

educArt dossiers

QUAN L'ART ES TROBA AMB LA CIÈNCIA

M^NAC

MUSEU NACIONAL
D'ART DE CATALUNYA



1. Què us ofereix aquest dossier?

2. L'estudi i la conservació de les obres d'art, punt de trobada entre l'art i la ciència

2.1. Per què hem de conservar el nostre patrimoni?

2.2. La fragilitat del patrimoni: principals agents de deteriorament de les obres d'art

Tots nivells Tinguem cura dels propis «tresors»

3. Com cuidem les obres d'art al museu? La ciència al servei de l'art

4. Com podem explorar les obres d'art?

4.1 Mètodes d'examen global de les obres d'art

ESO BATX. Va de pigments blancs

Tots nivells Juguem al radiòleg?

4.2 Mètodes d'examen puntual de les obres d'art

ESO BATX. Identifiquem un aglutinant proteic: la cola animal

ESO BATX. Fabriquem un pigment

Tots nivells Identifiquem fibres de naturalesa diferent: cabell, cotó, llana, lli

ESO BATX. Fem-li el DNI a un pigment blau

5. Descubrim com treballen els artistes

5.1 La tria dels materials

Tots nivells La tela, un material per a l'art

Tots nivells El paper i les seves marques invisibles

Tots nivells Creem una escultura lleugera

Tots nivells Materials incompatibles

5.2 Procediments i processos de treball

Tots nivells Calquem

Tots nivells La pintura al fresc pas a pas

Tots nivells Fem, amb el pigment, pintura

6. Bibliografia i webgrafia

7. Annexos:

7.1 Taules, esquemes i fitxes

7.2 Per saber-ne +

Propostes per fer a l'escola

Tots nivells 6è EP, ESO i Batxillerat

ESO BATX. ESO i Batxillerat

1. Què us ofereix aquest dossier?

Aquest dossier educatiu és, fruit d'una col·laboració entre el Departament d'Educació i l'Àrea de Restauració i Conservació Preventiva del Museu Nacional d'Art de Catalunya, un recurs per abordar l'estudi del patrimoni artístic d'una manera transversal.

L'exposició *El museu explora. Obres d'art a examen*, comisariada per Mireia Mestre, ha estat l'oportunitat per divulgar el treball d'investigació que realitzen els professionals del museu a l'entorn de les obres d'art i mostrar la confluència i la complementarietat que es dona en aquest context entre les ciències i les arts.

El coneixement, la identificació i la valoració del patrimoni cultural i natural, i la implicació dels estudiants en projectes de conservació i salvaguarda d'aquest patrimoni són un objectiu transversal que apareix de manera recurrent en el currículum en tots els nivells educatius.

La primera part del dossier presenta la conservació del patrimoni i la seva fragilitat com el lloc de trobada entre l'art i la matèria, i mostra com aquesta tasca es desenvolupa en el context d'un museu com el Museu Nacional d'Art de Catalunya. La proposta que fem aquí als alumnes és que entrin en contacte amb aquesta realitat a través dels seus propis objectes, del patrimoni escolar o sentimental que els sigui més proper, i que facin recerca sobre com poden contribuir-ne a la conservació. Hem dedicat una part important a exposar els principals mètodes per explorar les obres d'art. En molts casos aquests mètodes tenen a veure amb els que s'utilitzen per explorar altres realitats més properes als alumnes, com per exemple el cos humà.

A la part final, us proposem descobrir, a partir d'obres d'art de la col·lecció i de les investigacions que n'hem fet, alguns aspectes curiosos sobre el treball dels artistes. Aspectes més informatius es complementen amb propostes pràctiques per fer a l'escola etiquetades per nivells educatius, que permeten treballar competències que tenen a veure amb les àrees de coneixement del medi social i natural, i educació visual i plàstica, a l'educació primària, com també amb aspectes relacionats amb la química, la física i les ciències socials, a la secundària i el batxillerat.



2. L'estudi i la conservació de les obres d'art

2.1. Per què hem de conservar el nostre patrimoni?

El nostre patrimoni és tot allò que som, que ens defineix i ens identifica com a cultura i com a poble. Les restes materials del passat són testimonis històrics que expliquen com érem i ens ajuden a entendre com som avui. De tots nosaltres depèn que aquest llegat arribi a generacions futures per tal que també puguin aprendre'n i gaudir-ne. A més, en l'actualitat, el concepte de patrimoni inclou, a banda dels béns culturals materials i immaterials, els espais naturals.



La noció de patrimoni i la seva conservació està lligada al concepte de valor. Aquesta idea d'allò que val la pena salvar ha anat canviant al llarg de la història en funció de les condicions socials i polítiques, els gustos imperants i el significat que s'ha atorgat a aquest patrimoni en cada moment. S'han conservat objectes, edificis, festes... segons el seu valor (estètic, artístic, d'ús, científic, formatiu, de raresa, de novetat, de commemoració), el significat polític o afectiu, o perquè formen part de la memòria col·lectiva.

La conservació del patrimoni també està lligada a lleis i organismes que en vetllen per la protecció. Des de l'any 1945, l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura (UNESCO) va començar a impulsar campanyes per protegir el patrimoni de la humanitat, que van concretar-se en l'aprovació, el 1972 a la conferència general de París, de la *Convenció sobre la protecció del patrimoni mundial, cultural i natural*. S'hi defineix la noció de bé cultural: monuments arquitectònics (palaus, castells, esglésies, fonts, estàtues); arxius i

biblioteques; museus i col·leccions públiques i privades (pintura, escultura, objectes d'art, d'interès ètnic, científic...); centres històrics de ciutats; jaciments arqueològics; jardins i parcs històrics; paisatges naturals d'interès especial per la flora, fauna i formacions geològiques, etc.

Alguns dels principals **organismes internacionals** que vetllen per la conservació del patrimoni són el Centre Internacional d'Estudis per a la Conservació i Restauració dels Béns Culturals (ICCROM), el Getty Conservation Institute (GCI), el Consell Internacional dels Museus (ICOM) i el Consell Internacional dels Monuments i Llocs Patrimonials (ICOMOS).

Dins aquest marc institucional, heu de tenir present que el **Museu Nacional d'Art de Catalunya** és un museu d'art amb col·leccions d'objectes (pintura, escultura, arts decoratives, dibuixos i gravats, fotografia...) que il·lustren més de 1.000 anys d'història de l'art del nostre país, i que la seva misió és l'estudi, la conservació, l'exposició i la difusió d'aquest patrimoni per al gaudi de tots els ciutadans. Per això, compta amb un equip interdisciplinari de professionals dedicats a aquesta tasca.

Per saber-ne +

Si voleu aprofundir més sobre la noció de patrimoni i la seva conservació

- Materials educatius de la UNESCO: <http://whc.unesco.org/> (castellà)
El patrimonio mundial en manos de los jóvenes:
conocer, atesorar, actuar
<http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-54-17.pdf>
- Projecte Patrimonio joven
<http://www.patriminiojoven.com/home.php> (castellà)
- ICCROM
http://www.iccrom.org/pdf/ICCROM_09_ManualSchoolTeachers_en.pdf
(anglès)



2.2. La fragilitat del patrimoni: principals agents de deteriorament de les obres d'art

Tots els materials de què està constituït el nostre món envelleixen, es transformen amb el pas del temps segons la interacció física i química que estableixen amb l'ambient on es troben. Les obres d'art estan fetes de materials orgànics i inorgànics que volen tornar als seus estats més estables i naturals. Per exemple, un metall vol tornar a ser mineral. Els artistes sempre han utilitzat materials de tota mena, alguns de la natura (pedra, fusta, ivori...) i d'altres que han obtingut a través de processos d'elaboració més o menys complexos (ceràmica, plàstic, teixit, paper, metall...). Aquests materials estan sotmesos a les mateixes lleis generals de transformació i envelliment que la resta del món material. La velocitat d'aquest deteriorament pot variar segons les característiques dels materials i les condicions ambientals en què es trobin.

taula p. 25

Les causes del deteriorament de les obres d'art són molt diverses i moltes vegades exerceixen una acció combinada que multiplica els efectes de degradació. En el gràfic que us proposem aquests agents apareixen ordenats en dos grans grups en funció de l'origen i del risc: natural o humà, i en ràpids i lents, segons el temps necessari per produir un dany real sobre les obres.

taula p. 26

Podríem imaginar els museus com a veritables hivernacles sense oxigen, on s'intenten crear les condicions ambientals idònies perquè el patrimoni perduri en les millors condicions durant el major temps possible. Els principals agents de deteriorament ambiental que actuen perniciosament sobre les obres d'art en un museu són:

- La humitat incontrolada. És la quantitat de vapor d'aigua continguda en l'atmosfera i un dels agents més nocius. Per controlar-la hem de saber la humitat relativa (quantitat de vapor d'aigua que hi ha en un volum d'aire a una temperatura determinada). Els més sensibles són els materials orgànics perquè són higroscòpics, és a dir, absorbeixen aigua de l'ambient o la deixen anar per equilibrar el seu contingut intern d'aigua en relació amb l'entorn. Quan la humitat relativa és molt alta es pot produir trencament de les fibres del paper o del tèxtil, proliferació de microorganismes (fongs, bacteris...) i corrosió als metalls. Si hi ha molta fluctuació, patiran també els objectes sotmesos a tensions internes. Mantenir la humitat relativa estable en les sales d'un museu és difícil perquè els visitants exhaleu vapor d'aigua i durant l'hivern l'edifici s'ha d'escalfar.
- La temperatura incontrolada. La seva importància té a veure amb la influència que exerceix sobre la humitat relativa. Quan és molt alta afavoreix la formació de microorganismes i accelera les reaccions químiques. Quan es produeixen canvis bruscos de temperatura els materials anisòtrops (que tenen una reacció diferent segons el sentit de les seves fibres) com, per exemple, la fusta, el paper, l'ivori o els objectes tensats de cuir o tèxtil es poden trencar.



1. Detall de la *Conversió de sant Pau* de Juan Bautista Maíno. Alteració de la pel·lícula pictòrica a causa d'un incendi.

2. *Dos rostres de la mateixa dona* de Ramon Martí Alsina. Degradació del suport per incompatibilitat dels materials constitutius del paper.

- La contaminació de l'aire. L'aire del museu pot contenir partícules sòlides o gasoses d'algunes substàncies contaminants procedents de l'exterior que de forma aïllada o en combinació amb altres factors, com ara la humitat relativa poden ser perjudicials per a les obres d'art. També hi ha substàncies contaminants d'origen intern; les més comunes són els àcids orgànics volàtils que poden tenir a veure amb algunes fustes, aglomerats i pintures utilitzats en la fabricació de vitrines o sistemes d'emmagatzematge.
- La llum incontrolada. La natural és la ideal per apreciar una obra d'art però és molt perjudicial per la radiació ultraviolada i infraroja que conté. Les entrades de llum natural es protegeixen amb filtres que impedeixen aquesta radiació. Els objectes més sensibles a la llum són els de materials orgànics (teixits, paper, colorants...). La intensitat de la llum i el temps d'exposició es fixen d'acord amb la naturalesa material de cada objecte.
- Atacs biològics. Es tracta dels microorganismes, insectes i petits animals que poden fer malbé les obres d'art (fongs, bacteris, insectes i petits rosegadors).

Per controlar aquests factors al museu hi ha un protocol d'inspecció i vigilància que es du a terme amb una periodicitat determinada per a cadascun dels aspectes.

Per saber-ne +

- Vegeu Bibliografia i webgrafia (p. 23)

Tots nivells

Tinguem cura dels propis «tresors»

Plantegem que els alumnes reflexionin sobre què constitueix el seu patrimoni personal i familiar.

- Quins són els objectes, les imatges, els costums, les cançons... que ja guardeu o que us agradaria conservar per a generacions futures? Per què? Quin valor els atribuiu? Quin missatge transmeten respecte de qui sou?
- Podeu fer-ne inventari. Relacioneu amb la classificació que haureu trobat a la documentació sobre patrimoni cultural de la UNESCO (patrimoni material, immaterial, moble, immoble, etc.) (vegeu pàgina 4).
- Trieu un d'aquests objectes personals (intenteu que entre tots hi hagi varietat d'objectes i de materials).
- Fotografieu cada objecte tal com es troba a l'espai on el guardeu o on l'exposeu a casa. Dibuixeu-lo amb detall i feu un petit text que expliqui quin és el valor que li doneu.
- Feu un petit informe sobre l'objecte i el seu estat de conservació. Utilitzeu la fitxa d'observació que us proposem a la pàgina 27 i la d'anàlisi dels materials de la pàgina 28.

fitxa p. 27

taula p. 28



- Analitzeu el lloc i la manera com conserveu aquest objecte a casa vostra en relació amb els materials amb què està fet i els principals factors de degradació (humitat, temperatura, etc.). Consulteu la taula de sensibilitat dels materials als agents de deteriorament i valoreu si ho esteu fent bé o si ho podríeu millorar.

taula p. 28

- Si volguéssiu exposar aquests objectes perquè no patissin cap alteració, com ho faríeu en relació amb els materials de què estan fets?

