

Valorizzare il patrimonio degli strumenti scientifici storici per la conoscenza e per la didattica: il progetto Va3SCoDi

Luca Rocca, Gaetano Angelici e Valentina Domenici

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa

e-mail: valentina.domenici@unipi.it

Abstract. This contribution aims to present a project funded by Regione Toscana about the valorization of historical scientific instruments for culture and education (label of the project: Va3SCoDi). This project concerns the collection of instruments of the Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale and it involves several scientific museums, such as the Museo Galilei in Florence, the Museum of instruments of Physics in Pisa and the Natural History Museum in Rosignano Marittimo. In this paper, the first steps of the project will be reported focusing on the cataloguing of several instruments that were part of the *Gabinetto di Chimica* and *Gabinetto di Fisica Sperimentale* from the 1800 to the 1970.

Keywords: cultura scientifica; musei scientifici; collezioni scientifiche storiche; didattica delle scienze; storia della scienza

1. Introduzione

Gli strumenti scientifici storici, come anche il patrimonio tecnico e industriale, sono stati gli ultimi tra i beni demoetnoantropologici a rientrare nella famiglia dei *beni culturali* (1998 – legge n. 88 “Norme sulla circolazione dei beni culturali”) e, quindi, a ricevere un ufficiale riconoscimento della loro importanza come testimonianza di civiltà. In primo luogo, questi sono oggetti di difficile definizione: il termine stesso è stato coniato solamente nel XIX secolo, mentre in precedenza erano comuni termini quali *strumenti ottici*, *strumenti filosofici*, *matematici*, etc. In maniera molto ampia possiamo fare riferimento alla definizione che Paolo Brenni ha dato per l'enciclopedia Treccani, ossia gli strumenti scientifici storici sono “*tutti quegli oggetti tecnologici necessari all'avanzamento e all'insegnamento delle scienze nonché quelli propri a professioni o ad attività il cui svolgimento implica operazioni di misura, di calcolo, di osservazione o di controllo*” [1]. Si tratta di un patrimonio vastissimo al quale vanno aggiunti i reperti industriali e tutti gli strumenti necessari alla manifattura o alla trasformazione di beni. Molti di questi beni sono oggi conservati in musei e collezioni pubbliche e private, ma solo una piccolissima percentuale è stata adeguatamente catalogata e inserita nel Catalogo Generale dei Beni Culturali: 16.900 catalogati, ma si stima ve ne siano dieci volte tanto [2]. Come riportano diversi autori, molte collezioni di strumenti scientifici, così come di altri beni legati alle scienze, quali reagentari, vetrerie, ma anche documenti storici, manuali di funzionamento e quaderni di appunti di scienziati, si trovano all'interno di istituti tecnici o professionali, istituti di ricerca e dipartimenti universitari [3-6]. Purtroppo, non tutte queste realtà sono facilmente accessibili e, in alcuni casi, non sono nemmeno visitabili; per questo non è sempre semplice avere una corretta percezione della diffusione e della ricchezza di questo patrimonio. Negli ultimi anni, l'aspetto educativo e il potenziale dei musei storici scientifici e delle collezioni, in termini di formazione e apprendimento, sono stati al centro dell'attenzione di educatori e formatori, anche grazie al diffondersi di nuove idee in campo educativo. Ad esempio, i musei sono considerati a tutti gli effetti ambiti di apprendimento non formale, assai efficaci nell'ottica del *life-long learning*, ovvero l'apprendimento che copre tutto l'arco della vita e che avviene non necessariamente in contesti formali e codificati, ma anche in modo involontario, durante una visita a un museo o in una associazione culturale [7-10]. La diffusione dell'approccio STEAM

(*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*) nell'apprendimento e nell'insegnamento delle scienze ha reso i musei e le collezioni ancora più protagonisti, essendo luoghi ideali dove affrontare tematiche interdisciplinari con metodologie attive, favorendo la partecipazione dei visitatori, il lavoro cooperativo ed esperienze laboratoriali innovative [8-10]. La filosofia educativa STEAM è stata alla base di alcuni progetti, realizzati nell'ambito del corso di insegnamento *Fondamenti e metodologie didattiche per l'insegnamento della chimica* [11,12], che hanno portato alla realizzazione da parte degli studenti frequentanti di una pagina web dedicata alla collezione storica del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa [13] e di un'iniziativa conclusiva del progetto dedicata alle scuole secondarie di II grado in cui, a partire dagli strumenti storici scientifici, gli studenti universitari hanno preparato laboratori dimostrativi e presentazioni divulgative di cui abbiamo raccontato in un precedente articolo [14]. È in questo contesto che è nata l'idea di un progetto di ricerca per valorizzare, a scopo culturale e didattico, la collezione degli strumenti storici scientifici a Pisa.

