

El mirall de plata en les fotografies: importància, mecanisme d'aparició i nou procediment d'eliminació

El mirall de plata és una degradació que apareix a la majoria de les fotografies i pel·lícules de cinema històriques amb imatge de plata revelada (D.O.P.) en blanc i negre. La seva eliminació ha representat tants problemes que sovint s'ha descartat. Nosaltres presentem un nou procediment d'eliminació senzill, eficient i estable a llarg termini.

L'estudi de les causes d'aparició ens aporta llum sobre aspectes que havien quedat poc explicats, especialment el fet que és una degradació que apareix sempre a la superfície de la imatge, el que ens duu a pensar en un mecanisme de transport de la plata per càrregues elèctriques. Això també pot explicar els incendis espontanis de les pel·lícules de nitrat.

Silver Mirroring in Photographs: importance, process of manifestation and new method of elimination

Silver mirroring is a form of deterioration present in most old black and white photographs and cinema films developed using silver developing-out paper (D.O.P.). Its elimination proved so problematic that it was frequently ruled out. We present a new process of elimination which is simple, efficient and stable in the long term.

The study into the causes sheds light on aspects for which few explanations have been given, especially the fact that the deterioration always appears on the surface of the image, something which makes us believe that it is the result of the silver being transported by electrical charges. This may also explain the incidences of spontaneous combustion of nitrate films.

Jordi Mestre i Vergés. Fotògraf i conservador-restaurador de fotografies. *Photographer and conservator-restorer of photographs.*
jordimestreverges@gmail.com

Dr. Josep Maria Vergès i Bosch. Investigador i traceòleg. *Researcher and specialist in traceology.*
josepmaria.verges@urv.cat

Rita Udina i Armengol. Restauradora d'obra gràfica i llibres. *Restorer of graphic documents and books.*
info@ritaudina.com

Paraules clau: mirall de plata, conservació-restauració de fotografia, carbonat de calci.

Keywords: silver mirroring, preservation-restoration of photographs, calcium carbonat.

Data de recepció: 01-09-2017 > **Data d'acceptació:** 06-09-2017 / **Date received:** 01-09-2017 > **Date accepted:** 06-09-2017.



INTRODUCCIÓ¹

El mirall de plata és present en moltes de les fotografies històriques i pel·lícules de cinema en blanc i negre amb imatge constituïda per gelatina i plata. És el producte residual de determinades reaccions de degradació de la imatge fotogràfica. El mirall de plata està compost per plata que antigament formava la imatge i ara és a la superfície de la imatge, sola o en combinació (Ag o Ag₂S), generant una molesta capa reflectora que dificulta el visionat i la reproducció de les fotografies.

Els materials que es poden veure afectats pel mirall de plata són totes les fotografies en blanc i negre amb la imatge formada per gelatina i plata obtinguda per revelat (D.O.P.).² Aquests grànuls de plata que formen la imatge són relativament més grans en comparació als obtinguts per ennegriment directe (P.O.P.), que són molt més petits.

Les imatges formades per plata revelada en gelatina tant poden presentar-se en positiu com en negatiu i les trobem en tota mena de suports com ara el vidre, tots els plàstics utilitzats en fotografia, paper, paper R.C. (*Resin Coated*, és a dir, amb una capa de resina) o d'altres suports minoritaris.

Els procediments fotogràfics basats en plata revelada continguda en gelatina s'utilitzen des de l'any 1880, aproximadament, arribant a ser a finals del segle XIX els mètodes majoritaris. Aquesta hegemonia per a procediments en blanc i negre es mantingué durant tot el segle XX. Actualment les fotografies basades en

procediments químics de gran qualitat se segueixen fent d'aquesta manera.

Es comprèn, per tant, que els procediments dels quals parlem són majoritaris en les col·leccions de fotografies històriques, alhora que constitueixen quasi la totalitat de les pel·lícules de cinema en blanc i negre, i més del 90% de les fotografies en blanc i negre del segle XX.

MECANISME D'APARICIÓ

El mecanisme que fa que la plata que estava formant la imatge migri fins a la superfície ens l'expliquen entre d'altres Feldman (1981), Hendriks (1984, 1991), Torigoe et al. (1984), Swan (1981), di Pietro (2004) o Nielsen-Lavédrine (1993).³

En resum, la plata que es troba dins de la gelatina s'oxida per acció d'un àcid en presència d'humitat, l'ió Ag⁺ migra cap a la superfície on es neutralitza, es diposita i forma la capa brillant a la que anomenem mirall de plata. [il·lustracions ■ - ■ IV.]

La majoria de les taques en les fotografies gelatino-argèntiques revelades (D.O.P.) es produeixen dins de la capa de gelatina, en canvi, el mirall de plata es forma a la superfície. Di Pietro⁴ lamenta que Nielsen-Lavédrine (1993) no ofereixin cap explicació de la causa-efecte d'aquesta qüestió: "(...) la migració de les sals de plata cap a la superfície, tot i que no se suggereix cap força motriu per a aquest desplaçament".⁵ A desgrat d'aquesta manca