Podríeu fer el mateix exercici amb el patrimoni de l'escola (trofeus i premis esportius, documents, dibuixos, fotografies...), allò que guardeu com a «tresors» que expliquen la vostra història.

Per saber-ne +

- Consells pràctics de com cuidar els vostres objectes de valor en funció dels materials (Centre de Conservation du Quebec)
<http://www.ccq.gouv.qc.ca/index.php?id=23> (francès)
- Cuidar els vostres objectes (Victoria & Albert Museum)
<http://www.vam.ac.uk/page/c/caring-for-your-possession> (anglès)
- Idees per organitzar projectes de sensibilització envers la conservació del patrimoni en el vostre context
http://www.iccrom.org/fra/05advocacy_fr/05_02models_fr.shtml (francès)



3. Com cuidem les obres d'art al museu? La ciència al servei de l'art

Què cuidem al museu?

- Les obres d'art que exposem i guardem al Museu Nacional d'Art de Catalunya són objectes singulars i irremplaçables per a la nostra cultura. Una de les missions més importants és estudiar-les i cuidar-les bé per tal que altres generacions puguin comprendre millor el seu passat i sàpiguin interpretar el seu present.
- Les obres d'art són objectes d'enorme complexitat. Hi conflueixen valors molt diversos (materials, històrics, estètics, culturals, emocionals...) dels quals s'ocupen tradicionalment les ciències «culturals» o «humanístiques» (la història, la història de l'art, l'arqueologia, l'antropologia...). Però aquestes branques de la ciència són insuficients quan abordem la conservació d'aquest patrimoni artístic per al gaudi de generacions futures.
- Els materials que constitueixen les obres d'art, siguin naturals o manufacturats, estan en canvi continu. La seva degradació amb el pas del temps és un procés que no podem aturar, només retardar-ne la velocitat. Per dur a terme aquesta tasca tan important i delicada és imprescindible avui dia l'ajuda de les ciències experimentals, que no només analitzen, diagnostiquen i prescriuen pel que fa a la conservació i restauració de les obres d'art, sinó que també desvetllen nous significats (científics, tècnics) que n'enriqueixen la contemplació.

Qui ho fa?

- La complementarietat entre camps del saber. «Ciències» i «humanitats» es revelen com a imprescindibles per a l'estudi i la cura d'una obra d'art. La interdisciplinarietat dels equips (historiadors, historiadors de l'art, arqueòlegs, químics, especialistes en conservació preventiva, biòlegs, restauradors especialitzats en cadascun dels materials...) és una condició bàsica per portar a bon port la conservació del patrimoni artístic.
- L'equip de conservadors i conservadors-restauradors del Museu Nacional d'Art de Catalunya. La riquesa del patrimoni del museu pel que fa a les èpoques i els estils representats i a l'enorme varietat de materials constituents d'aquests objectes artístics, defineix el perfil de l'equip humà que en té cura. Una part està integrat per conservadors, formats en història, història de l'art i belles arts, especialitzats en els diferents períodes i les tipologies d'objectes de la col·lecció. En estreta col·laboració amb ells treballen els tècnics especialitzats en restauració i conservació preventiva. Aquest equip compta amb científics dedicats a les tasques de conservació preventiva i del laboratori químic, i amb un equip de conservadors-restauradors especialitzats: pintura sobre tela i pintura mural traspassada; pintura sobre taula, escultura de fusta policromada i mobiliari; documents sobre paper i fotografia, i materials petris, metalls i arts del foc. Aquest equip de conservadors-restauradors vindria a ser com a «metges» per a les obres d'art.



1. Intervenció de fixació sobre un fragment de pintura mural traspassada.
2. Intervenció de neteja sobre una escultura a les reserves.
3. Sutura en un revers de tela.
4. Intervenció de desinsectació d'un moble a les reserves del museu.

3. Com cuidem les obres d'art al museu? La ciència al servei de l'art

Com ho fem?

L'equip de conservadors i conservadors-restauradors té al seu càrrec l'estudi i la preservació de les col·leccions del museu. Això significa:

- **Programar i emprendre accions destinades a la prevenció de riscos, la conservació, la restauració i el manteniment de la integritat física de les peces de les col·leccions** que conformen els fons exposats i també de les emmagatzemades i dipositades o en préstec, i aquelles que són traslladades.
- **Estudiar també els aspectes materials i tècnics** de les obres per tal d'oferir assessorament científic i tècnic als historiadors de l'art, conservadors de col·leccions que interpreten les obres i les posen en relació amb el seu context historicoartístic.
- **Seguir un protocol pel que fa a la cura de les obres** que es podria concretar de la següent manera:
 - **Avaluar el risc.**
 - **Determinar l'estat de conservació d'una obra.**
 - **Diagnosticar les causes de les alteracions** i les patologies dels objectes, i eliminar-ne els riscos.
 - **Actuar sobre l'entorn** on es troba aquesta obra (sigui a les sales, *magatzems...*): **mantenir un clima estable i lliure de contaminació i plagues** (pols, gasos, rosegadors, insectes o microorganismes, etc.), **controlar les radiacions lumíniques**, i **ocupar-se de la seguretat de l'objecte** i per això es supervisen els sistemes d'ancoratge i d'exposició a sales, i els d'emmagatzematge als espais de reserves, i es vetlla per tal que tots els materials emprats en contacte amb les obres siguin inerts (no susceptibles de reaccionar químicament amb els materials de les obres) i compatibles.
 - **Avaluar l'estat en què es troba la peça**, la gravetat de la patologia i el risc o no de perdre informació és el que determina la urgència i el caràcter del tractament que s'ha de fer en cada cas. A vegades és suficient fer intervencions curatives i en altres casos cal fer-ne d'integrals.
 - **Tractar l'obra** si ho necessita.

Com a resum es pot dir que l'objectiu prioritari és crear un entorn estable i aconseguir les millors condicions d'exposició, emmagatzematge, manipulació, transport i embalatge. Es tracta, doncs, de minimitzar la degradació de les obres amb l'ajuda d'unes condicions de conservació adequades, els sistemes expositius més apropiats, el control estricte dels moviments d'objectes i els tractaments de restauració particularitzats.

Quan cal actuar?

La major part de les actuacions són de caràcter preventiu, però també s'apliquen tractaments curatius i intervencions de restauració. Aquestes últimes se situen en l'àmbit de la millora de la lectura estètica d'unes obres en les quals sovint han treballat restauradors de moltes generacions anteriors, amb criteris diferents dels actuals. Tanmateix, no per això es pretén retornar l'estat original de les obres, sinó respectar el pas del temps i les aportacions justificades que ja formen part de la història de la restauració a Catalunya i de la peça en concret.



1.



2.



3.

1. Neteja d'una escultura
2. Taller de restauració de pintura mural traspassada
3. Laboratori de restauració de paper

4. Com podem explorar les obres d'art?

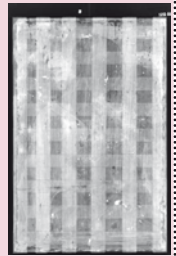
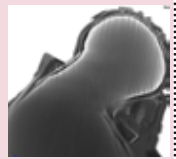
4.1. Mètodes d'examen global de les obres d'art

Què fem?: ■ Observem l'obra d'art de forma global i en la seva mida real

- No agafem cap mostra

TIPUS D'ANÀLISI		EN QUÈ CONSISTEIX?	QUÈ ENS PERMET OBSERVAR?	IMATGE OBTINGUDA
Exposem l'obra d'art a diferents tipus d'il·luminació	Examen amb llum rasant	Il·luminar tangencialment (angle entre 5° i 20°) la superfície de l'obra d'art i fer una fotografia	Mostra el relleu de la capa pictòrica: irregularitats, deformacions, textura, incisions, pinzellades o aixecaments de la capa pictòrica	
	Examen amb llum transmesa	Fer passar la llum a través de l'obra d'art (sempre que es tracti d'un cos semiopac). La font de llum se situa en la cara de l'objecte oposada a l'observador i es fa una fotografia	Revela aspectes de l'obra relacionats amb la diferència de gruix o densitat. Permet veure els llocs on hi ha hagut pèrdua de material, marques d'aigua i filigrana al paper	
	Examen amb llum ultraviolada o Fluorescència UV	Il·luminar l'obra amb radiacions ultraviolades emeses per una làmpada de Wood en un espai a les fosques i fer una fotografia + info p. 32 ESO BATX. p.11	Distingeix els materials afegits o repintades dels últims 50 anys, aplicats sobre un vernís més antic. Segueix l'evolució d'un procés de neteja i distingeix alguns materials i pigments	
Exposem l'obra a un tipus de radiació que travessa les capes superficials	Reflectografia IR (RIR)	Fer incidir sobre l'obra radiacions infraroges, que seran absorbides de manera diferent segons els tipus de materials. Una càmera processa la radiació reflectida per l'objecte per obtenir una imatge	Revela la presència de carboni i coure i permet estudiar els estrats subjacents de la capa pictòrica i posar de manifest dibuixos preparatoris, inscripcions amagades, etc.	

4. Com podem explorar les obres d'art?

TIPUS D'ANÀLISI		EN QUÈ CONSISTEIX?	QUÈ ENS PERMET OBSERVAR?	IMATGE OBTINGUDA
Exposem l'obra a un tipus de radiació que travessa les capes menys opaques	Radiografia RX	Registre fotogràfic visible que s'aconsegueix mitjançant el pas dels raigs X a través d'un objecte opac + info p. 32 Tots nivells p.11	Mostra l'estructura (el suport) i revela la presència de capes de pintura opaques (blanc de plom, vermelló...). La imatge obtinguda presenta intensitats diverses en funció de la capacitat que tenen els materials d'absorbir la radiació	
	Radiografia de neutrons	Registre fotogràfic obtingut en fer passar un feix de neutrons a través de l'objecte a estudiar. Es basa en la capacitat d'atenuació dels neutrons dels diferents materials vídeo	Mostra les capes de materials que no poden ser travessades pels raigs X, com el cas del plom, i revela els materials orgànics interns	

ESO
BATX.

Va de pigments blancs

Objectius

- Identificar la naturalesa química de tres pigments blancs aparentment iguals utilitzant únicament la llum ultraviolada

Per fer-ho necessitem

- superfície llisa per pintar (un tros de fusta per exemple)
- blanc de titani
- blanc de litopó
- blanc de zinc
- got d'aigua amb unes gotes de cola blanca
- làmpada UV
- pinzell
- ulleres especials per poder veure-hi amb llum ultraviolada

Preparació

Dividir la superfície per pintar en tres zones a, b i c. La primera amb una barreja de blanc de titani i una mica de cola i aigua, la segona amb una barreja de blanc de zinc i una mica de cola i aigua i la tercera amb una barreja de blanc de litopó i una mica de cola i aigua.

Deixar-ho assecar.

Sou capaç de distingir a ull nu quin blanc és quin? Com ho podríeu saber?

Si il·lumineu la superfície amb llum ultraviolada veureu que cada producte té una fluorescència de color diferent: el blanc de titani presentarà una fluorescència violeta blava fosca; el blanc de zinc, groga intensa, i el blanc de litopó, grisa bruna violeta

**El mateix exercici es pot fer per identificar un vernís:*

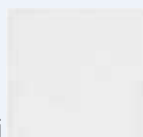
- goma laca + ocre (fluorescència taronja)
- vernís dammar + ocre (fluorescència verdosa)
- vernís nitrocel·lulòsic + ocre (fluorescència lletosa groguenca)

+ info p. 32

Blanc titani

llum blanca

fluorescència UV



oli



Pigment de blanc de titani observat amb llum blanca i amb llum ultraviolada.

Tots
nivells

Juguem al radiòleg?

Objectius

- Aprendre a interpretar una radiografia
- Comparar la radiografia d'un fragment del cos d'una persona i la radiografia d'una escultura
- Interpretar en la imatge radiogràfica l'escala de grisos en funció de la densitat i el pes atòmic dels components que han estat radiografiats en cada cas: en les persones, carn (vísceres, musculatura, nervis, aparell circulatori), ossos, pernys i plaques metàl·liques (en cas d'operació). En l'escultura de Damià Campeny, fusta massissa, llistons de fusta més prima, tela encolada, claus de forja

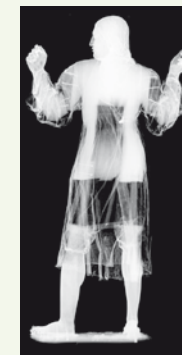
Per fer-ho necessitem

- radiografies de diferents parts del cos humà (si pot ser d'alguna persona que porti pròtesi, grapes, claus o elements metàl·lics)
- la radiografia de sant Joan que us proporciona el museu
- caixa de llum o finestra per poder observar la radiografia del cos humà
- taula periòdica dels elements químics

Preparació

- Visualitzar les dues radiografies
- Comparar les zones de grisos, blancs i negres per identificar la naturalesa dels materials constitutius en cada cas

Com veieu, en la radiografia del cos humà, la zona de la carn (constituïda per C, O, H, N, de pes atòmic molt baix) és fosca i la dels ossos, al contrari, és blanca per la seva major densitat i pel fet que els nombres atòmics dels seus constituents (Ca i P) fan que siguin més opacs als raigs X.



amplia p. 30

disponible app

+ info p. 32

Figura de sant Joan pertanyent al *Sant Enterrament* de Damià Campeny. Radiografia i gràfic de l'estructura.

