



Anàlisi i aplicacions del nebulitzador per ultrasons sobre obra pictòrica i gràfica

El present article tracta sobre l'aplicació dels nebulitzadors per ultrasons en el camp dels béns culturals, realitzant d'una manera didàctica un recorregut a través dels fonaments de la tècnica, la història del seu ús i les principals aplicacions. Inclou, d'altra banda, algunes pautes per treballar amb estos aparells, els seus avantatges i desavantatges, així com unes conclusions i una bibliografia bàsica, a l'espera que puguin ser d'utilitat pràctica per a aquells interessats en el tema.

M. Teresa Pastor Valls. *Llicenciada en Humanitats per la Universitat Jaume I i diplomada en Conservació i Restauració de Pintura per l'ESCRBCC.* maytevalls@ono.com

Carmen Pérez García. *Catedràtica del departament de Conservació i Restauració de Béns Culturals de la Facultat de Belles Arts de la Universitat Politècnica de València i directora de l'Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals.* mayperez@dipcas.es

Juan Pérez Miralles. *Doctor en Belles Arts. Servei de Conservació i Restauració de Béns Culturals de la Diputació de Castelló.* jperezm@dipcas.es

INTRODUCCIÓ

El nebulitzador és un d'eixos aparells que quasi com per art de màgia soluciona alguns dels problemes habituals en la nostra quotidianitat de taller. Realment el seu maneig és senzill i el que amb est article pretenem no és una altra cosa que mostrar el seu funcionament i fer entendre com actua sobre els estrats pictòrics i preparatoris. És un instrument, la solució tècnica del qual és enginyosa però al mateix temps senzilla, que utilitza les ones ultrasòniques per generar una nebulització del consolidant. Est és capaç d'assentar problemes greus de pulverulències i

escamacions, actuant de la forma més subtil i delicada amb els components de l'obra pictòrica sense deixar a penes rastre de la seua aplicació, interferint el menys possible en el diàleg entre l'espectador i l'obra.

Exposem una xicoteta introducció de la investigació que s'està duent a terme en l'Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals i que a més forma part d'una tesi doctoral que en curt espai de temps veurà la llum.

ULTRASONS. FONAMENTS DE LA TÈCNICA

Com quasi sempre ocorre, en la disciplina de la restauració aprofitem els avanços tècnics que altres camps han desenvolupat, i que per les seues característiques podem aplicar-los en determinats processos concrets. Est és el cas del nebulitzador, que va ser el primer dispositiu modern emprat per aconseguir l'administració de medicaments en forma d'aerosol i aconseguir així la seua aplicació en tractaments de malalties respiratòries. Estos fàrmacs en forma de solucions o suspensions s'apliquen a manera de fina boira, amb dimensions de partícules molt menudes, al voltant dels 5 µm. El flux que estos aparells en medicina solen produir és prou elevat, entre 6 i 8 litres per minut, encara que com veurem, per a aplicar-ho en restauració, est ha hagut de ser modificat.

Hi ha diversos tipus de nebulitzadors que es diferencien pel tipus de compressor que s'utilitza per generar les micropartícules. Actualment en trobem dos, com són els **pneumàtics** o tipus **Jet** i els **ultrasons**. Els primers generen l'aerosol per mitjà d'un flux de gas mentre que els segons generen l'aerosol per mitjà d'ones de so d'alta freqüència, conegudes com a ultrasons i són els que s'utilitzen en restauració.

No entrarem en consideracions molt tècniques sobre el so i el seu estudi, ja que hi ha disciplines que s'encarreguen d'això com l'acústica física i l'acústica fisiològica. Però sí que parlarem de manera molt general de les característiques d'est tipus d'ones.



1. Nebulitzador per ultrasons desenvolupat per Michalski (CCI).
Imatge obtinguda de S. MICHALSKI, C. DIGNARD,
L. VAN HANDEL, D. ARNOLD, 1998, p. 499.

2. Aerosol Generating System AGS 2000 HS® Lascaux Restaura.
Imatge obtinguda de STEM, Catálogo General. Barcelona: Stem-Museos,
Sine anno, p. 139 i LASCAUX COLOURS & RESTAURO, 2005.

Les vibracions ultrasòniques tenen una freqüència per damunt del llindar de sensibilitat humana (20 KHz). Açò va ser descobert en 1883 per Galton, quan investigava els límits de l'audició humana. Estes ones tenen fenòmens de propagació semblants a la resta d'ones sonores, encara que la seua absorció és molt major quan es transmet per l'aire.

Hi ha molts mètodes per generar ultrasons, com els generadors que utilitzen camps elèctrics, magnètics o l'impacte làser. Depenent també del tipus d'ona generada, longitudinal, transversal o de superfície, esta tindrà una propagació millor o pitjor segons sigui el medi utilitzat, gas, líquid o sòlid i per tant les aplicacions d'estes seran distintes i els seus efectes també.

Troblem una sèrie d'efectes sobre el medi com són els físics, químics i biològics, encara que a nosaltres els que més ens interessen són els físics. La creació d'una fina boira en la superfície de separació entre un líquid i l'aire quan una ona ultrasònica incideix sobre el primer medi, serà un dels efectes que ens interessa, encara que per a això n'intervenien d'altres com el desplaçament de partícula, la pressió acústica, etc. Est és el principi dels nebulitzadors o humidificadors. Però est fenomen dependrà d'altres factors que intervenen en els ultrasons com la freqüència d'ona, la potència radiada, la duració de la radiació i d'altres que intervenen sobre el medi o condicions com la viscositat del líquid, la temperatura, la pressió externa i la intensitat supersònica.

