

## INVESTIGAREA ȘTIINȚIFICĂ A OPERELOR DE ARTĂ

*Ion SANDU, Viorica VASILACHE, Dumitru-Eugen COLBU, Cosmin Tudor IURCOVSCHI, Petru Ovidiu TANASA, Ioan Cristinel NEGRU, Andrei-Victor SANDU*  
*Universitatea „A. I. Cuza” din Iași, ARHEOINVEST - Platforma Interdisciplinară de Cercetare-Educare, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Facultatea de Știința și Ingineria Materialelor, Iasi, Romania*

**Abstract:** *Conservarea științifică a operelor de artă ce aparțin patrimoniului național, prin activitățile complexe de cercetare: investigare științifică, prezervare activă sau profilactică și restaurare, contribuie la „cunoașterea totală”, atât sub aspectul materialului și a tehnicii artistice, cât și sub aspectul fenomenelor complexe în care au fost implicate de-a lungul timpului. Investigarea științifică, ramură cu o importanță deosebită în domeniul conservării implică trei direcții de cercetare: expertiza estetică-artistă și istorică, expertiza tehnico-științifică și analiza teologico-dogmatică. Procedeele, metodele și mijloacele operative de specialitate implicate în cercetarea și analiza științifică se diferențiază în funcție de scopul urmărit și de compoziția materialelor și elementelor supuse investigațiilor. În acest sens, se poate apela la: metodele logicii generale și/sau la mijloacele operative de specialitate, asistate de metode directe, metode instrumentale nedestructive (fără prelevare), sau cele care impun prelevare (doar în situațiile absolut necesare). Obiectivele expertizelor științifice implică cu prioritate stabilirea autenticității bunurilor ce aparțin patrimoniului național, calitatea particulară de a fi original și original, așa cum a fost pus în operă și marcat de timpul care a trecut din momentul concepției, ca unicat. Rolul și importanța expertizelor de autentificare sunt de necontestat prin diversitatea și multitudinea prețioaselor informații pe care le furnizează colectivului de cercetători din domeniul științei conservării.*

**Cuvinte cheie:** *investigare, expertizare, prezervare, conservare, restaurare, autentificare, datare.*

### 1. Introducere

Bunurile patrimoniale reprezintă actul de identitate al unei națiuni. Acestea transmit generațiilor viitoare mesaje spirituale, estetice, artistice, istorice, documentare și științifice de o valoare nestimabilă.

Organisme naționale și internaționale care au ca preocupare problemele ce implică patrimoniul cultural au elaborat legi menite să definească acest concept și să stabilească principii și norme riguroase care să-l protejeze. Conservarea activă a operelor de artă include un volum extrem de mare de muncă, ținând cont de diversitatea temelor abordate, a tehnicilor și materialelor utilizate. Algoritmii utilizați în operațiunile de investigare, prezervare și restaurare reprezintă încununarea tuturor experiențelor metodice din întreg arealul de valori culturale, artistice, tehnico-științifice etc., care asigură un diagnostic întemeiat pe date cât mai amănunțite și cât mai exhaustive. Opera de artă trebuie să fie analizată și apreciată atât în raport

cu rolul pe care l-a îndeplinit în momentul punerii în operă, (specificul de ordin material și funcțional, realizarea aspirațiilor estetice, ideologice și sociale valabile în epoca respectivă) cât și cel din cursul evoluției în timp (inovațiile deschizătoare de noi etape, stiluri, tehnici, etc.).

În activitatea de cercetare științifică actuală sunt implicate tot mai mult sistemele de coasistare și coroborare între metode și tehnici disciplinare în vederea obținerii unor date riguroase privind autenticitatea operei de artă, compoziția chimică și fizico-structurală, interacțiunile și dinamica unor elemente funcționale, precum și caracteristicile mecanice, electrice, optice, magnetice, sau reologice a elementelor componente. Aceste date ajută la elucidarea mecanismelor proceselor evolutive de degradare și deteriorare, la selectarea unor materiale compatibile și la elaborarea unor procedee optime de intervenție în vederea prezervării și restaurării operelor de artă.

Conservarea științifică a unui bun de patrimoniu cultural include patru activități specifice obligatorii:

– *investigarea științifică* cu rol multiplu (autenticare, evaluare patrimonială, stabilirea stării de conservare, studii de compatibilitate, monitorizarea intervențiilor etc.);

– *prezervarea pasivă sau climatizarea* (crearea condițiilor optime de păstrare prin instalații de reglare a temperaturii și umidității aerului, sisteme de aerisire, ventilare și iluminare);

– *prezervarea activă sau profilactică* (tratamente biocide, stabilizări hidrice și cromatice pentru stoparea dezechilibrelor hidrice și a modificărilor cromatice);

– *restaurarea* (reintegrarea structurală prin completare, consolidare și stabilizare, reintegrare cromatică și ambientală).

*Investigarea/expertizarea* reprezintă un demers tehnico-științific și metodologic complex. Aceasta implică o serie de metode de analiză din domeniile conexe acestei discipline pentru „*cunoașterea totală*” a unui bun de patrimoniu, atât sub aspectul materialului și a tehnicii artistice (analizată prin prisma naturii compoziției, structurii și funcțiilor sale), cât și sub aspectul fenomenelor complexe în care a fost implicat de-a lungul timpului.

Activitatea de *investigare științifică* include trei direcții de cercetare:

– *expertiza estetic-artistică și istorică* (*studiul estetic*, analiza plastică și istoriografică);

– *expertiza tehnico-științifică* (*metodele și tehnicile de datare*, natura materialelor, colorimetria, termografia, fotogrametria comparativă, tehnologia și tehnica artistică, etc); analizele tehnice care trebuie efectuate au ca bază un sistem de comparație sau anumite standarde.

– *analiza teologico-dogmatică* (în cazul obiectelor de cult).

*Rezultatele cercetărilor* oferă un sistem complex de date; acestea sunt analizate pentru obținerea unor informații esențiale, complete, cu privire la:

- *elementele și funcțiile patrimoniale;*
- *starea de conservare;*
- *selectarea materialelor și a metodelor de intervenție compatibile cu tehnicile vechi, tradiționale;*
- *monitorizarea comportării în timp a intervențiilor de conservare-restaurare.*

[Sandu I., 1998a, b, c, d, 1999a, b, c, d, e; Sandu I.C.A., 2000a, b, c, 2001, 1999 și 1998].

Investigarea unui bun de patrimoniu cultural și istoric, sub multiplele aspecte legate de punerea lui în valoare presupune o analiză complexă, pe baza unor metode științifice. În consecință, în *stabilirea elementelor și funcțiilor patrimoniale, în determinarea stării de conservare, în studiile de compatibilizare a intervențiilor de conservare-restaurare și în monitorizarea comportării acestora*, se apelează la o serie de *metodologii* elaborate de-a lungul timpului, după deziderate teoretice și practice.

Investigarea științifică implică un sistem complex de metode și tehnici de investigare: *analiza artistică, analiza instrumentală prin metode fizice* (analize fizico-structurale, mecanice, reologice), *microanaliza chimică, analiza microbiologică* (analiza morfologică), *analiza geologică* și altele.

Majoritatea acestor metode apelează la *analiza comparativă*. Obiectele de cult care aparțin patrimoniului cultural implică în plus și *analiza teologico-dogmatică* (fundamentarea scripturistică, rolul și importanța liturgică, semnificația spirituală).

Pentru o „*cunoașterea totală*” a unui bun de patrimoniu, investigarea științifică apelează la o serie de expertize: *studii, analize, teste și încercări prin implicarea metodelor și tehnicilor aferente mai multor domenii și discipline*. Datele experimentale obținute prin analizele tehnice formează *baza primară*.

Raportul fiecărei expertize are anexate o serie de *documente scrise, desenate sau fotografiate* (un rol fundamental îl au *fotografiile document, diagramele, spectrele, buletinele de analiză*, etc).

„*Diagnosticul*” și soluția finală sunt stabilite prin coroborarea analizelor efectuate de istoricul de artă, cu datele experimentale obținute de experții tehnico-științifici în materiale și tehnologii de punere în operă.

Procedeele, metodele și mijloacele operative de specialitate implicate în cercetarea și analiza științifică a bunurilor de patrimoniu se diferențiază funcție de compoziția materialelor și elementelor supuse investigațiilor (peliculogene, structuri policrome, preparatie, suport, etc.)

În ordinea utilizării sau aplicării lor acestea pot fi: metodele logicii generale, mijloacele operative de specialitate asistate de metodele directe, metodele instrumentale nedestructive (fără prelevare) și în final cele care impun prelevare (se apelează la micro-probe a căror prelevare este neinvazivă,

doar în situațiile absolut necesare.)

Metodele nedestructive sunt:

- *analiza directă, nedestructivă;*
- *observarea directă, cu ochiul liber sau cu instrumente optice de mărit (lupe, microscopie);*
- *folosirea aparatelor pentru fotofixare (aparate de fotografiat, de filmat și video, aparate de iluminare sau iradiere cu UV, VIS și IR);*
- *implicarea tehnicilor directe de investigare fără prelevare de probe: reflectografia, radiografia, colorimetria de reflexie, spectrometrie atomică - fluorescența de raze X (XRF), analize de urme și altele.*

Dintre metodele chimice, microbiologice și instrumentale de analiză tehnică cu prelevare și prelucrare de probe amintim:

- microanalizele chimice;
- stratigrafia;
- spectroscopia UV, Vis și IR;
- analiza termică diferențială;
- cromatografia;
- spectrometria de masă.

