

Lo sguardo oltre il confine

Marco Taddia

Pioniere della fotochimica e dell'energia solare, Giacomo Ciamician fu tra i massimi chimici europei della sua epoca. Ad animarlo, una insaziabile curiosità per le più svariate discipline

La difficoltà di abbracciare scienze diverse è stata ed è tuttora il tormento della mia vita intellettuale.

Giacomo Ciamician, La cooperazione nelle scienze (prefazione)

«**E**gli era pronto a discutere di qualunque argomento scientifico; dai fenomeni cellulari al moto interatomico, dalla fecondazione dell'ovo, alle più astruse dimostrazioni della struttura dei corpi organici». Così si esprime l'allievo Giuseppe Plancher [1], commemorando a Roma, per l'Associazione Italiana di Chimica Generale ed Applicata, il suo maestro Giacomo Ciamician, morto a Bologna il 2 gennaio 1922. Secondo Plancher, «il vario sapere e la natura della produzione scientifica del Ciamician» avevano le proprie radici negli studi vasti e metodici di argomenti importanti, che lo stesso Ciamician, studente universitario a Vienna dal 1874 al 1880, ancora incerto sulla propria vocazione, aveva affrontato in maniera indipendente, con passione e insaziabile curiosità. Il discorso di Plancher si aggiungeva alla commemorazione tenuta a Bologna da un altro allievo, Giuseppe Bruni [2] e ai necrologi pubblicati da autorevoli riviste straniere di chimica [3, 4], a testimonianza della stima di cui godeva Ciamician. Egli riteneva che la scienza non avesse barriere insormontabili al suo interno e confini verso all'esterno e uniformò la sua azione a questo principio. Tale scelta, lungi dal risultare dispersiva, lo mantenne ai vertici della chimica europea e ne fece l'anticipatore di un approccio ai problemi energetici di sorprendente attualità. Di Giacomo Ciamician si celebra quest'anno il 150° anniversario della nascita. Per l'occasione, l'Università di Bologna, dove insegnò dal 1889 fino alla morte, gli dedicherà un convegno il prossimo settembre (www.ciam.unibo.it/photochem/ciam2007).

La vita

Giacomo Luigi Ciamician nacque a Trieste il 25 agosto 1857 da Giacomo e Carolina Ghezzeo. Nel ricordare le origini armene della famiglia Ciamician, alcuni indicano tra gli antenati lo storico Michele Ciamician (1738-1823) [5]. Padre Mik'ayel Ch'amch'yants (Michele Chamich o Ciamician), autore di una celebre *Storia dell'Armenia* che copre il periodo 2247 a.C- 1780 d.C. (1229 dell'Era Armena), era nativo di Costantinopoli e, a metà del 1700, venne a Venezia aderendo alla Congregazione Mekhitarista, fondata nel 1711 da Mekhitar di Sebaste. Mekhitar entrò nell'isola di San Lazzaro il giorno 8 settembre 1717 [6]. Mekhitar agiva mosso non solo da esigenze spirituali ma anche culturali. Questo desiderio di diffondere il sapere avrebbe guidato, come si vedrà, anche Giacomo Ciamician. Rimasto orfano di padre, venne accudito dagli zii. Per quanto riguarda gli studi, una lettera a Stanislao Cannizzaro li elenca con precisione [7]. Si svolsero prima a Trieste, dove frequentò i quattro corsi normali, le quattro classi delle reali inferiori e le tre delle superiori governative. Nel 1874, dopo la maturità, si iscrisse alla sezione chimica del Politecnico di Vienna e vi rimase tre anni. L'ultimo anno fu anche iscritto all'Università. Nei due successivi rimase all'Università come studente straordinario, lavorando nel laboratorio chimico del professor Barth e in quello di fisica del Politecnico del professor Pierre. All'inizio dell'anno scolastico 1878-1879 gli fu conferito un posto di dimostratore all'Istituto di Chimica. Lo stesso anno sostenne l'esame di docenza per le scuole reali superiori. Nel 1879 iniziò le pratiche per laurearsi in scienze naturali a Tübingen perché aveva frequentato le scuole reali invece del ginnasio e non poteva laurearsi a Vienna in filosofia. In realtà, si sarebbe poi laureato in scienze naturali a Giessen. Suoi insegnanti di chimica furono Hlasiwetz (inorganica e organica), Weselsky (analitica), Oser (tec-