4.2. Mètodes d'examen puntual de les obres d'art

Què fem?:

- Observem una part de l'obra de forma augmentada
- Prenem una mostra, un fragment microscòpic
- Identifiquem materials

TIPUS D'ANÀLISI	EN QUÈ CONSISTEIX?	QUÈ ENS PERMET OBSERVAR?	IMATGE OBTINGUDA
Microscòpia	Microscòpia estereoscòpica	Observar amb una lupa (que pot arribar a 200 augments) una superfície o una mostra, sense cap tipus de preparació específica. Les imatges obtingudes es poden documentar fotogràficament	Mostra el detall, la morfologia en tres dimensions i les textures d'alteracions, clivellats, superposició de capes, etc.
	Microscòpia òptica	Observar preparacions de mostres fins a 1.000 augments, i enregistrar-les fotogràficament gràcies a un sistema de lents i diferents tipus d'il·luminació	Mostra les formes, mides i colors de diferents materials (fibres, fustes o pigments). També la distribució en capes dels materials en observar una secció transversal (estratigrafia) d'una mostra de policromia
	Microscòpia electrònica de rastreig	Resseguir la superfície d'una mostra amb un feix d'electrons enfocat que permet obtenir imatges en blanc i negre d'alta resolució i de més de 10.000 augments	Obté informació en blanc i negre sobre la morfologia de la superfície de la mostra i la distribució de la composició química de la mostra

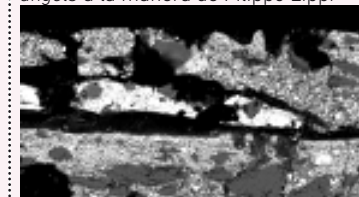
Imatge d'una mostra de pintura mural de Sant Climent de Taüll



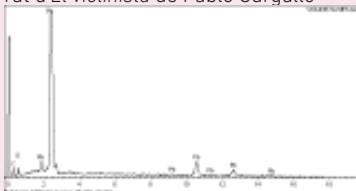
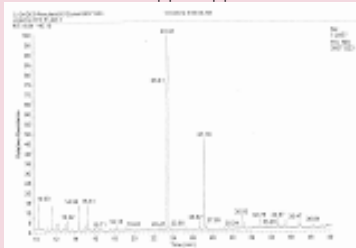
Estratigrafia d'una mostra de la Mare de Déu amb el Nen i dos àngels a la manera de Filippo Lippi



Estratigrafia d'una mostra de la Mare de Déu amb el Nen i dos àngels a la manera de Filippo Lippi



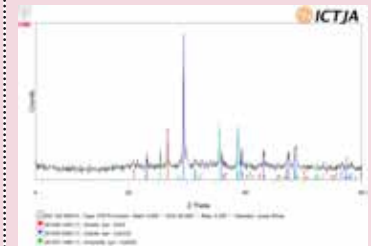
4. Com podem explorar les obres d'art? | Taula dels mètodes d'exàmen puntual de les obres d'art

TIPUS D'ANÀLISI		EN QUÈ CONSISTEIX?	QUÈ ENS PERMET OBSERVAR?	IMATGE OBTINGUDA
Espectroscòpia	Espectroscòpia de raigs X per separació d'energies	Sistema d'anàlisi associat al microscopi electrònic. Es basa en els salts d'electrons que provoca la incidència del feix en els àtoms, que acaben emetent uns RX característics	Obté una representació gràfica (espectre) on s'observen quins elements de la taula periòdica hi ha en un punt de la mostra analitzada + info p. 34	Espectre d'un fragment de metall alterat d' <i>El violinista</i> de Pablo Gargallo 
	Espectroscòpia FTIR	Tècnica basada en la interacció de la radiació infraroja (IR) amb la matèria, que fa vibrar els enllaços moleculars d'una forma característica per a cada compost químic. L'energia d'aquesta vibració es pot representar gràficament en un espectre	Identifica compostos moleculars de la fórmula química. Així doncs, permet identificar sulfats, proteïnes, greixos, carbonats, etc. La identificació es fa sovint per comparació amb espectres de materials de referència + info p. 35	Espectre IR d'una mostra de metall alterat d' <i>El violinista</i> de Pablo Gargallo 
Altres tècniques complementàries	Tests de reacció química ESO BATX. p.15 ESO BATX. p.15	Tipus de prova que consisteix a identificar a partir d'una reacció química (que provoca un canvi de color, olor, gas, emanacions...) la naturalesa d'un compost (pigment, aglutinant...)	Serveix per conèixer part de la composició elemental d'un producte (si conté ferro, plom, coure, nitrogen, etc.)	Imatge d'una microanàlisi a la gota 
	Tècniques cromatogràfiques	Tècnica de separació i identificació de compostos químics basada en la diferència d'afinitats que presenten les substàncies per un material adsorbent, que fa que aquestes hi quedin més o menys retingudes	Ajuden a identificar compostos orgànics, que es poden trobar molt barrejats en la mostra analitzada, com ara aglutinants, vernissos, colorants o productes orgànics afegits + info p. 36	Cromatograma d'una mostra de la <i>Mare de Déu amb el Nen i dos àngels</i> a la manera de Filippo Lippi 

4. Com podem explorar les obres d'art? | Taula dels mètodes d'exàmen puntual de les obres d'art

TIPUS D'ANÀLISI		EN QUÈ CONSISTEIX?	QUÈ ENS PERMET OBSERVAR?	IMATGE OBTINGUDA
Altres tècniques complementàries	Difracció de RX	Tècnica analítica que permet identificar cristalls (de minerals, per exemple), a partir del fenomen de difracció que es produeix entre les ones de RX i les distàncies d'enllaç de la xarxa cristal·lina	Distingeix entre productes que tenen diferent forma cristal·lina però la mateixa composició química, com per exemple el blanc de titani (òxid de titani) que es pot presentar en forma de rútil o anatasa. Permet observar alteracions provocades per la temperatura	Espectre de difracció de RX d'una mostra de pintura mural de Sixena

+ info p. 36



Activitat Resum

- Microscòpia
- Espectroscòpia
- Difracció RX



ESO BATX. Identifiquem un aglutinant proteic: la cola animal

Objectius

- Identificar a partir de dues mostres d'aglutinants diferents la seva naturalesa: proteic (cola d'animal) o gras (oli de llinosa).
- Aprofitar la descomposició dels aminoàcids (que contenen nitrogen) presents al col·lagen de la cola animal, per diferenciar, amb una petita quantitat de mostra, si un aglutinat és proteic o no.

Per fer-ho necessitem

- òxid de calci (CaO)
- mostra de cola animal seca
- mostra d'oli de llinosa seca
- aigua
- 2 petits tubs de vidre
- plastilina
- paper indicador de pH
- guants de cautxú
- davantal
- encenedor
- pinça de fusta per estendre la roba

Preparació

- Dipositar un polsim de cada mostra dins un tub de vidre diferent
- Afegir un polsim d'òxid de calci
- Introduir la punta d'una tira de paper de pH prèviament mullat amb aigua abans de tancar els tubs amb la plastilina,
- Apropar el tub, agafat amb la pinça, a la flama fins que es vegin emanacions i canvi de color del paper de pH
- Observar el canvi de color del paper i anotar el valor de pH obtingut a partir de la comparació amb les referències

En la mostra de cola animal es desprèn amoníac (procedent de la descomposició dels aminoàcids, afavorida pel medi bàsic que proporciona el CaO). En presència d'amoníac el valor de pH passa del neutre (color groguenc) a un pH bàsic (color violeta). En el cas de la mostra d'oli de llinosa no s'observa cap canvi de color.



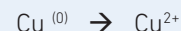
Cola animal utilitzada com a aglutinant:
cola de pell d'esturió, a l'esquerra,
i cola de conill, a la dreta.

ESO BATX. Fabriquem un pigment

Objectius

- Reproduir la síntesi d'un pigment verd ja practicada pels romans i descrita en tractats de pintura antics com el de Teòfil

- Observar el procés d'oxidació-reducció de coure en medi àcid:



Per fer-ho necessitem

- 1 petit fragment de coure metàl·lic o d'un objecte que contingui coure (llautó o bronze)
- àcid acètic o vinagre amb flascó comptagotes
- guants
- davantal
- placa de Petri
- campana

Preparació

- Posar el fragment de metall de coure en una placa de Petri
- Afegir unes gotes d'àcid acètic damunt el metall, tancar amb la tapa i deixar passar 24 hores
- Observar els canvis de color i textura que han esdevingut

En època medieval s'obtenien pigments verds fent un tractament similar a aquest. Es podia afegir, opcionalment, sal comuna per obtenir diferents tonalitats.

De fet, en aquesta reacció no s'obtenia un producte únic (l'acetat de coure), sinó que per reacció amb la humitat i altres elements ambientals s'obtenia una gran varietat de sals: acetats i hidroxiacetats de coure amb diferents graus d'hidratació. La presència de la sal comuna també afavoria la formació de clorurs i hidroxiclors de coure. Segons els compostos finalment formats, la tonalitat del verd obtingut variava d'un color blavós al verd intens, passant per un to grisós.



Per saber-ne +

- <http://rd.springer.com/article/10.1007/s00339-012-7483-4>



Identifiquem fibres de naturalesa diferent:

cabell, cotó, llana i lli

Objectius

- Descobrir, a partir d'un experiment senzill (observació augmentada a través del microscopi), la naturalesa d'aquestes fibres
- Comparar l'estructura externa d'una fibra per identificar-ne la naturalesa animal (cabell i llana) o vegetal (cotó i lli)

Per fer-ho necessitem

- mostra de fibres de fil de llana
- mostra de fibres de fil de cotó
- mostra de fibres de fil de lli
- mostra de cabell humà
- portaobjectes
- microscopi (x 100)
- cobreobjectes
- aigua destil·lada
- agulles
- vidre de rellotge

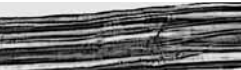
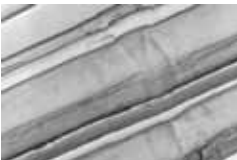
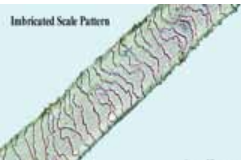
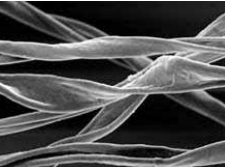
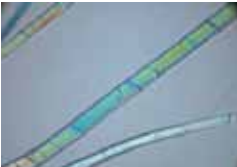
Preparació

- Desfer la torsió del fil i submergir-lo en aigua destil·lada dins del vidre de rellotge
- Separar les diferents fibres d'un fil amb l'ajuda d'agulles
- Disposar les fibres en paral·lel sobre un portaobjectes i afegir una gota d'aigua
- Col·locar el cobreobjectes suaument, amb ajuda d'una agulla per evitar la formació de bombolles
- Comparar les imatges obtingudes de les fibres sota el microscopi amb un augment de (x100), amb les fotografies de referència



Paper del segle XVIII procedent de l'obra *Retrat de Pierre-Louis Laideguive* de Quentin de La Tour vist al microscopi. Descobrim fibres de cotó, lli i llana procedents dels draps que intervenen en la seva fabricació.

Patrons i imatges obtingudes al microscopi de diferents tipus de fibres

Cotó	Lli i cànem	Cabell/llana	Fibra artificial o sintètica
 Les fibres apareixen en forma de cinta amb convulsions. No presenta marques transversals	 Les fibres es presenten en forma de canya amb nusos. Presència de marques transversals en forma de creu «X» o de «V»	 Ofereix un aspecte com d'escames	 Les fibres tenen un aspecte uniforme, sense interrupcions, i de contorn regular. El diàmetre de les fibres és mes o menys homogeni
			
			

Aquestes 4 fibres es poden trobar dins les obres d'art. El lli és la fibra més utilitzada com a tela per pintar. La introducció de la tela de cotó es va fer a finals del segle XVIII. La crin de cavall (semblant al pèl humà) s'ha utilitzat com a ànima del fil d'or i d'argent en combinació amb la llana i la seda per fabricar tapissos.

S'ha de saber també que si es cremen les fibres de llana o el cabell, la presència de queratina alliberarà una olor característica de pell cremada. Al contrari, les fibres d'origen vegetal (cotó, lli) alliberaran una olor de paper (cel·lulosa) cremat.

