



Il laboratorio mobile MOLAB, per indagini non invasive in situ nell'arte moderna e contemporanea

Antonio Sgamellotti

Lincei Academician and Professor of Inorganic Chemistry at the University of Perugia. Research interests on advanced computational chemistry and on spectroscopic investigations of artwork materials.

Brunetto Giovanni

Professor of General Chemistry at the University of Perugia. Research interests on chemical reaction dynamics and spectroscopy applied to cultural heritage.

Constanza Miliani

Researcher at the CNR-ISTM (Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari) in Perugia. Research interests on structural, electronic and vibrational properties of materials for cultural heritage.

RIASSUNTO

Le ricerche descritte in questo articolo sono state eseguite dal gruppo "Beni Culturali" del Dipartimento di Chimica dell'Università di Perugia. Tali ricerche fanno parte delle attività del Centro di Eccellenza SMAArt (Scientific Methodologies applied to Archaeology and Art - sito web: www.smaart.it), un centro multidisciplinare dell'Università di Perugia, istituito nell'aprile del 2001 dal Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (MURST). Il Centro opera in stretta sinergia con l'Istituto di Scienze e Tecnologie Molecolari (ISTM) del CNR e con l'Unità di Ricerca di Perugia del Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali (INSTM), entrambi con sede presso il Dipartimento di Chimica.

Parole chiave: culturali, scienza della conservazione, ricerca

RESUMO

As pesquisas descritas neste artigo foram realizadas por meio do grupo "Bem Cultural" do Departamento de Química da Universidade de Perugia. Fazem parte das atividades do Centro de Excelência SMAArt (Metodologias Científicas aplicadas à Arqueologia e à Arte-site: www.smaart.it), uma instituição multidisciplinar da Universidade de Perugia, estabelecida em abril de 2001 pelo Ministério da Universidade e da Pesquisa Científica e Tecnológica (MURST). O centro atua em parceria com o Instituto de Ciências Moleculares (ISTM) do CNR e com a Unidade de Investigação de Perugia por meio do Consórcio Nacional Interuniversidades para Ciência e Tecnologia de Materiais (INSTM), ambos sediados no Departamento de Química.

Palavras-chave: bem cultural, ciência da conservação, pesquisa

ABSTRACT

"Cultural Heritage" research group of the Department of Chemistry at the University of Perugia did the researches described in this article. These researches are part of the activities of SMAArt (Scientific Methodologies applied to Archaeology and Art-website: www.smaart.it), a multidisciplinary center of the University of Perugia, established in 2001 April by the Ministry of Universities and Scientific and Technological Research (MURST). The Centre works in close synergy with the Institute of Molecular Science and technology (ISTM) of the CNR and with the research units of Perugia of the Interuniversity Consortium for science and technology of materials (INSTM), both based at the Department of chemistry.

Keywords: cultural heritage, conservation science, research

Nell'ambito delle attività internazionali il Centro SMAArt ha coordinato, nel VI° Programma Quadro, il progetto europeo Eu-ARTECH (Access, Research and Technology for the conservation of the European Cultural Heritage - sito web: www.eu-artech.org), che ha avuto la sua evoluzione nel VII° Programma Quadro nel Progetto CHARISMA (Cultural Heritage Advanced Research Infrastructures: Synergy for a Multidisciplinary Approach to Conservation/Restoration, www.charismaproject.eu), un consorzio costituito da ventuno istituzioni europee, tra le più prestigiose del settore.

Una caratteristica rilevante di questi progetti europei è l'attività di accesso transnazionale, che consiste nel fornire ai ricercatori europei e dei paesi associati, l'accesso a conoscenze tecnologiche avanzate e a laboratori forniti di strumentazioni di avanguardia. In questo contesto si inseriscono le attività del MOLAB (MOBILE LABORATORY), un laboratorio mobile costituito da un insieme unico di strumenti portatili di avanguardia (MILIANI, C. et al, 2010). Il laboratorio MOLAB consente di effettuare misure con metodi non-invasivi *in situ*, cioè nello stesso luogo dove l'opera d'arte è conservata, come una sala di un museo, un monumento all'aperto, una impalcatura per un intervento di restauro o un sito archeologico. L'elenco delle principali strumentazioni MOLAB, alcune prototipali e comunque tutte allo stato dell'arte, utilizzate nel corso delle indagini sull'arte moderna e contemporanea è riportato nella tabella seguente.