tata da Cannizzaro ai Lincei il 13 novembre 1887, anche a nome del socio Cossa. Il “pirolo” veniva ottenuto dalla distillazione secca delle ossa ed era contenuto nel cosiddetto “olio di Dippel”, esattamente la frazione che bolliva fra 140 e 150°C. Il nome di Ciamician è ancora legato alla reazione di conversione del pirrolo in piridina [14], realizzata insieme a Maximilian Dennstedt, oggi nota come reazione di riarrangiamento di Ciamician-Dennstedt. Nell’ambito delle ricerche sul pirrolo, Ciamician scoprì il tetraiodopirrolo o “iodolo” che si rivelò utile come disinfettante. Il terzo gruppo dei lavori di Ciamician attiene alle sostanze di origine vegetale e alla loro composizione chimica. Tra le altre, si occupò del safrolo, dell’eugenolo, dell’apiolo, dei composti estratti dalla corteccia di coto, dal melograno e dal sedano. Il gruppo di lavori inerenti l’azione chimica della luce sulle sostanze organiche, frutto di ricerche condotte nel primo quindicennio del nuovo secolo, è forse la prima indagine sistematica in proposito. Questa attività incluse Ciamician fra i pionieri della fotochimica [5, 15]. Anche in questo caso, come per il pirrolo, c’era stato un primo assaggio dell’argomento durante l’assistentato a Roma. Nella seduta dei Lincei che si era tenuta il 3 gennaio 1886, il socio Blaserna aveva infatti presentato la nota di Ciamician «Sopra una trasformazione del chinone in idrochinone» [16]. Ciamician aveva esposto alla luce solare diretta, per cinque mesi, durante l’estate e l’autunno, una soluzione alcoolica di chinone «in una bottiglia di vetro bianco chiusa ermeticamente». Le indagini sui prodotti di reazione lo portarono a concludere che il chinone si era trasformato quasi del tutto in idrochinone, ossidando l’alcool ad aldeide. A questa nota ne seguirono una quarantina di altre, relative ad ossido-riduzioni, polimerizzazioni, condensazioni e auto-ossidazioni di vari composti organici. Le ricerche di chimica vegetale, che Ciamician svolse in parte insieme a Ciro Ravenna a partire dal 1908, furono indirizzate a osservare le trasformazioni che le sostanze organiche subivano nelle piante. Ciamician inoculava particolari sostanze nelle piante poi le analizzava per vedere i risultati. Si occupò anche degli effetti sulla germinazione e la crescita. Queste ricerche di chimica vegetale, tese a individuare una via “dolce” alla sintesi chimica, erano collegate a quelle di fotochimica e fanno di Ciamician un precursore della cosiddetta *Green Chemistry* [17]. Un gruppo di lavori meno consistente degli altri riguarda la

chimica fisica. Di rilievo quelli sulla dissociazione degli elettroliti, sull’affinità e la valenza. Il valore delle ricerche bolognesi di Ciamician e collaboratori può essere ulteriormente apprezzato se si considerano i mezzi a disposizione. Per una ventina d’anni svolse la propria attività in un angusto laboratorio, posto all’interno di Palazzo Poggi, attuale sede del Rettorato. Tale laboratorio era largo tre metri e lungo quattro ed era carente di aria e di luce [1].

