, C.J. and Bigourdan, J.L. (1995): *Stability of Cellulose Ester Base Photographic Film. Part V - Recent Findings*. In: SMPTE Journal, July.

Allen, N.S., Edge, M., Mohammadian, M. and Jones, K. (1994): *Physicochemical aspects of the environmental degradation of polyethylene terephthalate*. In: Polymer Degradation and Stability 43, Elsevier Science Publishers Ltd. London, U.K. 229-237

Allen, N.S., Edge, M., Appleyard, J.H., Jewitt, T.S. and Horie, C.V. (1988): *Degradation*

of Historic Cellulose Tiacetate Cinematographic Film: Influence of Various Film Parameters and Prediction of Archival Life. In: The Journal of Photographic Science, Vol. 36.

Catalina, F., Corrales, T., Collar, P. y del Amo, A (1994): *Los materiales plásticos celulósicos en los soportes cinematográficos*. En: Revista de plásticos modernos 457 y 458, FOCITEC, Madrid, julio y agosto.

Catalina, F. y del Amo, A. (1999): *Los soportes de la cinematografía / Motion Picture Film Stock*, Filmoteca Española, Madrid.

Edge, Michelle (1992): *The Deterioration of Polymers in Audio-Visual Materials*. In: Archiving the Audio-Visual Heritage. Third Joint Technical Symposium. Technical Coordinating Committee and UNESCO; Wordworks Ltd, Emberton, United Kingdom.

Edge, M. and Allen, N.S. (1992): *Factors Influencing Longevity of Aerial Photographic products on Archival Storage*. In: Photogrammetric Records, U.K..

Johnsen, Jesper Stub (2002): *From condition assessment survey to a new preservation strategy for The Danish Film Archive*. In: Preserve Then Show. Danish Film Institute. Copenhagen, ISBN 87-87195-55-0. 115-124.

Reilly, James M. (2000): *Preservation of Acetate Base Motion Picture Film: Environmental Assessment and Cost Management*. In: The Vinegar Syndrome. Gamma Group - Association des Cinémathèques Européennes, Bologne.

Volkman, Herbert (1986): *The preservation of dyes in developed colour films*. In: Preservation and restoration of moving images and sound. FIAF, Brussels.

Volkman, Herbert (1986): *The structure of cinema films*. In: Preservation and restoration of moving images and sound. FIAF, Brussels.

Contaminación biológica

Abrusci, C., Martín-González, A., del Amo, A., Corrales, T. and Catalina, F. (2004): *Biodegradation of type-B gelatines by bacteria isolated from cinematographic films. A viscometric study*. In: Polymer Degradation and Stability 86. 283-291

Abrusci, C., Martín-González, A., Edge, M., Allen, N.S. and del Amo, A. (2004): *Biodegradation of motion picture film stocks*. In: Journal of Film Preservation 67, FIAF, Bruselas. 37-54

Abrusci, C., del Amo, A., Corrales, T. and Catalina, F. (2005): *Patrimonio cinematográfico histórico y cultural. Biodegradación de gelatina fotográfica por bacterias presentes en los archivos*. En: Revista de plásticos modernos 583, FOCITEC, Madrid. 90-98

Abrusci, C., Martín-González, A., del Amo, A., Catalina, F., Collado, J. and Platas, G. (2005): *Isolation and identification of bacteria and fungi from cinematographic films*. In: International Biodeterioration & Biodegradation 56, Elsevier Science Publishers Ltd. London, U.K. 58-68