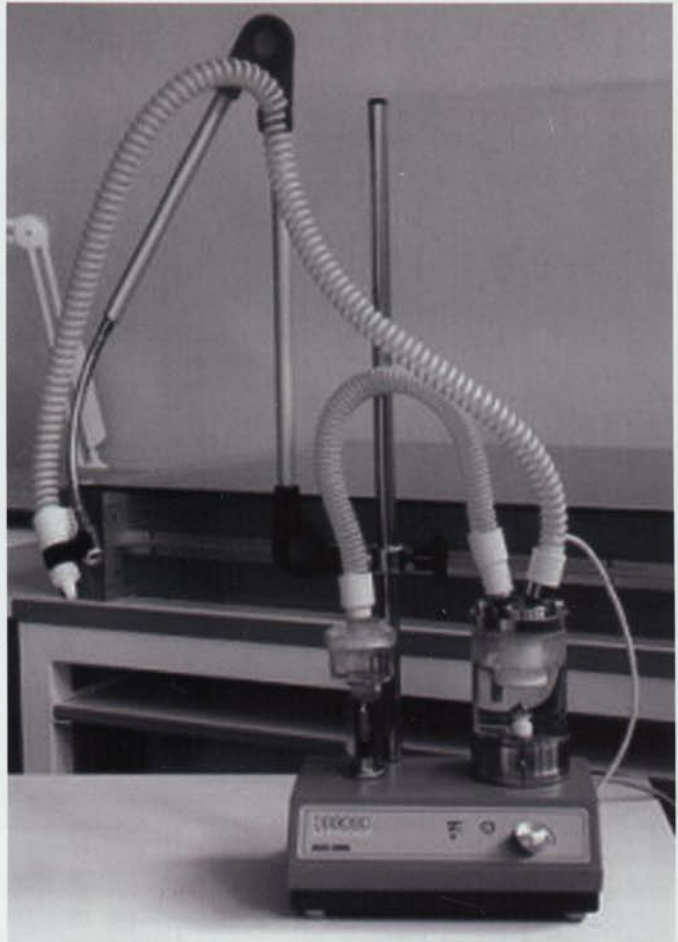
Per tant, la idea bàsica d'un nebulitzador és prou simple. Un generador d'ultrasons que en contacte amb un medi transforma un senyal elèctric, magnètic o mecànic en una ona ultrasònica fent vibrar el medi produint un trencament en parts més xicotetes i convertint-se en una fina boira sobre la superfície entre el medi líquid i l'aire.

BREU HISTÒRIA DE L'APLICACIÓ DELS NEBULITZADORS PER ULTRASONS EN LA CONSERVACIÓ-RESTAURACIÓ

Com s'ha assenyalat, la utilització dels nebulitzadors o aerosols per ultrasons en el camp de la conservació-restauració de béns culturals, té el seu origen a finals dels anys 80, mitjançant l'adaptació dels equips emprats en medicina.¹

El primer ús que es va fer d'ells va ser com a humidificadors, encara que en est cas, ens centrarem en la introducció produïda arran de la necessitat de desenvolupar tècniques i sistemes d'aplicació de consolidants capaços de millorar la cohesió entre les partícules de pigment i la seua adhesió al substrat, minimitzant al seu torn, els canvis d'aspecte en les capes intervingudes.

Cal assenyalat que, paral·lelament a la incorporació d'estes tècniques, es desenvolupen altres tractaments com els basats en



atmosferes saturades de dissolvent, en la recerca d'avanços en la penetració i distribució de les substàncies consolidants.²

En 1989 Stefan Michalski investigador del *Canadian Conservation Institute* (CCI) desenvolupa un prototip, conegut com "CCI-Mister", amb el que un any després du a terme la primera demostració pràctica en un curs sobre consolidació d'estrats pictòrics pulverulents en objectes etnogràfics, en el *Getty Conservation Institute*.³ Encara que cal dir que va ser David Arnold, el primer a adaptar i utilitzar un nebulitzador per ultrasons en est camp.⁴

En 1993 Dignard i Michalski divulguen els resultats de les investigacions desenvolupades en el CCI, així com un estudi, junt amb Van Handel i Arnold, sobre la consolidació de capes de color amb pulverulència en suports lignis, un any més tard.⁵

Marilyn Kemp realitza un interessant treball en 1993 sobre la utilització conjunta de la taula de succió i el nebulitzador

¹ En anglès: *Ultrasonic Mister o Ultrasonic Nebulizer*.

² E.F. HANSEN, R. LOWINGER, E. SADOFF, 1993; E.F. HANSEN, P. VOLANT, 1994.

³ M. HOUGH, 1990; S. MICHALSKI, C. DIGNARD, L. VAN HANDEL, D. ARNOLD, 1998, p. 512.

⁴ C. DIGNARD, S. MICHALSKI, 1998; C. DIGNARD, S. MICHALSKI, 1997. Respecte a est prototip, es té notícia que en 2003 es va realitzar una variant.