Alcune strumentazioni disponibili nel laboratorio mobile, MOLAB:

- Sistema per la fluorescenza a immagine;
- Spettrometro per fluorescenza a raggi X (XRF);
- Spettrometro medio-FTIR a fibre ottiche;
- Spettrometro vicino-FTIR a fibre ottiche;
- Spettrometro micro-Raman a fibre ottiche;
- Spettrometro UV-Vis a fibre ottiche;
- Fluorimetro UV-Vis a fibre ottiche;
- Profilometro NMR-MOUSE.

Lo sviluppo di tali apparecchiature, leggere e funzionali, è stato reso possibile negli ultimi anni dalla disponibilità di fibre ottiche, che trasmettono radiazioni non solo nella regione del visibile ma anche in quella del medio infrarosso, e dall'utilizzo di rivelatori sempre più efficienti e di piccole dimensioni e dalla sempre più spinta miniaturizzazione delle componenti elettroniche.

Confrontando e combinando tra loro i dati ottenuti con le differenti strumentazioni portatili secondo un approccio a molte tecniche, senza muovere l'opera d'arte e senza prelevare alcun campione, sono state ottenute informazioni significative, consistenti nella identificazione della quasi totalità dei pigmenti, nella indicazione dei gruppi di appartenenza di coloranti, vernici e leganti utilizzati dagli artisti, oltre ad informazioni sulla tecnica esecutiva delle opere e sul loro stato di conservazione.

Con l'intento di dimostrare le potenzialità dalle strumentazioni spettroscopiche portatili nello studio non-invasivo di opere d'arte moderne e contemporanee sono presentati le indagini diagnostiche sul dipinto *Victory Boogie Woogie* di Mondrian, su alcuni dipinti di Burri e sulla scultura *Calamita Cosmica* di De Dominicis.

Indagini diagnostiche nell'Arte Moderna e Contemporanea: i casi studio di Piet Mondrian, di Alberto Burri e Gino De Dominicis

L'approccio non invasivo a molte tecniche risulta particolarmente adatto allo studio di opere d'arte moderne e contemporanee che presentano, rispetto a quelle antiche, un migliore stato di conservazione e di integrità fisica. L'applicazione in situ di metodi non invasivi per lo studio di materiali e di tecniche artistiche del ventesimo secolo si presenta però particolarmente complicato. Infatti le opere risultano complesse perché gli artisti moderni hanno a disposizione una grande varietà di materiali, sia naturali che sintetici (ad esempio nuovi pigmenti e coloranti organici, leganti polimerici, supporti plastici etc.), con la possibilità inoltre di superare le tecniche tradizionali sperimentando nuovi metodi non ben codificati.

Il dipinto *Victory Boogie Woogie* di Piet Mondrian, ultima opera non ancora completata al momento della morte dell'artista a New York nel 1944, è uno dei più rappresentativi emblemi dell'arte astratta e non figurativa del ventesimo secolo. Questa opera, venduta ad un collezionista americano dai discendenti dell'artista, fu acquistata nel 1998 dallo stato olandese ed è permanentemente esposto alla Gemeentemuseum de L'Aja. Il carattere non finito dell'opera rappresenta una rara opportunità di discutere la tecnica pittorica ed il modo di operare di Mondrian nell'ultima fase della sua lunga carriera artistica. Le indagini (MILIANI, C. et al, 2008) condotte utilizzando tecniche spettroscopiche portatili disponibili nel laboratorio MOLAB sono state eseguite in un laboratorio dalle pareti di vetro all'interno di una sala del Gemeentemuseum (vedi Figura 1), alla presenza molto interessata del pubblico e della stampa.