Diversitatea și complexitatea analizelor facilitează realizarea obiectivelor prioritare privind valorificarea bunurilor de patrimoniu:

- *identificarea elementelor și funcțiilor patrimoniale (prin expertizele de autentificare, stabilire a paternității și de evaluare patrimonială prin cota de bursă sau de catalog);*
- *determinarea stărilor de conservare (studiul fenomenelor de îmbătrânire prin prisma efectelor de deteriorare și degradare);*
- *stabilirea compatibilității noilor materiale și metode de intervenție (conservarea activă și restaurarea) cu tehnicile artistice vechi – tradiționale;*
- *monitorizarea comportării intervențiilor de conservare – restaurare pentru o perioadă determinată.*

Obiectivele expertizelor implică cu prioritate metodele și tehnicile de analiză fizico – chimice, microbiologice, asistate de analiză comparativă (în principal cea istoriografică). Prin coroborarea acestora cu metodele instrumentale de datare și de determinare a compoziției și naturii elementelor structurale, facilitează identificarea elementelor și funcțiilor patrimoniale.

## **2. Expertiza de autentificare**

### **2.1. Autenticitatea operelor de artă**

Dovedirea autenticității unui bun sau obiect de patrimoniu constă în stabilirea unicității și se referă la calitatea particulară de a fi original, așa cum a fost construit și marcat de timpul care a trecut din momentul conceperii, ca unicat, copie sau variantă.

În sens forensic (juridic), expresia de *autentic* se referă doar la *proveniență*, nu și la *conținut*. Deci, un document autentic nu este obligatoriu un document veridic și cu *valoare* (probantă și/sau patrimonială). Cele două aspecte nu trebuie confundate; în autentificarea valorilor de patrimoniu, aspectul legat de conținut interesează tot atât de mult cât și proveniența. Stabilirea celor două se face printr-o cercetare obiectivă, implicând de cele mai multe ori metode și tehnici complementare sau de coasistare, interdisciplinare și sisteme de comparație.

Specialiștii din domeniul evaluării și autentificării folosesc cuvântul autentic doar în sensul strict de atribut în stabilirea și evaluarea unui element valoric și în fixarea elementului patrimonial, respectiv a unui bun de patrimoniu cultural. Expertiza de autentificare poate solicita analiza atributelor pentru unu, două sau mai multe elemente, în funcție de scopul urmărit. Rezultatele obținute trebuie să evidențieze elementele și funcțiile patrimoniale ale obiectului investigat, să demonstreze dacă lucrarea este originară sau nu, dacă aparține unui anumit autor, școli sau areal geografic, dacă au constatat intervenții anterioare sau ulterioare punerii în operă și dacă starea de conservare (inclusiv calitatea patinei și a verniurilor) *permite clasarea, etalarea, transferul sau vânzarea*.

Copiile și variantele pot aparține atât autorului, școlii (ucenicilor sau discipolilor), epocii, cât și perioadelor târzii, putând fi executate fie în aceeași tehnică artistică cu originalul, fie într-o altă tehnică mai modernă, dar apropiată ca virtuți plastice. În funcție de context și de atributele definitorii ale obiectului, stabilirea autenticității poate fi înțeleasă în moduri diferite.

Pentru a fi autentic, un obiect de patrimoniu trebuie să fie intact, așa cum a fost creat sau cum a rezultat prin trecerea timpului. Există o serie de atribute care concură la stabilirea autenticității ca element patrimonial primordial și anume: concepția/autorul, materialul, tehnica artistică, tehnologia de punere în operă, ambientul creației și utilizarea (uzura de utilizare). În operațiunile de investigare, prezervare, restaurare și etalare a unui bun de patrimoniu cultural se ține seama de atributele amintite mai sus.

Concepția, originalitatea materialului și tehnologia de punere în operă sunt referință pentru celelalte tipuri de autenticitate; aceste trăsături definitorii, alături de paternitate, cota valorică (prețuirea), clasarea și vechimea formează *grupul elementelor patrimoniale*.

Urmele trecerii prin timp, uzura istorică și de utilizare definesc „*stratificarea istorică*” sau patina, elementul care proiectează, fixează obiectul în timp, făcându-l „*unic*”.

Stabilirea autenticității operelor de artă implică coroborarea a trei categorii de analize:

– studiul, analiza și sinteza documentelor istorice (arhive, biblioteci, syte-uri, etc);

– analiza plastică și estetică în sens larg, incluzând și considerații iconografice, grafologice, etc.;

– alte analize fizico-chimice și microbiologice (compoziția materialului de scris, a stratului policrom, a suportului, etc);

Istoricul de artă Frank Arnau (1970) a pledat pentru efectuarea expertizelor complexe, fiind unul dintre cei care atrag atenția că ochiul omenesc, chiar când este al unui specialist reputat, se poate înșela: „în cazuri de îndoială ultimul cuvânt se cuvine să-l aibă investigația tehnico-științifică”.

Fără discuție, o insuficientă analiză și o valorificare a rezultatelor exacte furnizate de examenele fizice și chimice poate transforma absolutul în relativ. Căci chiar și instrumentul cel mai desăvârșit depinde de omul care-l mănuieste. În caz de dubiu, investigația cu mijloacele oferite de științele exacte (fizica și chimia) trebuie să aibă totuși prioritate față de aprecierile stilistice, estetice și intuitive.

## 2.2. Rolul și importanța expertizelor de autentificare

*Autenticitatea* este aspectul esențial al unui obiect de patrimoniu cultural-artistic și istoric care, în general, necesită stabilirea *unicității* și se referă la calitatea particulară de a fi *originar* și *original*, așa cum a fost pus în operă și marcat de timpul care a trecut din momentul conceperii, ca *unicat*, *copie* sau *variantă*. Copiile și variantele pot aparține autorului, scolii (ucenicilor sau discipolilor), epocii, dar și perioadelor târzii, putând fi executate, fie în aceeași tehnică artistică cu originalul, fie într-o altă tehnică mai modernă, dar apropiată ca virtuți plastice [Sandu I., 1998a, 2003b, 2005].

O primă caracteristică a operei de artă care poate fi invocată în delimitarea acesteia de orice copie este unicitatea prezenței sale într-un loc anumit la un moment dat. Trebuie precizat faptul că autenticitatea depinde de modul definirii obiectului și poate fi înțeleasă diferit, în funcție de context. Pentru a fi *autentic*, un obiect trebuie să fie *intact*, așa cum a fost creat sau cum a rezultat în urma trecerii timpului. Opera de artă originală poartă după sine întreaga sa istorie.

Există o serie de *attribute* care determină stabilirea autenticității ca *element patrimonial* primordial și anume: *concepția*, *autorul*, *datarea*, *materialul*, *tehnica artistică*, *tehnologia de punere în operă*, *ambientul creației* și *utilizarea (uzura)*; acestea sunt în atenția cercetătorilor (experților) pe toată durata desfășurării operațiunilor de investigare. Impropiu, fiecărui atribut îi corespunde un așa zis tip de autentificare specific. Primele, alături de originalitatea materialului și a tehnologiei de punere în operă, sunt referință pentru celelalte tipuri de autenticitate, care împreună, alături de *paternitate*, *cota valorică* (prețuirea), *clasarea* și *vechimea* formează *grupul elementelor patrimoniale*, ce caracterizează și diferențiază un obiect. De asemenea, *urmele*

tregerii prin timp, uzura istorică și de utilizare, fac parte din stratificarea istorică, tradusă prin patină și fixează obiectul în timp și spațiu, făcându-l unic [Sandu I., 2002b, 2003a și 2004]. Pentru cunoașterea tuturor aspectelor legate de un bun de patrimoniu cultural, în vederea teaurizării și valorificării lui, se realizează cercetări laborioase, interdisciplinare (investigații tehnico-științifice, artistice, sociologice etc.)

Autenticitatea se regăsește cel mai bine în definirea celor cinci grupe de elemente patrimoniale, dar își pune amprenta și asupra celor cinci funcții, menținute mai sus. Aceasta poate fi înțeleasă și analizată în moduri diferite, după caz și context. Pentru oricare bun de patrimoniu cultural, autenticitatea sa istorică se referă la fazele semnificative referitoare la punerea în operă, utilizare/etalare, transfer/licitație, proprietar/custode, intervenție de preservare activă și de restaurare etc. Distrugerea stratificărilor istorice reduce originalitatea sa. Ca exemplu, avem implicarea reintegrărilor structurale și cromatice, care înlocuiesc elementele originare sau a adaosurilor și a repictărilor bazate doar pe ipoteze și respectiv, a celor neautorizate.

Pentru acoperirea tuturor obiectivelor legate de cunoașterea totală a unui obiect, investigarea științifică apelează la expertize. Fiecare dintre acestea răspunde la un grup restrâns de întrebări, respectiv de obiective, rezolvate prin coroborarea și procesarea datelor rezultate din analize, teste și care se materializează printr-un raport de expertiză sau de constatare tehnico-științifică și artistică.