⁵ *Ibid.*, p. 498.

ultrassònic en el tractament d'aglutinants friables i sensibles a l'aigua, basant-se tant en el prototip del CCI, com en les investigacions prèvies efectuades per l'autora en els 80.⁶

Després de dos anys, seran Anne F. Maheux i Wanda McWilliams els qui publiquen un treball sobre la seua utilització en la consolidació de guaix escamat sobre paper.⁷

Dignard i Michalski recopilen en 1997 aquells primers estudis, en una doble publicació en la qual, amb la participació de restauradors de diferents institucions, s'inclou la utilització d'est sistema en obres reals.⁸

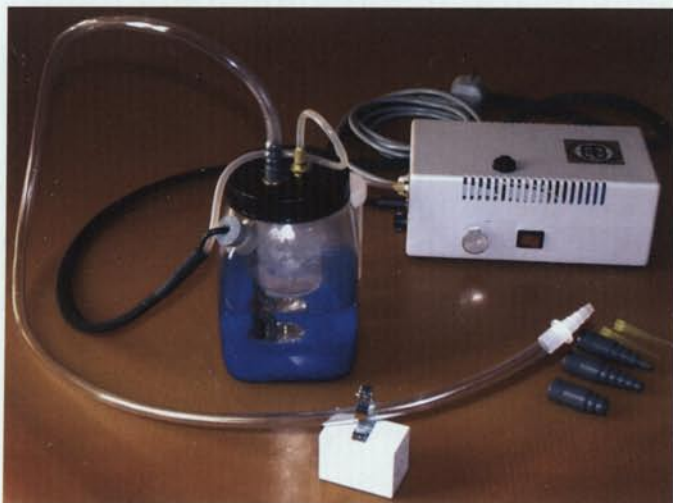
A partir d'estos anys i fins l'actualitat, se succeeixen distints estudis sobre les aplicacions, millores i nova creació d'estos aparells.

D'esta manera, a Europa, la casa suïssa *Lascaux* fabrica en 1997 l'*Aerosol Generating System AGS 2000 HS*⁹, de gran precisió, gràcies a la col·laboració amb els projectes d'investigació duts a terme en l'*Academy of Fine Arts de Stuttgart* (Alemanya).⁹

Així mateix, es realitzen altres versions portàtils que garanteixen òptims resultats, com són el mini nebulitzador *W/W/Vn II*¹⁰ i l'*USV-5*¹⁰. Ambdós dissenyats conjuntament amb Petra Demuth de la Universitat de Belles Arts de Dresden (Alemanya).¹⁰

Respecte als estudis en matèria de l'aplicació i viabilitat d'estos models, destaquen a més diverses tesis, així com diferents publicacions en revistes especialitzades i congressos. Com les realitzades per Regine Dierks-Staiger en 1996 i Annette Kessler en 1997, sobre la fixació de capes descohesionades de guaix en paper.¹¹ O la defensada per Bàrbara Sommermeyer en 1998, quant al tractament d'estrats de color mats en art modern.¹²

Més tard, s'estudia la viabilitat del nebulitzador per ultrasons com a tècnica pictòrica,¹³ sent recents diverses perquisicions relatives a la consolidació de distints tipus d'obra, entre les quals es troben la intervenció d'impressions fotogràfiques de gelatina de plata, a càrrec de Sandra Baruki en 2002 i Ina Jochumsen en 2005;¹⁴ la



3. Nebulitzador per ultrasons *W/W/Vn II*¹⁰.

d'A. Pataki, W. Faubel, S. Heissler i Banik referent a la consolidació d'una instal·lació de Ross Sinclair;¹⁵ l'avaluació de distints models de nebulitzador i aerosols ultrassònics per a la seua utilització en el tractament de document gràfic;¹⁶ o la seua aplicació en el tractament de l'obra *Death and Maiden* d'E. Munch;¹⁷ entre altres.

En els últims anys, al mateix temps que s'assisteix a la implantació de la tècnica en les nostres institucions, s'escometen diverses iniciatives investigadores.

En est context i en el compliment de les seues funcions, l'Institut Valencià de Conservació i Restauració de Béns Culturals està duent a terme una sèrie d'investigacions sobre l'avaluació de l'aplicació dels nebulitzadors per ultrasons en la intervenció de béns culturals. En aquestes es contemplen des de les qüestions més pràctiques i generals a nivell de funcionament (els resultats de les quals s'inclouen en els punts posteriors), com la seua aplicació en la consolidació d'estrats pictòrics amb elevats PVC (*Pigment Volume Concentration*) en pintura contemporània.

D'altra banda, es planteja dur a terme un estudi multidisciplinari a fi d'avaluar la viabilitat de la tècnica en tractaments com la consolidació, neteja o recuperació de deformacions, en distintes especialitats com la pintura de cavallet, mural, document gràfic, tèxtils històrics, etc.