2. Il progetto di ricerca 'Va3SCoDi'

Il progetto 'Va3SCoDi' (Valorizzazione degli Strumenti Storici Scientifici per la Conoscenza e per la Didattica, il cui logo è riportato in figura 1) è stato finanziato dalla Regione Toscana lo scorso marzo 2025 con una borsa di ricerca biennale [15].



Figura 1. Logo del progetto Va3SCoDi e del sito che raccoglie il materiale didattico e divulgativo prodotto nell'ambito del progetto [15]

Il progetto è stato promosso da un gruppo di ricercatori dell'Università di Pisa, di cui fanno parte gli autori di questo contributo, insieme ad alcuni partner esterni, in particolare il Museo Galileo di Firenze, la Fondazione Galileo Galilei di Pisa e il Museo di Storia Naturale di Rosignano Marittimo.

Nella prima fase del progetto, l'attenzione si è concentrata sulla documentazione e sulla catalogazione degli oltre cento oggetti della collezione presente nel Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa, che include strumenti scientifici storici, oggetti di vetreria e un piccolo reagentario. L'obiettivo è quello di giungere a una ufficializzazione della collezione, con la realizzazione delle schede tecniche degli oggetti esposti in vista di un loro successivo inserimento nel catalogo nazionale dei beni culturali [2]. Un altro obiettivo del progetto è quello di rendere fruibile la collezione sia ai ricercatori ed esperti del settore sia al pubblico generico, garantendo al contempo un livello più alto di conservazione. A tal scopo è stato realizzato un sito web in continuo aggiornamento che contiene anche una sezione divulgativa dove pubblicare contenuti di approfondimento legati ad alcuni degli strumenti storici contenuti nella collezione [15].

Nella prima fase della ricerca, inoltre, è stato possibile ricostruire gli inventari storici, conservati in frammenti nell'Archivio dell'Università di Pisa, che ci hanno restituito un quadro abbastanza definito degli strumenti che erano in uso nel Gabinetto di Chimica e nel Gabinetto di Fisica Sperimentale dai primi anni del 1800 sino al 1970, quando i diversi istituti di chimica sono confluiti nell'attuale Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale.

Integrando al lavoro di catalogazione digitale la ricerca storica, in una seconda fase del progetto, verranno sviluppate varie attività e percorsi didattici, con l'obiettivo di restituire a questi oggetti la loro dimensione narrativa, come testimoni materiali delle tappe fondamentali dell'evoluzione del pensiero scientifico. Una delle idee alla base del progetto è che il progresso scientifico non va vissuto

in maniera passiva, ma occorre mantenere un atteggiamento inquisitorio nei confronti dei mezzi che vengono utilizzati, senza dare per scontato la loro esistenza. A questo scopo diviene fondamentale interrogarsi sulla creazione di questi strumenti, sul contesto socioculturale, sulla necessità che ne ha dettato la realizzazione e di come questi oggetti hanno influenzato la cultura. Lo strumento scientifico non è più solo un oggetto dedicato a un fine, ma un sistema complesso dotato di una vita culturale e di qualità artistiche in grado di raccontare una storia che può essere utilizzata per formare studenti favorendo un atteggiamento critico e costruttivo.

3. “Leggere” gli strumenti scientifici storici

Le collezioni di strumenti scientifici dell'Università di Pisa sono molto estese e contano all'interno del Sistema Museale d'Ateneo diverse centinaia di oggetti. Il Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale contribuisce a questo patrimonio con un centinaio di strumenti che coprono un periodo di tempo che va dal 1890 al passato più recente. Per fare un esempio vediamo come, partendo da due strumenti della collezione è possibile andare a ricostruire l'attività di ricerca svolta nei laboratori dell'Università e quali erano gli interessi e le attività di chi vi lavorava. Questi strumenti sono conservati in due teche di legno ed esposti nell'atrio del Dipartimento di fronte alle bacheche principali della collezione. Si tratta di uno spettrogoniometro e di un saccarimetro/polarimetro.

Lo strumento mostrato in figura 2 è uno *spettrogoniometro*, vale a dire uno spettroscopio montato su un apparato che permette di effettuare spostamenti angolari noti e, quindi, di andare a misurare angoli di interesse con estrema precisione.