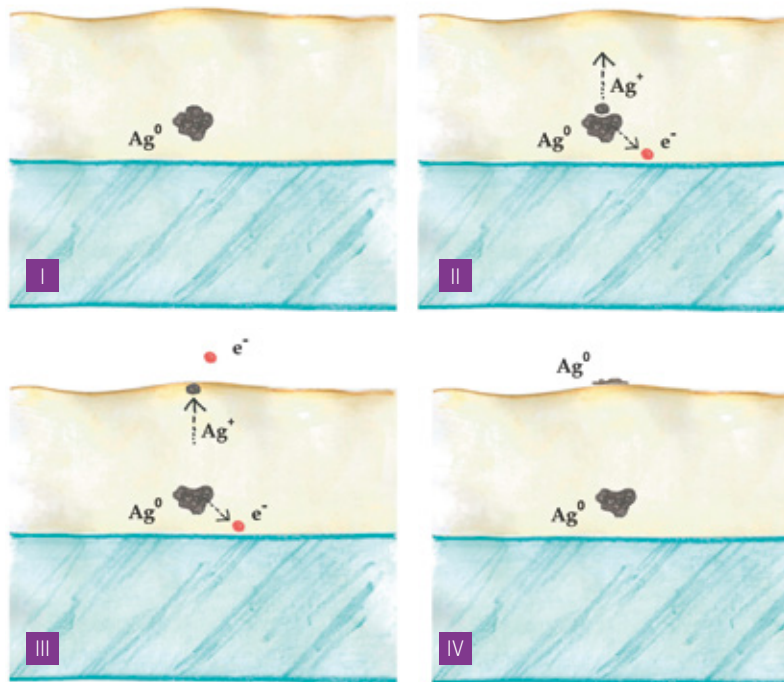
¹ Jordi Mestre Vergés: idea original i investigació; Josep Maria Vergès i Bosch: microscòpia electrònica i traceologia; Rita Udina Armengol: col·laboració i il·lustracions.

² D.O.P. és l'acrònim de l'anglès *Developing Out Process*, referint-se a les imatges revelades, per contraposició a les d'ennegrimment directe (P.O.P., *Printing Out Papers*).

³ Es poden consultar les referències bibliogràfiques completes al final de l'article.

⁴ DI PIETRO, Giovanna. "A local microscopic model for the formation of silver mirroring on black and white photographs". A: AAVV, *Proceedings of Metal 2004, 4-8 october*. Canberra: National Museums of Australia, 2004.

⁵ Traduït de l'original en anglès: "(The) migration of the silver salts towards the surface although no driving force for this movement was suggested". DI PIETRO, Giovanna. *A local microscopic model...*



[I] Tall transversal d'una placa de vidre, on el vidre és a sota (blau) i la gelatina en superfície (groc). La plata revelada es troba inicialment dins la capa de gelatina.

[II] L'acidesa externa ($2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$) afavoreix la formació de cations de plata (Ag^+) i el seu corresponent electró.

[III]. El catió de plata (Ag^+), atret pels electrons en superfície, es desprèn del corpuscle filamentos tot pujant a la superfície.

[IV] Un cop a la superfície, l'electró i la plata en forma de catió es neutralitzen per formar de nou plata metàl·lica (Ag^0): el mirall de plata (Il·lustracions: Rita Udina).

de justificació, tots els autors citen la migració dels ions Ag^+ . A nosaltres ens sembla clar que la força que fa que l'ió Ag^+ migri cap a la superfície és l'electrostàtica. La neutralització (ja sigui amb un electró o amb un ió S^{2-}) tindrà lloc en la superfície i no dins de la capa de gelatina. En conseqüència, es forma una capa externa a la imatge i, per tant, no caldrà eliminar res que estigui dins de la gelatina.

Si es vol eliminar aquesta capa superficial caldrà fer-ho sense afectar la capa de gelatina amb plata, que és la que conté la imatge. Si és així, no es compromet la conservació a llarg termini i llavors podem afirmar que tenim un procediment apropiat per eliminar el mirall de plata.

El procediment que plantegem compleix el requisit de no afectar la gelatina, amb l'avantatge afegit que a llarg termini sembla que fins i tot pot millorar les condicions de conservació, ja que neutralitza l'acidesa residual (que és la que provoca la conversió de la plata metàl·lica en ió plata).

La imatge està formada per grànuls de sals de plata que s'ha oxidat a plata metàl·lica. El mecanisme que fa que aquesta es converteixi en ió i migri cap a la superfície de la gelatina (on

es neutralitzarà) deixa clar que hi ha un desplaçament d'ions carregats. Això només pot ser a causa de les forces d'atracció i de repulsió. Per tant, hi ha un moviment de càrregues elèctriques que hem de tenir molt present. En el cas d'unes plaques dins d'una capsula àcida en un ambient que contingui humitat, podem esperar un alt voltatge. Però, donada la relativa poca humitat –comparat amb una bateria de cotxe– i l'escassa superfície (uns 100 cm^2 en una placa de $9 \times 12\text{ cm}$, per exemple), ens dóna un amperatge ínfim. No obstant això, si pensem en una pel·lícula de cinema de 35 mm que tingui, per exemple, 300 metres ($3,5\text{ cm} \times 30.000\text{ cm} = 105.000\text{ cm}^2$), aquesta única superfície seria més de mil vegades més gran que la de la placa. Per tant, la pel·lícula tindrà molt poc voltatge, però un amperatge molt

més alt. Hem de tenir en compte, a més, que en aquest cas particular l'acidesa pot venir de la pròpia descomposició del nitrat de cel·lulosa.

Un alt amperatge pot –en el moment d'obrir la llaua on hi ha la pel·lícula– fer saltar una guspira que iniciï la combustió de la pel·lícula. Per tant, en un cas extrem i desafortunat, el propi mecanisme que genera el mirall de plata pot ser el responsable d'un incendi devastador.

PER QUÈ VOLEM ELIMINAR-LO?

Tenir una capa brillant de mirall de plata, on s'hauria de veure plata fosca, desvirtua el visionat de la imatge.