Respecte als estudis preliminars d'utilització, referenciats anteriorment, es van establir distints objectius, entre els quals destaquen:

- Posada al punt del sistema.
- Estudi de diferents qüestions pràctiques, quant a: els adhesius, dissolvents i proporcions que poden utilitzar-se; el mètode d'aplicació, el nombre de passades necessàries abans que es produeixi un canvi de color i brillantor; la distància a la superfície de treball; l'ús conjunt de la taula de baixa pressió, etc.
- A partir de l'anterior, establiment d'un protocol d'intervenció.
- Aplicació del sistema en la consolidació de distintes tècniques pictòriques mats pulverulentes (realització de provetes): guaix, carbonet, pastel i tremp de cola, sobre llenç i paper.
- Estudi dels canvis de brillantor i color, així com les millores de cohesió, en relació al nombre d'aplicacions.
- Comparació del funcionament de distintes sistemes de nebulització per ultrasons i inclusió de possibles millores.
- Aplicació pràctica de la informació obtinguda mitjançant la consulta de les fonts bibliogràfiques.

⁶ M. KEMP WEIDNER, 1993, p. 1-15.

⁷ A.F. MAHEUX, W. MCWILLIAMS, 1995.

⁸ C. DIGNARD, S. MICHALSKI, 1993; C. DIGNARD, S. MICHALSKI 1997; R. DOUGLAS, S. GUILD, W. MAHEUX, 1997.

⁹ LASCAUX COLOURS & RESTAURO, 2005.

¹⁰ *Web Comercial Arte y Memoria*, Manresa (Barcelona). Catàleg [en línia].

¹¹ Treballs referenciats a: *Abstracts of diploma works since 1996*, 2006; INCCA, 2005.

¹² INCCA, 2005.

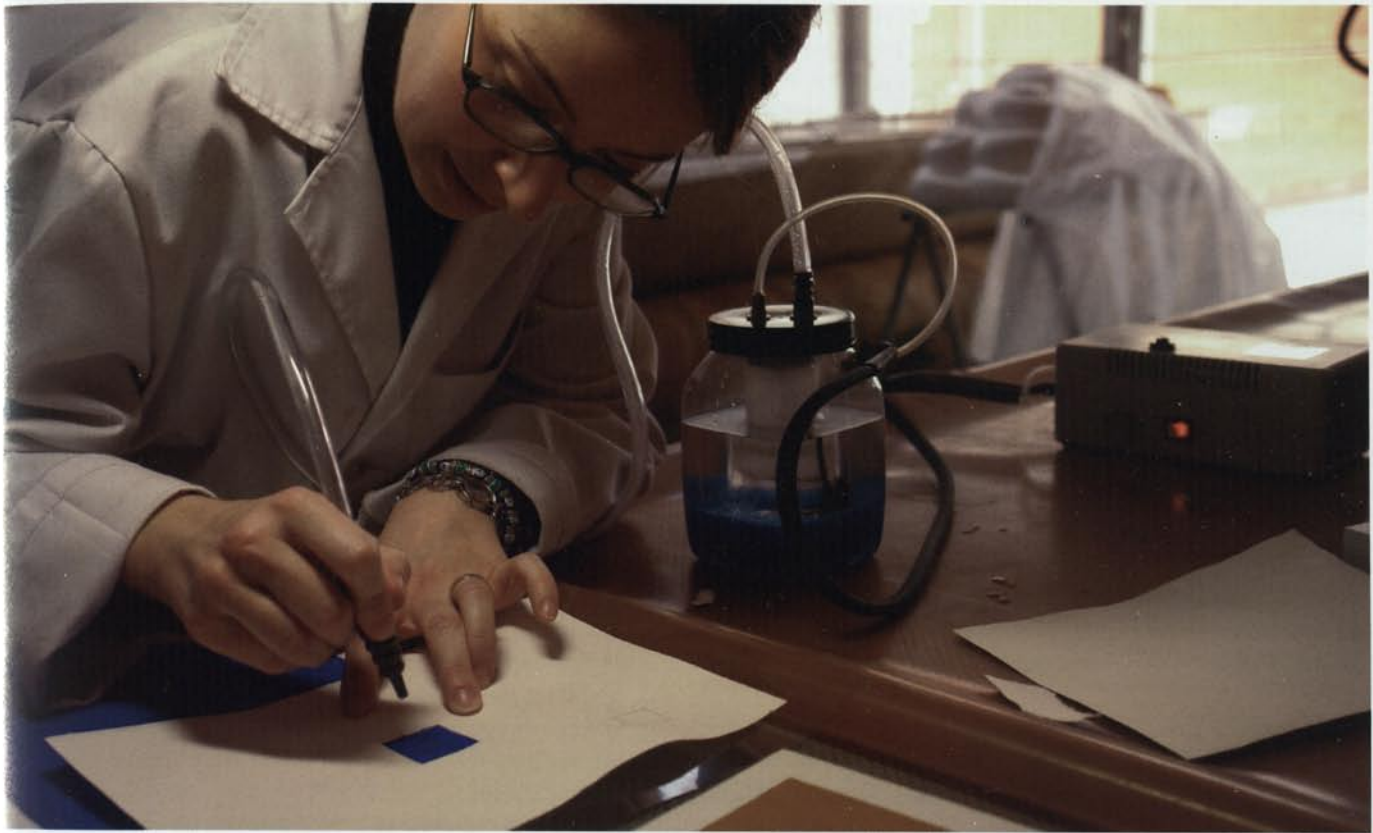
¹³ J. CAVANAUGH, 2001.

¹⁴ S. BARUKI, 2002; *Abstracts of diploma works since 1996*, 2006.

¹⁵ A. PATAKI, W. FAUBEL, S. HEISSLER, G. BANIK, 2004; A. PATAKI, W. FAUBEL, S. HEISSLER, G. BANIK, 2005.