Figura 1 - Gli operatori MOLAB all'interno del Gemeentemuseum de L'Aja

Il dipinto è composto di 574 semplici figure geometriche: quadrati, rettangoli, rombi e triangoli dipinti con soli cinque colori: bianco, grigio, blu, giallo e rosso, oltre alla presenza di nastri di plastica rossi, probabilmente prove da sostituire con colori nella versione finale del dipinto. Nonostante la semplicità nella scelta di colori da parte dell'artista, la composizione della tavolozza risulta piuttosto complessa, dovuta a miscele ed eterogeneità di materiali non sempre evidenti all'osservazione visiva.

Bianco – L'immagine in fluorescenza della superficie rivela che, al contrario di come appare visivamente, i rettangoli bianchi non hanno una composizione omogenea. Ad esempio in uno dei rettangoli studiati (il rettangolo 289), l'immagine in fluorescenza mostra la presenza di tre diversi materiali corrispondenti ad un'area dalla tonalità gialla, ad una con tonalità grigia e ad un'area blu che funge da fondo. La spettroscopia XRF rivela la presenza di tre elementi da porre in relazione ai pigmenti bianchi: zinco, bario e titanio, con un rapporto costante per i primi due elementi. Il titanio invece risulta essere presente in due concentrazioni diverse, con una concentrazione maggiore nella regione che appare grigia nell'immagine in fluorescenza. Il titanio ed il bario sono da porsi in relazione all'uso di diossido di titanio, noto anche come bianco di titanio, e solfato di bario, quest'ultimo identificato dalle caratteristiche bande di assorbimento nel medio infrarosso. Per quanto riguarda lo zinco, l'analisi spettrale in fluorescenza UV-Vis rivela la presenza di due diversi spettri di emissione: uno, diffuso nella maggior parte delle aree bianche, caratterizzato da un massimo a 430 nm è in accordo con le proprietà luminescenti del solfuro di zinco, mentre la banda intensa e stretta a 380 nm, osservata solo nelle aree con fluorescenza gialla, è una proprietà caratteristica dell'ossido di zinco, noto anche come bianco di zinco. Utilizzando l'approccio a molte tecniche e le informazioni ottenute dalla fluorescenza a immagine e dalle spettroscopie XRF, medio infrarosso e UV-Vis è possibile concludere che sono presenti tre diversi tipi di pigmenti bianchi: due miscele di solfuro di zinco, solfato di bario e bianco di titanio che differiscono nella concentrazione di quest'ultimo pigmento (corrispondente alle fluorescenze grigie e blu), ed una miscela di bianco di zinco e solfato di bario. L'uso di bianco di zinco è limitato solo ad alcune aree, quelle con fluorescenza gialla: proprio queste aree mostrano problemi di conservazione, come evidenziato dalla presenza di carbossilati metallici.

Grigio – Il materiale che fornisce le tonalità grigie è costituito da una miscela di pigmenti bianchi (solfuro di zinco, solfato di bario e bianco di titanio ad alte concentrazioni) e nero carbone di origine animale, come mostrato dalla caratteristica transizione del gruppo fosfato nello spettro del medio infrarosso.

Blu – Le aree blu sono generalmente caratterizzate dall'assenza di elementi pesanti e dalla presenza di caolinite (un idrossilato di alluminio, identificato da caratteristiche bande strette nel vicino infrarosso, assegnabili a modi di combinazione di gruppi ossidrilici interni e superficiali). Queste informazioni suggeriscono l'uso di un ultramarino sintetico (silicato di sodio e alluminio con gruppi solforici che fungono da cromoforo), un pigmento che contiene caolinite, come residuo derivante dalla sua sintesi. Misure XRF indicano, in alcuni casi, la presenza addizionale di cobalto, dovuto alla presenza di blu di cobalto (uno spinello di cobalto e alluminio), scoperto da Thenard nel 1802 e noto per questo come blu

di Thenard. La presenza di questo pigmento è rivelata dagli assorbimenti elettronici ben strutturati nella regione spettrale $6500-8500\text{ cm}^{-1}$ (transizioni d-d di ioni cobalto nello stato di ossidazione +2 in coordinazione tetraedrica).