Podem tenir el mirall de plata de manera més o menys uniforme en tota la placa o bé de manera desigual. En el cas molt habitual de les plaques desades dins de les capsules originals, veiem que el mirall de plata és bastant uniforme en l'emulsió de la placa que està en contacte amb la capsula de cartró. En canvi, en les altres plaques de la mateixa capsula el mirall de plata té forma de vinyeta, és perifèric, a causa de la forma de difusió dels gasos contaminants. Els vidres trencats també representen una entrada d'aire contaminant [2] i ocasionen desigualtats en l'aparició del

[1] Plaques fotogràfiques de vidre extretes de la típica capsula de cartró en la que es guarden. La de sobre té mirall de plata en tota la superfície, i les de dins el tenen de forma més acusada als perímetres, fent un vinyetat. Placa de l'Arxiu Nacional de Catalunya.

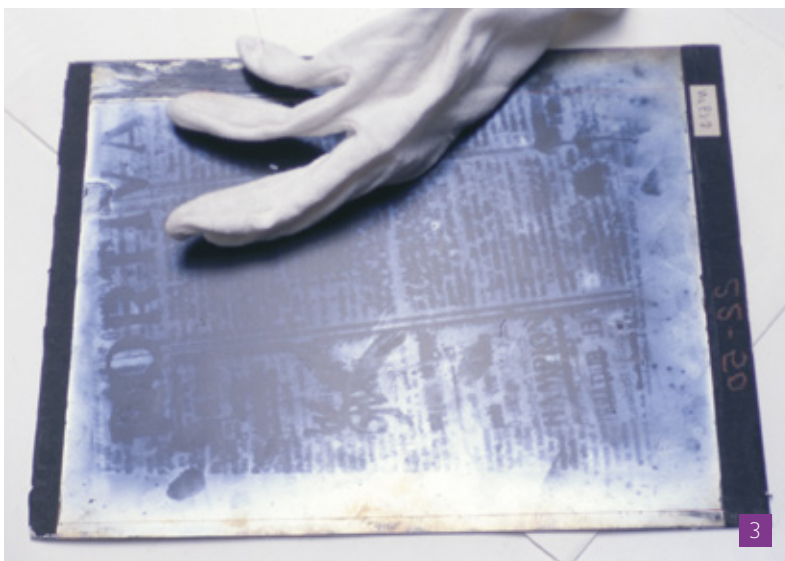
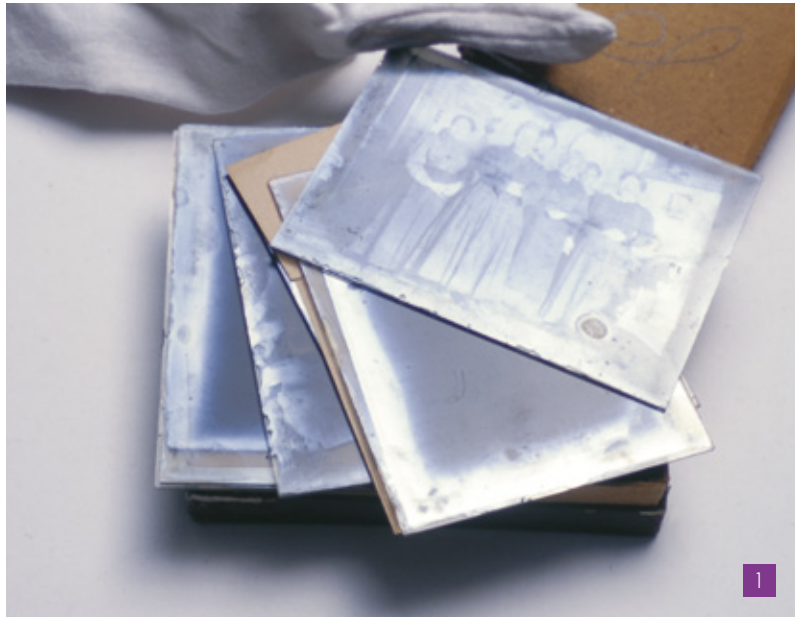
[2] Placa de vidre que venia muntada amb un altre vidre, a mode de protecció de ratllades. Quan el vidre protector que limitava la formació de mirall de plata s'ha trencat, ha deixat passar l'aire i la humitat, afavorint-ne així la seva formació localment en aquesta zona. Placa de la Biblioteca Nacional de Catalunya.

[3] Placa de vidre sobre la que hi va haver durant anys un paper de diari. El mirall de plata s'ha format més intensament en les àrees del paper sense tinta, on el paper deixava passar l'aire i la humitat. En les àrees entintades, que han actuat a mode d'impermeabilització del paper, el mirall de plata no s'ha format tant. Placa de l'Arxiu Nacional de Catalunya.

[4] Placa de vidre amb ditades, on el greix ha actuat a mode de capa protectora envers la humitat, impermeabilitzant en certa manera l'emulsió. Placa de l'Arxiu Nacional de Catalunya (Fotografies: Jordi Mestre).

mirall de plata. També podem tenir altres supòsits, com que les plaques estiguin embolcallades en paper de diari i el mirall de plata només es presenti on no hi ha lletres. ³ Això és degut al fet que la tinta ha inhibit l'acidesa, o també que el greix dipositat pels dits (la ditada) ha fet una capa protectora, possibilitant l'aparició de mirall de plata només on no hi havia greix, als solcs del dit.

Quan el mirall de plata és perfectament uniforme només fa de filtre que dificulta la transmissió de la llum. Però si hi ha discontinuïtats, de la mena que siguin, aquestes es transmeten al positiu, ja sigui en forma de vinyetat de les lletres del diari, de ditades o qualsevol altra interrupció que doni una diferència de transmissió de la llum respecte a les zones sense mirall de plata. ⁴ Si eliminem tot el



mirall de plata, evitarem aquest problema i la qualitat final serà clarament millor.