Figura 2. Spettrogoniometro Hildebrand früher August Lingke & Co. Freiberg 1892; fase di raccolta fotografica dello strumento, con e senza teca, e verifica dello stato di conservazione

Questo strumento in particolare si basa sul modello elaborato da Eilhard Mitscherlich (1794-1863) i cui studi hanno portato alla scoperta del fenomeno dell'isomorfismo cristallografico nel 1819 [16]. Eilhard aveva apportato delle modifiche, in particolare l'aggiunta di una scala a nonio circolare, al goniometro a riflessione inventato dal chimico inglese William Hyde Wollaston (1766-1828) nel 1809 [17]. Sullo strumento è possibile vedere la firma della ditta costruttrice che riporta: “*Hildebrand früher August Lingke & Co. Freiberg in Sachsony 1892*”. La famiglia Lingke, famiglia patrizia presente a Freiberg dal XVI secolo, aveva iniziato a dedicarsi alla costruzione di strumenti matematici e di misura con Wilhelm Friedrich Lingke (1784-1867), il quale diventò poi il proprietario della ditta che prenderà il suo nome, fondata nel 1791 dal suo maestro Studer [18]. Il figlio di Wilhelm Friedrich Lingke fece pratica nelle officine del padre, studiando contemporaneamente mineralogia presso l'Università di Freiberg e fu lui a guidare la ditta tra il 1859 e il 1873, anno in cui fu ceduta a Max Hilde-

brand (1839-1910) [19], genio della meccanica, ideatore di vari strumenti per il rilievo topografico, ed esploratore [20]. Il nome della ditta come riportato sullo strumento presente nella collezione del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa è stato adottato nel 1889.

Lo spettroscopio è uno strumento che consente la semplice osservazione dello spettro puro della radiazione incidente, con le relative rilevazioni metriche delle lunghezze d'onda. Questo tipo di strumento veniva usato spesso in mineralogia e in ottica per la misura degli angoli dei cristalli. Lo strumento, infatti, permette di misurare l'angolo diedro tra le pareti di un prisma.

Usando il metodo dell'angolo di minima deviazione, lo strumento permette anche la misura dell'indice di rifrazione del vetro di cui è fatto il prisma, nonché misure di tipo spettroscopico. Lo spettrometro è di ottone laccato (lacca storica a base di resine terpeniche, coloranti naturali disciolti in alcool etilico) ad eccezione del pesante treppiede che è di ghisa verniciata in nero. Lo strumento è costituito da diversi elementi (Figura 3): A) un collimatore fissato al treppiede; B) un disco circolare sul cui bordo argentato è incisa una scala divisa in gradi e quarti di grado, girevole intorno a un asse verticale, passante per il suo centro, al quale può venire fissato; C) una piattaforma porta prismi girevole attorno all'asse dello strumento indipendentemente o solidalmente con il disco circolare graduato; D) un cannocchiale, girevole intorno all'asse, al quale può venire bloccato; E) una doppia alidada, solidale con il supporto del cannocchiale, costituita da due indici con nonio e oculare per la lettura, i cui lembi scorrono, da parti diametralmente opposte, sul bordo del disco graduato. Una volta che il cannocchiale (o il disco graduato) è stato bloccato all'asse dello strumento, prima di effettuare la lettura sui due noni, per migliorare la precisione delle misure, è necessario aggiustare il puntamento mediante un'apposita vite micrometrica. La combinazione delle letture fatte sui due noni (F), essendo questi diametralmente opposti, elimina l'eventuale errore di eccentricità dell'alidada.

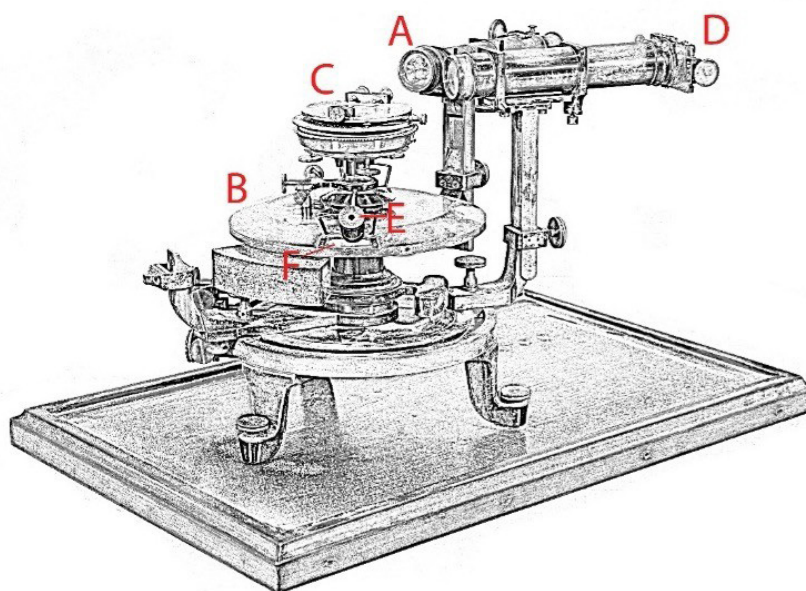


Figura 3. Schema dello spettrogoniometro (per la spiegazione delle lettere, vedere il testo)