Divulgatore scientifico e paladino dell’energia solare

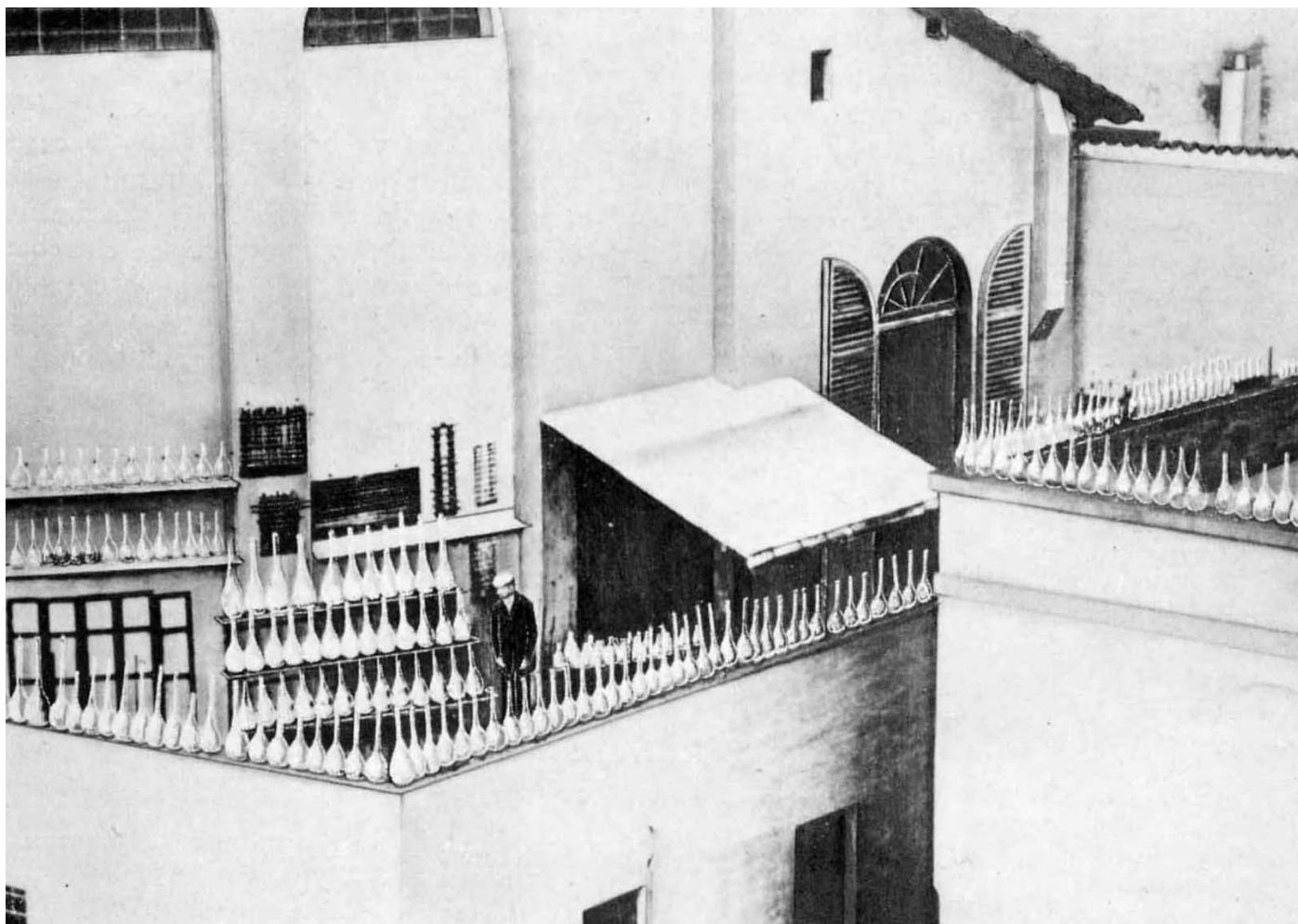
«Ciò che manca spesso in Italia ai giovani ed ai vecchi è l’attitudine alla volgarizzazione che è invece così eminentemente sviluppata in Francia e in Inghilterra nei cultori delle scienze. Però sarà merito della nostra Società se potrà contribuire a sviluppare queste attitudini coi suoi congressi e le sue conferenze»; così si esprimeva Ciamician, a proposito del ruolo della SIPS, nella prefazione a «La cooperazione nelle scienze» [18] rispondendo ad alcune critiche di Anile. L’editore Zanichelli pubblicò i testi di questa e altre conferenze di Ciamician. È il caso de «I problemi chimici del nuovo secolo» (1904), «La chimica organica negli organismi» (1908), «Per il centenario dell’ipotesi di Avogadro» (1912), «La fotochimica dell’avvenire» (1913), «Sul significato biologico degli alcaloidi nelle piante» (1922).

Di particolare rilevanza «La fotochimica dell’avvenire», una conferenza tenuta nel 1912 al Congresso Internazionale di Chimica Applicata di New York.