Fem-li el DNI a un pigment blau

Objectius

- Identificar un pigment blau en una obra del segle xv

Quina pregunta ens hem de fer?

Quin és el **pigment blau** que va utilitzar el pintor de la *Mare de Déu amb el Nen i dos àngels* al segle xv?



De quin pigment blau es tracta?

Estratigrafia d'una mostra de la *Mare de Déu amb el Nen i dos àngels* a la manera de Filippo Lippi. Segona meitat del segle xv.

Evidències

Si aquest quadre es va pintar en la mateixa època que va viure Filippo Lippi, durant el segle xv, ja en l'edat moderna, els materials presents a l'obra hauran de ser coherents amb els materials utilitzats llavors. Feu una ullada a la taula de la pàgina 31 i descobriu:

taula p. 31

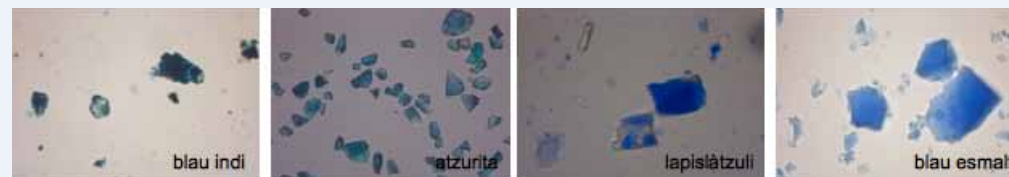
-Quants pigments blaus diferents s'han identificat en la història de la pintura, de la prehistòria a l'actualitat? _____

-Quins eren els pigments blaus utilitzats durant el Renaixement a l'època en què es va pintar aquest quadre?

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____

Hipòtesi

Veiem al microscopi òptic (500x) mostres d'aquests quatre possibles pigments:



-Quin dels quatre penseu que s'assembla més al blau que apareix a la mostra?

Si comparem aquestes mostres amb la que estem observant semblaria, tant pel tipus de blau que presenta com per la forma i la mida de partícula, que podria tractar-se de l'atzurita.

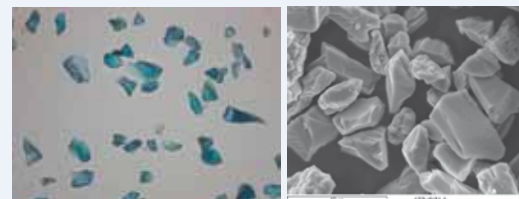
Comprovem la nostra hipòtesi

Fem el DNI a aquest pigment i veiem si coincideix amb l'atzurita

Quin aspecte té?

Fem la foto del DNI

- Observem una mostra (un petit fragment) d'aquest pigment blau amb el microscopi òptic (500x). Aquesta imatge ens dona informació sobre alguns dels aspectes:
 - el color blau
 - la forma triangular i l'heterogeneïtat de les seves partícules
- Fem la mateixa observació amb el microscopi electrònic. Aquesta imatge ens permet veure amb detall la forma del pigment i la mida de partícula (al voltant de 20-30 microns)



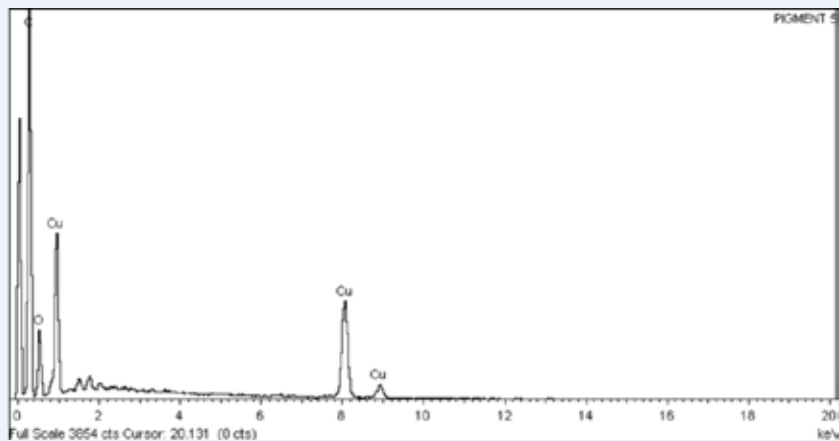
+ info p. 32

A quina família pertany?

Esbrinem el seu cognom

-Fem una espectroscòpia EDX

(vegeu a l'esquema en què consisteix). En aquesta representació gràfica (espectre) podem veure que és un pigment de la família de compostos del coure (Cu) però no sabem encara quina és la fórmula química. (Sabem el cognom però no el nom complet).



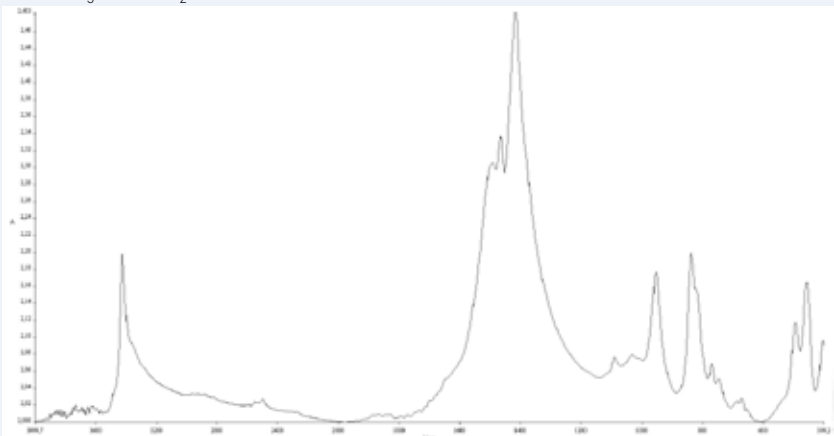
Espectre del pigment blau atzurita.

+ info p. 34

Esbrinem el nom i el cognom

-Fem una espectroscòpia FT-IR

(vegeu a l'esquema en què consisteix). Si es compara l'espectre obtingut, amb patrons de referència, sabem que es tracta, concretament, del carbonat bàsic de coure, $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$



Espectre IR del pigment blau atzurita.

+ info p. 35

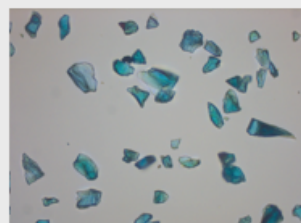
Altres informacions

El seu origen, la seva empremta, la seva signatura

-Fem una difracció de RX

Determinen l'estructura cristal·lina del pigment, és a dir, de quina manera es distribueixen en l'espai els àtoms que formen aquest compost, i trobem la xarxa tridimensional que formen. En aquest cas es tracta d'un sistema monoclínic. Col·loquem cada informació al lloc que li correspon

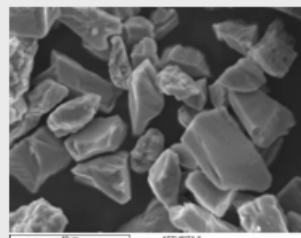
DOCUMENT D'IDENTITAT DEL PIGMENT: **BLAU ATZURITA**



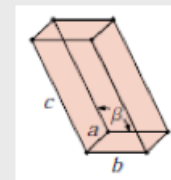
NOM: Carbonat bàsic de coure/ $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

ORIGEN: mineral natural

CRISTALLS: sistema monoclínic



FOTOGRAFIA



+ info p. 36

L'estudi que ens ha permès identificar aquest pigment com a blau d'atzurita ens informa també que l'obra a la qual pertany la mostra és anterior al segle XVIII, moment en el qual va deixar d'utilitzar-se aquest pigment. La mida força gran de la partícula ens ratifica que es tracta d'un pigment que ha estat molt de forma manual i no mecànica, com és el cas dels pigments moderns, i que, per tant, es tracta d'un pigment antic.

A l'hora de netejar la pintura haurem d'evitar qualsevol producte alcalí que destruiria el color blau del pigment i el tornaria blanc.



El procés de treball dels artistes deixa empremtes en les seves obres que es fan evidents quan restauradors i conservadors les estudien de prop.

Conèixer en profunditat les tècniques i els materials és imprescindible per al procés de creació i també per a l'anàlisi d'una obra d'art.

Analitzar una obra des del punt de vista material aporta, als especialistes, dades sobre els processos de treball de l'artista, les tècniques emprades, els treballs preparatoris que s'hagin pogut realitzar o les vicissituds que ha tingut l'obra després de la seva creació.

El primer pas per a la realització d'una obra és la tria dels materials, un moment decisiu que en condicionarà el resultat estètic, però també la perdurabilitat. Descobrir més coses dels materials i dels processos que han fet servir els artistes pot ser engrescador per als alumnes i una bona font d'inspiració per a l'experimentació a l'escola.

Tots
nivells

5.1. La tria dels materials

La tela, un material per l'art



Isidre Nonell, *Julia*, 1908, Oli sobre tela + revers d'aquesta obra

La tela és el suport més freqüent de la pintura a l'oli des del segle XVI. Tradicionalment, s'han utilitzat teles de fibres vegetals.

Experimentem

Trobem teles de diferents tipus, retalls de vestits, draps, etc, mirem-los amb una lupa, observem i dibuixem les diferències en les seves trames. Utilitzem aquesta col·lecció de teles i fem proves per a la seva preparació:

- Rebaixem cola blanca amb aigua. Amb una paletina fem unes quantes capes d'aquesta preparació sobre diferents tipus de teles. Deixem-ho assecar bé i després pintem-hi amb guaixos, acrílics o olis
- Afegim a la mateixa cola rebaixada un guix prim, com l'Aguaplast, fins aconseguir una barreja consistent com un iogurt. Preparem altres teles amb diverses capes d'aquesta barreja. Deixem-ho assecar bé i després pintem al damunt amb guaixos, acrílics o olis
- Observem les diferències en els resultats, comparem què ha passat amb els dos tipus de preparació i les teles de fibres naturals i les artificials, si la pintura s'hi ha adherit o no, la qualitat dels colors en cada cas, etc. Anotem les nostres observacions o fem el nostre propi mostrari de teles

Tots nivells

El paper i les seves marques invisibles



1. Jacques Callot. *Setge de Breda*, 1627-1628. Aiguafort sobre paper.
2. Detall de la filigrana del paper.

La manera com s'ha fabricat un paper deixa uns senyals en el full, molt útils per conèixer-ne la datació o procedència. El més rellevant d'aquests senyals és la filigrana, un distintiu del fabricant que apareix quan s'examina el paper per transparència. En els sis fulls que formen aquest gravat s'ha descobert una filigrana, inèdita fins ara, en el repertori de Callot, però present en un altre exemplar idèntic conservat a França. Altres característiques de fabricació, així com la composició del paper i de la tinta testimonien una manera típica de treballar, anterior al segle XVIII, encara sotmesa a processos artesanals però amb materials de gran qualitat i permanència.

Descobrim

Incorporar la marca del fabricant, de l'editor o de l'autor del gravat forma part del procés d'elaboració del paper.



1. La filigrana, invisible a simple vista, es fa amb un fil de coure que reproduceix el dibuix o emblema.



2. Aquesta marca es cus a l'estructura, anomenada forma



3. La forma se submergeix a la pasta de paper per fer el full.

4. En la zona de la filigrana, el paper queda més prim i translúcid, per això és visible sobre una superfície lluminosa.



Trobareu molta informació sobre l'elaboració del paper i les filigranes al Museu Molí Paperer de Capellades <http://www.mmp-capellades.net/>

20 | Quan l'art es troba amb la ciència

Tots nivells

Creem una escultura lleugera



1. Damià Campeny Estrany
Mare de Déu del Misteri del Sant Enterrament, pas processional de Setmana Santa, 1817
Fusta policromada i tela encolada

2. Radiografia de la Mare de Déu

L'encàrrec d'un grup escultòric complex i de grans dimensions comporta un treball preparatori per concebre'l i projectar-lo. Relacionats amb aquesta obra de Campeny s'han conservat dibuixos, esbossos tridimensionals i relleus de terracota que permeten reconstruir les fases del procés creatiu. El repte del contracte que li havia fet el Gremi dels Revenedors de Barcelona era aconseguir un monument espectacular per a la popular processó de Dijous Sant, que pogués rivalitzar amb la resta de passos sense carregar un pes excessiu a les espatlles dels portadors. L'ús de teles encolades per modelar els volums dels cossos i de la indumentària, una solució que l'escultor recull de la tradició barroca, contrasta amb l'estètica neoclàssica de les actituds i els rostres dels personatges.