Il collimatore è costituito da una fenditura verticale, munita di vite di regolazione, posta nel piano focale anteriore di una lente convergente collimatrice. Illuminando la fenditura con una sorgente posta lungo l'asse del collimatore, la lente collimatrice genera un fascio di luce parallelo che l'obiettivo del cannocchiale fa convergere nel proprio piano focale posteriore producendo un'immagine della fenditura che l'oculare, accomodato su quel piano, consente di osservare. La piattaforma è costituita da

due dischi sovrapposti e può essere fissata all'asse dello strumento: uno dei due dischi poggia sull'altro mediante due viti salienti e un perno con molla, fra loro equidistanti, che consentono di disporlo perpendicolare all'asse dello strumento.

In figura 4 possiamo apprezzare uno strumento che per molti anni è stato di grande importanza analitica e merceologica: si tratta di un polarimetro a penombra, chiamato poi comunemente saccarimetro, visto il suo utilizzo principale.

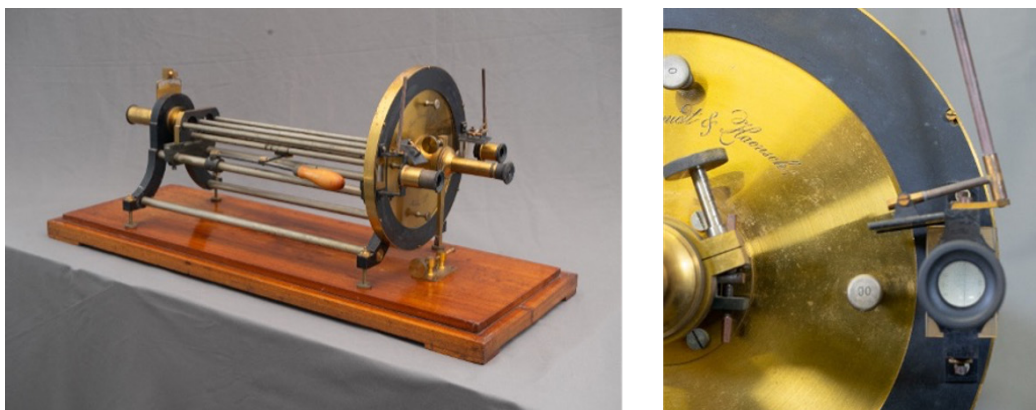


Figura 4. Saccarimetro/Polarimetro Franz Schmidt & Haensch, circa 1890

Questo strumento, parte della collezione di strumenti scientifici storici del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa, può essere datato tra il 1890 e il 1900 ed è uno dei primi esemplari realizzato dalla compagnia "*Franz Schmidt & Haensch*" di Berlino. Franz Schmidt (1825-1888) era un costruttore di strumenti di precisione di Berlino e nel 1864 decise di mettersi in società con il costruttore di strumenti meccanici e ottici Wilhelm Herrmann Haensch (1832-1896), un sodalizio che ebbe molto successo. Possiamo ricordare in particolare la costruzione del primo interferometro su commissione e disegno di Albert A. Michelson (1852-1931) per la misura della velocità della luce, seguito dal lavoro svolto nel 1890 con il chimico Karl Ventzke, che lavorava presso la *Schicklersche Zuckerfabrik*, importante ditta di lavorazione dello zucchero della Germania [21]. A Ventzke si deve la diffusione dei metodi polarimetrici per l'analisi quantitativa del saccarosio, tant'è che la scala di misura utilizzata viene chiamata *scala Ventzke*, in onore dell'impostazione originale da lui proposta: un grado Ventzke corrisponde a una centesima dell'angolo di rotazione ottica in un campione standard di saccarosio puro in colonna da 200 mm a 17,5 °C [22]. Le collaborazioni della ditta nell'ambito della polarimetria continuarono poi nel 1905 insieme ad Alfred Werner (1866-1919), con il quale fu realizzato un *polarimetro circolare* che lo studioso utilizzò per verificare le sue teorie sulla disposizione spaziale dei complessi inorganici, studi che gli valsero il premio Nobel per la chimica nel 1913 [23]. La ditta è attiva ancora oggi: polarimetri e saccarimetri rappresentano tuttora strumenti di misura di grande importanza.