Ciamician, che apparteneva al gruppo dei chimici eminenti rappresentanti le nazioni delle quattro lingue ufficiali (francese, tedesco, italiano e inglese), parlò in italiano, nell’aula del City College, nel pomeriggio dell’11 settembre. Riferendo il suo intervento, che seguiva quello di William Henry Perkin di Manchester, il *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* scrisse: «This lecture, delivered in Italian, was of great practical importance on account of the suggestions it contained in regard to the better utilization of radiant energy» [19]. Il testo fu tradotto in più lingue e pubblicato subito (27 settembre) dall’importante rivista *Science* [20]. Partendo dalla constatazione che, all’epoca, ci si serviva del carbon fossile «con crescente avidità e spensierata prodigalità», Ciamician faceva notare che i giacimenti non erano inesauribili e che occorreva domandarsi se l’energia solare

Frontespizio della rivista La scienza per tutti, agosto 1913.





Ciamician ispeziona i recipienti di reazione esposti alla luce solare su un terrazzo sovrastante il laboratorio chimico dell'Università di Bologna.

fossile era la sola che potesse giovare alla civiltà moderna. La risposta partiva dalla constatazione che la maggior parte dell'energia che la terra riceve dal sole va in gran parte sprecata. Quali i rimedi proposti da Ciamician? Innanzitutto aumentare notevolmente la produzione di materia organica vegetale, migliorare le rese delle industrie di trasformazione ed estendere l'impiego dei materiali di origine vegetale. In secondo luogo, trasformare le piante in combustibile gassoso. In terzo luogo, valorizzare la capacità delle piante di produrre sostanze preziose per l'industria (alcaloidi, glucosidi, essenze, gomme e coloranti) che, altrimenti, devono essere ricavate per sintesi dai derivati del catrame. D'altronde, ricordava Ciamician: «Negli ultimi tempi alcune industrie organiche si sono sviluppate rigogliosamente all'infuori dell'anello benzolico del catrame». Poi, citando i risultati ottenuti a Bologna in merito alla produzione di glucosidi indotta artificialmente nelle piante, ricordava che «si può intervenire direttamente nella vita delle piante e modificare in un certo senso i processi chimici che in esse si compiono».

L'ultimo suggerimento, riguardava la fotochimica industriale. Secondo Ciamician: «il problema principale dal punto di vista tecnico è quello di fissare con opportune reazioni fotochimiche l'energia solare». Occorreva imitare il processo di assimilazione delle piante e ideare pile basate su processi fotochimici. Auspicava applicazioni industriali degli effetti chimici della luce (polimerizzazioni, isomerizzazioni, idrolisi, ossido-riduzioni ecc...), citava la fotochimica delle materie coloranti e le sue applicazioni in tintoria. A tal proposito, suggeriva di impiegare sostanze fototrope, così scrisse «Il vestito di una signora che fosse similmente preparato, cambierebbe di colore a seconda dell'intensità della luce....*le dernier cri de la mode à venir*».

Anticipando una visione globale del problema energetico, Ciamician riservava alle zone temperate i processi fotochimici basati sulle piante e ai deserti le applicazioni della fotochimica industriale, in apposite "colonie industriali" con serre e tubi trasparenti. Sulla terra, scriveva Ciamician, «v'è largamente posto per tutto e per tutti... quando le colture

sieno debitamente perfezionate ed intensificate ed adattate razionalmente alla condizioni del clima e del suolo». Affidarsi alla fotochimica voleva dire, per Ciamician, costruire una società più tranquilla, meno frettolosa e più felice. Fu un intervento che andava controcorrente. Quando il *New York Times* riferì del Congresso sotto il titolo «Gives out secrets of making ammonia», non mancò di aggiungere il sottotitolo «Italian scientist predicts that *black and nervous civilization* will yield to quiet one» [21]. Il testo metteva in risalto il contrasto fra le prospettive indicate da H.A. Berthsen, che nella sintesi dell'ammoniaca vedeva le premesse di un futuro radioso fondato sulla chimica di sintesi, e quelle di Ciamician, che voleva restituire alla terra l'energia che gradualmente perde.