In aree contenenti i due pigmenti blu, un'analisi dettagliata delle macroimmagini in fluorescenza, accoppiata ai dati spettrali, ha permesso l'identificazione della stratigrafia, senza alcun prelievo: lo strato di blu ultramarino è sottostante allo strato superficiale di blu di cobalto.

Giallo – Le aree di tonalità gialla sono caratterizzate dalla presenza del pigmento solfuro di cadmio mescolato con solfato di bario. Le immagini in fluorescenza mostrano aree irregolari di fluorescenza, con un'intensa emissione a circa 700 nm, nota come fluorescenza rossa, dovuta a difetti strutturali quali ad esempio vacanze di zolfo. Il diagramma di correlazione dei conteggi XRF del cadmio e del bario mostra che le aree gialle fluorescenti presentano una maggiore concentrazione di bario. L'analisi elementare non evidenzia altre differenze tra le aree gialle fluorescenti e non fluorescenti: ne consegue l'uso da parte dell'artista di due pigmenti gialli di identico colore ma di composizione leggermente diversa. La forte fluorescenza UV-Vis deriva da difetti non rivelabili dalla tecnica XRF, mentre il bario è da porsi in relazione al litopone giallo di cadmio o semplicemente ad una addizione di solfato di bario nella formulazione del pigmento in tubetti. Non si osserva alcuna differenza di tonalità di colore, inoltre il giallo fluorescente sembra essere presente insieme a quello non fluorescente nella stessa pennellata: questa è un'indicazione che probabilmente i due diversi pigmenti venivano mescolati insieme nella tavolozza dall'artista, prima della loro applicazione nel dipinto.

Rosso – Le aree di tonalità rossa sono ricche in cadmio, selenio e zolfo, chiara indicazione dell'uso di un pigmento rosso a base di solfoseleniuro di cadmio. Lo spettro di fluorescenza mostra una banda larga centrata a circa 810 nm, assegnabile ad una emissione dovuta a difetti strutturali od impurezze. La quantità di titanio, bario e zinco è generalmente molto bassa nelle aree rosse, suggerendo che il pigmento rosso non veniva mescolato con quello bianco.

Un colorante rosso organico di sintesi, con una forte emissione a 620 nm, è stato individuato in diversi nastri trasparenti di cellophan, che erano stati dipinti di rosso su un lato ed incollati nel lato opposto dallo stesso Mondrian.

Le indagini scientifiche non invasive, oltre a determinare i materiali costitutivi, hanno permesso anche di fornire informazioni sulla tecnica costruttiva del dipinto. Ad esempio, in certe aree bianche è stato possibile determinare la presenza, non più visibile, di aree sottostanti gialle e rosse, grazie alla rilevazione negli spettri XRF di bassi segnali di cadmio o cadmio più selenio, quest'ultimi nello stesso rapporto misurato nelle aree rosse del dipinto. L'informazione che ne deriva è che una regione dipinta in rosso fosse inizialmente presente sotto lo strato bianco finale.

Un'altra informazione sulla modalità di lavoro di Mondrian può essere derivata da una presenza non trascurabile di piombo, in diversi punti del dipinto, come rilevato dalla tecnica XRF. Questi punti non hanno alcuna correlazione né con specifiche aree, né con tonalità di colore. Un'ipotesi plausibile è che questi punti corrispondano ad aree dove Mondrian, invece di procedere applicando strati di pittura successivi su quelli precedenti, abbia raschiato gli strati preesistenti prima

di applicare nuovi strati più rispondenti alle sue esigenze estetiche. Così operando l'artista ha diminuito lo spessore degli strati pittorici, in modo tale che i raggi X sono in grado di superare la stratigrafia così ridotta, penetrando fino allo stato di preparazione ricco in piombo.