Lo strumento presente nella collezione del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa (Figura 5) è costituito da una solida struttura in ghisa verniciata di nero (A), dotata di quattro piedini in ottone regolabili che permettono il corretto posizionamento livellato dello strumento. In primo piano possiamo vedere il disco (B), in ottone laccato e in parte verniciato in nero, che costituisce l'analizzatore, con al centro un cannocchiale (C) per osservare la cella contenente il campione. Si vedono anche due oculari (D), sempre in ottone, che permettono di leggere la scala a nonio (E) presente dentro al disco e di effettuare la misura. La scala riportata va da -25 a +100 gradi Ventzke. Tra i due sostegni in ghisa possiamo vedere la sede che ospita il campione (F) e anche un secondo tubo parallelo (G). Particolarità di questo strumento è infatti la presenza di due sedi per campioni, che possono traslare sul piano a mezzo di una leva di cui si vede in foto il pomello in legno

(H): in questo modo è possibile tenere sempre presente il riferimento per la taratura dello strumento. Per effettuare la misura si utilizzava una lampada al sodio, posta all'estremità opposta dell'analizzatore. Il fascio luminoso attraversa un primo prisma di Nicol, il campione e un successivo prisma di Nicol che può essere fatto ruotare insieme all'analizzatore. Per ruotare l'analizzatore si possono usare i tre pomelli metallici che sono presenti sulla sua superficie. Il punto di estinzione è determinato utilizzando il sistema di Lippich a doppio prisma [24].

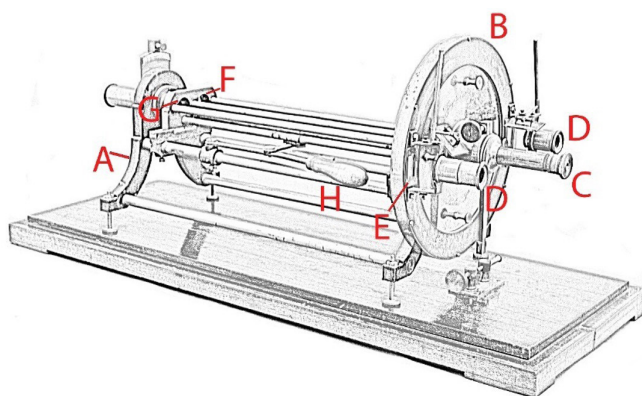


Figura 5. Schema del polarimetro (per la spiegazione delle lettere, vedere il testo)

Entrambi gli strumenti descritti sfruttano le interazioni luce-materia per indagare la natura delle sostanze. Possiamo supporre un'attività di laboratorio incentrata sulle analisi di sostanze sia organiche che inorganiche, supposizioni che trovano riscontro se andiamo a confrontarle con le fonti archivistiche in nostro possesso. Dagli inventari storici conservati presso l'Archivio Generale dell'Università di Pisa si legge che questi strumenti sono stati donati al dipartimento da Raffaello Nasini (1854-1931), figura chiave della chimica italiana dei primi anni del 1900 e discendente di una scuola chimica che, come vedremo, si è sviluppata intorno all'analisi chimica delle sostanze.

4. Una breve storia della chimica pisana fino ai primi decenni del XX secolo

Come scrive lo storico Marco Beretta [25], a Pisa l'insegnamento della chimica iniziò nel 1614, grazie alla nascita di un laboratorio di preparazioni associato all'Orto botanico; tuttavia, la prima vera cattedra di chimica nacque solo nel 1757, quando il primo granduca di Toscana, Ferdinando II, la istituì e chiamò il medico fiorentino Antonio Nicola Branchi, proprietario della Spezieria del Cinghiale a Firenze, come primo titolare. Il laboratorio di chimica era ancora molto legato alle scienze mediche e di fatto rimase un laboratorio di preparazioni mediche e farmaceutiche fino al 1833.

Nel frattempo, dopo la morte di Antonio Nicola Branchi avvenuta nel 1810, la cattedra fu ricoperta dal figlio, Giuseppe Branchi, che, pur non avendo lasciato lavori scientifici significativi, ebbe a cuore il rinnovamento dell'insegnamento della chimica, accogliendo le nuove idee di Lavoisier e Berthollet [25]. Come ricorda il chimico e divulgatore Gianni Fochi [26], proprio nel 1833 il laboratorio di chimica pisano fu trasferito nell'edificio in via Santa Maria n. 26, oggi sede della '*Domus Galileiana*', che ha custodito a lungo molta parte della strumentazione e dei documenti di archivio legati alle cattedre di chimica e di fisica a Pisa.