L'eliminació del mirall de plata sovint no s'ha contemplat, ja que els procediments que s'han emprat per a eliminar-lo són manifestament agressius i perniciosos per a l'estabilitat de la gelatina portadora de la imatge i, fins i tot, poden comportar la seva destrucció.

L'acidesa és perjudicial per a la conservació d'aquestes imatges, però el mirall de plata en ell mateix no compromet l'estabilitat futura de la imatge, ja que és format per plata o sulfur de plata. És només molest. Si afegim la perillositat dels mètodes que s'han plantejat per a la seva eliminació és comprensible que, en general, s'hagi optat per mantenir aquesta excrescència tan torbadora. En qualsevol cas, hem de recordar que la plata era en origen dins la gelatina i després la trobem escampada per la superfície de la imatge, de manera que mai podrà ser retornada exactament al lloc original. Ha esdevingut una excrescència a la superfície que simplement entorpeix el seu visionat. D'altra banda, els grànuls de plata revelada són relativament grans i, tot i que han perdut una part de la plata que els formava quan varen ser revelats, solen tenir prou plata com perquè no es noti el descoloriment, fins i tot després d'aquesta pèrdua.

La perillositat i poca eficiència dels mètodes d'eliminació del mirall de plata que hem trobat descrits ens ha portat a buscar-ne un de nou que sigui senzill, eficient i sobretot que no perjudiqui l'estabilitat de la imatge.

En el present treball aportem un mètode per eliminar el mirall de plata en fotografies, tant sobre vidre com sobre suport plàstic o paper, i que té la virtut de no malmetre la fotografia sinó que en millora la presència i l'estabilitat futura. A més, és aplicable fins i tot en fotografies amb un estat d'estabilitat molt precari.

ELS MÈTODES QUE PROPOSA LA LITERATURA

Els mètodes que hem vist proposats, ja sigui el que ens ofereix el llibre editat per l'empresa Kodak, *Conservation of Photographs* (conegut com "F40"),⁶ o els que recull Bertrand Lavédrine a *La conservation des photographies*,⁷ tenen en comú que són reductors no proporcionals i que tenen alguna fase aquosa, cosa que implica –entre altres– un llarg rentat.

El mètode que proposa Kodak a l'*F40* es basa en un reductor a base d'amoniac i tiourea en àcid fosfòric, seguit d'un llarg rentat en aigua.

Lavédrine recull dos mètodes: el primer es basa en un bany d'alcohol absolut iodat, seguit de l'eliminació del iodur de plata resultant a base de fixador, que cal eliminar amb un

llarg rentat posterior; el segon es basa en un reductor de tiosulfat amònic que caldrà neutralitzar i esbandir amb aigua abundant.

En l'*F40* s'adverteix que en cas de despreniment de la gelatina, cal aturar l'operació. En les proves que hem fet amb plaques de gelatina sobre vidre duent a terme el seu mètode, hem tingut efectivament aquest despreniment que, en aturar l'operació, no remet. És a dir, que el perjudici és clar i difícilment reversible.

El despreniment era fàcil de predir, ja que tenim per una banda una estabilitat dimensional quasi absoluta pel que fa al vidre i, per altra, una sèrie d'oscil·lacions dimensionals molt importants per part de la gelatina. Donat que la imatge és històrica i que al llarg dels anys la gelatina ha sofert repetides oscil·lacions dimensionals de petita envergadura, i el vidre pràcticament cap, l'adhesió amb el vidre ha sofert i estarà poc o molt afectada. Cal afegir que la gelatina s'infla molt quan es mulla amb aigua, i aquesta variació volumètrica continua quan es passa d'una solució molt àcida (molt inflada) a una de relativament poc inflada, a pH 4,7 –on hi ha el punt isoelèctric–, per tornar a inflar-se a pH bàsic.⁸ L'assecat de la gelatina comportarà una enèsima contracció. Amb unes proves tan dràstiques tenim moltes probabilitats de provocar despreniments de la gelatina en material històric, especialment si es tracta de plaques de vidre. Aturar el tractament si la gelatina es desenganxa, com diu Kodak o recull Lavédrine, només serveix per no fer la desgràcia encara més gran, però no per restablir la peça a l'estat original.

Per tant, els mètodes per eliminar el mirall de plata que tenen en algun moment del procés una fase aquosa, inflen la gelatina en excés i haurien de ser descartats com a tractament per a material històric, especialment quan el suport sigui de vidre.

S'ha contemplat també l'eliminació amb goma d'esborrar, però en aquest cas els problemes són: l'abrasió, els residus greixosos i el fet que si eliminem el mirall de plata sense eliminar la causa que el provoca (l'acidesa), estem afavorint que se'n produeixi més que si no l'eliminem.