Nella Collezione Albizzini di Città di Castello sono stati indagati, con il laboratorio mobile MOLAB, venti dipinti di Alberto Burri, con date che vanno dal 1948 al 1975. L'opportunità di studiare un numero così elevato di opere appartenenti a diversi periodi artistici di Burri (ad esempio dalle plastiche ai sacchi, dalle combustioni ai cellotex) offre un test impegnativo per l'identificazione in situ di materiali e tecniche nell'arte contemporanea. Si sono raccolti un grande numero di dati spettrali (in totale circa 650 spettri relativi alle tecniche XRF, nel medio e vicino IR, micro-Raman, UV-Vis in assorbimento ed emissione). Con lo scopo di trarre il maggior numero possibile di informazioni da questi dati, è stata applicata un'analisi statistica multivariata, del tipo PCA (Principal Component Analysis), che riducendo la dimensionalità delle informazioni permette di visualizzare similitudini e differenze tra i dati spettrali. I risultati completi di queste indagini sono riportati in dettaglio nel riferimento (ROSI, F. et al, 2010), mentre in questa conferenza si intende presentare solo alcuni aspetti particolari di questa ricerca.

Burri utilizza sia pigmenti tradizionali, che materiali miscelati in maniera complessa per avere particolari effetti e tonalità di colore. Ad esempio nell'opera *Gobbo 1952*, le aree rosse sono ottenute utilizzando vermiglione, cioè solfuro di mercurio, mentre quelle violette sono ottenute mescolando vermiglione e blu di cobalto, cioè pigmenti del tutto tradizionali.

Nel dipinto *Catrame 1949*, l'area centrale presenta diverse tonalità che vanno dal rosso marrone al rosso intenso fino all'arancione. Il pigmento sempre presente nelle diverse aree è un'ocra rossa, cioè ossido di ferro, mescolato a differenti componenti allo scopo di ottenere effetti cromatici differenziati. Nell'area con tonalità rosso marrone, l'ocra rossa è mescolata con una componente silicatica, mentre nella regione di color rosso intenso, l'ocra è mescolata con gesso, carbonato di calcio e caolino; quest'ultimo componente è invece assente nell'area arancione.

In dipinti dai toni monocromatici bianchi, quale ad esempio *Bianco 1952*, sono presenti effetti morfologici ed ottici diversi, che possono essere messi in relazione alla composizione chimica dei materiali utilizzati dall'artista. Le aree di tonalità bianche tendenti al giallo contengono come pigmenti carbonato di calcio e solfato di bario, con un legante avente una componente proteica e lipidica (probabilmente uovo, ma potrebbe trattarsi anche di olio e colla o caseina); mentre nelle aree bianche con tonalità brillanti, lucide e lisce dal punto di vista morfologico è presente bianco di zinco con PVA (polivinilacetato, nome commerciale vinavil) come legante.

Il PVA era già utilizzato in pittura intorno agli anni 1945 negli Stati Uniti, mentre la sua comparsa in Europa avverrà solo alcuni anni più tardi. Le indagini scientifiche hanno rivelato la presenza di vinavil in alcuni dipinti di Burri del 1948: questo suggerisce che l'artista umbro sia stato tra i primi a sperimentare in Europa questo nuovo legante, probabilmente a seguito dei suoi frequenti viaggi negli Stati Uniti. Le indagini sul dipinto *Bianco 1952* mostrano come la presenza della componente lipidica favorisca la formazione di prodotti di degrado quali saponi. L'uso di diversi

materiali per ottenere particolari effetti cromatici può determinare la formazione di diversi prodotti di alterazione e degrado: ne consegue la necessità di applicare trattamenti di conservazione differenziati, anche all'interno dello stesso dipinto.