Giuseppe Branchi continuò a coprire la cattedra di chimica fino al 1841, quando si ritirò dall'insegnamento, e per qualche tempo la cattedra fu temporaneamente affidata a uno dei massimi esponenti della fisica italiana del 1800, Carlo Matteucci. Pur non essendo un chimico, Matteucci era esperto di elettrochimica e pubblicò diversi lavori di chimica organica e 'fisiologica' su diverse riviste, compresa la prestigiosa '*Annales de Chimie*'.

Nel 1842 pare sia stato proprio Matteucci a chiamare a Pisa un chimico già molto noto, Raffaele Piria [27], per ricoprire l'incarico di docente di chimica. È a Piria che viene attribuita la nascita della scuola di chimica italiana, non solo per le sue originali e innovative ricerche nel campo della chimica organica, ma anche per aver formato quelli che poi sarebbero divenuti famosi e importanti chimici italiani, come Stanislao Cannizzaro, Cesare Bertagnini, Sebastiano De Luca, e molti altri ancora. Raffaele Piria insegnò a Pisa lasciando importanti tracce, dal 1842 al 1855, anno in cui si spostò all'Università di Torino, non senza rimpianti, probabilmente anche a causa dell'ostilità del governo del granducato nei suoi confronti, per il supporto che aveva dato alle insurrezioni contro gli austriaci del 1848.

La sua cattedra fu coperta dagli allievi Cesare Bertagnini (dal 1856 al 1857, quando morì prematuramente di malattia) e Sebastiano De Luca (dal 1857 al 1862). Con De Luca fu istituita anche la cattedra di chimica agraria.

Dopo che De Luca si trasferì a Napoli nel 1862, fu ancora un altro allievo di Raffaele Piria, il chimico Paolo Tassinari, a continuare l'insegnamento della chimica a Pisa. Qui vi rimase per quarantuno anni, fino al 1903, dopo aver rivoluzionato l'insegnamento e soprattutto i laboratori. Tassinari è ricordato per la cura e l'attenzione alla preparazione teorica e pratica dei suoi allievi. Raffaello Nasini, illustre chimico di cui parleremo a breve, ricorda nella commemorazione per il grande maestro [28] che Tassinari aveva predisposto alcune aule per le esercitazioni, cosa assai inusuale fino ad allora, e che queste esercitazioni erano aperte non solo agli iscritti del corso di chimica, ma in generale a tutti i cultori della materia. Nasini lo definisce anche uno dei migliori chimici analisti dell'epoca in Italia [28] e la sua fama è testimoniata da incarichi molto delicati, come quello che lo portò ad analizzare il liquido fuoriuscito dalla ferita che Garibaldi si era procurato combattendo in Aspromonte nel 1862: tale analisi fu fondamentale per individuare la posizione esatta della pallottola che aveva ferito Garibaldi [29]. Tassinari tenne a Pisa anche un corso di chimica 'docimastica' (ovvero merceologica) e tradusse diverse opere a scopo didattico, come il famoso 'Sunto' dell'amico Stanislao Cannizzaro [30]. Durante tutti gli anni in cui Tassinari fu attivo a Pisa, molti chimici importanti frequentarono i suoi laboratori, tra questi il chimico e musicista russo Aleksandar Borodin, il chimico agrario Sesto Faustini, che per molti anni a partire dal 1876 fu il docente di chimica agraria a Pisa, e Raffaello Nasini. Quest'ultimo sostituì Tassinari dopo un breve intervallo in cui un altro allievo del maestro, Ubaldo Antony, coprì la cattedra e precisamente fino al 1906, anno in cui Antony si trasferì al Politecnico di Milano.

Raffaello Nasini è stato un importante chimico italiano, ritenuto il fondatore della chimica fisica in Italia [31-34], uno dei primi a fare studi sui gas nobili e sulla radioattività delle acque termali. Raffaello Nasini era stato studente del Tassinari e, subito dopo la laurea nel 1878, si era trasferito a Roma per lavorare nel laboratorio di Stanislao Cannizzaro, dove rimase fino al 1891 con una interruzione di due anni, in cui si trasferì a Berlino nel laboratorio di Hans Heinrich Landolt. Negli anni romani, Nasini conobbe altri futuri prominenti chimici italiani, come Augusto Piccinini e Giacomo Ciamician, di cui divenne cognato e con cui ebbe una intensa e lunga amicizia. Dal 1897 al 1905 Raffaello Nasini si spostò a Padova, dove contribuì allo sviluppo della chimica fisica e inaugurò un nuovo corso in elettrochimica, oltre a diventare rettore dell'Università di Padova dal 1900 al 1905. Durante la sua attività ricevette la stima e i finanziamenti di Ludwig Mond (1839-1909), chimico e industriale di fama, che farà dono a Nasini proprio dei due strumenti che abbiamo descritto [33]. Tornato a Pisa nel 1906, Raffaello Nasini rimase a insegnare chimica generale e chimica fisica fino al 1929, anno in cui si ritirò dall'insegnamento. In questi stessi anni, Nasini intraprese una fruttuosa e intensa collaborazione con la famiglia De Larderel e con il principe Ginori Conti, proprietari dei soffioni di Larderello che presto, proprio grazie a Nasini, si trasformarono in una impresa industriale di rilievo nazionale.