EL NOSTRE MÈTODE

El tractament proposat es pot aplicar independentment del suport (vidre, plàstic, paper...) perquè es treballa pràcticament en sec. [5](#) i [6](#)

PROCEDIMENT D'ELIMINACIÓ DEL MIRALL DE PLATA:

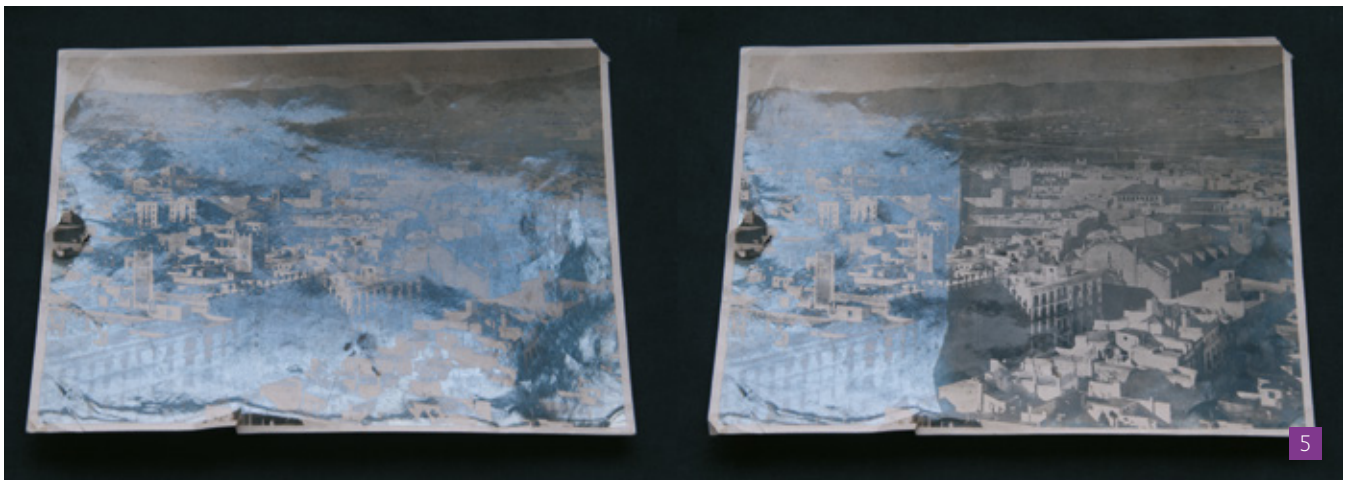
Primer cal eliminar la pols amb un pinzell fi.

Per a l'eliminació del mirall de plata s'utilitza cotó fluix embegut en una mica de tetracloroetilè, s'hi afegeix un

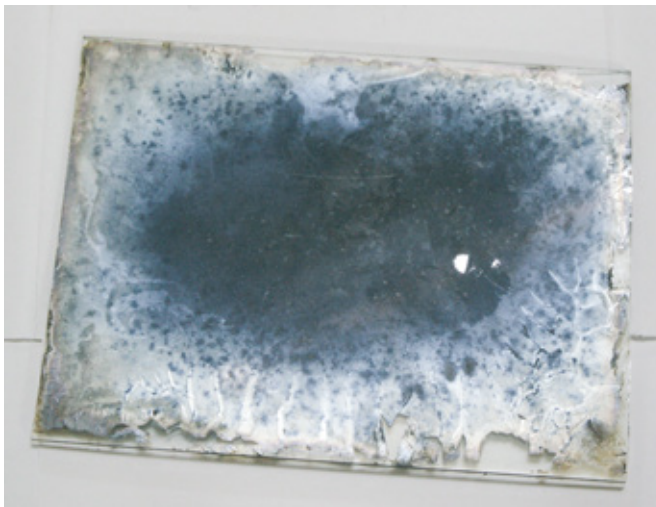
⁶ EATON, George, *Conservation of Photographs*. Kodak Publications, No F-40. Rochester (NY): Eastman Kodak Co., 1985.

⁷ LAVÉDRINE, Bertrand, *La conservation des photographies*. París: Presses du C.N.R.S. / Ministère de la Culture, de la Communication, des Grands Travaux et du Bicentenaire, 1990, p. 59-62 i 136-137.

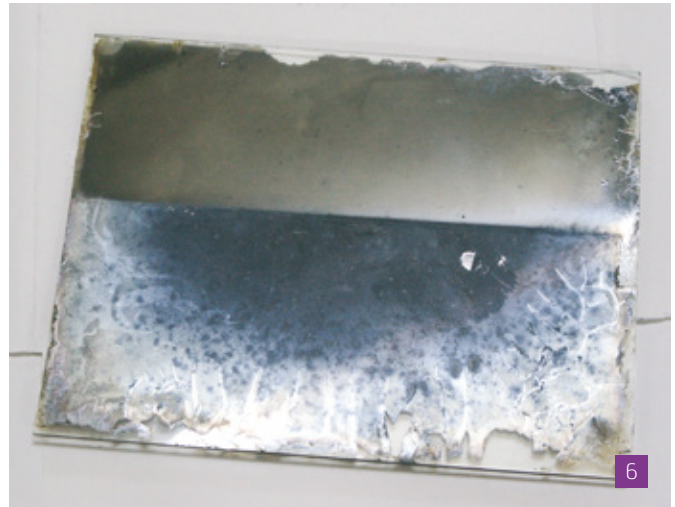
⁸ GLAFKIDÉS, Pierre. *Química Fotográfica*. Barcelona: Edicions Omega, 1953.



5



6



7



petita quantitat de carbonat de calci i, seguidament, l'apliquem sobre la capa d'imatge amb moviments circulars per fer reaccionar el carbonat de calci. El deixem actuar uns minuts, per tal d'eliminar l'ácidesa que pugui tenir l'emulsió i, a continuació, retirem el carbonat de calci amb un cotó amb tetracloroetilè, que arrossegarà el mirall de plata juntament amb el carbonat de calci i deixarà la gelatina intacta. També s'eliminen al mateix temps la major part dels fongs i, notablement, les ditades antigues.