Experimentem

Imaginem que ens han encarregat una escultura que sigui el més lleugera possible i sobre algun tema relacionat amb alguna festivitat de l'escola. Abans de l'execució:

- Fem esbossos de les idees sobre el tema, busquem referents i els dibuixem...
- Decidim les mides de l'escultura i si ha de tenir una estructura interna
- Busquem materials que siguin prou lleugers: suro, tela, Porexpan, escuma, paper, reixa metàl·lica, plàstics reciclats, etc.
- Provem les característiques d'aquests materials i com podem acoblar-los o enganxar-los

El recurs que va fer servir Campeny de la tela encolada és una manera fàcil de crear volums. Provem-ho! Cal submergir les teles en solucions de cola i aigua i deixar-les assecar sobre motllos o estructures que els proporcionin la forma desitjada

Si voleu saber més coses sobre Campeny i l'encàrrec d'aquesta escultura, consulteu la premsa de l'època (*La Gasetta de les Arts*, 56) i la nombrosa bibliografia. L'encàrrec li va fer el Gremi dels Revenedors, que és un dels més antics de Barcelona i que continua en actiu, conegueu-ne la història, la seu on es troba i el seu patrimoni artístic a:

<http://www.santmiquelrevenedors.cat/index.php/historia>

disponible app



Tots
nivells

Materials incompatibles



Pablo Gargallo
El violinista, 1920
Planxes de plom sobre ànima de fusta

Gargallo va crear una escultura de plom amb ànima de fusta, dos materials que amb el temps han resultat incompatibles. Algunes de les planxes de plom van començar a inflar-se i provocar deformacions que alteraven la superfície. Per avaluar el grau d'afectació del plom i conèixer com era l'interior d'*El violinista* no es podia recórrer als raigs X, incapaços de penetrar en els materials pesats i densos com el plom. En canvi, la radiografia de neutrons i la tomografia han permès de veure com està construïda l'escultura i de localitzar les zones interiors afectades per la carbonatació del plom, una degradació iniciada pels compostos orgànics volàtils emesos per l'ànima de fusta i que s'ha anat agreujant al llarg dels anys.

Experimentem

La recerca al voltant d'aquesta peça és un bon exemple d'aplicació del mètode científic, en què s'ha intentat contestar aquestes preguntes:

- Quin és el problema d'aquesta peça?
- Quina pregunta ens hem de fer?
- Quines són les evidències de què partim? (observacions, documentació...), de quins materials està feta?, quines són les alteracions visibles?
- Quines hipòtesis podem treure d'aquestes observacions?, com les podem comprovar?, quina mena de proves hem de realitzar?
- Quins experiments podem fer per descobrir més coses del problema?
- Quin tipus de professionals ens podrien ajudar en aquesta investigació?, de quines especialitats?
- Es pot demostrar la hipòtesi després de tota la investigació?
- Hi ha alguna solució al deteriorament?

Provem d'aplicar el mètode científic, tot fent-nos preguntes similars a aquestes, per investigar algun cas d'un objecte de l'escola o del barri que s'estigui deteriorant per una causa desconeguda.

disponible app

vídeo

5.2. Procediments i processos de treball

Tots
nivells

Calquem



1. Marià Fortuny
Autoretrat
Roma, cap a 1858
Oli sobre tela

2. Marià Fortuny
Autoretrat
Roma, cap a 1858
Llapis sobre paper

Per preparar la pintura de l'*Autoretrat*, Fortuny fa un primer dibuix a llapis sobre paper. Un esquema d'aquest dibuix superposat a la pintura permet comprovar la coincidència exacta, en dimensions i forma, de les dues obres. També la reflectografia infraroja, que travessa la capa pictòrica, revela un dibuix preparatori sobre el llenç, pràcticament igual al que hi ha sobre paper. Totes aquestes expressions de l'autoretrat posen de manifest el laboriós procediment pictòric que Fortuny ha fet servir: un primer treball a mà alçada fins aconseguir la imatge desitjada, un transport d'aquesta imatge al llenç, mitjançant el calc, i una execució pictòrica final més lliure i desdibuixada.

Experimentem

El calc permet repetir una composició amb precisió i traslladar un dibuix preparatori d'un suport a un altre, com per exemple passar del dibuix sobre paper a la tela. Provem aquestes maneres diferents de calcar, un recurs que molts artistes han emprat en el seu procés creatiu.

Podem utilitzar un paper de calc semitransparent, com el paper vegetal.



O podem posar el dibuix que volem reproduir sobre una superfície lluminosa, com una finestra, i el paper on el volem traspasar al damunt.



Per traspasar el dibuix a un suport opac com una tela o un cartró, es pot utilitzar un full de paper carbó o bé ratllar el full del dibuix preliminar pel darrere amb carbonet o grafit, el col·loquem al damunt del suport definitiu i el repassem. Comprovem com les línies del nostre dibuix s'han transferit al suport.



Tots
nivells

La pintura al fresc pas a pas



Annibale Carracci
Apòstols al voltant del Sepulcre buit
Finals de 1604 – inicis de 1605
Fresc traspassat a tela

La decoració mural de la capella Herrera és un bon exemple de pintura al fresc: una tècnica que consisteix a aplicar pigments diluïts en aigua sobre un morter humit de calç i sorra. L'artista aplicava una darrera capa de morter només a la zona que pensava pintar al llarg d'una jornada de treball, perquè es mantingués fresc mentre treballava i els pigments hi quedessin integrats en assecar-se la superfície. Annibale Carracci, a qui es va encarregar aquesta decoració, va projectar el conjunt i, en caure malalt, els seus col·laboradors van executar gran part de la feina a partir dels dibuixos del mestre. En aquest fragment de pintura al fresc, arrencada i traspassada, s'hi poden discernir encara les jornades de treball i les incisions per transferir els contorns del dibuix.

Descobrim



disponible app

vídeo

Tots
nivells

Fem, amb el pigment, pintura



Per fixar els pigments al suport, es barregen amb una substància adhesiva o aglutinant, que és l'element que diferencia les tècniques pictòriques.

Pigment + ou = tremp d'ou

Pigment + oli de llinosa / oli de cascalls / oli de nous = pintura a l'oli

Pigment + goma aràbiga = aquarel·la

Tant per a l'elaboració d'una pintura com per al seu estudi és fonamental el coneixement d'aquests components:

- El suport tradicionalment han estat la fusta, el paper, la tela i el mur
- Els pigments poden ser orgànics (derivats del regne animal i vegetal) o inorgànics (minerals)
- L'aglutinant, que té la capacitat d'adherir les partícules del pigment a una superfície, pot ser aquós o gras
- El diluent o dissolvent té la capacitat de diluir o dissoldre l'aglutinant

Experimentem

Descobrim les particularitats de cada tècnica fent proves en petit format. Avui dia tant els pigments com els aglutinants es poden trobar fàcilment a les botigues de belles arts, de tota manera podem realitzar la mateixa sèrie d'experiments utilitzant pintures ja fabricades:

- tubs d'oli
- caixa d'aquarel·les
- tremps (tot i que no s'elaboren amb ou, mantenen moltes de les propietats d'aquesta tècnica)

Fem les proves en diferents tipus de suports: fustes, teles, papers, cartrons, etc., comparem quins s'han adequat millor a cada tècnica i anem les nostres observacions.

Utilitzem diferents tipus de pinzells i comprovem quins s'adeqüen millor a cada procediment: pinzells de pèl fi o gruixut, pinzells de punta arrodonida o plans, espàtules, etc.

Comparem els temps d'assecatge, observem quin procediment ofereix un resultat més o menys transparent, si el color té la mateixa brillantor i nitidesa, etc.

Fer un mostrari de tots els experiments pot ser una eina útil per seguir pintant.



- DE LA VIÑA FERRER, S.; SAN ANDRÉS MOYA, M., *Fundamentos de química y física para la conservación y restauración*, Madrid, 2004.
- DOMÉNECH CARBÓ, M. T. et al., *Una mirada hacia la conservación preventiva del patrimonio cultural*, València, 2003.
- DURAN, X., *L'artista en el laboratori. Pinzellades sobre art i ciència*, València, 2006.
- DURAN, X.; MARTÍNEZ I NÓ, M. D., *La química de cada día*, Barcelona, 1999.
- GARCÍA MORALES, M., *La conservación preventiva en los museos. Teoría y práctica*, Santa Cruz de Tenerife, 2000.
- GÓMEZ, M. L., *La restauración. Examen científico aplicado a la conservación de obras de arte*, Madrid, 1998 (Cuadernos Arte Cátedra).
- MATTEINI, M.; MOLES, A., *La química en la restauración*, Hondarribia, 2001.
- MATTEINI, M.; MOLES, A., *Ciencia y restauración*, Hondarribia, 2001.
- MANS, C., *La truita cremada. 24 lliçons de química*, Barcelona, 2005.
- PALET, A., *Tratado de pintura. Color, pigmentos, ensayo*, Barcelona, 2002.
- SECTION FRANÇAISE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE CONSERVATION, *Préserver les objets de son patrimoine*, Champs-sur-Marne, 2001.
- Materials educatius Getty Museum http://www.getty.edu/education/teachers/classroom_resources/curricula/art_science/lesson12.html
- Publicacions de l'Institut del Patrimoni Cultural de Espanya (IPCE) <https://sede.educacion.gob.es/publiventa/inicio.action>
 - La ciencia y el arte I. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico [Descargar archivo](#)
 - La ciencia y el arte II. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico [Descargar archivo](#)
 - La ciencia y el arte III. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico [Descargar archivo](#)
- Joc interactiu sobre els agents de destrucció del patrimoni. Museus de Liverpool <http://www.diduknow.info/agents/lab.html> (anglès)
- El deteriorament de la fusta *Toquem fusta. Venen els tèrmits*. Programa *Què, qui, com?* <http://blogs.tv3.cat/quequicom.php?itemid=43609>
- Captura d'insectes en els llocs patrimonials <http://www.cicrp.fr/prelevement-insecte.html> (francès)
- Glossari amb imatges dels diferents tipus d'alteració de la pedra <http://www.cicrp.fr/docs/icomos-iscs-glossary.pdf> (anglès i francès)
- Conservació i restauració del metall en els monuments històrics http://www.lrmh.culture.fr/lrmh/w_publications/metal/indexmet.html (francès)
- Materials incompatibles <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-04/corrosion-of-metals-associated-with-wood> (anglès)
- Clima en el museu <http://cultura.gencat.net/museus/recursos/docs/vigclima.pdf>
- Recursos educatius Victoria & Albert Museum <http://www.vam.ac.uk/page/c/conservation-learning-resource>