5. Considerazioni finali

Attraverso il progetto di ricerca Va3SCoDi vogliamo portare le collezioni di strumenti scientifici storici, e in particolare quella del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa, a rivestire un ruolo attivo come attori culturali all'interno dei luoghi di istruzione e in generale di conservazione. A titolo di esempio, in questo articolo, abbiamo scelto di focalizzare l'attenzione su due

strumenti storici molto particolari, uno spettrogoniometro e un polarimetro/saccarimetro databili intorno al 1890-1892. Questi strumenti sono esposti in una zona molto frequentata del Dipartimento, vicino all'aula magna, e attirano l'attenzione di studenti e visitatori soprattutto per la loro bellezza. Non molti però conoscono il loro funzionamento, a cosa sono serviti e chi li ha utilizzati. Questo contributo ci ha permesso di raccontare un po' della loro storia e dei principi di funzionamento, ma anche di valorizzare aspetti tecnici legati alla fabbricazione di strumenti scientifici di altissima qualità nella seconda metà del XIX secolo, ricordando i legami tra vari ambiti della scienza e della tecnica, il contesto particolare della scuola chimica pisana e la figura di Raffaello Nasini.

Possiamo concludere che la strumentazione scientifica storica si colloca in un ruolo privilegiato per riuscire a funzionare da trasformatore epistemico in modo da rendere tangibili i progressi che sono stati compiuti dall'umanità nel campo della scienza e della tecnologia. Crediamo anche che l'inserimento delle collezioni all'interno di questa catena di valori sia funzionale a garantire delle migliori condizioni di conservazione, tenendo viva l'attenzione su tale eccezionale patrimonio culturale che purtroppo risulta spesso trascurato.

Riferimenti bibliografici

- [1] P. Brenni, Gli strumenti della scienza e la loro produzione, *Enciclopedia Treccani*, Il Contributo italiano alla storia del Pensiero - Tecnica, 2013.
- [2] Catalogo generale dei beni culturali; beni scientifici e tecnologici (<https://catalogo.beniculturali.it/search/typeOfResources/ScientificOrTechnologicalHeritage>).
- [3] I. Morisetti, E. Servida, L. Ronzon, Da gabinetti scientifici a musei scolastici: il patrimonio dei licei scientifici per co-costruire nuove competenze e relazioni. *Scientia*, 2024, **1** (<https://www.rivistascientia.it/it/articolo/12251/da-gabinetti-scientifici-a-musei-scolastici>).
- [4] A. Franza, G. Pratesi, Learning Sciences from the Past: Recovery, Study, and Cataloging of a Historical Natural History School Museum, *Educ. Sci.*, 2024, **14**(1), 80 (<https://www.mdpi.com/2227-7102/14/1/80>).
- [5] C. Maurizio, Alla scoperta dei Musei delle Scienze: un supporto alle discipline STEM, *La Tecnica della Scuola*, 07/02/2024 (<https://www.tecnicadellascuola.it/alla-scoperta-dei-musei-delle-scienze-un-supporto-alle-discipline-stem>).
- [6] Autori vari, *La chimica nei musei. Creatività e conoscenza* (a cura di V. Domenici, L. Campanella), Pisa University Press, Pisa, 2020.
- [7] L. F. Bernarduzzi, E. M. Bernardi, School, museum, university: a community for science education, *Nuovo Cimento C - Colloquia and Communications in Physics*, 2023, **46**(6) (<https://www.sif.it/riviste/sif/ncc/econtents/2023/046/06/article/17>).
- [8] V. Domenici, Progettazione di attività didattiche STEAM in ambito museale durante i due anni di pandemia Covid-19, *La chimica nella scuola (CnS)*, 2022, **2**, 38-40 (<https://chimicanellascuola.it/index.php/cns/article/view/37/37>).
- [9] V. Domenici, Training of future Chemistry teachers by a historical/ STEAM approach starting from the visit to an historical Science Museum, *Substantia*, 2023, **27**, 23-34 (<https://doi.org/10.36253/Substantia-1755>).
- [10] V. Domenici, STEAM project-based learning activities at the Science Museum as an effective training for future Chemistry teachers, *Education Sciences*, 2022, **12**(1), 30 (<https://doi.org/10.3390/educsci12010030>).
- [11] Pagina web dedicata al progetto speciale di didattica "Realizzazione di progetti di didattica con approccio STEM in ambito museale" (<https://smslab.dcci.unipi.it/progetti-stem.html>).
- [12] Pagina web dedicata alla giornata conclusiva del Progetto speciale di didattica "Insegnare (e imparare) la chimica attraverso i musei e le collezioni di strumenti scientifici" (<https://www.dcci.unipi.it/giornata-collezione-strumenti-2024.html>).
- [13] Sito alla pagina della collezione di strumenti del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (<https://ricerca.dcci.unipi.it/instrument-museum.html>).

