Sarebbe pertanto estremamente necessario un intervento di restauro conservativo, anche in vista del nuovo allestimento, già in esecuzione, relativo alla sezione astronomica del Museo della Scienza e della Tecnologia "Leonardo da Vinci" ove lo strumento è tuttora conservato.

La nostra Associazione è impegnata a trovare le risorse economiche necessarie per un restauro conservativo

Nello Paolucci

Rif. (1) dalla lettera del Cancelliere Kaunitz
Rif. (2) da Wikipedia: Jeremiah Sisson
Rif. (3) da Wikipedia: Osservatorio Astronomico di Brera
Rif. (4) da " La strumentazione nella storia dell'Osservatorio Astronomico di Brera" (E. Miotto, G. Tagliaferri, P. Tucci)

Realtà virtuale e strumenti scientifici. Un esempio concreto: l'elettrometro a quadranti di E. Mascart

Le nuove frontiere della realtà virtuale - Una delle attuali frontiere di Internet (soprattutto con l'avvento delle connessioni a banda larga) e delle tecnologie di modellazione digitali 3D, tipiche dei prodotti desktop di ultima generazione, è la cosiddetta Realtà Virtuale (da ora VR, ovvero Virtual Reality). Questa nuova tecnologia, utilizzata fino a qualche anno fa esclusivamente da potenti workstations di calcolo, è oggi alla portata della grande utenza grazie alla notevole diffusione sul mercato consumer di personal computer sempre più potenti e sempre meno costosi. Il termine Realtà Virtuale è utilizzato comunemente per tutte le tecniche e le tecnologie digitali create dal computer. Da un punto di vista tecnico, però, si può parlare di VR solo per particolari tipi di applicazioni che prevedono una simulazione interattiva nella quale l'utente può osservare immagini calcolate in tempo reale (si parla di Real Time) dal calcolatore, secondo l'evento deciso dall'osservatore. Tramite un sistema di visualizzazione, l'utente è così in grado di interagire con un vero e proprio Mondo Virtuale in cui, oltre all'esplorazione spaziale in 3D, è possibile manipolare oggetti, cioè muoverli, smontarli, interrogarli e farli funzionare.

Realtà Virtuale e museologia scientifica - Negli ultimi anni si stanno diffondendo sempre più le applicazioni della VR alla museologia scientifica e ai beni culturali. L'idea primaria è che tali tecniche possano offrire al visitatore che entra in un Museo un utile e a volte spettacolare supporto didattico per osservare, studiare e capire gli oggetti in mostra o gli ambienti visitati. Presupposto essenziale all'uso della VR è la presenza all'interno del museo di una struttura informatica ipermediale e interattiva dotata di un certo numero di terminali, postazioni hardware, totem e teatri virtuali che permettano ad uno o più utenti di poter accedere, in maniera non sequenziale, alla consultazione di un alto numero di informazioni del materiale collezionato sotto forma di suoni, testi, fotografie, immagini in movimento, simulazioni virtuali ed esperienze dimostrative. Quanto ai contenuti, essi potrebbero essere organizzati in percorsi multimediali aventi ciascuno un diverso grado di approfondimento (multilivello), secondo l'itinerario culturale più consono ai desideri ed alle curiosità dell'utente. In tale logica molti musei hanno quindi sviluppato nei loro siti nuove forme di comunicazione in VR, favoriti in ciò soprattutto dalla diffusione di connessioni internet a larga banda (principalmente con tecnologie Adsl, satellitari e in fibre ottiche) che hanno reso possibile l'accesso all'informazione grazie a modalità di trasmissione dati più rapide e sofisticate.

L'applicazione realizzata nel museo urbinate: l'elettrometro di Mascart. L'applicazione storico-scientifica realizzata, riguarda un antico strumento scientifico completo e ben conservato, oggi in mostra presso il Gabinetto di Fisica: Museo urbinate della Scienza e della Tecnica dell'Università degli Studi di Urbino Carlo Bo. Le finalità di questo lavoro si possono riassumere in due aspetti fondamentali: fornire, sul piano storico e didattico, un contributo alla conoscenza dello strumento medesimo; illustrare un efficace mezzo di presentazione ed apprendimento de