7. Annexos

7.1 taules, esquemes i fitxes

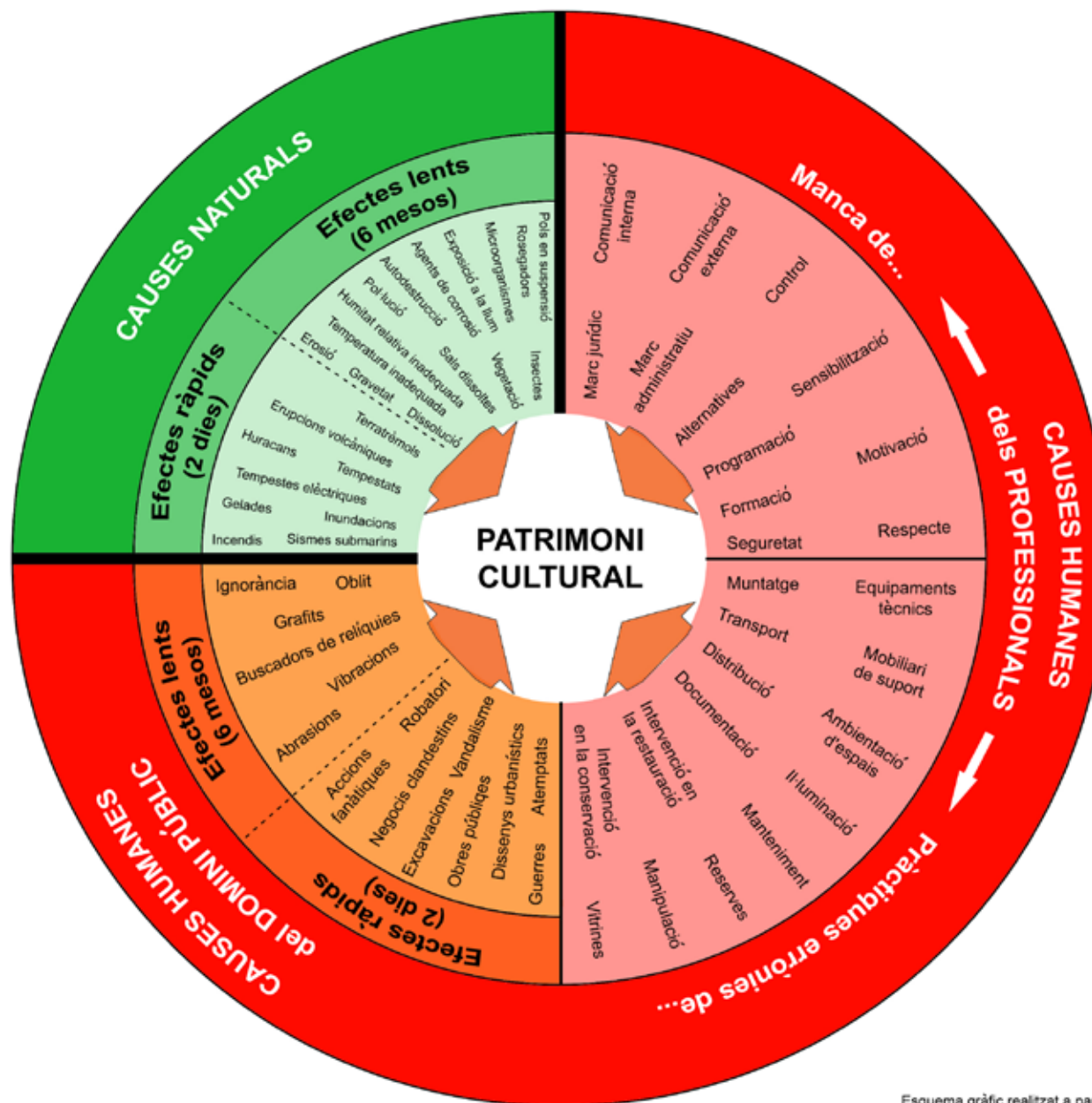
7.2 Per saber-ne +

Taula dels principals materials amb què estan fets els objectes

Tipus de matèria segons composició i origen					
INORGÀNIC				ORGÀNIC	
roques i minerals				plantes escorça i tiges fibres animals extractes	
Podem identificar-los a simple vista	pedra	metall	ceràmica	vidre	fusta paper tèxtil plàstic derivat del petroli tèxtil parts d'animals
	Tipus: ex. gres i calcària	Tipus: presència de minerals			Tipus: pasta de fusta Tipus: vegetal Tipus: animal Tipus: ex. ivori i os
Amb un microscopi podem saber:	Espècie: ex. roure i caoba	Espècie: ex. espart i morera (paper japonès)	Espècie: ex. lli i cotó		ceres, resines i olis Espècie: ex. llana i seda Espècie: ex. morsa i elefant
Amb una anàlisi química podem saber:	composició				tipus i composició: ex. PVA (acetat de polivinil) = cola blanca polietilè = plàstic d'ús comú

Adaptació d'un gràfic on es mostren els grups de materials a partir de:
An Introduction to Materials, Londres/Nova York, The Conservation Unit of the Museums and Galleries,
 1992, 1, p. 16, fig. 1.1 (Science for Conservators. Conservation Science Teaching Series).

Agents causants del deteriorament del patrimoni cultural:



Esquema gràfic realitzat a partir de la proposta de Gaël de Guichen apareguda a l'article: <<Medio siglo de Conservación Preventiva. Entrevista a Gaël de Guichen>> a la revista digital Ge-conservación número 0 de 2009; Grupo Español de Conservación.

Fitxa d'observació per determinar l'estat de conservació d'un objecte

Tipus d'objecte:

(foto de l'objecte)

Amb quin material està fet?

- ☐ Fusta ☐ Paper ☐ Altres
☐ Metall ☐ Vidre
☐ Pedra ☐ Ceràmica
☐ Teixit ☐ Plàstic

Diagnòstic

- ☐ Bo
☐ Regular (possible tractament)
☐ Dolent (tractament recomanat)
☐ Molt dolent (pèrdua d'informació, tractament immediat)

Danys estructurals greus

Trencat/zona
 Trencat/incomplet
 Nombre de fragments
 Esquerdes
 Elements perduts
 Enfonsament
 Esquinç
 Forats grans
 Estelles soltes
 Unions fluïxes
 Deformacions
 Desintegració
 Doblec
 Pèrdua de funció
 Fragilitat
 Talls

Danys estructurals lleus

Esquerdes
 Estelles
 Esgarrapades
 Desgast
 Cops
 Forats petits
 Elements despresos
 Unions fluïxes
 Enfonsament
 Doblecs
 Contracció
 Desintegració
 Entelat
 Taques

Danys superficials

Pintura escamant-se
 Acabat en mal estat
 Descoloració
 Exfoliació
 Clivellat
 Pèrdua decoració
 Pèrdua capa pictòrica
 Pèrdua vernís
 Enfosquiment
 Esgroguement
 Brutícia lleu
 Molt brut
 Pols
 Crostes de brutícia

Causes del deteriorament

Fragilitat dels materials
 Dessecació
 Humitat excessiva
 Greix
 Aparició de cristalls en superfície
 Esmicolament
 Corrosió
 Taques d'àcid
 Deteriorament
 Sistema d'emmagatzematge incorrecte
 Climatologia inadequada
 Radiació lumínica
 Aixafament
 Frec

Atac biològic

Atac actiu d'insectes
 Atac actiu de floridures i fongs
 Sospitós d'estar infectat
 Senyals d'un atac antic
 Rosegadors

Pràctiques antigues

Taques de tinta
 Taques de llapis
 Taques de pintura
 Restes de plastilina o una altra massilla
 Restes d'adhesiu
 Cinta adhesiva
 Restes d'etiquetes adhesives
 Grapes
 Signatures errònies
 Alineació incorrecta
 Unions desenganxades
 Alteracions en el tractament de la restauració
 Reparacions antigues

Adaptació d'un formulari de l'estat de conservació per a les col·leccions del Museo de Antropología de Tenerife.
Publicació: GARCÍA MORALES, M., *La conservación preventiva en los museos. Teoría y práctica*, 2000, OAMC, Cabillo de Tenerife.

Sensibilitat dels materials als agents de deteriorament

Materials Agents	Els metalls	La fusta	La pedra	La ceràmica	El material tèxtil	El paper	La fotografia	El vidre	El plàstic	El cautxú
Humitat inapropiada*	☆☆☆	☆☆	—	—	☆☆	☆☆	☆☆	—	☆	☆
Temperatura inapropiada*	—	☆	—	—	☆	☆	☆☆	—	☆☆	☆☆
Llum inapropiada*	—	☆	—	—	☆☆☆	☆☆☆	☆☆	—	☆☆	☆☆
Pol·lució (contaminació, pols)	☆☆☆	—	☆☆	—	—	☆	☆☆☆	—	☆☆	☆☆
Insectes	—	☆☆☆	—	—	☆☆☆	☆	☆	—	—	—
Fongs i altres microorganismes	—	☆	—	—	☆☆	☆☆☆	☆☆☆	—	☆	☆
Manipulació i transport	☆	☆	☆	☆☆☆	☆	☆	☆☆	☆☆☆	—	—

* Perjudicial pel grau o fluctuació

☆☆☆ Molt sensible

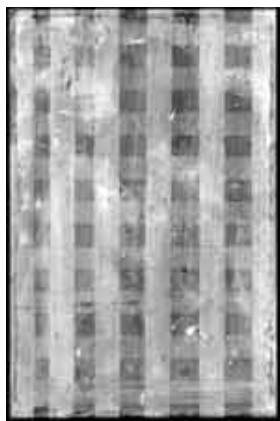
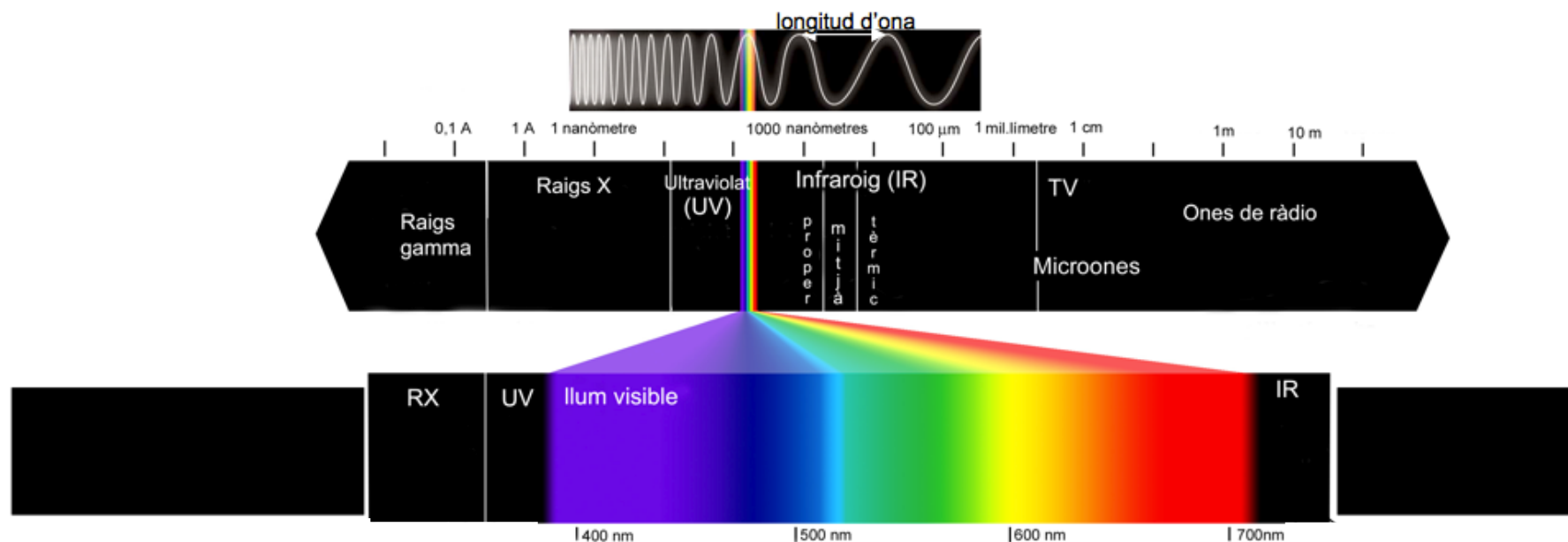
☆☆ Mitjanament sensible

☆ Poc sensible

— No afecta

Espectre electromagnètic amb els diferents tipus de proves

Gamma de radiacions emprades en l'examen científic global de les obres d'art



Radiografia RX
Estructura del suport de fusta al qual s'ha aplicat un procediment d'entrecruament de taulons verticals i horitzontals per tal de corregir les alteracions (procediment de *parqueter*)



Fluorescència UV
Les zones de la imatge corresponent al groc clar mostren el vernís antic. Els blaus i liles foscos corresponen a les repintades, els retocs, més recents



Llum visible difosa
Imatge de l'obra *Mare de Déu amb Nen i dos àngels* pintada a la manera de Filippo Lippi

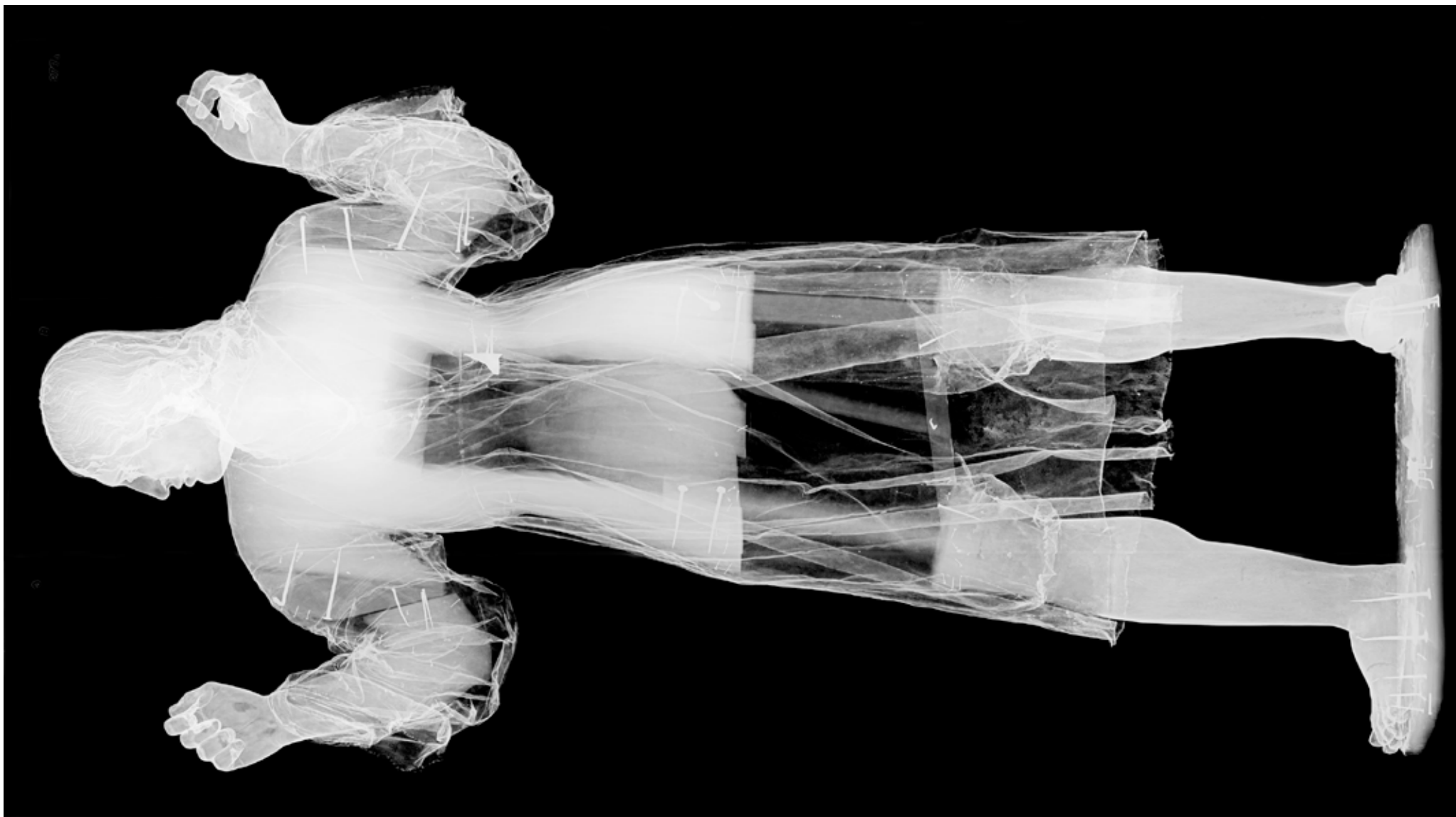


Llum rasant
Ens permet apreciar la textura, les clivelles i ondulacions de la capa pictòrica