Metodologia expertizelor ține cont de o serie de postulate, care reprezintă aspectele fundamentale implicate în rezolvarea scopului, respectiv a obiectivelor propuse. Pentru stabilirea celor mai adecvate metode și procedee tehnico-științifice implicate în investigarea/cercetarea anumitor cazuistici, se apelează mai întâi la metodele logicii generale, apoi la mijloacele și tehnicile operative de specialitate, asistate de metodele directe, iar în cele din urmă sunt selectate, din arsenalul metodelor instrumentale, în primul rând metodele nedestructive (fără prelevare) și apoi pe cele care impun prelevări de microprobe, absolut necesare, dar care trebuie să fie neinvazive.

Expertizele de autentificare, prin implicațiile lor, fie în domeniul evaluării bunurilor de patrimoniu cultural-artistic (artometria și artefactometria sau artifactometria) și tehnico-științific (tehnometria și scientometria), fie ca mijloc de probă sau element probatoriu în forensic (grafometria, bibliometria, traseometria, amprento- sau dactilometria, somatometria, biometria, antropometria și altele) necesită cunoștințe interdisciplinare.

Pentru rezolvarea obiectivelor diverselor expertize de autentificare se apelează la sisteme de coasistare sau de coroborare între metode și tehnici aparținând disciplinelor conexe: chimie, fizică, biologie, geologie, informatică, cibernetică, sociologie, istoria artei, arheologie, antropologie,

medicină legală și altele.

În prezent există o mare varietate de materiale ca element suport sau implicate în partea estetic-artistică, apoi diversitatea legată de concepție/autor, de tehnicile artistice, de tehnologiile de punere în operă, de ambientul creației/păstrare și de modul de utilizare.

*Se cunosc laboratoare, centre și institute cu tradiție care au colective specializate, preocupate permanent de investigarea științifică a operelor de artă și a altor bunuri de patrimoniu cultural și istoric. Cu o serie dintre acestea, colectivul nostru are puternice legături de colaborare, atât în cercetare, cât și în activitățile de specializare postuniversitară.*

Atât la noi, cât și în străinătate, dezvoltarea unor noi metode și tehnici de autentificare cu înaltă rezoluție reprezintă un deziderat prioritar pentru cercetările din domeniul patrimoniului cultural, având extensie și în domeniul forensic (criminologie).

În prezent se apelează frecvent la marile laboratoare interdisciplinare cu multipli utilizatori de pe platformele parcurilor tehnologice (ca rezultat al consorțiilor interuniversitare cu instituțiile de cercetare-dezvoltare și oficiile de transfer tehnologic). Dezvoltarea unui astfel de laborator este ținta colectivului nostru. În acest sens s-au făcut deja primii pași, în urma sprijinului financiar obținut prin programe naționale și europene.

Aceste metode permit deschiderea de noi direcții în autentificare, mai ales în condițiile actuale de liberalizare a pieței cu bunuri de patrimoniu și de dezvoltarea, fără precedent, a falsurilor în vederea comercializării; realizate cu materiale de epocă sau învechite prin procedee bine puse la punct, acestea sunt greu de sesizat chiar și de o persoană avizată. Un exemplu îl reprezintă falsurile de pe piață și din diverse colecții, atribuite lui Brâncuși și a altor maeștri români de talie mondială, pentru care istoricii de artă, fără contribuția investigării științifice prin metodele instrumentale, nu ar fi reușit să facă atribuirea.

Cercetările în acest domeniu trebuie să aibă în atenție și unele particularități impuse de specificul materialelor, al tehnicilor artistice vechi - tradiționale și respectiv al tehnologiilor de punere în operă, oarecum diferite de ale unor țări cu tradiție în domeniul teaurizării și valorificării patrimoniului cultural cum sunt: Italia, Spania, Portugalia, Marea Britanie, Franța, Belgia, Olanda și altele. În acest sens se impune cu prioritate aprofundarea cunoștințelor legate de identificarea și atribuirea acestora, dezvoltarea și implicarea unor noi sisteme de referință, raportare sau comparare și realizarea de sisteme specifice (prenotate) de etalonare (curbe, diagrame, nivele, grupe, cote etc.).

La finalizarea investigațiilor se întocmește un raport de autentificare ce conține informații legate de originalitate, unicitate și de atribuire, precum și o serie de date privind starea de conservare sau natura materialelor, tehnica



artistică și tehnologia de punere în operă; acestea permit realizarea studiilor de compatibilitate și selectarea sistemelor de intervenție în prezervarea activă (tratamente) sau în restaurare (consolidări, stabilizări, reintegrări). În concluzie, rolul și importanța expertizelor de autentificare sunt de necontestat prin diversitatea și multitudinea prețioaselor informații pe care le furnizează colectivului de cercetători din domeniul științei conservării.

### 2.3. Autentificarea bunurilor de patrimoniu mobil

Patrimoniul cultural național mobil este alcătuit din bunuri cu valoare deosebită sau excepțională, istorică, arheologică, documentară, etnografică, artistică, științifică și tehnică, literară, cinematografică, numismatică, filatelică, heraldică, bibliofilă, cartografică și epigrafică, reprezentând mărturiile materiale ale evoluției mediului natural și ale relațiilor omului cu acesta, ale potențialului creator uman și ale contribuției românești la civilizația universală.

Expertizele de autentificare a bunurilor de patrimoniu cultural mobil se diferențiază în funcție de scopul propus, cantitatea de substanță prelevată pentru analiză, de concentrația diferitelor substanțe chimice, tehnica sau modul de operare, nivelul sau profunzimea și tipul analizei, categoria materialelor sau a elementelor structural-funcționale, sistemele de referință (comparație sau raportare), etalonare, etc.

Metodele, procedeele și mijloacele operative de specialitate implicate în expertizele de autentificare se grupează în metode de *analiză directă, nedestructivă* și metode de *analiză cu prelevare și prelucrare de microprobe* (semi- sau paradestructive).

Prin metodele de *analiză directă, nedestructivă* – cu ochiul liber sau cu instrumente optice de mărit (lupa, microscopul, microscopul electronic) – se pot analiza elementele de suprafață ca de exemplu: texturi, irizații, vezicații, eroziuni, depuneri, finisaje, șlefuirii, lustruirii, încrustații, gravuri, filigrane, înscrisuri sau grafisme, embleme, legende, diverse ornamente, policromii etc.

În aceeași categorie se încadrează și determinarea prin măsurare directă a dimensiunii, greutateii, culorii, temperaturii, umidității etc., folosind fotofixarea analogică sau digitală – statică (fotogrammetria și stereofotogrammetria) sau dinamică (videometria), reflectografia în UV, Vis și IR, fluorescența de raze X, colorimetria de reflexie, și altele.

*Pentru analiza directă nedestructivă a structurilor interne* (natura, structura și dispunerea materialelor în suporturi, în straturi de preparare și în stratul de culoare, cât și a elementelor de rezistență și de îmbinare, a defectelor, deteriorărilor și degradărilor ascunse, etc.) se utilizează: radiografia, termografia în IR, emisiografia, termoluminiscenta și microendoscopia.

Dintre *metodele moderne semi- sau paradestructive*, amintim: microstratigrafia, asistată sau nu de histochimie, microscopia optică și

electronică, roentgenografia sau difracția de raze X, spectroscopia în UV, Vis și IR (ultima prin varianta micro FT-IR), rezonanța magnetică nucleară, derivatografia termică, calorimetria diferențială, gaz-cromatografia normală sau cea pirolitică, cu sau fără sililare, asistată de spectrometria de masă, diluția izotopică și radiometria cu trăsori radioactivi, precum și un arsenal de metode specifice, ca de exemplu: dendrocronologia, leucometria, rata glicolizei, racemizarea aminoacizilor, metalografia și altele. Acestea apelează la prelevare de probe, sunt laborioase, iar aparatura și dispozitivele sunt foarte costisitoare; sunt solicitate în expertize din considerente legate de incertitudinea, neclaritatea sau imprecizia datelor obținute prin metodele directe, sau atunci când acestea sunt neconcludente.

Trebuie menționat faptul că folosirea metodelor instrumentale în autentificarea operelor de artă s-a impus datorită faptului că *expertiza estetică* și cea *plastică*, bazate pe considerații stilistice și completate cu relevarea detaliului caracteristic, nu sunt suficiente și deci, pentru exactitatea autentificării și identificării, se apelează la sistemul de coroborare cu acestea. Este motivul pentru care, în ultimul timp, au cunoscut o largă extindere și perfecționare *metodele tehnico - științifice* de stabilire a autenticității, mergând până la *sisteme expert*, specializate pe anumite obiecte, materiale, elemente structural-funcționale, efecte și fenomene temporale etc.

*Metodele și tehnicile de datare* a unui obiect de patrimoniu se poate realiza prin diverse procedee: determinarea naturii și vechimii materialelor, stabilirea caracteristicilor specifice tehnicii artistice și a tehnologiei de punere în operă dintr-o anumită perioadă (de timp), areal geografic (spațiu) și autor (școală, curent) sau prin analiza patinei, a policromiei, a grafismelor, a deteriorărilor și degradărilor etc.; acestea permit și stabilirea unor detalii legate de unul sau mai multe atribute ale autentificării.