gli strumenti scientifici in ambito museale. Muovendo dagli scritti originali, si è cercato di ricostruire la genesi dell'apparato e l'uso scientifico a cui, inizialmente, venne destinato. L'applicazione software inizia con una copertina che riproduce al centro una foto dello strumento. Cliccando sulla foto, si accede ad una controcopertina (Fig. 1) ed alla consultazione vera e propria tramite una struttura a due frames. Il primo, sulla sinistra, riporta l'indice generale delle pagine visitabili (tale finestra rimarrà presente per tutte quelle pagine che visualizzano contenuti bidimensionali); il secondo frame, invece, cambierà a seconda dell'argomento prescelto, riportando in esso testi ed immagini esplicative. Ad eccezione di una presentazione iniziale in cui si puntualizza la finalità dei lavori e di una bibliografia finale, tutte le pagine visitabili sono state raggruppate per argomento all'interno di quattro paragrafi così titolati: notizie storiche, lo strumento, l'esperimento storico e gli apparati antecedenti. Il primo e l'ultimo paragrafo forniscono informazioni storiche relative ai modelli storici antecedenti e ai loro ideatori; segue un secondo nucleo di informazioni relative alla caratteristica dello strumento, alla loro diffusione, al successo commerciale e all'esperimento storico. In quest'ultimo nucleo è stata inserita la ricostruzione virtuale dell'apparato e il suo uso sperimentale storico. Al fine di preparare al meglio l'utente all'esplorazione 3D, si è pensato di fornire, preliminarmente, alcune informazioni e descrizioni ipertestuali. Lo strumento viene, infatti, preceduto da una dettagliata descrizione la cui comprensione viene accresciuta da un set di immagini in rendering dell'oggetto ricostruito, visualizzabili su una finestra fissa e richiamabili nel testo con il metodo dell'ipertesto. Con lo stesso metodo si è proceduto anche per i paragrafi relativi a ciascun esperimento storico. Ad una introduzione all'esperimento si è aggiunta anche una descrizione ipertestuale sia dell'ambiente sperimentale che dell'intero set strumentale necessario per la ricostruzione dell'esperimento storico. Questo approccio permette all'utente, prima dell'esplorazione 3D dell'esperimento, di visualizzare, con l'aiuto di alcune immagini in rendering, ogni particolare dei set strumentali in gioco, di intendere la loro corretta predisposizione sperimentale e conseguentemente di prepararlo alla comprensione delle modalità di funzionamento degli strumenti stessi. Lo scopo precipuo dei percorsi sopra descritti consiste, quindi, nel permettere all'utente di accedere con maggior consapevolezza alla parte più significativa ed innovativa della applicazione realizzata, costituita dalle ricostruzioni virtuali sia dello strumento che dell'esperimento storico. Queste ultime vengono visualizzate su una pagina strutturata essenzialmente in quattro frames. Il primo frame, in alto, riporta il tipo di applicazione che si va consultando e l'indice generale delle pagine visitabili, richiamabile tramite un menù a tendina. Sotto di esso, a sinistra, sono posizionati altri due frames che mostrano, rispettivamente, l'oggetto in 3D (finestra più grande) e la legenda dei comandi per l'interazione). Infine il frame di destra, permette di osservare, in successione, immagini e testi esplicativi relativi all'interrogazione sia dell'oggetto virtuale che dell'esperimento storico. Esso, quindi, funge da utile guida per una più meditata esplorazione degli ambienti o degli oggetti ricostruiti poiché evidenzia particolari ingranditi o spiegazioni sull'uso e sul funzionamento di parti di essi.

Fig.1 - - Copertina della applicazione realizzata

Notizie storiche dell'apparato.- La documentazione storica rinvenuta sull'elettrometro risulta alquanto scarsa. Il pezzo si trova trascritto in un inventario degli strumenti scientifici del Gabinetto di Fisica relativo agli anni 1900-1910. Da esso si desume che lo strumento venne acquistato nel 1900 dal prof. Aristide Fiorentino, direttore del Gabinetto di Fisica dal 1899 al 1901. el 1900 dal prof. Aristide Fiorentino, direttore del Gabinetto di Fisica dal 1899 al 1901. Il suo acquisto rientrava nelle esercitazioni di fisica del corso di Farmacia. Esso non è firmato da alcun costruttore ma dall'inventario risulta fabbricato presso le Officine Roiti ed ha come anno di acquisizione il 1901. L'elettrometro di Mascart è una versione modificata di un altro elettrometro a quadranti, ideato e descritto per la prima volta nel 1867 dal fisico inglese William Thomson (1824-1907, dal 1892 Lord Kelvin).

