Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
ISBN 978-88-548-xxxx-x
DOI 10.4399/97888548xxxxx16
pag. 225–237

Raffaello Nasini, la chimica fisica e l'idrologia medica

Angelo Bassani

Summary

In the first decades of the twentieth century, the school of Pisa of Raffaelo Nasini attempted to represent the salt composition by applying the new chemical-physical concepts of solutions, in particular the idea of electrolytic dissociation elaborated by Svante Arthenius.

This attempt demonstrated the impossibility to define the contents of solution in a manner suitable for the needs of physicians, but the related activity gave way to the strengthening of this scientific field.

Riassunto

Nei primi decenni del 900 la scuola pisana di Raffaello Nasini, il principale promotore della chimica fisica in Italia, tentò di rappresentare la composizione salina delle acque minerali in modo conforme alle esigenze dei medici e non in contrasto con l'idea di dissociazione elettrolitica elaborata da Svante Arrhenius. Tale tentativo non riuscì, ma l'attività che lo accompagnò fu rilevante per il consolidamento di tale settore scientifico.

Introduzione

Come è noto [1], Raffaello Nasini nelle sue prime pubblicazioni affrontò tematiche di chimica ottica (che allora comprendeva studi sul potere rotatorio e sulla rifrazione delle sostanze) e fu nel laboratorio

berlinese di Hans Heinrich Landolt, uno dei maggiori esperti del settore, che effettuò il suo tirocinio, nell'anno accademico 1881/1882. Tali indagini, importanti sia per i risvolti applicativi che per i contributi alla conoscenza della costituzione dei composti organici, derivavano dai cosiddetti studi seriali, nati intorno agli anni 1840, in parallelo alle prime determinazioni delle costanti fisiche nelle serie omologhe in chimica organica [9].

Intorno al 1885, lavorando su un isomero della santonina, sostanza al centro degli studi di Cannizzaro, di cui era assistente, aveva rilevato un potere rotatorio tale da suggerirgli che si trattasse di un polimero, anziché, appunto, di un isomero, un'incertezza che poteva esser risolta solo mediante l'accertamento del peso molecolare; in tale situazione fu coinvolto in una iniziativa di Emanuele Paternò, interessato per suo conto a problemi di costituzione delle sostanze organiche e che intendeva sperimentare il nuovo metodo crioscopico messo a punto in quegli anni da François Marie Raoult [6].

Tale breve ma intensa collaborazione — furono complessivamente quattro le loro pubblicazioni congiunte — fu importante, a parte per alcuni risultati, per aver essi consapevolmente per primi illustrato alla comunità chimica le potenzialità del nuovo metodo di determinazione dei pesi molecolari: nella sintesi della loro prima nota, pervenuta ai *Berichte* il 14 agosto 1886, essi alla fine osservavano:

> noi ci auguriamo che i nostri sforzi uniti a quelli di Raoult possano dare una stabilità sempre maggiore a questa legge che sembra destinata a rendere alla chimica importanti servigî, [23]

un'opinione analoga a quella espressa oltre un anno dopo da Victor Meyer, cui sfuggirono i risultati dei colleghi romani:

> dalla scoperta del metodo di Dulong e Petit per la determinazione dei pesi atomici, il metodo di Raoult per la determinazione del peso molecolare è senza dubbio il più importante arricchimento, del quale si è dotata la riserva di mezzi fisici di cui la ricerca chimica dispone.[1]

Nel nostro contesto ciò costituisce una indubbia testimonianza del precoce e pressoché esclusivo interesse nutrito da Nasini per un

1. Nota presentata il 16/2/1888; cfr. [12].

nuovo settore disciplinare, un interesse che trova conferma in una sua iniziativa dello stesso periodo: alcuni mesi dopo aver conseguito la libera docenza, a fine 1885, Nasini fece istanza per poter insegnare chimica fisica, istanza rimasta inizialmente inevasa, ma che poi, forse anche in seguito all'impatto sulla comunità chimica del primo volume della *Zeitschrift für physicalische Chemie* (promossa da Ostwald nel 1887) gli venne concessa come corso libero nell'anno accademico 1887–88 e poi come incarico per i tre anni successivi.[2]

Avvalendosi di tale circostanze ed in particolare della pubblicazione dei fondamentali saggi di van't Hoff e Arrhenius egli non solo introdusse nel suo insegnamento le nuove basi dottrinali e sperimentali della disciplina, ma si fece veicolo della loro presentazione ai chimici italiani con una complessa memoria [14], integrata in fase di stampa da una nota diretta a spiegare alcune sue osservazioni che potevano *a prima vista presentare qualche punto di contatto con le idee del prof. L[othar] Meyer*; questi infatti aveva sostenuto che la pressione osmotica non *era una pressione della sostanza disciolta, ma sibbene del solvente* [11].