- [14] V. Domenici, G. Angelici, Insegnare (e imparare) la chimica attraverso i musei e le collezioni di strumenti scientifici, *La chimica nella scuola (CnS)*, 2025, **3**, 13-24 (<https://chimicanellascuola.it/index.php/cns/article/view/250>).
- [15] Sito alla pagina del progetto Va3SCoDi (<https://va3scodi.dcci.unipi.it/index.php>).
- [16] E. Mitscherlich, Ueber die Kristallisation der Salze in denen das Metall der Basis mit zwei Proportionen Sauerstoff verbunden ist, *Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Jg.1818-1819, pp. 427-437.
- [17] W. H. Wollaston, Description of a reflective goniometer, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1809, **99**, 253-258.
- [18] W. Fischer, Neue Deutsche Biographie, vol. 14, voce "Lingke, Wilhelm Friedrich", 1985.
- [19] J. B. Te Pas, Max Hildebrand, late August Lingke & Co. G.m.b.H., *Bulletin of the Scientific Instrument Society*, 1998, **58**, 19-21.
- [20] M. Hildebrand, Früher August Lingke & Co. G.m.b.H., Freiberg, 1932.
- [21] G. Eggleston, B. Legendre, M. Godshall, Sugar and Other Sweeteners, in Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology, Springer, Boston, 2017 (https://doi.org/10.1007/978-0-387-27843-8_35).
- [22] D. Singerman, A Doubt is at Best an Unsafe Standard: Measuring Sugar in the Early Bureau of Standards, *J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol.*, 2007, **112**(1), 53-66 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27110454/>).
- [23] G. Jackson, J. A. McKeon, S. Cortez, Alfred Werner's inorganic counterparts of racemic and meso-meric tartaric acid: A milestone revisited, *Inorg. Chem.*, 2004, **43**(20), 6249-6254.
- [24] C. Koester, Half-shade eyepieces for the AO Baker interference microscope, *Journal of the Optical Society of America*, 1959, **49**, 560-562.
- [25] M. Beretta, La Chimica, in *Storia dell'Università di Pisa. 1737-1861*, Edizioni Plus Università di Pisa, 2001, vol. 2:3, pp. 883-887.
- [26] G. Fochi, La chimica pisana, *Annali di Storia delle Università Italiane*, 2010, **14**, 207.
- [27] A. Focà, F. Cardone, *Raffaele Piria, medico, chimico, patriota, innovatore della Chimica in Italia*, Laruffa editore, Reggio Calabria, 2003.
- [28] R. Nasini, Paolo Tassinari, in *La chimica italiana* (a cura di G. Scorano), 2008, pag. 19 (<https://www.soc.chim.it/sites/default/files/Chimici%20Italiani.pdf>).
- [29] M. Taddia, Il chimico di Garibaldi. Paolo Tassinari e l'arte dell'analisi, *La Chimica e l'Industria*, 2009, **10**, 124.
- [30] S. Cannizzaro, *Sunto di un corso di filosofia chimica*, Università di Genova, 1858.
- [31] A. Macchioni, Raffaello Nasini: an eclectic chemist heralding the interdisciplinary essence of inorganic chemistry, *Eur. J. Inorg. Chem.*, 2019, **5**, 546-549 (<https://chemistry-europe.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejic.201801390>).
- [32] E. Mariani, Raffaello Nasini: le ricerche sui gas nobili e sulla radioattività, in *Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, 1998, serie 5, Volume XXII, pag. 25-33.
- [33] G. Fochi, Cento anni fa il primo metallo-carbonile binario: l'opera di Ludwig Mond e il contributo di Raffaello Nasini, in *Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, 1990, serie 5, volume XIV, pag. 359-365.
- [34] A. Bassano, Raffaello Nasini, la chimica fisica e l'idrologia medica, in *Memorie e Rendiconti di Chimica, Fisica, Matematica e Scienze Naturali*, Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, 2013, serie 5, volume XXXVII - Tomo II°, sezione Scienze Fisiche, pag. 225-237.