¹⁶ *Abstracts of diploma works since 1996*, 2006.

¹⁷ B. TOPALOVA-CASADIEGO, sine anno.



4. Consolidació de tremp de cola blau amb el nebulitzador ultrasònic.

APLICACIONS

Tal com hem anat veient en el punt anterior, els nebulitzadors ultrasònics s'han emprat en distints tractaments, destacant la seua viabilitat per a la intervenció de superfícies delicades i friables. Encara que queden moltes vies per explorar, les principals aplicacions són:

- Com a humidificador: correcció de deformacions i rehidratació de suports.
- Nebulització de dissolvents: aigua destil·lada, etanol i *white spirit*, principalment. En la correcció de taques, extracció de depòsits d'adhesiu o etiquetes, en document gràfic; o en la regeneració de vernissos pulverulents.
- Nebulització de concentracions baixes de solucions adhesives. Per a la consolidació d'estrats pictòrics pulverulents sobre distints tipus d'obra (pintura de cavallet, art contemporani, etnologia, document gràfic, etc.), consolidació de tintes, de suports o materials friables (paper, material orgànic arqueològic...).
- Nebulització de concentracions baixes de solucions blanquejants i desadificants.

COM TREBALLAR AMB UN NEBULITZADOR PER ULTRASONS?

El funcionament depèn del model i de les característiques del nebulitzador emprat, dels consells d'utilització suggerits pel fabricant o de l'ús que se li vulgui donar. No obstant això, incloem alguns dels passos bàsics per a emprar un nebulitzador ultrasònic, així com certes recomanacions d'utilitat.¹⁸

En primer lloc, cal dir que la quantitat d'adhesius que poden emprar-se com a consolidants, es restringeix a un determinat nombre (gelatina, cola d'esturió, funori, JunFunori®, metilcel·lulosa, hidroxipropilcel·lulosa, Paraloid® B-72, etc.), amb un rang de concentracions de fins a 0,5 % o 1 % segons l'adhesiu, en dissolvents com aigua, etanol o *white spirit*.¹⁹ D'altra banda, segons alguns estudis, pareix existir una variació màxima de concentracions en relació amb el tipus de nebulitzador (viscositat, freqüència de l'ona...).

Concentració	Solució
0,5 %	Tylose® C-300 (carboximetilcel·lulosa sòdica) en aigua destil·lada
0,25 %	Klucel® G (hidroxipropilcel·lulosa) en etanol
0,5 %	Paraloid® B-72 (reina acrílica a base d'etil-metacrilat plastificat) en etanol
0,5 %	Cola d'esturió en aigua destil·lada
0,5 %	Funori en aigua destil·lada
0,5 %	Lascaux® 498HV (reina acrílica a base de butil-acrilat i metil-metacrilat) en aigua destil·lada (1:6)
0,5 %	Beva® 371 (copolímer de vinilacetat i etilè) en <i>white spirit</i>

Taula 1. Principals adhesius emprats en les proves de consolidació de guaix, tremp de cola, carbonet i pastel, sobre llenç i paper.

¹⁸ Cal assenyalar que estos passos responen al treball amb el mini nebulitzador *W/AVn II*®, efectuat en l'Institut Valencià de Conservació Restauració de Béns Culturals.

¹⁹ Veure publicacions referenciades.



5. Detall del nebulitzador W/W/Vn II®.

A continuació introduïm una xicoteta guia orientativa de treball, basant-se en les experiències desenvolupades (assaig):

- En els mininebulitzadors, omplir el contenidor gran en què s'allotja el sensor d'ultrasons amb aigua desionitzada (esta haurà de cobrir uns dits el contenidor interior enroscable en la tapa). En l'*Aerosol Generating System* el sensor US es troba davall del contenidor per a solucions adhesives.
- Omplir el contenidor xicotet amb la solució o dissolvent desitjat a un nivell baix (proporcions de 0,25 %, 0,5 %, 0,75 % a 1 % màxim de gelatina, cola d'esturió, metilcel·lulosa, hidroxipropilcel·lulosa, funori, etc., en aigua destil·lada o etanol, etc.).
- El treball amb solucions aquoses resulta més senzill que amb els altres dissolvents, a causa de la ràpida evaporació o de la major formació de gotes de condensació.
- Seleccionar l'embocadura desitjada i col·locar-la al final del tub.
- Connectar el nebulitzador (regular el cabal d'aire) per ajustar la quantitat de solució nebulitzada.
- Col·locar l'embocadura més o menys a 1-2 cm de la superfície de l'objecte, mantenint-la estacionària fins que la zona comenci a saturar (la zona tendeix a enfosquir o "desaparèixer" segons la seua naturalesa), desplaçant amb rapidesa l'embocadura abans que s'inundi. És convenient realitzar proves amb anterioritat.
- A partir de la primera aplicació, la saturació es produeix amb major rapidesa.
- Podem treballar realitzant cercles o aplicacions de dalt a baix, evitant les superposicions o les aplicacions heterogènies.
- Si necessitem tractar una àrea puntual, realitzar una reserva amb paper assecant.
- Arreplegar periòdicament les gotes de condensació de l'embocadura amb paper assecant per evitar que caiguin sobre l'obra.
- És convenient mantenir l'embocadura més alta que el tub, perquè les gotes de condensació quedin dins i no caiguin sobre la superfície.
- Deixar assecar després de cada passada general i avaluar canvis de brillantor/color i millores de la cohesió i adhesió per veure si es necessita una altra passada.