Nel corso delle indagini scientifiche sul dipinto di Burri *Bianco e Nero 1971* si è sperimentato per la prima volta in opere contemporanee l'uso di un profilometro a risonanza magnetica nucleare (NMR-MOUSE) per la determinazione, in maniera non invasiva, della stratigrafia degli strati pittorici. Questa informazione è ottenuta attraverso la misura dei tempi di rilassamento dei nuclei degli atomi di idrogeno in un campo magnetico. Il profilo rivela che lo strato pittorico e quello della preparazione hanno uno spessore di 320 µm, e che in entrambi gli strati è presente come legante un polimero di sintesi, del tipo PVA.

Le indagini condotte sulla scultura *Calamita Cosmica* (1988) di Gino De Dominicis hanno fornito informazioni sui materiali costitutivi di questa opera dal forte impatto visivo che è stata esposta per la prima volta nel 1990 al Centro Nazionale di Arte Contemporanea di Grenoble. Il titolo della scultura allude al rapporto che la colossale creatura lunga 24 m, riprodotte una specie antropomorfa sconosciuta ai terrestri, intrattiene con lo spazio cosmico mediante l'asta d'oro, contenente al suo interno una calamita, che come un gigantesco gnomone in bilico sul dito medio della mano destra del monstrum, scandisce un tempo originario e ultramondano.

L'imponente scultura, nota anche come "*Scheletrone*" risulta essere costituita essenzialmente da un materiale molto leggero, il polistirene espanso (densità media 8-60 kg/m³), che ha permesso all'autore di realizzare la scultura come una rappresentazione architettonica di colonne, guglie e volte. La struttura dell'opera è rivestita da una stratigrafia complessa di cinque strati di spessore e composizione diversa. Il primo strato è costituito da una matrice allumino-silicatica contenente carbonato di calcio, diossido di silicio e di titanio insieme ad ossido di ferro, che conferisce al tutto una colorazione rossastra. Gli strati due e quattro, di colore bianco hanno la stessa composizione con esclusione dell'ossido di ferro. Particolarmente interessante è il terzo strato, costituito da una lamina di ottone, lega di rame e zinco al 15%, dallo spessore di circa 100 µm. Si tratta, probabilmente, dello strato preparatorio funzionale a deporre poi la foglia d'oro, così come era nelle iniziali intenzioni di De Dominicis, tanto che l'opera veniva anche chiamata *Ventiquattro metri di forme d'oro*. La tecnica ricorda la modalità di esecuzione delle dorature nei dipinti murali, in cui una lamina metallica (ad esempio di stagno) veniva utilizzata per ottenere fogli spessi e uniformi su cui poi applicare la foglia d'oro tramite mordenti oleosi. In seguito ad una sorta di pentimento, l'autore ha ricoperto la lamina di ottone con un primo strato sottile simile a quelli interni e poi con uno strato finale, che è quello che determina la resa estetica dell'opera, ottenuto utilizzando polistirene in polvere mescolato con vari pigmenti. Il colore di questo strato è ottenuto mediante l'uso di diversi pigmenti: diossido di titanio (nella forma rutilo) dal forte

potere coprente, la cui tonalità bianca è resa più fredda con l'aggiunta di piccole quantità di pigmenti di colore blu, oltremare sintetico, e verde, ftalocianina di rame. Per quanto riguarda l'uso di leganti è da sottolineare la differenza tra la stratigrafia sotto la lamina di ottone e quella finale: sono presenti due polimeri di sintesi di struttura differente, probabilmente entrambi di natura vinilica.