Deasemeni, sunt cunoscute cercetările legate de determinarea vechimii unor lianți organici de origine animală (proteinați) prin implicarea *metodelor termice*: analiza derivatografică (TG, DTG și DTA), analiza termomicroscopică (TM), analiza calorimetrică diferențială prin scanare (DSC) și a *metodele gaz-cromatografice pirolitice*, cu sau fără derivatizare (sililare), coasistate de spectrometria de masă, alături de *microstratigrafie* asistată de histochimie și micro-FT-IR, tehnici foarte moderne care sunt utilizate curent în majoritatea laboratoarelor europene cu tradiție în domeniul investigației științifice.

Astăzi, sunt tot mai mult utilizate metodele care permit crearea unui sistem de coroborare și coasistare cu alte metode sub forma sistemelor expert specializate, și a unui cadru de dialog interdisciplinar între istorici de artă, chimiști, fizicieni, biologi, geologi, sociologi, arhitecți, artiști, arheologi, antropologi, doctori legiști etc., pentru valorificarea cunoașterii contemporane științifice, tehnice și artistice în planul istoriei artelor, al

memoriei sau moștenirii culturale și al domeniului forensic.

Din multitudinea metodelor și tehnicilor moderne utilizate în investigarea științifică pot fi implicate în autentificare doar cele care permit expertizarea elementelor structural-funcționale și obiectele ca atare sau a părților componente, analizate prin prisma materialelor, a modificărilor unor proprietăți sau a evoluției unor fenomene fizico-chimice în timp, a diferențierilor cronologice și geografice în raport cu activitățile umane și evoluția lor. Cel mai frecvent sunt analizate fenomenele a căror date pot genera relații seriale, comparative, relative. Un exemplu tipic îl reprezintă metodele de datare, atât cele clasice, utilizate în arheologie, paleontologie și geologie, cât și metodele neconvenționale, care fac apel la fenomenele fizico – chimice ce evoluează în timp și la clasificări cronologice și geografice în raport cu activitățile umane și evoluția lor.

În laboratoarele de investigare științifică din țara noastră și din străinătate, care au tradiție în domeniu, pentru autentificare se utilizează sisteme individuale de analiză ce cuprind una sau mai multe metode. Din această cauză, pentru anumite rezolvări complexe se apelează la colaborări sau parteneriate.

Principalele metode și tehnici moderne utilizate în *autentificare* se pot grupa în:

– metode nedestructive sau directe: analiza vizuală cu ochiul liber și cu dispozitive de mărit, micro și macro fotogrammetria (procedeu de determinare a formei și a dimensiunilor obiectelor pe baza fotogramelor), stereofotogrammetria (procedeu de fotografiilor duble, care dă posibilitatea să se obțină nu numai contururile diferitelor obiecte, ci și înălțimile lor), reflectografia în UV, Vis și IR (asistată de tehnicile foto sau video), colorimetria prin reflexie, (metodă de determinare a caracteristicilor unei culori), emisiografia, termografia în IR, termoluminiscenta, microendoscopia, radiografia, fluorescența de raze X, alături de măsurători directe de greutate și dimensiune;

– metode semidestructive sau paradestructive, dar neinvazive: microstratigrafia asistată sau nu de histochimie, microscopia optică și electronică, termogravimetria și calorimetria diferențială, spectroscopia în UV, Vis și IR, roentgenografia sau difracția de raze X, gaz-cromatografia normală sau pirolitică (ultima cu sau fără sililare, dar asistată de spectrometria de masă).

Majoritatea acestor metode sunt asistate digital în preluarea, prelucrarea și redarea datelor analitice. Din acest motiv ele sunt foarte costisitoare.

Se folosesc deasemeni o serie de metode specifice, care fie analizează un anumit material sau elemente structural-funcționale, fie anumite efecte sau fenomene structurale de suprafață sau de interior, care au evoluat în timp.

În autentificare se apelează mai întâi la metode de datare, apoi la metode

ce analizează tipologia sau vechimea unui material, caracteristica unui element, efect sau fenomen structural de suprafață sau de interior, cu evoluție temporală sau specifică unui autor, unei tehnici artistice, unei tehnologii de punere în operă sau mod de utilizare etc. Pentru majoritatea metodelor, problema cea mai importantă o reprezintă *sistemul de referință, comparare sau raportare și sistemul de etalonare* (curbe, diagrame, nivele, grupe, cote, grile etc.).

Sistemele de referință, comparare sau raportare se pot prezenta sub formă de cataloage, clasoare, colecții, pinacoteci, depozite, arhive; acestea conțin: obiecte ca atare, replici științifice sau documente ale lor, fotografiate sau filmate (filme, diapozitive sau fotografii – alb negru și color) și respectiv, documentele desenate (planșe, schițe, relevee, desene de autor etc.). Realizarea acestora solicită o muncă specifică colecționarilor și arhivarilor cu experiență. În schimb, sistemele de etalonare solicită o activitate de cercetare fundamentală complexă și laborioasă.

Sistemele expert specializate au posibilitatea preluării și procesării datelor sau a caracteristicilor ce urmează a fi analizate, iar rezultatele obținute, fie sunt integrate automat în tabele de date ce cuprind și valorile de referință (sub forma de domenii, ca valoare minimă sau ca valoare maximă) sau înregistrate sub formă de diagrame, cote, grile ori redate sub alte repere.

Trebuie precizat faptul că o metodă are la bază o tehnică, ca atare sau asistată de altă tehnică. În practica investigării științifice se cunosc tehnici care au dezvoltat două sau mai multe metode.

De exemplu, în cazul celor două tehnici roentgenografice sau de difracție cu raze X, pe monocristal și pe pulberi, avem metodele: Laue (sau cu radiații policromatice), Schiebold (sau a cristalului rotitor), Weissenberg (sau a filmului cilindric) respectiv, metodele Debye-Scherrer și difractometrică sau Bragg- Brentano; la tehnicile radiografice avem: stereoradiografia, xerografia, scanarea, gamagrafia, betagrafia, neutronografia; la tehnica gaz-cromatografică avem metoda normală și cea pirolitică, iar la ultima avem variantele: cu sau fără sililare. Exemplele ar putea continua, practic fiecare tehnică instrumentală este disponibilă pentru dezvoltarea unei noi metode. Din aceste considerente, firmele producătoare de aparate și dispozitive care au la baza o anumită tehnică, angajează colective interdisciplinare de cercetare-dezvoltare și inovare, ce au în atenție elaborarea unor noi metode de analiză, cât mai reproductibile și cu rezoluție cât mai bună. Acestea colaborează intens cu beneficiarii, mai ales cu laboratoarele cu experiențe deosebite în domeniul vizat. Din practică se știe că există bunuri de patrimoniu pentru autentificarea cărora nu se cunosc încă metode viabile, de înaltă rezoluție. Domeniul este deschis și foarte incitant.

Când ne referim la un obiect creat, cu valoare de patrimoniu, pe lângă „*autentic*”, se mai folosește expresia de „*original*”, iar prin extensie, cea

de „adevărat” [Minkowski E., 1966].

Stabilirea autenticității obiectelor de artă (aprecierea), se face cu ajutorul mijloacelor tehnico-științifice, prin implicarea unor metode ale disciplinelor conexe menționate mai sus. Legat de acestea, avem autenticitatea de concepție/autor, de material, de tehnologia de fabricare, de ambient și ultima, de utilizare sau de întrebuințare, care implică elementele legate de *anamneză* sau de *stratificarea istorică, patină* etc., utilizate îndeosebi la operele de artă veche.

Pentru a conserva și etala corectă a unui bun de patrimoniu, trebuie să-i cunoaștem *valoarea* (analizată prin *elementele și funcțiile sale patrimoniale*), *istoricul său (anamneza)*, *starea de conservare* și alte elemente structurale și funcționale, cu intervențiile ulterioare punerii în operă. În acest sens, sunt necesare o serie de date privind datarea (anul, perioada, epoca etc.), autorul/originea, locul/zona, contextul/peregrinări (transferuri, licitații, donații, furturi etc.), proprietarul/custode, natura materialelor, tehnica artistică, tehnologia de punere în operă, semnificațiile culturale și spirituale etc.

Oricare ar fi cota valorică a unei opere de artă sau a unui alt bun de patrimoniu cultural, sub aspectul diversității tehnicilor artistice, al materialelor și al tehnologiilor de punere în operă, aceasta reprezintă de fapt o însumare de cunoștințe, înțelesuri și semnificații istorice, culturale, tehnice și spirituale caracteristice, care determină muzeele sau proprietarii să le studieze, conserve și să le valorifice prin etalare sau publicare, introducându-le în circuitul turistic sau educațional.

Pe tot parcursul intervențiilor asupra unui bun patrimonial (investigare, expertizare, conservare și restaurare), se urmărește cu prioritate păstrarea autenticului, întrucât *autenticitatea* este atributul esențial al unui obiect de patrimoniu.