- Normalment es necessiten diverses aplicacions de producte. Encara que açò depèn del tipus de pigment, aglutinant, grossor, etc.
- Si es tracta de document gràfic, utilitzar la taula de baixa pressió per evitar deformacions del suport.
- Valorar el condicionament de l'obra, rehidratació o ús d'atmosferes saturades de dissolvent per millorar la penetració i distribució.
- S'aconsella realitzar el treball davall una lupa binocular per a treballs delicats.
- Poden alternar-se altres sistemes, com l'aplicació a pinzell dels adhesius.
- És convenient realitzar el treball amb roba de treball adequada, ulleres protectores i sempre amb màscara (a causa del perill d'inhalació de les xicotetes partícules d'adhesiu nebulitzades).
- Realitzar un manteniment i neteja periòdica de l'aparell.

AVANTATGES I DESAVANTATGES

Avantatges:

- Versatilitat del sistema com a humidificador i nebulitzador de diferents dissolvents i productes.
- Viabilitat en el tractament de superfícies que no poden tocar-se directament.
- Mínima grandària de les partícules nebulitzades entre 1 a 10 μm .²⁰
- Aplicació de substàncies consolidants en baixes proporcions.
- Bona penetració.
- Minimitza els canvis estètics de brillantor i color.
- No desplaça per pressió les partícules durant la consolidació. Menor impacte físic sobre superfícies fràgils.
- Permet un control òptim de l'aplicació quant a la zona a tractar, repartiment i quantitat de material aplicat.
- Permet la utilització conjunta amb la taula de baixa pressió minitaula de succió, campanes, etc.

Desavantatges:

- Utilització per a casos concrets i puntuals.
- No poden nebulitzar-se solucions viscoses.
- Ús limitat de dissolvents.
- El treball amb etanol o *white spirit* és més problemàtic que amb les solucions aquoses.
- Ús limitat d'adhesius en concentracions baixes. Les emulsions acríliques acaben quallant en l'interior del contenidor a causa de la temperatura generada pels ultrasons; el que, d'altra banda, és positiu per a adhesius tipus gelatina.
- Perill de tacat per caiguda de gotes de condensació.
- Perill de formació de zones de superposició d'adhesiu (heterogeneïtat).
- Poden donar-se lleugers canvis de color/brillantor segons pigments.
- A causa de les baixes concentracions, normalment es necessiten diverses aplicacions.
- El procés de treball és molt lent i costós, perquè es treballa per cm^2 .
- En el tractament de grans superfícies ha d'omplir-se amb més

²⁰ C. DIGNARD, S. MICHALSKI, 1997, p. 1.

freqüència el contenidor de solucions. D'altra banda, serien necessaris diversos aparells i un equip de treball major.

- Pot produir-se una variació en el volum de partícules nebulitzades segons el nivell d'adhesiu del contenidor i/o el model d'aparell emprat, el que pot ser un problema a l'hora de consolidar pigments de dimensió reduïda.
- En el cas de les consolidacions, s'obtenen millors resultats en el tractament d'estrats pulverulents, que en el d'escates de grans mides. No obstant això, est sistema permet la utilització simultània o alternada d'altres tècniques.

BIBLIOGRAFIA

5. BARUKI, "Consolidation of mould and water damaged silver gelatine photographic prints: consolidator application using a nebuliser". *Annals of the 11th ABRACOR Meeting*. Rio de Janeiro: Brazilian Association of Conservators-Restorers of Cultural Goods-Barbosa Foundation, 2002.

6. BORGIOI i P. CREMONESI, *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*. Saonara: Il Prato, 2005.

BRITISH THORACIC SOCIETY NEBULIZER PROJECT GROUP, "Nebulizer heheraphy Guidelines". *Thorax. Sine loco*: BTSNPG, 1997, p. 52.

7. BROWN, "Matte paint, its history and technology, analysis, properties, and conservation treatment, with special emphasis on ethnographic objects" [en línia]. *WAAC Newsletter*, vol. 8, núm. 1, gener. Los Angeles: Western Association for Art Conservation, 1986. <<http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn18/wn18-207.html>> [Consulta: 27/01/05].

8. CAVANAUGH, "The feasibility of ultrasonic misting as an inpainting technique" [en línia]. *WAAC Newsletter*, vol. 23, núm. 3, setembre. Los Angeles: Western Association for Art Conservation, 2001. <<http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn23/wn23-104.html>> [Consulta: 27/01/05].

9. DIERKS-STAIER, *Application of aerosols for fixation of flaking gouache paint on paper*. Abstract tesi doctoral. [en línia]. Studiengang Restaurierung und Konservierung von Graphk, Arkhiv_undBibliotheksgut-Höhenstrabe, 1996. <http://www.sabk.de/board/view_abstracts_en.php> [Consulta: 15/11/06].

C. DIGNARD i S. MICHALSKI, "Consolidation of powdery paint using the ultrasonic mister" [en línia]. *CCI in Action*. Ottawa: Canadian Conservation Institute (CCI), 1993. <http://www.cciicc.gc.ca/documentmanager/viewdocument_e.cfm?Document_ID=214&ref=cci> [Consulta: 02/02/05].