L'ús de diferents hidrocarburs clorats en la neteja de gelatines fotogràfiques, especialment per a l'eliminació de

[5] Fotografia gelatino-argèntica en paper que és una reproducció feta els anys 30 del segle XX. A l'esquerra abans del tractament i a la dreta durant el tractament (s'ha intervingut només la meitat de la dreta). La superfície abans de cap tractament està recoberta de mirall de plata. Fotografia del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.

[6] Placa de vidre amb mirall de plata vinyetat, o sigui més acusat als perímetres. A l'esquerra abans del tractament i a la dreta durant l'eliminació del mirall de plata (s'ha intervingut la meitat superior). Placa del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya.

[7] Placa de vidre estereoscòpica del segle XIX. El mirall de plata s'estén en tota la superfície amb la clara excepció de la part afectada per fongs (marge superior). A l'esquerra abans del tractament i a la dreta durant l'eliminació del mirall de plata (s'ha intervingut la meitat de la dreta). Com es pot apreciar, el tractament és inno-cu fins i tot en les zones fràgils afectades per microorganismes. Placa del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (Fotografies: Rita Udina).

⁹ Mecanismes de control del procediment experimental: els resultats de la neteja i les possibles afectacions no desitjades del suport fotogràfic han estat monitoritzades mitjançant un *Environmental Scanning Electron Microscope (ESEM) FEI Quanta 600, equipped with EDX-EXL II system Link Analytical Oxford*, un microscopi làser confocal i un microscopi SEM (*Environmental Scanning Microscope*).

greixos, ditades i fongs ha estat una pràctica comuna. La principal virtut dels hidrocarburs clorats és que no inflen la gelatina i, per tant, no la fragilitzen. Per motius de toxicitat i producció, avui dia s'utilitza bàsicament el tetracloroetilè. El tricloroetilè o el tetracloroetilè ressequen menys que l'alcohol i eliminen greixos i fongs. Mitjançant un hisop embegut de carbonat de calci, aquests dissolvents ajuden a eliminar el mirall de plata amb tota facilitat, sense inflar la gelatina i, per tant, sense risc de desprendiments. Es poden aplicar fins i tot en fotografies muntades, cosa que no passa amb cap mètode de base aquosa. ⁷

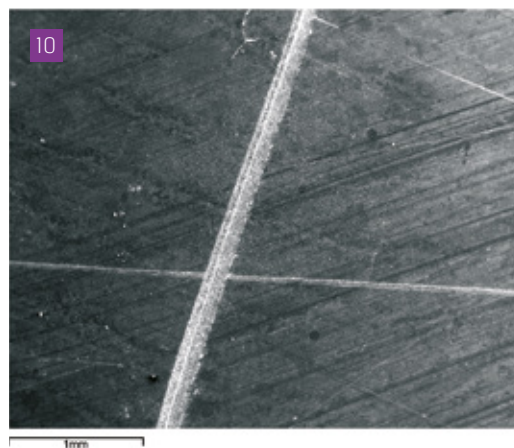
El carbonat de calci té múltiples virtuts: és inert fins que troba un àcid (llavors el neutralitza), per això habitualment s'usa com a càrrega alcalina; les partícules són molt toves i no ratllen; s'aixafa amb facilitat i, per tant, no poleix sinó que arrossega. ⁸

[8] Placa de vidre estereoscòpica del segle XIX. El mirall de plata s'estén de forma força homogènia, amb l'excepció d'una reserva al marge superior esquerre i unes altres a l'inferior, provocades probablement pel greix de ditades. A l'esquerra abans del tractament i a la dreta durant l'eliminació del mirall de plata (s'ha intervingut la meitat de la dreta). El tractament manté inalterada la capa de gelatina, fins i tot podem continuar apreciant les ratllades en forma d'arc que hi havia. Placa del Col·legi d'Arquitectes de Catalunya (Fotografia: Rita Udina).

També hem de destacar que, si queda algun residu, és inclús beneficiós. L'eliminació del mirall de plata per aquest mètode comporta una neutralització de l'àcida i deixa la peça en millors condicions que abans. ⁵ - ⁸

PROCEDIMENT EXPERIMENTAL I RESULTATS⁹

S'han utilitzat fragments d'una placa de vidre de la dècada de 1920, amb imatge formada per plata dins de gelatina obtinguda per revelatge. Tenia abundant mirall de plata, així com ratllades més o menys profundes, actuals o antigues. ⁹ i ¹⁰

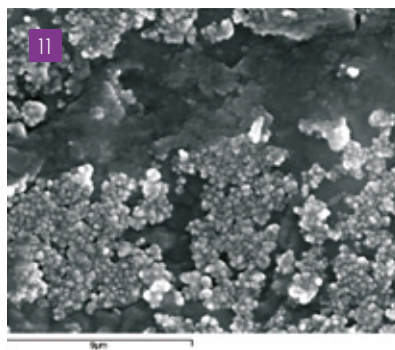


[9]. Preparació de la mostra d'una placa fotogràfica per ser vista amb el microscopi (Fotografia: Jordi Mestre).

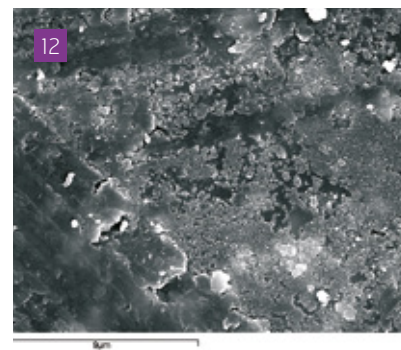
[10] Placa amb abundant mirall de plata i ratllades més o menys profundes, actuals i antigues. Fotografia SEM (Fotografia: Josep Maria Vergès i Bosch).