Per quanto riguarda l'apporto di Ciamician al dibattito interdisciplinare, si ricorda anche la collaborazione a *Scientia*, fondata nel 1907 da Giordano Bruni, Andrea Dionisi, Federico Enriques, Andrea Giardina ed Eugenio Rignano. Inizialmente si chiamava *Rivista di Scienza* e assunse quel nome due anni dopo [22]. Il primo articolo fu firmato proprio da Ciamician [23]. Questi non disdegnava di occuparsi di divulgazione scientifica rivolta a un pubblico anche più vasto. Collaborava, insieme ad Augusto Righi, Guglielmo Marconi, Jules-Henri Poincaré, Jean Becquerel e altri illustri personaggi, a *La Scienza per Tutti*, rivista quindicinale di *volgarizzazioni scientifiche*, pubblicata dalla Società Editrice Sonzogno a Milano.

I riconoscimenti

Nel 1887 Ciamician ottenne il Premio Reale dell'Accademia dei Lincei per gli studi sul pirrolo e divenne socio corrispondente della stessa. Il 7 novembre 1893 fu nominato accademico. Godeva di grande stima anche all'estero. Socio onorario delle Società Chimiche di Francia, Germania e Stati Uniti, fu particolarmente apprezzato in Francia. Lì divenne membro straniero dell'Académie des Sciences e gli fu assegnata dal Governo francese la Legion d'onore. Fu onorato anche negli USA la sera del 17 marzo 1921 a New York, quando il *Chemists' Club* celebrò il decimo anniversario dell'apertura della propria sede. Nell'occasione furono proclamati membri onorari dieci chimici stranieri e dieci americani. L'elenco degli stranieri includeva il professor Giacomo Ciamician dell'Università di Bologna. Lui era assente perché ammalato, così venne rappresentato dall'ambasciatore italiano Rolando Ricci. La motivazione dell'onorificenza venne illustrata dal professor Toch, il quale riconobbe che le ricerche di chimica organica svolte da Ciamician sulla natura e l'origine dei costituenti di piante e animali, nonché sull'influenza che la luce esercita su di essi, avevano chiarito molte idee in proposito e posto le basi per ulteriori importanti progressi. Il Club lo eleggeva membro onorario riconoscendo «his eminence in science and in appreciation of an associated ally in a holy cause» [24]. Nella stessa occasione furono premiati altri celebri personaggi: H.L. Le Chatelier, Ernest Solvay, Edward Thorpe e Edward Weston. Infine, non va dimenticato che Ciamician fu il primo chimico italiano ripetutamente candidato al premio Nobel.

La guerra

Ciamician ripudiava l'estremismo nazionalista e condannava il ricorso alla guerra. Rivolgendosi a Vito Volterra, Ciamician lo invitò ad aderire, nell'agosto del 1914, a una dichiarazione contraria alla guerra che, a suo parere, poteva essere sottoscritta da scienziati di ogni paese [25]. Purtroppo, gli eventi precipitarono. Ciamician, sensibile all'irredentismo, raddoppiò la propria attività [1]. Senza trascurare l'insegnamento e l'attività di ricerca si occupò intensamente dei problemi chimici del conflitto. Finite le lezioni correva a Roma sia per partecipare alle riunioni del Senato che a quelle dei comitati di difesa e resistenza di cui faceva parte. Presiedette il Comitato per le industrie chimiche e fece parte del Consiglio Superiore di Sanità. Il 29 maggio 1915 presentò a Bologna una maschera antigas di garza contro i gas asfissianti. La notizia venne ripresa dal *New York Times* [26] che attribuì l'invenzione alla signora Branca Bordoli, aggiungendo che le donne bolognesi ne stavano preparando in gran quantità per i soldati. Data la stringatezza della notizia, non si può stabilire se si trattava della maschera Ciamician-Pesci, anch'essa di garza imbevuta con soluzioni di carbonati alcalini. Era efficace solo contro il cloro, a patto di non rimanere esposti alla sostanza per più di un'ora, così fu presto abbandonata [27].