Tali lavori "d'indole critica e riassuntiva" concorsero, sia pure a complemento di quelli di chimica ottica, allora giudicati più importanti, a motivare il conferimento, nel 1893, del premio reale per la chimica; inoltre

> Paternò e Nasini ebbero il merito di dimostrare con decisive esperienze l'importanza e l'estensione della legge di Raoult, e di richiamare l'attenzione dei chimici sul partito che se ne poteva trarre per gli studi di chimica organica. Essi eseguirono varie ricerche su questo argomento ed istituirono le prime esperienze crioscopiche dirette a determinare i pesi molecolari di alcuni elementi.[3]

Nonostante tali iniziali successi, per qualche tempo le sue indagini si mantennero nel solco per lui ormai tradizionale trascurando, solo apparentemente peraltro, gli ambiti della chimica fisica appena emersi; dopo il trasferimento a Padova però, essi divennero centrali allorché la pressoché contemporanea scoperta dei gas nobili e della radioattività

2. Istanza Nasini a rettore e allegati, 10/7/1891; Università di Roma — Archivio storico, fascicoli personali docenti, *Raffaello Nasini*, AS 177.

3. Si allude qui in particolare alla determinazione delle condizioni di esistenza in soluzione degli elementi P, S, Br e I; cfr. [7].

lo indusse a rilevarne la presenza nelle produzioni naturali del bacino termale di Abano e di numerosi altri siti analoghi.

Progetti innovativi

In tale nuovo ambito d'indagine un punto di partenza necessario fu l'analisi di un'acqua minerale, operazione che aveva visto radicali mutamenti del proprio contesto teorico. In precedenza infatti, dopo le normali determinazioni separate degli anioni e dei cationi, si procedeva a "raggrupparle" in sali con criteri diversi, un'operazione che rispondeva alle esigenze dei medici che per le loro prescrizioni si basavano sulle proprietà dei singoli sali [2]; del resto

> tutta la chimica dell'ottocento ha considerato un'acqua minerale come un insieme di sali disciolti in acqua e che possedevano, ciascuno, certe proprietà farmacologiche e terapeutiche specifiche. Le proprietà di un'acqua erano la somma delle proprietà dei "sali" disciolti [5].

In un saggio applicativo delle recenti teorie, pubblicato da Ostwald nel 1894, venivano formulate nuove direttive per gli analisti:

> le proprietà delle soluzioni diluite non sono precisamente quelle del sale in sé, ma piuttosto quelle degli ioni liberi [...e pertanto] non sono da riconoscere le proprietà di tutti i sali in esse contenuti, ma sibbene quelle dei soli ioni. [Nel caso delle acque minerali quindi] sarà meglio di tutto dare la quantità degli anioni e dei cationi senza curarsi del come questi possano poi unirsi tra loro.[4]

A tale opinione aderiva completamente anche Nasini che, trovandosi ad affrontare il problema della rappresentazione dei risultati, si espresse così:

> È noto che si è sempre ritenuto molto arbitrio (*sic*) l'aggruppare insieme i diversi metalli con i diversi residui alogenici (*i. e.* acidi, *nda*). Attualmente poi, considerando la cosa dal punto di vista della dissociazione elettrolitica, di cui siamo ardenti seguaci e che a nostro credere potrà a suo tempo dare

4. La citazione è ripresa dall'edizione italiana (1901). Il suo testo è stato considerato «the work that was to revolutionize the study of analytical chemistry»; cfr. [22].

> spiegazione degli effetti terapeutici sin qui un po' misteriosi delle acque minerali, il tentare simili aggruppamenti sembra del tutto assurdo [19].

Tali sue critiche alla rappresentazione consuetudinaria vennero approfondite in un secondo intervento:

> spesso analisi di acque quasi identiche sono presentate, a cagione di questo benedetto aggruppamento, in un modo del tutto diverso e non mancano esempi che si attribuiscano loro a priori proprietà terapeutiche differenti perché una contiene solfato sodico e cloruro calcico e un'altra solfato calcico e cloruro sodico.

Le soluzioni possibili erano sostanzialmente due: adottare un criterio terapeutico, cioè empirico:

> se un'acqua agisce principalmente come se fosse una soluzione di solfato di magnesio, unire intanto il magnesio coll'acido solforico; [oppure preferire un criterio convenzionale:] p. e. tutto il cloro col sodio, se ne avanza col potassio, se ne avanza ancora col litio e così via.

Tale scelta tuttavia apparteneva ad una istanza collettiva, ed egli pensava ad un futuro congresso idrologico [20].