Le informazioni ottenute sui materiali costitutivi della scultura di De Dominicis sono di particolare rilevanza dal punto di vista conservativo: la presenza di polistirene espanso, sia nella struttura interna che nello strato esterno, necessariamente richiede che venga evitato l'uso di solventi in grado di sciogliere questo materiale, quali ad esempio acetone e solventi clorurati. Le indagini hanno inoltre evidenziato la presenza di cloruri nello strato esterno (probabilmente riferibile alla doppia esposizione dell'opera in ambienti ricchi di aerosol marino, nel cortile della Reggia di Capodimonte a Napoli e nel cortile della Mole Vanvitelliana ad Ancona), ed anche nitrati, per cui è richiesta un'attenta valutazione degli effetti di questi sali solubili sulla stabilità strutturale della scultura.

Il MOLAB ha recentemente condotto una campagna di analisi non invasive *in situ* su tredici dipinti e quattro disegni di Picasso esposti nell'omonimo museo di Antibes.

Il museo possiede una collezione unica di opere dell'artista, eseguite *in situ* tra l'estate e l'autunno del 1946 quando, durante il periodo post-bellico, a causa della indisponibilità nel sud della Francia di strumenti pittorici tradizionali (colori ad olio, tele), Picasso ha colto l'opportunità di esprimere liberamente la propria creatività utilizzando materiali solitamente non destinati a scopi artistici, come ad esempio colori impiegati per uso edile e navale, pannelli di fibrocemento come supporti e, non di rado, riutilizzando tele già dipinte.

I numerosi dati spettroscopici raccolti hanno l'obiettivo di chiarire la composizione chimica dei pigmenti e dei materiali non convenzionali presenti, così come degli oli e resine naturali impiegati come leganti, nonché l'eventuale presenza di agenti siccativi da ricondurre ad una specifica produzione industriale. Tali informazioni sono utili altresì a chiarire l'influenza dei suddetti mezzi "non convenzionalmente artistici" sulle caratteristiche ottiche delle opere, quali ad esempio la brillantezza e lucentezza e quindi a comprendere meglio la tecnica pittorica di Picasso in quegli anni.

Le ricerche presentate in questa conferenza dimostrano come le tecniche non invasive, disponibili nel laboratorio mobile MOLAB, siano in grado di fornire, con un approccio *in situ* a molte tecniche, informazioni rilevanti sui materiali costitutivi e sulle tecniche esecutive di dipinti moderni e contemporanei. Queste informazioni utili dal punto di vista storico-artistico, sono di grande ausilio per una corretta conservazione preventiva ed una adeguata manutenzione programmata di opere d'arte moderne e contemporanee.

Ringraziamenti

Si ringraziano i componenti del gruppo "Beni Culturali" del CNR-ISTM e del Centro SMAArt di Perugia, i progetti europei Eu-ARTECH e CHARISMA, la Fondazioni Albizzini di Città di Castello



Figura 2 - Gli strumenti MOLAB insieme a "La joie de vivre" (2010)

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

MILIANI, C.; ROSI, F.; BRUNETTI, B.G.; SGAMELLOTTI, A. *In situ non invasive study of artworks: the MOLAB multitechnique approach*. In: Acc. Chem. Res. 43, 728-737 (2010). Washington: American Chemical Society, 2010.

MILIANI C.; KAHRIM K.; BRUNETTI B.G.; Sgamellotti ,A.; ALDROVANDI,A.; VAN BOMMEL M.R.; K. VAN DEN BERG, JANSSEN, J. H. *MOLAB, a mobile facility suitable for non-invasive in-situ investigations of early and contemporary paintings: the case-study of Victory Boogie Woogie (1942-1944) by Piet Mondrian*. In: Proceedings of the 15th Triennial Conference of ICOM-CC, New Dehli, Vol. II 244 (2008).

ROSI,F.; MILIANI,C.; CLEMENTI, C.; KHARIM,K.; PRESCIUTTI,F.; VAGNINI, M.; MANUALI, V.; DAVERI, A.; CARTECHINI,L.; BRUNETTI, B.G.; SGAMELLOTTI, A. *An integrated spectroscopic approach for the non invasive study of modern art materials and techniques*. In: Applied Physics A, 100, 613 (2010).