Il fisico francese Eleuthère Elie Nicolas Mascart (1837-1908) apportò al modello di Thomson alcune semplici modifiche che ne accrebbero la sensibilità e l'accuratezza. Lo strumento permetteva di misurare potenziali elettrici incogniti tramite la deviazione angolare di un equipaggio mobile collegato ad una sospensione bifilare in seta. Anche tale apparato ebbe, verso la fine dell'ottocento e nei primi anni del novecento, un discreto successo commerciale. A supporto di quanto detto si può, nel menù generale dell'applicazione, cliccare e consultare alla voce L'apparato nel mondo un elenco (che non pretende di essere esaustivo bensì euristico) di alcune collezioni strumentali in cui è conservato almeno un elettrometro modello Mascart.

La ricostruzione virtuale dello strumento- Per ricostruire virtualmente lo strumento, si è proceduto inizialmente con la rilevazione dei materiali e con la misura accurata di tutte le sue parti per una corretta riproduzione in scala. Successivamente si è passati alla rilevazione fotografica, necessaria per la creazione di texture, ed alla fase di

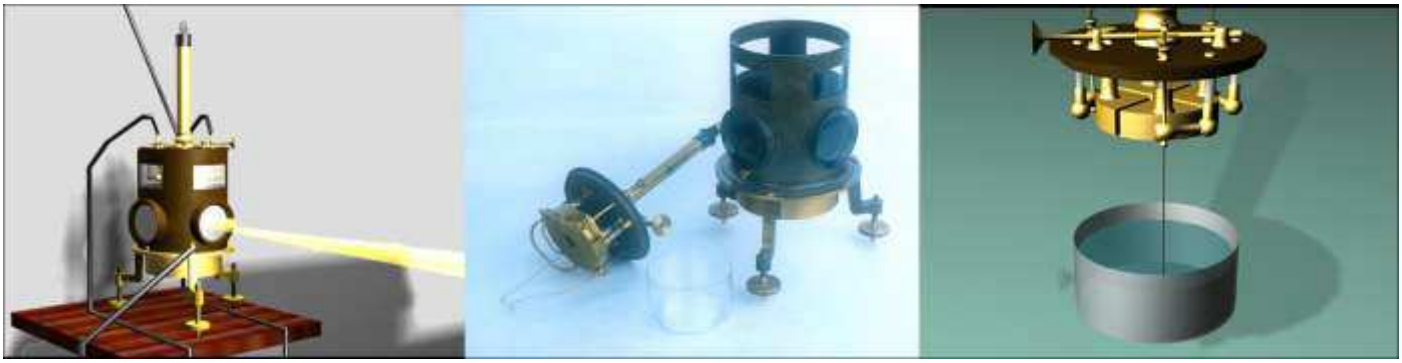

Fig. 2 L'elettrometro reale (al centro) e virtuale (ai lati) presentato intero e smontato

ricostruzione geometrica mediante un modellatore tridimensionale. L'oggetto virtuale finale è stato quindi caricato su di un programma di visualizzazione nel quale si è proceduto a costruire i diversi comandi per il movimento e l'interazione. Nella prima fase si è programmato di gestire il maggior numero possibile di movimenti dell'oggetto tramite l'utilizzo di tastiera e mouse. Sono poi stati aggiunti alcuni comandi interattivi per lo smontaggio dell'oggetto; con essi si è in grado di osservare ed esplorare in dettaglio le parti interne dell'elettrometro. L'utente, infatti, con un semplice comando, simulando un comportamento reale, può alzare il coperchio della cassa che racchiude lo strumento ed esplorarne a 360° la sua struttura interna. L'applicazione offre, in questo modo, un potente mezzo di apprendimento per la disamina dell'intera struttura materiale, sia visibile che invisibile, dello strumento. (Fig. 3)