În general, autenticitatea acestora se referă la calitatea particulară de a fi original, așa cum a fost construit și marcat de timpul care a trecut din momentul conceperii, ca *unicat, copie* sau *variantă* [Sandu I., 1998a].

Autenticitatea depinde de definierea obiectului și poate fi înțeleasă în moduri diferite, funcție de context. În cazul unui obiect vechi autenticitatea sa istorică trebuie să se refere la fazele semnificative ale construcției și utilizării sale. Distrugerea *stratificărilor istorice* reduce *originalitatea* obiectului, de exemplu: cazul copiilor, care înlocuiesc elementele originale sau a adaosurilor bazate doar pe ipoteze.

Pentru a fi autentic un obiect de patrimoniu trebuie să fie intact, așa cum a fost creat sau cum a rezultat prin trecerea timpului.

În investigarea, conservarea și restaurarea bunurilor de patrimoniu se cunosc cinci tipuri de autenticitate, de care se ține seama: *autenticitatea concepției/autorului, a materialului, a tehnologiei de punere în operă, a ambientului și a utilizării*.

Originalitatea materialului este referință pentru celelalte tipuri de autenticitate, care toate împreună, alături de *paternitate* și *cota valorică*, formează grupul *elementelor patrimoniale* [Sandu I.C.A., 2000b și 2003].

*Patina reprezintă „stratificarea istorică”, urmele trecerii prin timp a obiectului de artă, uzura istorică și de utilizare făcându-l „unic”* [Sandu I., 2003b].

Atât în în cadrul muzeelor, cât și a colecțiilor particulare, dar mai ales a celor ce dețin valori de patrimoniu mondial, este esențial să se efectueze o evaluare realistă și critică a tuturor aspectelor fizice, culturale și sociale ale contextului unui obiect.

#### **2.4. Demersul analizelor în expertiza științifică a picturilor**

*Investigarea unei picturi* reprezintă un demers complex, care cuprinde o serie de expertize specifice fiecărui element structural, depășind cu mult o analiză simplă de material. Scopul acesteia constă în interpretarea rolului și funcției fiecărui strat component al picturii, de multe ori îngreunată de diversitatea cazuisticilor stării de conservare, de caracteristicile probelor, de performanța tehnicilor de analiză și de condițiile de studiu.

În momentul prelevării probei, teoretic ar trebui să se selecteze doar stratul sau zona care urmează a fi analizată. Practic însă, la prelevarea probelor există riscul contaminării în mică sau în mare măsură, cu materiale din straturile adiacente sau subiacente. Cel mai adesea, tehnicile implicate furnizează informații despre structurile superficiale, vizibile (microscopia optică și electronică - SEM, AFM etc.), mergând de multe ori spre structurile profunde (implicând tehnici prin transmisie sau penetrare: radiografia, endoscopia, difracția de raze X etc.).

La investigarea picturilor vechi, mai ales a celor foarte valoroase, cu stare de conservare precară, în majoritatea cazurilor se realizează un protocol experimental, care are în vedere o anumită metodologie de lucru. Într-o primă etapă, se realizează o *analiză preliminară* privind starea de conservare, pentru stabilirea unor priorități legate de *consolidările profilactice*, de modul de acțiune și de climatizare (păstrarea în laborator). Urmează efectuarea *analizelor de fond* cu privire la natura chimică și structura fizică a materialelor, stabilirea *cauzelor* și *mecanismelor de degradare/deteriorare*.

În general, *cantitatea de probă* ce urmează a fi prelevată, trebuie să fie cât mai redusă (micro-probe), pentru ca metoda de analiză să fie neinvazivă. Tehnicile moderne au *precizii* și *sensibilități* ridicate, lucru care permite operarea pe cantități minime de probă. Dificultatea constă în modul de prelevare și prelucrare a unei micro-probe, în vederea obținerii prin analiză maximum de date experimentale (maximum de informații). Spre exemplu, o tempera cu un liant constituit din ou și ulei în amestec, în proporție de 10%

ulei reprezintă o tempera grasă. O probă de pictură ce cântărește 600  $\mu\text{g}$  (circa 0,5 mm diametru), fiind formată din pigmenți și liant, va permite pentru analiza liantului doar 200  $\mu\text{g}$ . Dar această cantitate conține doar 20  $\mu\text{g}$  (corespunzător procentului de 10%) de ulei, deci o cantitate care se apropie de minimul valoarea minimă ce poate fi prelucrată determinată doar cu tehnici avansate de analiză.

Prelevarea cantităților mici de probă face dificilă identificarea *componenților secundari*, care se pot dovedi importanți în caracterizarea unei *tehnici picturale* în raport cu alta sau în *autenticare*. Investigarea stratului pictural include o serie de tehnici moderne *para-destructive*, care fac uz de: *metode spectrale și radiative* (UV, Vis, IR, XR etc.), *metode chimice* de separare și identificare a componentelor unui amestec, *reacții de colorare* (histochimice) specifice pentru anumiți componenți și altele.

O serie de *analize instrumentale*, cum ar fi: *gaz-cromatografia*, *micro-FT-IR* și *spectrometria de masă* furnizează date importante în ceea ce privește identificarea și caracterizarea fizică și chimică a constituenților organici din structura picturilor, *analizele stratigrafice* la microscopul optic și *analizele microchimice* pe secțiuni („*staining tests*”) contribuie la stabilirea locului și rolului precis a diverselor substanțe organice prezente în straturile picturii. De obicei, se pleacă de la analiza stratigrafică a structurii și de la „*staining tests*” efectuate pe secțiuni, care împreună permit obținerea unor informații preliminare asupra prezenței anumitor materiale, respectiv identificarea clasei de apartenență și localizarea lor stratigrafică. Aceste date permit prelevarea precisă a unor micro-probe pentru analize instrumentale specifice, cum ar fi: gaz-cromatografia cuplată cu spectrometria de masă (PY-GC/MS), spectroscopia IR cu transformată Fourier (FT-IR), cuplată cu microscopia și colorimetria prin reflexie. Acestea oferă mai curând o confirmare a identității compoziției liantului anterior localizat. Astfel, putem da un exemplu: o analiză cu ajutorul tehnicilor de tipul PY-GC/MS și FT-IR pentru un liant din preparația unei picturi vechi va permite o caracterizare a naturii și compoziției chimice, stabilind cu precizie dacă este un liant lipidic, proteic sau mixt.

Referitor la analizele mai sus menționate, cel mai mare avantaj de utilitate practică constă în faptul că, plecând de la o *prelevare selectivă*, analizele furnizează informații care se pot coasista din punct de vedere experimental pentru o riguroasă caracterizare chimică și fizico-structurală. În cazul unei picturi, cu o determinată succesiune a straturilor, stratigrafia poate indica zona (cu caracteristicile sale specifice, observate la microscopul optic) în care se găsește materialul ce se analizează prin spectrofotometrie FT-IR și PY-GC/MS în vederea identificării naturii sale chimice. De exemplu, un clei animal, identificat gaz-cromatografic cu ajutorul „*markerilor*” specifici se poate găsi în preparație, dar și în stratul pictural ca liant, cât și ca

strat intermediar (de exemplu, stratul de clei pentru a *marufla* o pânză pe un suport rigid). Evident, determinarea poziției precise în ansamblul straturilor constituie o informație deosebit de importantă și ca atare aceasta va constitui o etapă necesară în demersul analizei.

### **Bibliografie:**

1. A.A.V.V., (1996), „*Invecchiamento di supporti cellulosici di dipinti su tela: simulazione in laboratorio del fenomeno di invecchiamento*”, în *Kermes (La Ricerca)*, vol. IX, nr. 4, p.63;
2. Aldrovandi, A., Picollo, M., (1999), „*Misure di colore su modelli pittorici: Confronto interstrumentale*”, în *Colorimetria e beni culturali, ICRPBC – CNR, Firenze*, p. 20;
3. Aldrovandi, A., Altamura, M.L., Chianfanelli M.T., Ritano, P., (1996), „*I materiali pittorici: tavolette, campioni per la caratterizzazione mediante analisi multispettrale*”, în *OPD Restauro*, 8, p. 191;
4. Atalla, R.H., VanderHart, D.L., (1984), *Science*, 223, 283;
5. Bacci, M., Picollo, M., (2000), „*Non-destructive detection of Colour in Painting Glasses*” în *Studies in Conservation*, XLI, 1006, p. 136;
6. Bacci, M., Picollo, M., Radicati, B., (1999), „*Sonde per misure in rifletanza di*  
*7. superfici pittoriche: evoluzione e stato dell'arte in iroe*”, în *Colorimetria e beni culturali, ICRPBC – CNR, Firenze*;
8. Bacci, M., Picollo, M., (1996), „*Non-destructives detection of Co (II) in paintings and glases*”, în *Studies in Conservation*, 41, p. 136;
9. Bacci, M., Bellucci, R., Picollo, M., Radicati, B., (1994), „*Spectroscopic Imagining and Non-destructive Reflectance Investigation using Fiber Optics*”, în *Proceedings of the 4th International Conference Non-destructive esting of Works of Art, Berlin, 3 – 8 October*, p. 162;
10. Bacci, M., Baroni, S., Casini, A. Lotti, F., Picollo, M., Casazza, O., (1992), „*Non- destructive spectroscopic investigation on paintings using optical fibers*”, în *Mat.Res.Soc.Symp.Proc.*, 267, p. 265;
11. Bacci, M., Baldini, F., Carla, R., Linari, R., (1991), „*A color Analysis of the Brancacci Chapel Frescoes, Part. I.*”, în *Applied Spectroscopy*, 45, p. 26;
12. Barattini, M., (1995), *Studio di leganti proteici impiegati nella pittura su tavola. Metodi di riconoscimento ed indagini sull'invecchiamento artificiale*, Ed. Universitàii din Modena;
13. Barbiroli, G., Raggi, A., (1999), „*La misura oggettiva del colore dei beni artistico- architettonici come elemento di conoscenza scientifica e applicativa*”, în *Colorimetria e beni culturali, ICRPBC – CNR, Firenze*, p. 29;
14. Bellamy, L.J., (1975), *Infrared Spectra of Complex Molecules*, Ed. Chapman and Hall, London;
15. Bellucci, R., Tozzi, A., Radicati, B., (1999), „*Le tecniche di indagine colorimetriche: Un'applicazione e una prospettiva di ricerca*”, în