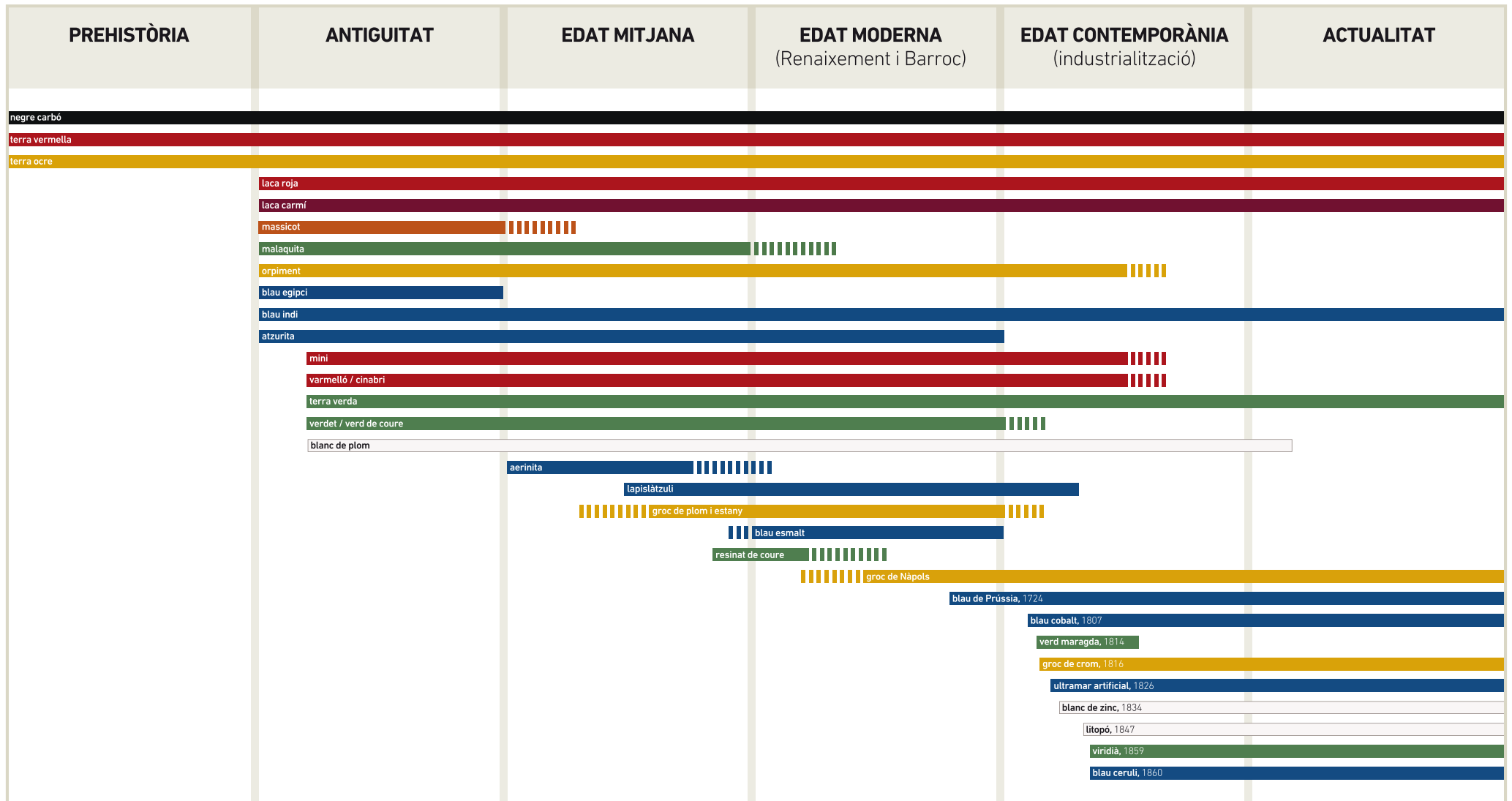


Reflectografia IR
Ens descobreix el dibuix preparatori subjacent a la capa pictòrica

Radiografia de sant Joan del *Pas de Setmana Santa* de Damià Campeny



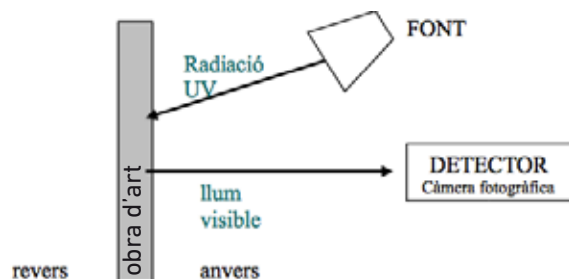
Cronologia dels pigments històrics



Taula que ordena cronològicament els pigments més comuns utilitzats al llarg de la història de l'art. Gràcies a aquest coneixement és possible datar una obra, detectar intervencions posteriors a la seva creació o descobrir la seva autenticitat o falsedat.

FLUORESCÈNCIA UV

Especialment adequada per a l'estudi del vernís i de certs materials amb resposta fluorescent als raigs UV. Permet detectar l'estat de la neteja d'una superfície pictòrica i identificar intervencions successives a través de la diferència de materials utilitzats (falsificacions, repintats).



Característiques de la font d'emissió

Tipus de radiació: radiació electromagnètica en el camp UV (300-400 nm). Radiació descoberta per Wood el 1913

Focus: llum de Wood. Està formada per una làmpada de vapor de mercuri a alta pressió, amb un filtre d'òxid de níquel que elimina els raigs visibles (només en queden traces de llum blava) i deixa passar els UV

Detecció Càmera fotogràfica

Particularitats de la tècnica

Normalment la llum emesa per les substàncies amb fluorescència UV és acolorida i d'intensitat feble. Els colors van dels grocs als verds, passant pels taronges, principalment. La majoria de resines orgàniques presenten aquest tipus de fluorescència. També alguns pigments, com els blancs o els grocs. Atenció, cal dur ulleres especials per protegir la vista!

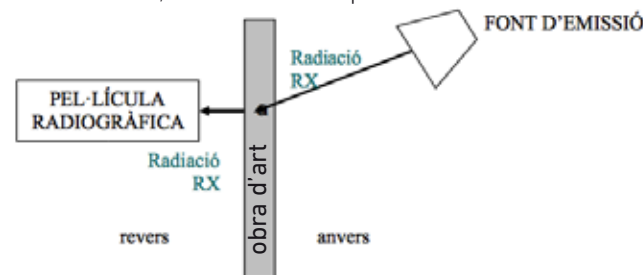
Imatges del procediment



Procés d'obtenció d'una fotografia amb llum UV. Il·luminació, captura i resultat de l'examen de l'obra *Mare de Déu amb Nen i dos àngels* a la manera de Filippo Lippi.

RADIOGRAFIA RX

Especialment adequada per a l'estudi de suports. Permet conèixer l'estructura original o modificada i el seu estat de conservació (per exemple, la presència de corcs en fustes). Pel que fa a la capa pictòrica, permet obtenir informació sobre el gest de la pinzellada i la manera d'aplicar els colors, i també sobre el primer esbós i els canvis de composició.



Característiques de la font d'emissió

La penetració del RX en el material depèn del nombre atòmic dels elements presents, el gruix de la capa, la longitud d'ona del RX, que alhora és en funció del voltatge de la font, la distància entre la font de RX i l'objecte analitzat i el temps d'exposició a les radiacions X.

Detecció

Els fenòmens que provoquen contrast en les radiografies de pintura són els materials. Els que tenen àtoms pesats, com ara plom, or i mercuri, presenten molta absorció, i són, per tant, opacs als RX i apareixen com a zones blanques; els materials orgànics (colorants, aglutinants i vernissos) presenten poca absorció i, per tant, apareixen com a zones fosques, ja que són travessats per la radiació X. Entre els uns i els altres, trobem nombrosos materials que presenten una gradació diferent de grisos.

Quant al gruix, les zones més primes presenten poca absorció i apareixen més fosques. Les zones més gruixudes apareixen més blanques. Es busca un resultat el màxim de contrastat clar/obscur.

Imatges del procediment



Procés d'obtenció d'una radiografia RX de l'obra *El mercat de Dax* de Regoyos.

MICROSCÒPIA ESTEREOSCÒPICA



Imatge d'una mostra (fragment microscòpic) de pintura mural de Sant Climent de Taüll, segle XII, vista a través del microscopi estereoscòpic.

En la imatge de la mostra veiem el petit relleu que forma la capa de pintura blava per sobre de la vermella. S'observa la mostra directament al microscopi sense necessitat de fer cap preparació especial.

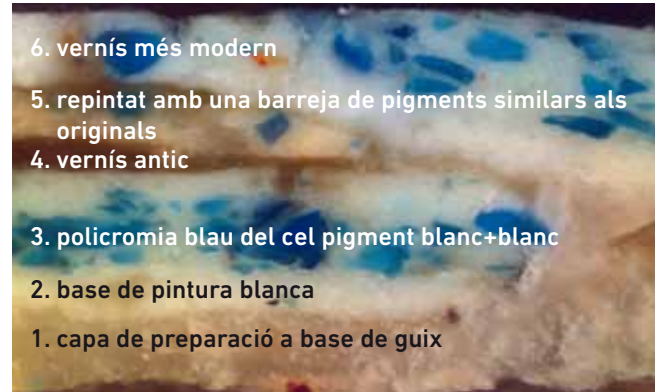


Lupa binocular.



Observació d'una mostra amb el microscopi de superfície.

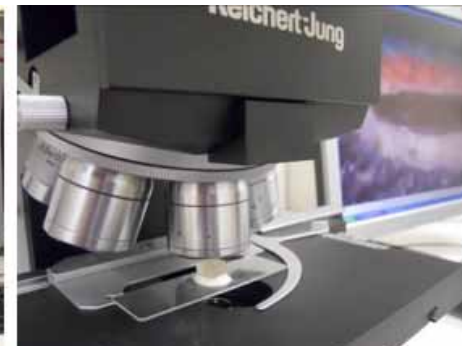
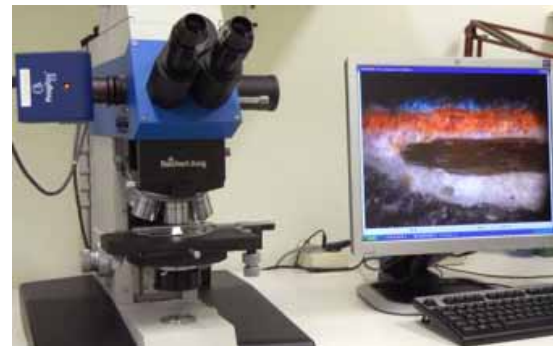
MICROSCÒPIA ÒPTICA



6. vernís més modern
5. repintat amb una barreja de pigments similars als originals
4. vernís antic
3. policromia blau del cel pigment blanc+blanc
2. base de pintura blanca
1. capa de preparació a base de guix

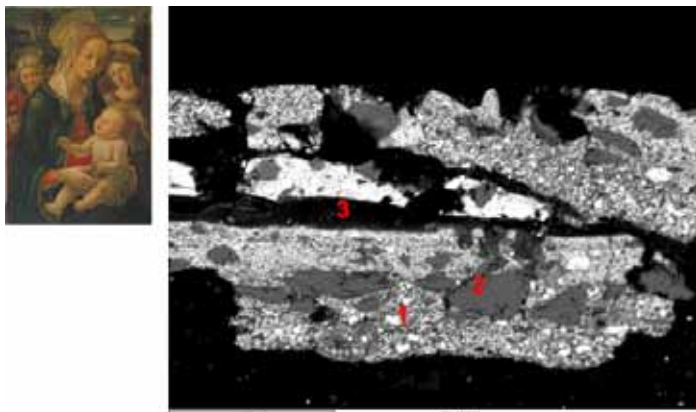
Estratigrafia d'una mostra provinent de la representació del cel del quadre *Mare de Déu amb Nen i dos àngels* a la manera de Filippo Lippi, segona meitat del segle XV.