C. DIGNARD i S. MICHALSKI, "Ultrasonic misting. Part 1, experiments on appearance change and improvement in bonding" [en línia]. *JAIC Online*. Washington: American Institute for Conservation, 1997. <<http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic36-02-002.html>> [Consulta: 26/01/05].

C. DIGNARD, R. DOUGLAS, S. GUILD, W. MAEHUX (et al), "Ultrasonic misting. Part 2, treatment applications" [en línia]. *JAIC Online*. Washington: American Institute for Conservation, 1997. <<http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic36-02-003.htm>> [Consulta: 27/01/05].

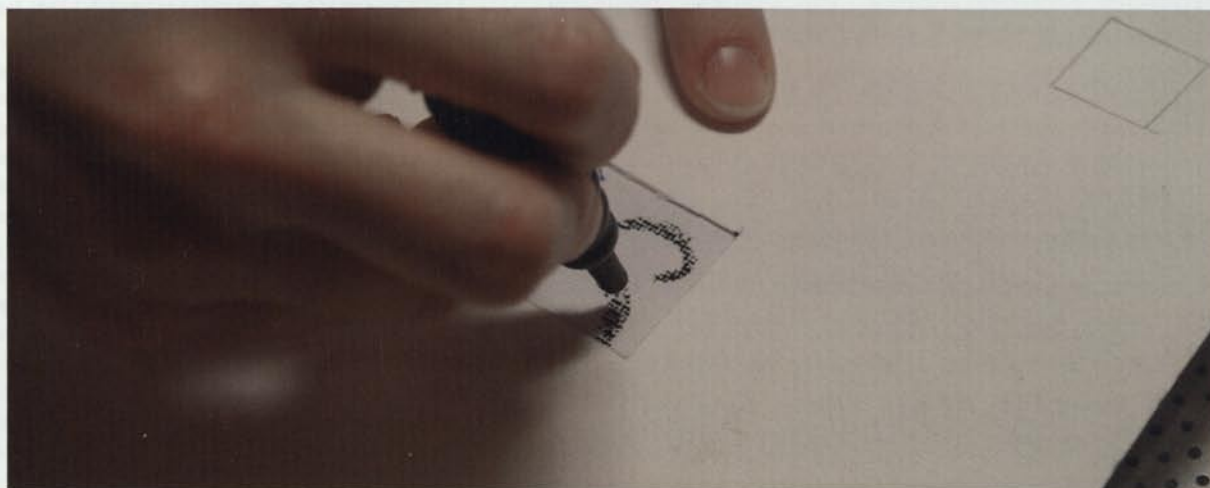
R.L. FELLER i M. WILT, *Evaluation of Cellulose Ethers for Conservation*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1990.

E. F. HANSEN, S. WALSTON, M.H. BISHOP (Editors), *Matte Paint. Its history and technology, analysis, properties, and conservation treatment with special emphasis on ethnographic objects*. A Bibliographic Supplement to AATA. California: The Getty Conservation Institute, 1993.

C.V. HORIE, *Materials for conservation: organic consolidants, adhesives and coatings*. London: Butterworth, Heinemann, 1987.

M. HOUGH (Column editor), "The Consolidation of Painted Ethnographic Objects" Conference Reviews. 11-29 June 1990, Getty Conservation Institute. [en línia]. *WAAC Newsletter*, vol. 12, núm. 3, setembre. Los Angeles: Western Association for Art Conservation, 1990. <<http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn12/wn12-3/wn12-308.html>> [Consulta: 27/01/05].

M. KEMP WEIDNER, "Treatment of Water Sensitive and Friable Media Using Suction and Ultrasonic Mist". *The Book and Paper Group. Annual*. Vol. 12 [en línia]. Washington: The American Institute for Conservation, 1993. <<http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v12/bp12-16.html>> [Consulta: 24/09/07].



6. Detall de la consolidació de carbonet sobre lleng.



A. KESSIER, "The application of aerosols for the consolidation of matte paint layers with consideration of the penetration of the consolidation medium". Abstract tesi doctoral [en línea]. Studiengang Restaurierung und Konservierung von Graphk, Arkhiv_undBibliotheksgut-Höhenstrabe, 1997 <http://www.sabk.de/board/view_abstracts_en.php> [Consulta: 15/11/06].

LASCAUX COLOURS & RESTAURO, *Aerosol Generating System AGS 2000 HS®* [en línea]. Switzerland, 2005. <http://www.lascaux.ch/english/restauro/pdf/7415_02.pdf> [Consulta: 14/06/04].

A. F. MAHEUX, W. MCWILLIAMS, "The Use of Ultrasonic Mister for the Consolidation of Flaking Pigment on Works of Art on Paper". *Book and Paper Group Annual*. 14 [en línea] Washington D.C.: AIC, 1995. <<http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v14/bp14-03.html>> [Consulta: 21/04/06].

S. MICHALSKI, C. DIGNARD, L. VAN HANDEL, D. ARNOLD, "The Ultrasonic Mister. Applications in the Consolidation of Powdery Paint on Wooden Artifacts". *Painted Wood: History and Conservation. Proceedings. Symposium* [en línea]. Virginia November 1994. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 1998. <http://www.getty.edu/conservation/publications/pdf_publications/paintedwood6.pdf> [Consulta: 24/09/07].