Colorimetria e beni culturali, ICRPBC-CNR, Firenze, p.1;

16. Beet, A.E., (1956), *Analyst*, 81, 962, p.316;
17. Beet, A.E., (1955), *Nature*, 175, 155, p.513;
18. Beet, A.E., (1954), *J.Appl.Chem.*, 4, 7, p.373;
19. Blackwell, J., (1977), “*Infrared and Raman Spectra of Cellulose*”, în *Cellulose Chemistry and Technology*, J.C.Arthur, Ed.ACS Symposium Series 48; American Chemical Society, Washington DC, p.206;
20. Brazhnik, L.G., Zhabankov, R.G., Tsetsokho, T.A., Shiskho, A.M., (1991) *Zh. Prikl.Spektrosk.*, 53, 633;
21. Burmester, A., (1983), “*Far Eastern Lacquers: classification by pyrolysis mass spectrometer*”, in *Archaeometry*, 25. Nr.1 45-58;
22. Challinor, J.M., (1991), “*Scope of Pyrolysis methylation reactions*”, in *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 20 Amsterdam, p. 15;
23. Chiavari, G., Lanterna, G., Luca, C., Matteini, M., Prati, S., Sandu, I.C.A., (2002), „*Analysis of proteic binders by insitu pyrolysis and silylation*”, în *Chromatographia*, vol. 9, p.416;
24. Chiavari, G., Fabbri, D., Prati, S., (2001), “*Analysis of Fatty Materials used in Painting Layers by <in situ> Pyrolysis and Silylation*”, *Chromatographia*, 53, 5/6, p. 311;
25. Chiavari, G., Bocchini, P., Galletti, G.C., (1992), “*Rapid identification of binding media in paintings using simultaneous pyrolysis methylation gas chromatography*”, in *Science and Technology for Cultural Heritage, Journal of the “Comitato Nazionale per la Scienza e la Tecnologia dei Beni Culturali” CNR*, 1 Istituti Editoriali e Poligrafici Internazionali, Pisa-Roma, p. 153;
26. Chiavari, G., Ferretti, Silvia, Galletti, G.C., Mazzeo, R., (1991), “*Analytical pyrolysis as a tool for the characterization of organic substances in artistic and archaeological objects*”, in *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 20, p. 253;
27. Coats, A.W., Redfern, (1964), J.P., *Nature*, 68, p. 201;
28. Costache, D., (1974) *Analiza chimică prin metoda cinetică*, Ed. Academiei, R.S.R., București;
29. Cordaro, M., Borrelli, E., Santamaria, U., (2000), „*Il problema della misura del colore delle superfici in ICR: dalla colorimetria tristimulo alla spettrofotometria di riflettanza*”, în *Colorimetria e beni culturali. Collana Quaderni di ottica e fotonica*, 6 SIOF, Centro Editoriale Toscano, Firenze, p. 5;
30. Diaconescu, V., Obrocea, P., (1976), *Tehnologia celulozei și hârtiei*, vol. I și II, Ed. Tehnică, București;
31. Dorée, W.H., (1949), *Les Methodes de la Chimie de la Cellulose*, Ed. Dunod, Paris, p. 467;
32. Fairchild, M.D., (1998), *Color Apperance models*, Ed. Addison-Welsay, Reading, Massachusetts;
33. Fengel, D., Ludwig, M., (1991), *Das Papier*, 45, 45;
34. Fengel, D., (1991), *Das Papier*, 45, 97;
35. Filipovici, J., (1964) *Studiul lemnului*, vol. I și II, Ed. Didactică și

Pedagogică, București;

36. Freeman, E.S., Carroll, B., (1958), J. Phys. Chem., 62, p. 394;
37. Gettens, R.J., (1936), “*The Cross-Sectioning of Paint Films*”, in Technical Studies in the Field of the Fine Arts, V, p.18;
38. Gettens, R.J., Stout, G.L, (1936), “*The Stage Microscope in the Routine Examination of Paintings*”, in Technical Studies in the Field of the Fine Arts, IV, p.207;
39. Gettens, R.J., (1934), “*An Equipment for the Microchemical Examination of Paintings*”, in Technical Studies in the Field of the Fine Arts, II, p.185;
40. Gettens, R.J., (1932), “*A Microsectioner for Paint Films*”, in Technical Studies in the Field of the Fine Arts, I, p.20;
41. Ghelmeziu, N.G., (1981), Lemnul exotic. Proprietăți și utilizări, Ed. Tehnică, București;
42. Ghelmeziu, N., (1957), „*Proprietăți fizice ale lemnului*”, în Manualul inginerului forestier, Ed. Tehnică, București, p. 338;
43. Ghelmeziu, N., Suci, P.N., (1959), Identificarea lemnului, Ed. Tehnică, București;
44. Guineau, B., (1984), “*Microanalysis of painted manuscripts and colored archaeological materials by Raman laser microprobe*”, în Journal of Forensic Science, 29, p. 471;
45. Guineau, B., (1984), “*Nondestructive analysis of pigments by laser Raman microprobe spectrometry: examples of azurite and malachite*”, în Studies in Conservation, 29, p. 35;
46. Horii, F., Hirai, A., Kitamura, R., (1987), Macromolecules, 20, 2117;
47. Irwin, W.J., (1979), “*Analytical Pyrolysis - An Overview*”, in Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 1, p. 3;
48. Irwin, W.J., (1982), Analytical Pyrolysis, Marcel Dekker, New York;
49. Jbankov, R.G., (1964), I.K. spektrî țelliulozî i ee proizvodnie, Ed. Nauka i Technika, Minsk;
50. Kasterina, T.N., Kalinina, L.S., (1965) Analiza chimică a rășinilor sintetice și a materialelor plastice, Ed. Tehnică, București, p.28;
51. Kolthof, I.M., Sandall, E.B., (1948), Kolicestvennii analiz, Ed. Goshmizdat, Moskva;
52. Korşun, M.O., Gelman, H.E., (1949), Novîie metodî elementarnogo mikroanaliza, Ed. Goshmizdat, Moskva;
53. Kovacs, A., Borbely, I., Horkay, F., (1951), „*Determination of the Colour Tolerances of a Few Painting*”, în Hungarian Scientific Instrument, 52, p. 1;
54. Lalande, A., (1968), Vocabulaire technique et critique de la Philosophie, Ed. P.U.F., Paris;
55. Lalli, C., (1999) “*Analisi stratigrafiche su campioni in sezioni lucide e sezioni sottili*”, în OPD Restauro, Contributi, 11, Centro Di, Firenze, p. 207;
56. Lalli, C., Lanterna, G., (1999), “*Il campionamento e il prelievo; fasi*

*critiche per la coretta impostazione di una campagna analitica*”, în *Kermes, Arte e Tecnica del Restauro*, anno V, no. 14-15, anno 6, no. 16;

57. Lanterna, G., (1993), “*Il punto attuale sulle indagini dei leganti pittorici*”, in *Rev. OPD Restauro. Note di restauro*, 5, Ed. Centro Di, Firenze, p. 142;

58. Laurie, A.P., (1939), “*The Identification of Pigments used in Painting at different Periods, with a brief Account of Other Methods of Examining Pictures*”, în *The Analyst*, LV, p162; “*Methods of Testing Minute Quantities of Materials from Pictures and Works of Art*” în *The Analyst*, LVIII, 1933, p.468;

59. Laurie, A.P., (1914), *The Pigments and Mediums of the Old Masters*, London,;

60. Levy Hulot, G., (1946), *L'analyse immediate des bois*, Ed. Mason et Cie, Paris, p. 51 și 151;

61. Liebman, S.A., Levy, E.J., Wampler T.P., (1984), “*Developments in Pyrolysis Capillary GC*”; in *Journal Hrc and CC7*, 172-184;

62. Liebman, S.A., Levy, E.J (eds), (1985), *Pyrolysis GC in Polymer Analysis*, Marcel Dekker, New York; Low, M.J.D., Baer, N.S., (1977), “*Application of infrared Fourier transform spectroscopy to problems in conservation*”, în *Studies in Conservation*, 22, p. 116;