En aquesta estratigrafia podem observar una disposició en capes que s'explica tant pel procés creatiu de l'artista, com per totes les intervencions posteriors que ha patit aquest quadre. Les últimes capes corresponen a part de la pintura original, que es va clivellar i aixecar. Una intervenció de restauració la va aplanar, i això va provocar que cavalqués per sobre de les anteriors. També podem veure molt bé, en dues de les capes, el color i la morfologia de les partícules d'un pigment blau barrejat amb un de blanc. Per estudiar l'autoria d'aquesta obra, cal conèixer-la en profunditat i identificar-ne tots els elements constitutius, com per exemple els pigments originals que va utilitzar el pintor.



Microscopi òptic analitzant una estratigrafia. La mostra a observar amb microscòpia òptica ha de ser plana.

MICROSCÒPIA ELECTRÒNICA



Estratigrafia d'una mostra provinent de la representació del cel del quadre *Mare de Déu amb Nen i dos àngels* a la manera de Filippo Lippi, obtinguda amb microscòpia electrònica (electrons retrodispersats). Les zones més clares corresponen al blanc de plom. L'atzurita (pigment que conté coure) apareix com partícules de tonalitat gris fosc. Les capes de vernís es veuen totalment negres

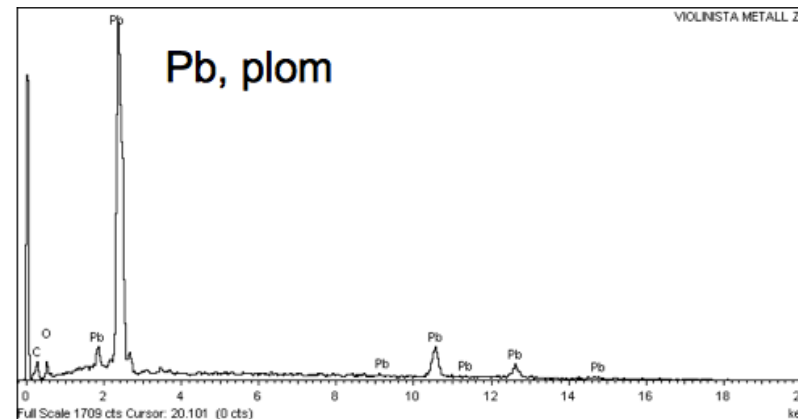
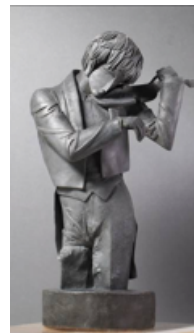
Amb la microscòpia electrònica s'obtenen dos tipus d'imatges diferents:

- Una (amb electrons secundaris) que posa de manifest la textura i morfologia de la mostra
- L'altra (amb electrons retrodispersats) que permet veure el contrast d'imatge segons la composició química. Els elements amb un nombre atòmic més alt apareixen com a punts més blancs, i els elements més lleugers com a punts més foscos



Microscopi electrònic dels Centres Científics i Tecnològics de la UB.

ESPECTROSCÒPIA DE RX PER SEPARACIÓ D'ENERGIES



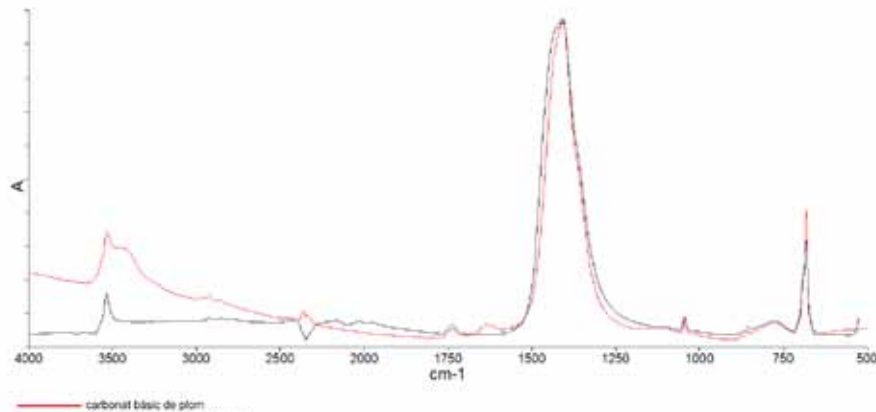
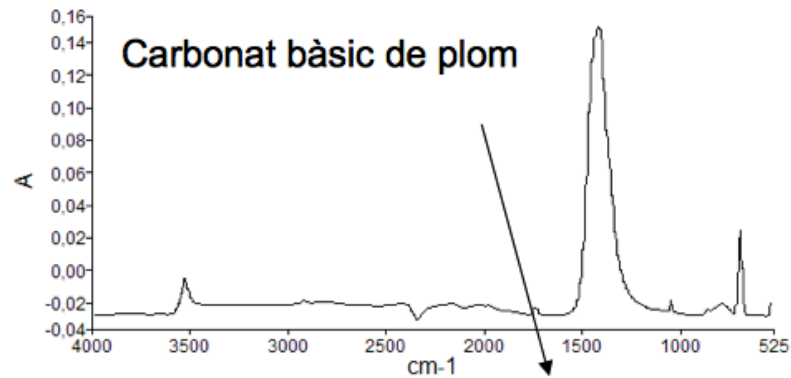
Espectre d'un fragment de metall alterat d'*El violinista* de Pablo Gargallo.

El microscopi electrònic té associat un sistema d'anàlisi que permet determinar els elements de la taula periòdica que són presents en un punt de la mostra (no detecta els més lleugers). En aquest espectre d'un petit fragment de metall alterat de l'escultura *El violinista* de Pablo Gargallo s'observa que hi ha plom. Ara bé, no sabem en quina forma química: metall o bé alguna sal d'alteració.

disponible app

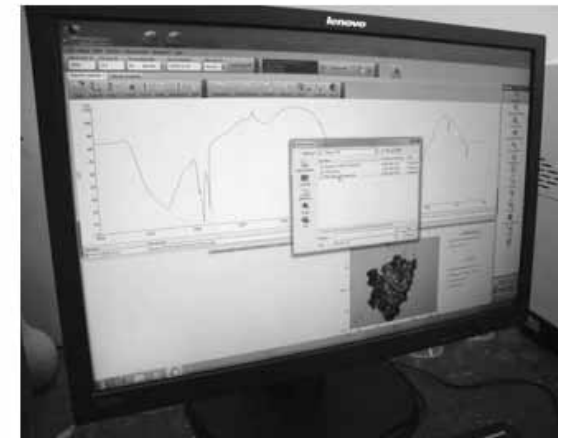
vídeo

ESPECTROSCÒPIA D'INFRAROIG



Espectre de la mostra d'*El violinista* de Pablo Gargallo comparat amb l'espectre d'un patró de referència de carbonat bàsic de plom.

En aquest espectre d'un petit fragment de pols blanca provinent de la mostra de l'escultura de Pablo Gargallo, analitzada també amb microscòpia electrònica, la comparació del perfil obtingut amb una base de dades de productes de referència ens permet identificar clarament que es tracta del compost carbonat bàsic de plom.



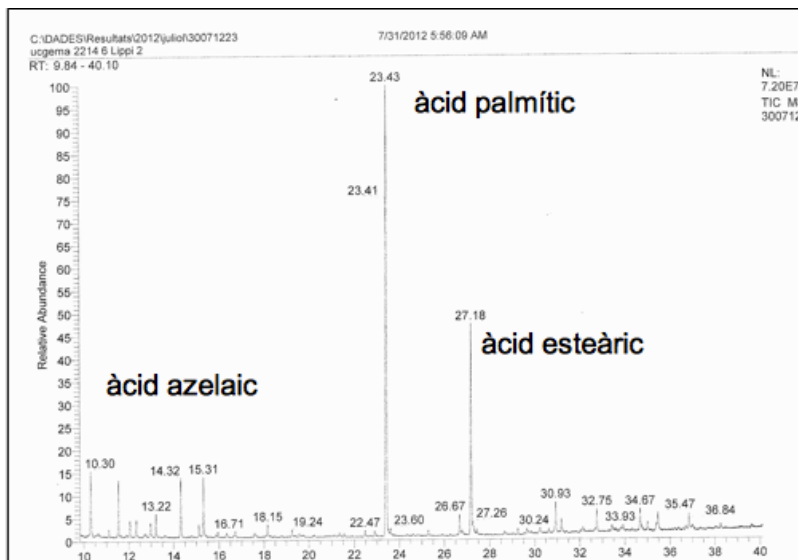
Espectroscopi IR amb un microscopi acoblat. Permet obtenir espectres, com el de la pantalla, de mostres microscòpiques.

disponible app

vídeo



TÈCNIQUES CROMATOGRÀFIQUES



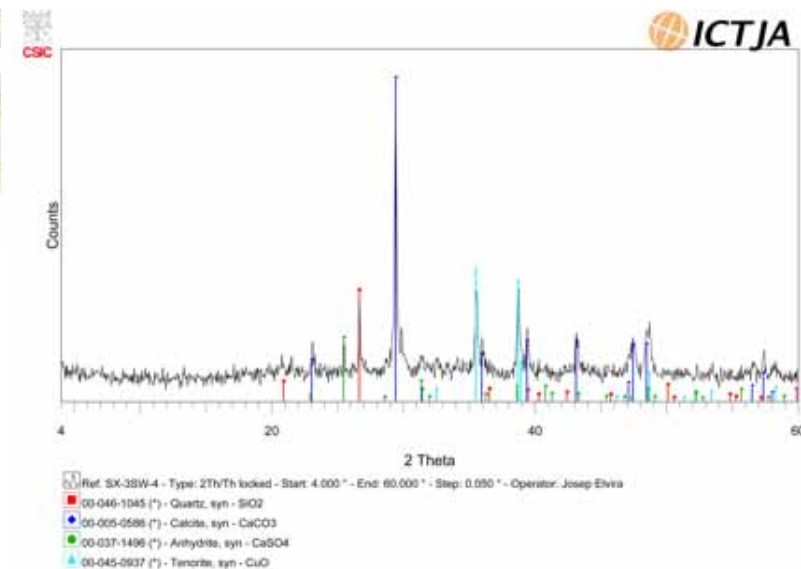
Cromatograma d'una mostra del quadre *Mare de Déu amb Nen i dos àngels*, a la manera de Filippo Lippi.

En aquest exemple es pretén identificar quin tipus d'aglutinant gras (oli o ou) hi ha a la mostra. Els aglutinants grassos són una barreja complexa de productes químics, entre els quals es troben els àcids grassos (esteàric, palmític o azelaic). Cada un d'aquests àcids presenta un temps de retenció diferent i característic en una columna de material adsorbent i per això, es poden separar per cromatografia. Segons les intensitats relatives dels pics d'aquests tres àcids, es pot saber si l'aglutinant era oli de llinosa, de cascall o de nous, o si bé era rovell d'ou.



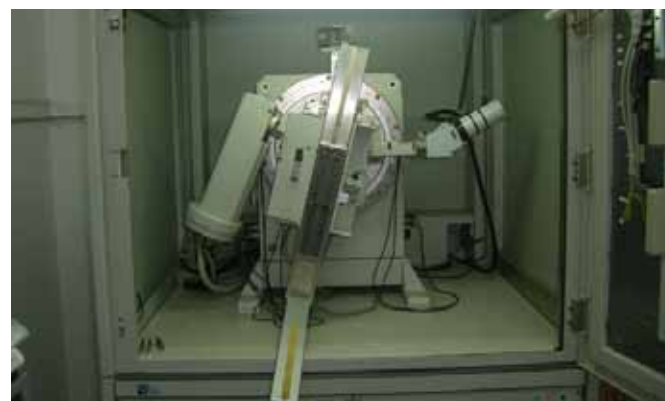
Equip de cromatografia de gasos.

DIFRACCIÓ DE RX



Espectre de difracció de RX d'una mostra de pintura actualment negra, provinent de les pintures murals de Sixena, que van patir un incendi. La identificació del compost tenorita (un òxid de coure) ha resultat ser una informació molt valuosa per poder determinar quin deuria ser el pigment d'origen. Concretament, es tracta del pigment blau atzurita (un carbonat de coure).

disponible app



Detall d'un aparell de difracció de RX de l'Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera (CSIC).



Disseny gràfic: Marta Aymar
amb la col·laboració de Marc Aguilar Chillarón

Fotografies:
Museu Nacional d'Art de Catalunya
(Jordi Calveras, Marta Mérida, Joan Sagristà i
Àrea de Restauració i Conservació Preventiva)
© Carles Aymerich del CRBMC
© Pablo Gargallo, VEGAP, Barcelona, 2013

Edició: Museu Nacional d'Art de Catalunya
Barcelona, gener de 2013