La ricerca a quattro mani

Paul Silber (Stargard 1851 - Bologna 1932) collaborò con Ciamician per circa 35 anni. Silber aveva conseguito il dottorato a Friburgo con una tesi sulla sintesi dell'acido dietilglicolico. Fu assistente di Erlenmeyer poi s'impiegò in una fabbrica di coloranti [28]. Venne in Italia nel 1881 insieme a Ciamician, per lavorare con Cannizzaro, poi lo seguì nei suoi spostamenti di cattedra. Il sodalizio ebbe termine allo scoppio della Prima Guerra Mondiale, quando Silber preferì tornare in Germania. Finita la guerra, Silber rientrò in Italia e assunse la direzione dell'Istituto Neoterapico Italiano. La collaborazione Ciamician-Silber era basata su una divisione dei ruoli. Ciamician organizzava, dirigeva e interpretava i risultati degli esperimenti, mentre Silber si occupava della loro realizzazione. Fra i due c'era una profonda amicizia che affiora nel libro «La vita è bella» [29] di Corinna, figlia di Silber. Rievocando le feste pasquali, Corinna scrive: «...la grande solennità della Pasqua consisteva anche nella visita al santolo di mia sorella, il Senatore Giacomo Ciamician. Andavamo a trovarlo nel Laboratorio di Chimica dell'Università, in Via Zamboni. Sebbene amico fraterno di nostro padre, il suo nome illustre ci dava una specie di timoroso rispetto. Nei nostri discorsi in famiglia, mai diversamente che "il senatore Ciamician", veniva nominato. Ci veniva incontro con il suo camice nero che indossava identico a quello di mio padre e con voce festosa esclamava: "ecco le belle pupette!..." ed a ciascuna dava in mano un bell'ovetto. Le belle pupette si aggiravano un po' curiose, stupite ed ammirate tra centinaia di provette, di stantuffi, di vasi di vetro esposti alla luce... tutte cose un po' misteriose ed incomprendibili, ma che evidentemente affascinavano e davano soddisfazioni al papà ed al suo grande amico».

Docente e caposcuola

Ciamician era apprezzato anche dal punto di vista didattico, in aula come in laboratorio. Numerosi suoi allievi raggiunsero la cattedra universitaria. Si ricordano: Angeli, Magnanini, Plancher, Garelli, Bruni, Mascarelli, Ravenna, Boeris, Cambi, Barbieri, Padoa, Ciusa, Zanetti e Rimini. Si può quindi parlare di una vera e propria Scuola di Ciamician, che contribuì a rinnovare la chimica italiana. Preside della Facoltà di Scienze dal 1910 al 1913, si impegnò attivamente per la fondazione della Scuola Superiore di Agraria e per quella di Chimica Industriale. Ciamician si adoperò anche per la costruzione di un nuovo edificio che ospitasse le aule e laboratori di chimica dell'Ateneo. Secondo Ciamician, i numerosi giovani che si dedicavano alla chimica meritavano di essere incoraggiati offrendo loro aule e laboratori adeguati, nell'interesse dell'avvenire industriale del paese. Purtroppo non riuscì a vedere il compimento dell'opera. Oggi l'edificio che ospita il Dipartimento a lui dedicato è conosciuto, non solo a Bologna, ma fra i chimici italiani, semplicemente come *Il Ciamician*. Questa semplificazione, frutto della consuetudine, forse non sarebbe dispiaciuta a colui che, a proposito del trasferimento da Padova a Bologna, un giorno confessò all'allievo Bruni: «Si figuri che la ragione che mi spinse più di tutte fu che a Bologna c'era la Società del Quartetto e che vi si poteva sentire più buona musica che in ogni altra città d'Italia; ma non mi attentai a dirlo a nessuno per non farmi canzonare, e diedi l'altra ragione di cui in realtà m'importava poco» [2]. L'altra ragione era la carriera universitaria. ●