63. Luca, C., Sandu, I.C.A., (1998), “*Cercetări privind influența solvenților utilizați în procesele de conservare activă asupra suporturilor picturilor vechi cu straturi de preparație. (I). Compoziția chimică, analiza termică și studii IR ale suporturilor vechi din lemn moale*”, în *Revista de Chimie*, vol. 49, nr. 9, p. 638;

64. Lukacs, Gy., Kebuszek, B., (1985), “*The Control of Painting Technology with Colorimetry*”, în *Hungarian Scientific Instruments*, 60, p. 39;

65. Maltese, C., (1990), A.A.V.V., *I supporti nelle arti pittoriche. Storia, tecnica, restauro*, Ed. Gruppo Ugo Mursia, Milano;

66. Maltese, C., (1973) *Le tecniche artistiche*, Ed. Mursia, Milano;

67. Marchi, N., (1966), *Tecnologia del legno*, Ed. Marsilia, Padova;

68. Marrinan, H.J., Mann, (1956), J., *J. Polym. Sci.*, 21, 301;

69. McLaren, K., (1973), “*The Future for Colour Measurement in Paint Manufacture*”, în *J. Oil. Col. Chem. Assoc.* 56, p. 525;

70. Michell, A.J., (1993) *Cellulose Chem. Technol.*, 27, 3-15;

71. Michell, A.J., (1990), *Carbohyd.Res.*, 197, 53;

72. 72. Michell, A.J., (1988), *Carbohyd.Res.*, 173, 185;

73. Mielunas, R.J., Bentsen, J.G., Steinberg, A., (1990), “*Analysis of aged paint binders by FTIR Spectroscopy*”, în *Studies in Conservation*, 35, p.33;

74. Minkowski E., *Traté de Psychopathologie*, Ed. P.U.F., Paris, 1966;

75. Miranda, R., Yang, J., Roy, C., Vasile, Cornelia, (1999), *Polym. Degrad. Stab.*, 64, p.127;

76. Nakemoto, K., (1978), *Infrared Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds*, Ed. Wiley, New York;

77. Noble, W., Wheals, B.B., Whitehouse, M.T., (1974), “*Characterization of adhesives by pyrolysis-gas chromatography and infrared spectroscopy*”, în *Forensic Science*, 3 p. 163;
78. Oleari, C., (1999), *Colorimetria e beni culturali*, ICRPBC-CNR, Firenze, p.1;
79. Oleari, C., (1998), *Misurare il colore. Spettrofotometria, Fotometria e Colorimetria, Fisiologia e Percezione*, Ed. Hoepli, Milano, p. 121;
80. Paulik, F., Paulik, J., (1971), *Thermochim. Acta*, 3, 13, p. 17;
81. Paulik, F., Paulik, J., (1974), *Hung. Sci. Instrum.*, 13, p.1;
82. Paulik, F., Paulik, J., (1954 și 1955), *Brevete Ungaria: 144548/1954 și 143932/1955*;
83. Poinar, G.O., Haverkamp, J., (1985), “*Pyrolysis Mass Spectrometry in the Identification of Amber Samples*”; in *Journal of Baltic Studies*, 16, No.3.: 210-222;
84. Reich, L., Levi, D.W., (1963), *Makromol. Chem.*, 66, p. 102;
85. Reich, L., Levi, D.W., (1964), *Polymer Letters*, 2, p. 621;
86. Riganti, V., Gallotti, E., Lorusso, S., Gallotti, L., Marabelli, M., (1995), „*Deterioration of wool and linen textiles due to NO<sub>x</sub>*”, in *Science and Technology for Cultural Heritage*, 4 (I), p.51;
87. Rozmarin, Gh. și colab., *Celuloză și hârtie*, vol. 44, nr.1, (1995), p. 21;
88. Rozmarin, Gh., (1984), *Fundamentări macromoleculare ale chimiei lemnului*, Ed. Tehnică, București;
89. Rozmarin, Gh., Simionescu, Cr., Bulacovschi, V., Butnaru, R., (1973), *Chimia lemnului și a celulozei*, vol. II, Ed. Institutului Politehnic Iași;
90. Sandu, I., Sandu, I.G., (2005), *aspecte moderne privind conservarea bunurilor culturale*, vol. I., *Nomenclatură, terminologie și cazuistici*, ed. Performantica, Iași, P. 14;
91. Sandu, I., Ardeleanu, E., Sandu, I.G., (2004), “*Methods and elements applied in the authentication of the artworks*”, în *Analele Științifice ale Universității “Al. I. Cuza” Iași, Seria Teologie*, nr. 9 p. 521- 532;
92. Sandu, I., Vasilache, M., Sandu, I.G., (2003a), „*Metodologia autentificării monumentelor*”, în *Interacțiunea construcțiilor cu mediul înconjurător*, Ed. „Gh. Asachi”, Iași, p. 222-231;
93. Sandu, I., Dima, A., Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., Sulițanu, N., (2003b), „*Place and Scope of Scientific Investigation in Training Future Conservators and Restorers*” în *Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium of World Heritage Cities (OWHC)*, Ed. Technograph, Priftis, Rhodes, Greece, <http://www.ovpm.org/>, 105. doc.;
94. Sandu, I., Sandu, I.C.A., (2002a), *Chimia Conservării și Restaurării*, vol. II. *Studiul materialelor organice și chimismul proceselor de conservare și restaurare*, Ed. Corson, Iași;
95. Sandu, I., Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., (2002b), „*Expertize implicate în investigarea științifică a sitului Mănăstirii Probota*”, *Monumentul. Tradiție și*

viitor, vol. II, Ed. Junimea, Iași;

96. Sandu, I., Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., (2002c), *Colorimetria în artă*, Ed. Corson, Iași, p. 273;

97. Sandu I., Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., Doroftei, V., Olăeru, I.B., (2002d), „*Aplicațiile colorimetriei în valorificarea bunurilor de patrimoniu cultural*” în *Analele Științifice ale Universității „Al.I. Cuza”*, Seria Teologie, vol. XI, p. 137;

98. Sandu, I., Luca, C., Sandu, I.C.A., Ciocan, A., Sulițeanu, N., (2001a), „*Studiul compatibilității tehnicilor artistice vechi tradiționale cu noile materiale și metode de intervenție. II. Analiza colorimetrică*”, în *Revista de Chimie, București*, vol. 52, nr. 9, p. 485;

99. Sandu, I., Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., (2001b), „*Utilizarea metodelor termice de analiză în evaluarea stării de conservare și determinarea vechimii bunurilor de patrimoniu cultural*”, în *Monument-Tradiție și Viitor*, Ed. Junimea, Iasi, p 203;

100. Sandu, I., Sandu, I.C.A., Cudelcu, D., (1999a), „*Analiza multispectrală a materialelor picturale din structurile policrome ale operelor de artă*”, în *Știința, tehnica și arta conservării și restaurării patrimoniului cultural*, vol. III, Supliment al Analelor Științifice ale Universității „Al.I.Cuza” Iași, p. 349;

101. Sandu, I., Prodan, E., Sandu, I.C.A., Cudelcu, D., (1999b), „*Aspecte practice privind expertizarea, conservarea și restaurarea operelor de artă. II. Compatibilitatea tehnicilor artistice vechi tradiționale cu noile materiale și metode de intervenție*”, în *Revista Muzeelor, București*, anul XXXVI, nr. 5-6, p. 4;

102. Sandu, I., Rusu, N., Sandu, I.C.A., (1999c), „*Autentificarea și determinarea paternității prin metoda istoriografică. Analiză de caz*”, în *Știința, tehnica și arta conservării patrimoniului cultural*, vol. III, supliment al Analelor Științifice ale Universității „Al.I. Cuza” Iași, p. 377;

103. Sandu, I., Prodan, E., Sandu, I.C.A., Cudelcu, D., (1999d), „*Aspecte privind terminologia utilizată în expertiza operelor de artă. I. Noțiuni privind identificarea elementelor patrimoniale și determinarea stării de conservare*”, în *Revista Muzeelor, București*, anul XXXVI, nr. 3-4, p. 10;

104. Sandu, I., Prodan, Elena, Sandu, I.C.A., Cudelcu, D., (1999e), „*Aspecte generale privind terminologia utilizată în investigarea operelor de artă. I. Noțiuni de identificare a elementelor patrimoniale și determinarea stării de conservare*”, în *Revista Muzeelor, București*, vol. XXVI, nr. 3, p. 57;

105. Sandu, I., Sandu, I.C.A., van Saanen, A., (1998a), „*Investigarea științifică a operelor de artă. II. Metode moderne utilizate în analiza estetică*”, în *Analele Științifice ale Universității „Al.I. Cuza” Iași*, Seria Teologie, Tomul IV, p. 253;

106. Sandu, I., Sandu, I. C. A., van Saanen, A., (1998b), *Expertiza Științifică a Operelor de Artă*, vol.I (Autentificarea, stabilirea paternității și evaluarea patrimonială), Ed. Universității “Al.I.Cuza” Iași în colab. cu Ed.