A. PATAKI, W. FAUBEL, S. HEISSLER, G. BANIK, "Consolidation with aerosols on a modern art object" *Symposium der Fachgruppe Moderne Kunst-Kulturgut der Moderne de VDR*. Köln: Museum Ludwing, 2004.

A. PATAKI, W. FAUBEL, S. HEISSLER, G. BANIK "Farbstabilisierung eines modernen Kunstobjekts mit Aerosolen". *Beiträge zur Erhaltung von Kunst-und Kulturgut*, núm. 2. Bonn: Verband der Restauratoren: 2005.

A.B. QUANDT, "Recent Developments in the Conservator of Parchment Manuscripts" *The Book and Paper Group ANNUAL*. Vol. 15 [en línea]. Washington : The American Institute for Conservation : 1996. <<http://aic.stanford.edu/sg/bpg/annual/v15/bp15-14.html>> [Consulta: 24/09/07].

STEM, *Catálogo General*. Barcelona: Stem-Museos, *Sine anno*.

B. SOMMERMEYER, *Konsolidierung matter, pudriger Malschichten aus dem Bereich der modernen Kunst/ Anwendung ultratschall- vernebelter Konsolidierungsmittel*. Tesi Doctoral, Staatlichen Akademie der bildenden Kuenste, Stuttgart (Alemania), 1998.

M. RECUERDO, *Ingeniería Acústica. Sine loco*: Editorial Paraninfo, 1995.

B. TOPOLOVA-CASADIEGO, *Examination of "Death and the Maiden"*. [en línea] Munch-Musset. *Sine anno*. Web. <www.munch.museum.no/content2.aspx?id=63&mid=21&lang=en> [Consulta: 24/09/07].

J. VEDRELL DE GARCÍA, "Administración de aerosols en nebulizador: ventajas e inconvenientes" *Arch Bronconeumol. Sine loco*, 1997, p.23-26.

Web Comercial Arte y Memoria, Manresa (Barcelona). Catàleg [en línea]. <www.arteymemoria.com/catalogos.html> [Consulta: 22/03/07].

Análisis y aplicaciones del nebulizador por ultrasonidos sobre obra pictórica y gráfica

El presente artículo trata sobre la aplicación de los nebulizadores por ultrasonidos en el campo de los bienes culturales, realizando de un modo didáctico un recorrido a través de los fundamentos de la técnica, la historia de su uso y las principales aplicaciones. Incluye, por otra parte, algunas pautas para trabajar con estos aparatos, sus ventajas y desventajas, así como unas conclusiones y una bibliografía básica, a la espera que puedan ser de utilidad práctica para aquellos interesados en el tema.

M. Teresa Pastor Valls. *Licenciada en Humanidades por la Universidad Jaume I y diplomada en Conservación y Restauración de Pintura por la ESCRBCC.* maytevals@ono.com

Carmen Pérez García. *Catedrática del departamento de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Politécnica de Valencia y directora del Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.* mayperez@dipcvas.es

Juan Pérez Miralles. *Doctor en Bellas Artes. Servicio de Conservación y Restauración de Bienes Culturales de la Diputación de Castellón.* jperezm@dipca.es

INTRODUCCIÓN

El nebulizador es uno de esos aparatos que casi como por arte de magia soluciona algunos de los problemas habituales en nuestra cotidianeidad de taller. Realmente su manejo es sencillo y lo que con este artículo pretendemos no es otra cosa que mostrar su funcionamiento y hacer entender como actúa sobre los estratos pictóricos y preparatorios. Es un instrumento cuya solución técnica es ingeniosa pero a la vez sencilla, que utiliza las ondas ultrasónicas para generar una nebulización del consolidante. Éste es capaz de sentar problemas graves de pulverulencias y escamaciones, actuando de la forma más sutil y delicada con los componentes de la obra pictórica sin dejar apenas rastro de su aplicación, interfiriendo lo menos posible en el diálogo entre el espectador y la obra.

Exponemos una pequeña introducción de la investigación que se está llevando a cabo en el Instituto Valenciano de Conservación y Restauración de Bienes Culturales y que además forma parte de una tesis doctoral que en corto espacio de tiempo verá la luz.

ULTRASONIDOS. FUNDAMENTOS DE LA TÉCNICA

Como casi siempre ocurre, en la disciplina de la restauración aprovechamos los avances técnicos que otros campos han desarrollado, y que por sus características podemos aplicarlos en determinados procesos concretos. Este es el caso del nebulizador, que fue el primer dispositivo moderno empleado para conseguir la administración de medicamentos en forma de aerosol y lograr así su aplicación en tratamientos de enfermedades respiratorias. Estos fármacos en forma de soluciones o suspensiones se aplican a modo de fina niebla, con tamaños de partículas muy pequeñas, alrededor de los 5 µm. El flujo que estos aparatos en medicina suelen producir es bastante elevado, entre 6 y 8 litros por minuto, aunque como veremos, para aplicarlo en restauración, éste ha tenido que ser modificado.

Existen varios tipos de nebulizadores que se diferencian por el tipo de compresor que se utiliza para generar las micropartículas. Actualmente encontramos dos, como son los **neumáticos** o tipo **Jet** y los **ultrasonidos**.