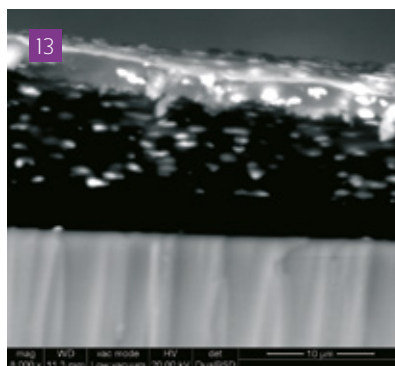
[11] Aflorament de mirall de plata. On hi ha ratllades superficials (franja superior) s'intueix la gelatina amb la imatge. Fotografia SEM.



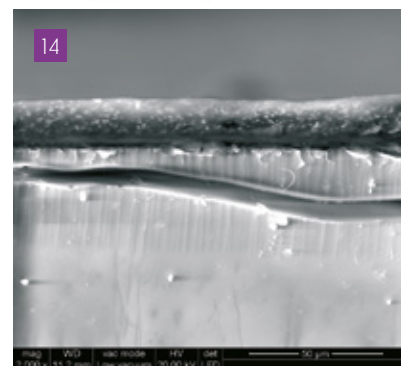
[12] Aflorament de mirall de plata. On hi ha ratllades superficials (zones més fosques) s'intueix la gelatina amb la imatge. Fotografia SEM.



[13] Secció transversal d'una placa fotogràfica. De baix a dalt: vidre, gelatina amb grànuls de plata i, més clar a dalt de tot, el mirall de plata. Fotografia ESEM.

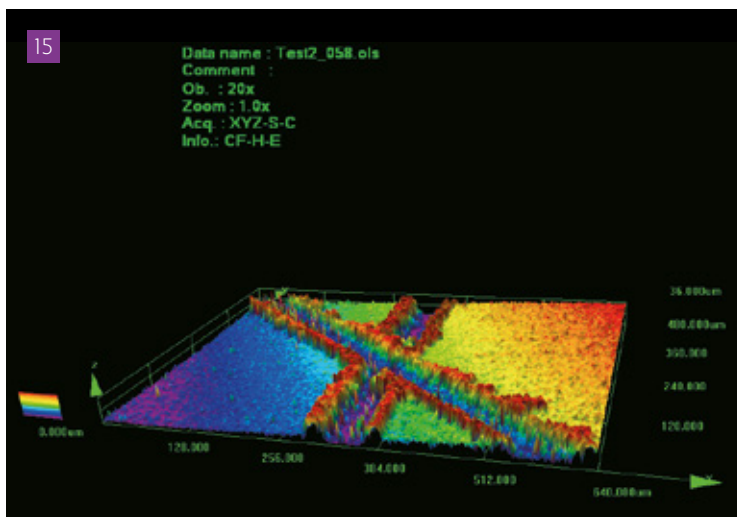


[14] Secció transversal d'una placa fotogràfica. De baix a dalt: vidre i gelatina amb grànuls de plata. Fotografia ESEM.



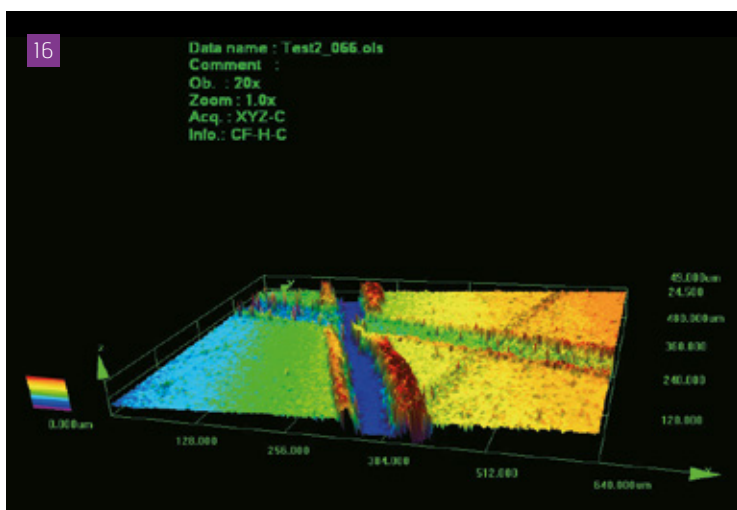
[15] Placa fotogràfica amb mirall de plata on s'han fet deliberadament dues ratllades creuades. Dins el solc de la ratllada s'observen restes de gelatina tallada. Microscopi làser confocal.

[16] Placa fotogràfica amb mirall de plata on s'han fet deliberadament dues ratllades creuades. Després del tractament del mirall de plata s'han arrossegat les restes de gelatina despreses, però els llavis dels talls han romàs inalterats. Microscopi làser confocal (Fotografies: Josep Maria Vergès i Bosch).



D'una banda, observem la forma del creixement del mirall de plata al damunt de la gelatina; sorgeix en forma de boletes molt fines, en comparació amb els grànuls de plata dins de la gelatina, que apareixen com a paquets massius. A mesura que el mirall de plata es fa més abundant, els petits grànuls es van unint fins a formar una mena de crosta. [11] i [12]. En els punts on en algun moment hi ha hagut alguna abrasió fina, constatem que s'ha endut part del mirall de plata, posant al descobert la gelatina amb els grànuls de plata que formen la imatge al seu interior. En fer una secció transversal podem veure el vidre a la part de baix, seguidament l'emulsió i, a la banda superior, la plata desplaçada del seu lloc original que forma el mirall de plata. [13] i [14].