BIBLIOGRAFIA

- [1] **PLANCHER G.**, «Giacomo Ciamician», *Gazz. Chim. It.*, 1924, 3.
- [2] **BRUNI G.**, «Commemorazione solenne di Giacomo Ciamician» in *Annuario della Regia Università di Bologna, per l'Anno Accademico 1921-1922*, Bologna, Tipografia Paolo Neri, 1922, p. 40.
- [3] **NASINI R.**, *J. Chem. Soc.*, 1926, p. 996.
- [4] **FABRE R.**, «Notice sur Giacomo Ciamician», *Bull. Soc. Chim. Fr.*, 4^e sér., 1927, XLI, 1562.
- [5] **PFAU M., HEIDEL N.D.**, «Giacomo Ciamician - Chimiste de grand talent et pionnier de la photochimie», *Ann. Chim.* 1965, 10, 187.
- [6] www.mekhitar.org/ita/mekhitarSebaste.html.
- [7] **CIAMICIAN G.**, «Lettere a Stanislao Cannizzaro», Archivio dei XL, Lettera n°2, Trieste 9 ottobre 1909.
- [8] **KEHEYAN Y.**, «Contributo alla conoscenza di Giacomo Ciamician attraverso i suoi interventi al Senato», Atti del XI Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica a cura di Luigi Cerruti e Francesca Turco, Torino, 21-24 Settembre 2005, in *Rendiconti della Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL, Memorie di Scienze Fisiche e Naturali*, Serie V, Vol. XXIX, Parte II, Tomo II, Roma, 1997, p. 305.
- [9] **TACCONE D.**, «Giacomo Ciamician, le passioni di uno scienziato: l'insegnante e il politico», Tesi di Laurea, A.A. 2005-2006, Università di Bologna.
- [10] **MONTANARI BALDINI A.**, «Il salotto di Giulia Cavallari Cantalamessa», in *Cenacoli a Bologna*, Luigi Parma, Bologna, 1988, p. 41.
- [11] **CIAMICIAN G.**, «Über die Spectren der chemischen Elemente und ihrer Verbindungen», *Wiener Sitzungsberichte*, 1877, 76 Bd. II. Abth, October-Heft, 499.
- [12] **CIAMICIAN G.**, «Über den Einfluss der Dichte und der Temperatur auf die Spectren von Dämpfen und Gasen», *Wiener Sitzungsberichte*, 1878, 78, Bd. II. Abth, October-Heft 1878.
- [13] **CIAMICIAN G.**, *Il pirrolo e i suoi derivati*, Tipografia della R. Accademia dei Lincei, Roma, 1888.
- [14] **CIAMICIAN G.L., DENNSTEDT M.**, «Trasformazione del pirrolo in piridina - Seconda Memoria», *Rend. R. Acc. Lincei*, 1882, serie 3^a, Vol. XII, p.1.
- [15] **VENTURI A., BALZANI V., GANDOLFI M.T.**, «Fuels from solar energy. A dream of Giacomo Ciamician, the father of photochemistry», in *Proc. 2005 Solar World Congress* (D.Y. Goswami *et al.* eds.), Orlando, Florida, August 6-12, 2005.
- [16] **CIAMICIAN G.**, «Sopra una trasformazione del chinone in idrochinone», *Rend. R. Acc. Lincei*, 1886, serie 4^a, Vol. II, p. 22.
- [17] **ALBINI A., FAGNONI N.**, «Green Chemistry and the photochemistry were born at the same time», *Green Chem.*, 2004, 6, 1.
- [18] **CIAMICIAN G.**, «La cooperazione nelle scienze», Zanichelli, Bologna, 1911.
- [19] *Ind. Eng. Chem.*, 1912, 4 (10), 706.
- [20] **CIAMICIAN G.**, «The Photochemistry of the Future», *Science*, 1912, 36 (926), 385.
- [21] *The New York Times*, September 12, 1912.
- [22] **BERNARDINI C.**, «Figlio di un dio minore», *Sapere*, n. 6, dicembre 2005, p. 24.
- [23] **CIAMICIAN G.**, «Problemi di chimica organica», *Rivista di Scienza*, 1907, I, 3.
- [24] *Ind. Eng. Chem.*, 1921, 13 (4), 355.
- [25] **PANCALDI G.**, «Vito Volterra e la collaborazione scientifica internazionale» in **SIMILI R.** (a cura di), *Scienza, tecnologia e istituzioni in Europa*, Laterza, Bari, 1993, p. 108.
- [26] «Woman invents gas mask - Bologna Professor Presents it to Italian Authorities», *The New York Times*, May 30, 1915.
- [27] www.cimeetrincee.it/antigas.htm.
- [28] **HEIDEL N.D., PFAU M.A.**, «A Profitable Partnership - Giacomo Ciamician and Paul Silber», *J. Chem. Ed.*, 1965, 42, 383.
- [29] **SILBER C.**, *La vita è bella*, Tamari, Bologna, 1974, p. 99.

Marco Taddia
è professore associato di Chimica Analitica all'Università di Bologna.