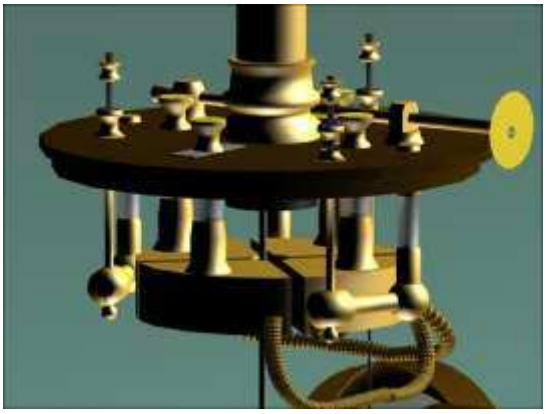

Fig. 3 Particolare del coperchio e della struttura a quadranti

L'operazione virtuale di alzare il coperchio della cassa per esplorarne la struttura sottostante non è l'unica che si è realizzata: posizionando il puntatore del mouse sul coperchio della scatola cilindrica e cliccando su di esso si visualizzano, sul frame di destra, una breve descrizione dei principali elementi del coperchio, un'immagine reale di esso ed una frase linkabile (vai al pezzo smontato) che permette di accedere alla visualizzazione della ricostruzione virtuale dello strumento senza custodia. Questo itinerario alternativo permette all'utente di visionare ed interrogare tutte le parti nascoste dello strumento senza l'ingombro visivo della custodia. Ad esempio, utilizzando il comando zoom e la mappa sensibile per l'interrogazione virtuale, si è in grado di esplorare in dettaglio i quadranti, i vari collegamenti elettrici, le colonnine di vetro per l'isolamento e una porzione del filo di platino; questo ulteriore livello esplorativo non permette, tuttavia, di visualizzare parti ancora più nascoste, quali, ad esempio, l'ago elettrico e l'intero equipaggio mobile.

Al fine di visualizzare anche questi ultimi elementi si è pensato di dare la possibilità all'utente di smontare ulteriormente la struttura dello strumento senza custodia: cliccando sul tubo di ottone che racchiude la sospensione bifilare è, infatti, possibile accedere ad una nuova finestra e visualizzare una struttura a rotazione fissa (su di un asse) costituita dal cilindro d'ottone, dai quadranti e dall'equipaggio mobile (vedi fig. 4).

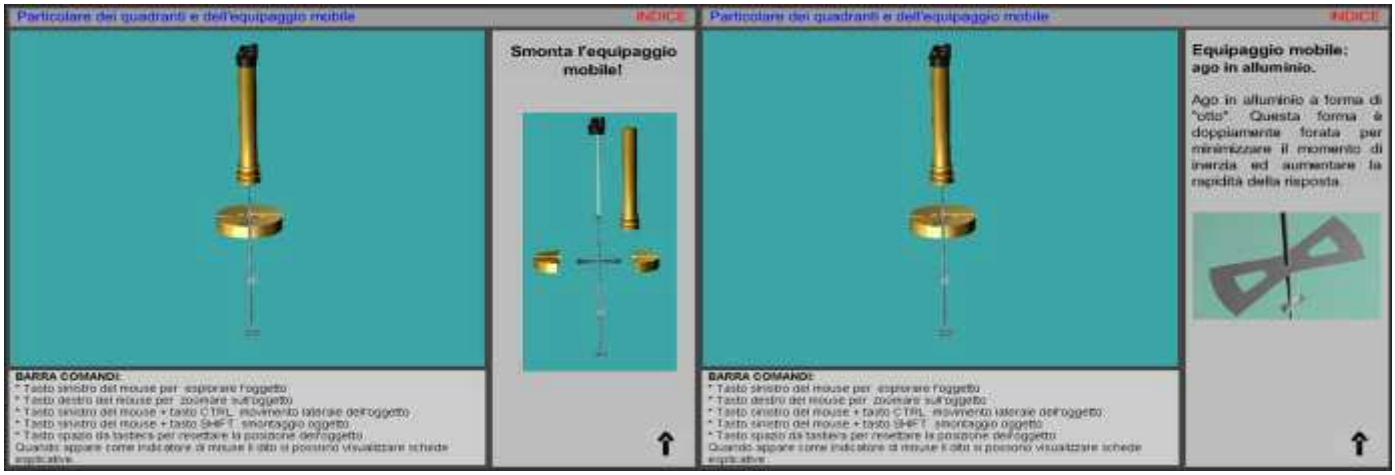

Fig. 4 Pagine relative alla visualizzazione delle parti più "nascoste" dello strumento

Utilizzando opportuni comandi e con l'aiuto di una immagine esplicativa (posizionata sul frame di destra) l'utente è così in grado di spostare lateralmente il tubo d'ottone per vederne la sospensione bifilare o di aprire la scatola a quadranti per osservarne la parte interna. Questo ulteriore processo di scomposizione permette così di arrivare al cuore dello strumento, l'ago, di cliccare su di esso e leggerne una breve scheda esplicativa.