A la gelatina de la placa fotogràfica amb mirall de plata li hem fet, amb un ganivet, dues ratllades que es creuen i que arriben fins al vidre. El microscopi làser confocal ens ensenya els estigmes amb els llavis corresponents i les partícules despreses en tallar la gelatina.



Després hem aplicat sobre aquesta placa ratllada, el carbonat de calci amb el tetracloroetilè i s'ha eliminat el mirall de plata. En la imatge corresponent a l'estat posterior al tractament es pot apreciar que, juntament amb el mirall de plata, s'han eliminat les restes de gelatina despresa, però en cap cas s'han rebaixat els llavis del tall. És a dir, que la neteja no ha significat en absolut l'abrasió de la gelatina perquè el carbonat és molt més tou que la gelatina seca. En canvi, s'arrosseguen les partícules superficials, com ara el mirall de plata, els detritus de gelatina i possibles fongs o brutícia; no obstant això, la gelatina cohesionada es comporta com una barrera dura que no s'altera amb aquest procediment. [15] i [16].

DISCUSSIÓ

Els hidrocarburs clorats són els dissolvents més eficients per al mètode que aquí es proposa, amb els múltiples avantatges que ja s'han explicat. Malgrat tot, cal recordar que són productes tòxics i que, per tant, cal manipular i utilitzar amb les mesures de seguretat adients. En aquest context controlat, i tenint en compte que es tracta d'un ús professional molt específic, la seva aplicació ens sembla justificada.

Hem observat l'aparició de minúsculs estigmes de menys de 2 µm, atribuïbles a les fibres de cotó, que en la seva composició porten materials silícics.

Es pot, en un futur, pensar en substituir el cotó per altres sistemes, però realment un estigma de 2 µm és insignificant per a ser entès com un problema. [17] [18]

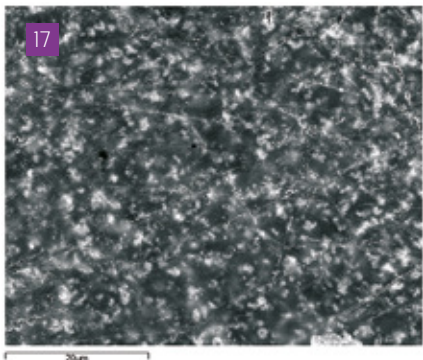
CONCLUSIONS

La conservació preventiva sempre és prioritària, ja que si aquesta és eficient no apareixerà el mirall de plata i no caldrà que ens plantegem la seva eliminació.

L'acidesa i la humitat són les responsables de l'aparició del mirall de plata i les càrregues elèctriques tenen a veure amb què el mirall de plata sigui a la superfície.

Els mètodes humits per eliminar el mirall de plata s'han d'evitar per ser excessivament arriscats i potencialment infructuosos.

El mètode del carbonat de calci en percloroetilè (tetracloroetilè) és molt eficient i gens arriscat. Millora l'estabilitat futura de les fotografies però caldrà seguir-ho investigant.



[17] Placa de vidre després d'eliminar el mirall de plata amb els minúsculs estigmes, probablement provocats per elements silícics de les fibres de cotó. Fotografia SEM.
[18] Fibra de cotó. Fotografia SEM (Fotografies: Josep Maria Vergès i Bosch).

BIBLIOGRAFIA

BITELLI MASETTI, Luisa; VLAHOV, Riccardo. *La fotografia. 1. Tecniche di conservazione e problemi di restauro*. Bolonya: Edizioni Analsi, 1987.

DI PIETRO, Giovanna. *Silver mirroring on silver glass negatives*. Basilea: Universität Basel, 2002.

DI PIETRO, Giovanna. "A local microscopic model for the formation of silver mirroring on black and white photographs". A: AAVV, *Proceedings of Metal 2004*. Canberra: National Museums of Australia, 2004.

FELDMAN, L.H. "Discoloration of black and white photographic prints". *Journal of Applied Photographic Engineering*, vol. 7, 1 (1981), p. 1–9.

GLAFKIDÈS, Pierre. *Química Fotogrfica*. Barcelona: Ediciones Omega, 1953.

HENDRIKS, Klaus B. *Preservaci3n y restauraci3n de materiales fotográficos en archivos y bibliotecas: un estudio del RAMP con directrices*. París: Organizaci3n de la Naciones Unidas para la Educaci3n la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 1984.

HENDRIKS, Klaus B., et al. *Fundamentals of Photograph Conservation: A Study Guide*. Toronto: National Archives of Canada, 1991.

HESS NORRIS, Debra; JAE GUTIERREZ, Jennifer.: *Issues in the conservation of photographs*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2010.

NAMIAS, Rodolfo. *Manual te3rico-práctico de química fotogrfica*. Madrid: Bailly-Bailliere, 1924.

NIELSEN, U. B.; LAVEDRINE, B. "Etude du miroir d'argent sur les photographies". A: *Les documents graphiques et photographiques*. París: Archives Nationales, 1993, p. 131–143.

MESTRE I VERGS, Jordi. *Identificaci3n y conservaci3n de fotografías*. Gij3n: Ediciones Trea, S.L., 2014. ISBN: 978-84-9704-761-6. ISBN de l'edici3 digital: 978-84-9704-713-5.

SWAN, Alice. "Conservation of Photographic Print Collections". *Library Trends*, vol. 30, nm. 2 (1981), p. 267–296, disponible online a: https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/7203/librarytrendsv30i2i_opt.pdf?sequence=1 [Consulta: 1 setembre 2017].

TORIGOE, M. et al., "A challenge in the preservation of black-and-white photographic images". *Scientific Publication of the Fuji Photo Film Co. Ltd.*, 39 (29), (1984), p. 31–36.