TRINITAS Iași;

107. Sandu, I., Sandu, I.C.A., van Saanen, A., (1998c), *"Utilizarea criteriilor de evaluare în expertiza patrimonială a operelor de artă"*, Analele Științifice ale Universității "Al.I.Cuza" Iași, Seria Teologie, vol. II;

108. Sandu, I., Sandu, I.C.A., van Saanen, A., (1998d), *"Expertiza patrimonială a operelor de artă cu ajutorul criteriilor de evaluare"*, în Știința, tehnica și arta conservării patrimoniului cultural, vol. II, supliment al Analelor Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași, p. 27;

109. Sandu, I., Luca, C., Vasilache, V., Nicula, S., Sandu, I.C.A., Cernenco, U., (1997) *"Studii privind influența solvenților organici asupra deplasării echilibrului hidric al lemnului"*, în Știința, Tehnica și Arta Conservării și Restaurării Patrimoniului Cultural, vol.I, Supliment al Analelor Științifice ale Universității “Al.I.Cuza” Iași, p.89;

110. Sandu, I.C.A., (2003), *"Cercetarea proceselor de îmbătrânire a materialelor organice din structura picturilor vechi pe suporturi cu straturi de preparație"*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gh. Asachi” Iași;

111. Sandu, I.C.A., Luca C., Sandu, I., Vasilache, V., Sandu, I.G., (2002), *"Cercetări privind evaluarea îmbătrânirii suporturilor din lemn moale ale picturilor vechi cu straturi de preparație. III. Analiza termogravimetrică"*, în Revista de Chimie, București, vol. 53, nr. 9, p. 607;

112. Sandu, I.C.A., Luca, C., Sandu, I., Pohonțu, M., (2001a), *"Cercetări privind evaluarea degradării suporturilor din lemn moale ale picturilor vechi cu straturi de preparație. II. Spectroscopia IR și FTIR"*, în Revista de Chimie, București, vol. 52, nr. 7-8, p. 409;

113. Sandu, I.C.A., Sandu, I. G., Nicula S., Cudelcu, D., (2001b), *"Metodă pentru determinarea vechimii unor suporturi din material celulozic"*, Brevet RO 116844/2001 (Dosar OSIM 96-00883/29.04.1996);

114. Sandu, I.C.A., Luca, C., Sandu, I., Atyim, P., (2001c), *"Cercetări privind evaluarea degradării suporturilor din lemn moale ale picturilor vechi cu straturi de preparație. I. Compoziția chimică și analiza tehnică"*, în Revista de Chimie, vol. 52, nr.1-2, p. 46;

115. Sandu, I.C.A., Sandu, I.G., Sandu, I., (2001d), *Metodă de datare a suporturilor textile celulozice*, Dosar OSIM A00989/2001;

116. Sandu, I.C.A., (2001e), *"Caracterizarea prin piroliză-gaz-cromatografie și alte analize complementare a lianților organici proteici din picturile vechi"*, Lucrare de Dizertație, Specializare post-universitară la Opificio delle Pietre Dure, Florența;

117. Sandu, I.C.A., Sandu, I., Popoiu, P., van Saanen, A., (2001f), *Aspecte metodologice privind conservarea științifică a patrimoniului cultural*, Ed. Corson, Iași;

118. Sandu, I.C.A., Sandu, I., (2000a), *"Metodele investigării științifice utilizate în depistarea falsurilor"*, în Revista Muzeelor, București, vol. XXVII, nr. 4-6 p. 144;

119. Sandu, I.C.A., (2000b), *Principii fundamentale de teoria conservării*

și restaurării, Ed. Corson, Iași;

120. Sandu, I.C.A., Luca, C., Sandu, I., (2000c), „*Studiul compatibilității tehnicilor artistice vechi tradiționale cu noile materiale și metode de intervenție în procesele de conservare-restaurare. I. Aspecte teoretice*”, în Revista de Chimie, București, vol. 51, nr.7, p. 532;

121. Sandu, I.C.A., Luca, C., Sandu, I., (1999), „*Studiul degradării suporturilor din pânză ale picturilor prin îmbătrânire artificială*”, în Revista de Chimie, vol. 50, nr.12 p.902;

122. Sandu, I.C.A., (1998), „*Tipologia craclurilor picturilor vechi pe pânză și lemn*”, în Știința, tehnica și arta conservării patrimoniului cultural, vol. II, supliment al Analelor Științifice ale Universității „Al. I. Cuza” Iași, p. 71;

123. Sandu, I.C.A., Sandu, I. G., Cudelcu, D., Nicula, S., (1997), „*Metodă de datare a suporturilor papetare vechi*, în Știința, tehnica și arta conservării și restaurării patrimoniului cultural, Supliment al Analelor Universității „Al.I. Cuza” Iași, vol. I, Ed. Universității „Al.I.Cuza” Iași, p. 133;

124. Scicolone, G., (1993), A.A.V.V., *Dipinti su tela. Metodologie d'indagine per i supporti cellulosici*, Ed. Nardini, Firenze;

125. Simionescu, Cr., Grigoraș, M., Cernătescu-Asandei, A., (1964), *Chimia lemnului din R.P.R.*, Ed. Academiei R.P.R., București;

126. Simionescu, Cr., Grigoraș, M., Cernătescu-Asandei, A., (1973), Rozmarin, Gh., *Chimia lemnului din România. Plopul și salcia*, Ed. Academiei R.S.R., București;

127. Simionescu, Cr., Rozmarin, Gh., (1972), *Chimia lemnului și a celulozei*, vol. I., Ed. Institutului Politehnic Iași;

128. Shearer, J.C., Peters, D.C., Hoepfner, G., Newton, T., (1983), “*FTIR in the service of art conservation*”, în *Analytical Chemistry*, 55 p. 874;

129. Shedrinsky, A.M., Wampler, T.P., Baer, N.S., (1989), “*Pyrolysis Gas Chromatography (PYGC) applied to the study of natural waxes in art and archeology*”, Metropolitan Museum of Art, New York, 19;

130. Shedrinsky, A.M., Wampler, T.P., Indictor, N., Baer, N.S., (1989), “*The Application of Analytical Pyrolysis to Problems in Art and Archaeology: A review*”; in *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 15 393-412;

131. Shedrinsky, A.M., Wampler, T.P., Baer, N.S., (1988), “*The identification of dammar, mastic, sandarac and copal by pyrolysis gas chromatography*”, in *Wiener Berichte ueber Naturwissenschaft in der Kunst*, 4, 5;

132. Stephen, W.J., (1961), *Ind. Chem.*, 37, 432, p. 86;

133. Sugiyama, J., Person, J., Chanzy, H., (1991), *Macromolecules*, 24, 2460;

134. Swaminathan, V., Modhavan, N. S., (1981), *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 3, p. 131;

135. Tom, A., Boon, J.J., Eijkel, G., Poinar, G., (1988), “*A PyGC Survey of Ambers and Fossil Resins from Geological and Archaeological Sources*”,

Poster presented at 8th International Symposium “Pyrolysis 88”, Lund, June 13-17;

136. Vasile, C., Călugăru, E.M., Stoleriu, A., Șabliovschi, M., Mihai, E., (1980), *Comportarea termică a polimerilor*, Ed. Academiei R.S.R.;

137. Wampler, T.P., Levy, E.J., (1987), “*Reproducibility in pyrolysis. Recent developments*” in *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 12 75-82;

138. Wampler, T.P., Levy, E.J., (1986), “*Pyrolysis GC in the analysis of inks and papers*”, in *Mag. Liquid Gas Chromatogr.*, 4 1112-1115;

139. Wampler, T.P., Liebman, S.A., Levy, E.J., Barov, Z., (1985), “*Authentication of archaeological specimens by pyrolysis capillary gas chromatography*”, in R. B. Huntoon (Editor), *Chromatography as a Quality Control Tool*, Marcel Dekker, New York;

140. White, R., (1984), “*The characterization of proteinaceous binders in art objects*”, in *National Gallery Technical Bulletin*, 8 5-14;

141. de Witte, E., Terfve, A., (1982), “*The use of PY-GC-MS technique for the analysis of sintetic resins*”, in *Science and Technology in the service of Conservation - IIC Washington Congress*, 3-9 Sept. 1982, 16-18;

142. Wright, M.M., Wheals, B.B., (1987), “*Pyrolysis-mass spectrometry of natural gums, resins and waxes and its use for detecting such materials in ancient Egyptian mummy cases (cartonnages)*”, *J.Anal.Appl.Pyrolysis*, 11, p. 195;

143. Zeller, R.C., (1977), “*Colour Measurement in the Iron Oxide Pigment Industry*”, în *Journal of Coatings Technology*, 49, nr. 634, p. 91;

144. □□□□□, *Metodî isledovania țelliulozî*, Ed.Zinatne, Riga, 1981;

145. \* \* \*, *Les methodes scientifiques dans l’etude e la conservation des oeuvres d’art*, Ed. Laboratoires de Recherche des Musées de France, Ecole de Louvre, Paris, 1974;

146. \* \* \*, *Probleme de patologie a cărții. Culegere de material documentar*, vol.1-32, Ed. Bibliotecii Centrale de Stat, București, 1964-1966.