La ricostruzione virtuale dell'esperimento storico - Una seconda significativa ricostruzione virtuale è stata la simulazione sperimentale dell'esperimento storico di Mascart, inquadrabile all'interno delle ricerche, allora molto in voga, sulla meteorologia elettrica. Lo studio dell'elettricità atmosferica nella seconda metà del XIX secolo beneficiò dell'invenzione e dell'uso dell'elettrografo a gocce d'acqua e dell'elettrometro di Lord Kelvin. Questi mostrò che l'estremità di un tubicino dal quale fuoriesce una vena d'acqua che si frantuma in gocce, prende il potenziale elettrico dell'aria in quel punto. Su tale idea Mascart basò la costruzione del suo apparato per lo studio dell'elettricità atmosferica o, più precisamente, per il monitoraggio continuo nel tempo del potenziale elettrico dell'aria. L'esperimento proposto è la fedele ricostruzione virtuale di quella esperienza. La descrizione e la relativa documentazione iconografica che ha ispirato la ricostruzione storica dell'esperimento sono state tratte da alcuni articoli apparsi nel 1883 sulla rivista francese La Nature. L'elettrometro registratore venne istallato da Mascart in alcune stanze del laboratorio di fisica del Collége de France, presumibilmente intorno al 1882. Successivamente esso venne adottato in diversi osservatori meteorologici francesi.

La ricostruzione virtuale dell'esperimento (fig. 5) visualizza due stanze nelle quali sono state fedelmente riprodotte rispettivamente la strumentazione rivelatrice (a sinistra) e quella registratoria (a destra).

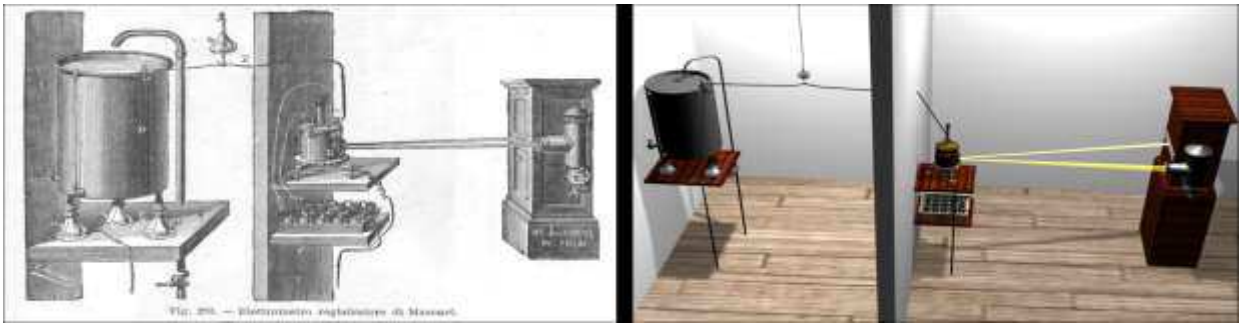

Fig. 5 Incisione storica dell'esperimento di E. Mascart e sua ricostruzione virtuale in rendering

La rivelatrice è un collettore a gocce d'acqua costituito da un serbatoio cilindrico metallico riempito d'acqua con rubinetto, sostenuto da tre isolatori di Mascart e connesso elettricamente all'elettrometro a quadranti. La misura del potenziale avviene nel punto in cui la vena liquida del rubinetto aperto cessa d'esser continua e si divide in goccioline. La registratoria è invece posizionata in una stanza attigua ben oscurata. Essa è costituita dall'elettrometro di Mascart alimentato, per il suo campo ausiliario, da una pila a corona di tazze e da un sistema meccanico registratorio che fa uso di lastre fotosensibili. Le deviazioni dell'ago dell'elettrometro vengono registrate dal movimento di un fascio di luce proveniente da una lampada ad olio (fissata esternamente alla cassa registratoria) che, incidendo sullo specchietto dello strumento, riflette i raggi sul sistema fotografico registratorio. Come nella precedente applicazione l'utente è in grado di spostarsi liberamente all'interno del laboratorio ricostruito con modalità walk e di zoomare qualunque dettaglio della strumentazione. Per avviare la simulazione dell'esperienza basta cliccare con il mouse sulla lampada per generare il raggio luminoso ed osservarne il percorso: il raggio incidendo sullo specchietto ruotante dello strumento viene riflesso verso la feritoia orizzontale della cassa di registrazione. Quest'ultima, infine, può essere esplorata dall'utente in tutta la sua struttura interna: cliccando sullo sportello laterale del mobile che racchiude la parte registratoria, questo si apre per mostrare il sistema fotografico registratorio (vedi fig. 6). Quest'ultimo è una cassa in legno divisa internamente da un tramezzo verticale.

La parte posteriore ha un sistema meccanico ad orologeria mentre l'anteriore è in sostanza una camera oscura munita frontalmente di una feritoia orizzontale. Il sistema meccanico mette in movimento nella parte anteriore una cremagliera che porta orizzontalmente un foglio di carta fotosensibile incastrato tra due lastre di vetro. La carica dell'orologio è tale da far discendere molto lentamente (circa di un centimetro ad ora) la lastra fotosensibile per tutta la sua altezza nell'arco delle ventiquattrore. La luce riflessa dallo specchietto passa attraverso la feritoia ed impressiona sulla lastra una serie di linee orizzontali molto fini che interrompono la curva ad intervalli uguali. In tal modo per ogni lastra si ottiene una registrazione continua giornaliera dei valori forniti dallo strumento.

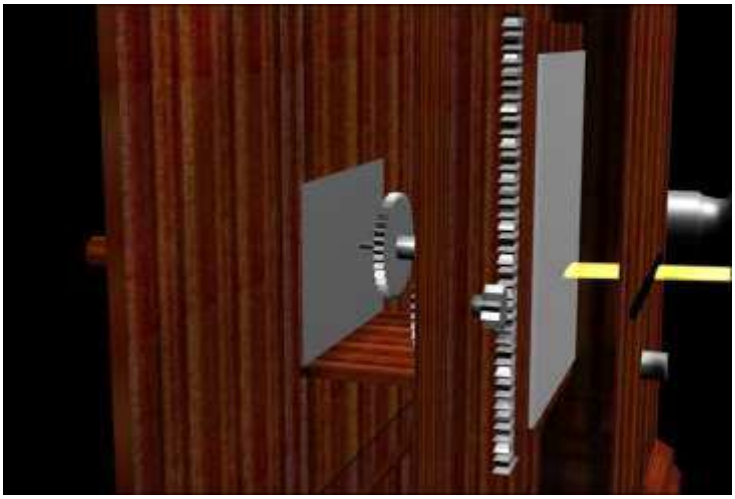

Fig. 6 *Particolare del sistema fotografico registratorio a sportello aperto.*

Conclusioni - Una delle questioni più importanti nel campo della museografia scientifica riguarda lo sviluppo di nuove tecnologie informatiche che, unitamente ad appropriati contenuti testuali, sappiano rendere sempre più efficace ed immediata la divulgazione scientifica. In un'epoca altamente tecnologica, qual è la nostra, la divulgazione di contenuti storico-scientifici deve sapersi rinnovare nella metodologia didattica ed offrire nuove soluzioni a vecchi problemi museografici. E' compito precipuo di ogni Museo preservare il proprio materiale collezionato con strutture adeguate e con idonei metodi conservativi. Manipolare un antico strumento scientifico o, peggio, tentare di rimetterlo in funzione, comporta, nella maggior parte dei casi, notevoli rischi conservativi. D'altra parte, produrre perfette copie funzionanti, può costituire un'ottima soluzione ma la sua reale fattività si scontra con gli alti costi e con le scarse risorse artigianali disponibili. Le tecniche della realtà virtuale hanno invece il pregio di beneficiare di un interesse crescente e di una continua innovazione tecnologica che tende ad ottimizzare il rapporto prestazioni/prezzo. Esse, anche se non in grado di sostituire tout court l'enorme valore cognitivo e didattico dell'esperimento scientifico diretto e reale, possono tuttavia assumere un ruolo di primaria importanza nell'ambito di una più variegata ed approfondita pedagogia scientifica.

Roberto Mantovani
Università di Urbino Carlo Bo
Gabinetto di Fisica: Museo urbinate della Scienza e della Tecnica