Una svolta nei suoi studi si ebbe nell'estate del 1905 allorché prese in esame l'acqua di Anticoli, presso Fiuggi, contraddistinta da una bassa mineralizzazione, cui peraltro corrispondevano intensi effetti terapeutici; un esame, come disse, condotto *nella speranza che le ricerche di chimica fisica potessero almeno mettere sulla strada per spiegare l'azione di quest'acqua efficacissima*.

Insieme ad un suo collaboratore, Mario Giacomo Levi, egli vi riscontrò una radioattività molto elevata ed una singolare attività catalitica nella decomposizione dell'acqua ossigenata, una vera novità in questo tipo di acque [21]. Dopo di ciò si persuase che i tradizionali dosaggi analitici non fossero sufficienti a caratterizzare un'acqua minerale e da allora i suoi studi idrologici vennero sempre corredati da una indagine chimico–fisica.

Gli studi su Anticoli vennero presentati nel 1906. Si teneva a Roma il VI Congresso internazionale di chimica applicata e Nasini, con l'accordo e la collaborazione dei più noti colleghi stranieri e delle più efficienti organizzazioni del settore, vi introdusse per la prima volta una sezione dedicata esclusivamente alla chimica fisica, presiedendone

sia l'organizzazione che lo svolgimento.[5] Ed è appunto in tali significative circostanze che presentò all'attenzione dei colleghi l'esito delle sue indagini [15], nelle quali, come disse l'anno dopo, le potenzialità della nuova disciplina trovavano pieno sviluppo:

> Applicazioni importanti — tra le moltissime o errate o fantastiche — si sono pure fatte allo studio delle acque minerali, nel quale capitolo le scoperte della radioattività e dei fermenti inorganici hanno mostrato che qualche volta il mistero che il così detto volgo suppone per certe manifestazioni, per certi fenomeni ben accertati, ma non spiegati, ha la sua profonda ragion di essere nell'esistenza di forze non ancora conosciute [16].

Ulteriori considerazioni sviluppò al IX Congresso di idrologia dove sottolineò che il dato puramente analitico era distante dall'

> esprimere come realmente le sostanze disciolte si *trovassero* in soluzione; [occorreva] nella maggior parte dei casi ammettere l'esistenza simultanea degli joni e di tutti i composti salini a cui essi *potessero* dar luogo, tenuto conto bene inteso dei limiti di solubilità. [17]

Ciò divenne un programma di lavoro attorno al quale si formò a Pisa, sotto la sua direzione, un gruppo di collaboratori, Fernando Ageno, Luigi Marino, Camillo Porlezza, Umberto Sborgi che, nell'arco di circa 15 anni mise a punto una procedura mediante la quale, si riteneva, il contenuto delle soluzioni minerali veniva quantitativamente rappresentato sia nelle componenti dissociate che in quelle non dissociate.

Il fondamento teorico stava in alcuni contributi di chimici tedeschi,[6] in particolare nel concetto di "grado medio di dissociazione", rappresentativo della frazione media dei sali dissociata in ioni e ritenuto determinabile da misure crioscopiche e di conducibilità elettrica. Combinando opportunamente questo valore con altre proprietà già note in letteratura, veniva ricavata la concentrazione dei singoli ioni ritenuti liberi, mentre dalla differenza tra il dosaggio analitico e tale ultimo dato veniva calcolata la concentrazione dei cationi e anioni quali componenti di molecole indissociate. Di tale percorso di studio venne data un'ampia sintesi nel 1922, dapprima nel periodico di

5. L'elettrochimica era stata introdotta già nel secondo Congresso; cfr. [28].
6. Tra i diversi contributi segnalo in particolare [26].

riferimento del settore, e poi, nel 1924, in uno di quelli dei chimici [24].[7]

Accanto a tale sviluppo scientifico Nasini sviluppò una notevole attività promozionale diretta a introdurre le nuove acquisizioni chimico fisiche nel bagaglio professionale dei medici idrologi, intervenendo in numerosi convegni e avanzando due proposte, la fondazione di un laboratorio nazionale di idrologia e l'istituzione di un insegnamento specifico [2], un obiettivo quest'ultimo che trovò realizzazione nel 1935, quando una modifica dei regolamenti universitari introdusse nel corso di laurea in farmacia l'insegnamento complementare di *Idrologia*, distinto da quello di *Idrologia medica* del corso di laurea in medicina.[8]

Un'inversione di tendenza

L'attività postbellica di Nasini aveva quindi raggiunto ottimi risultati sotto il profilo organizzativo, ma non altrettanto avvenne sotto il profilo scientifico. Agli studi della scuola pisana erano venuti nel frattempo affiancandosi nuovi orientamenti sviluppati da Giovanbattista Bonino, mentre era assistente a Bologna di Mario Betti [8]. Se in una prima pubblicazione i due autori adottarono, senza peraltro citare la fonte, il metodo di calcolo sopra descritto, diversa fu la loro posizione in un momento successivo quando, alla luce di nuove teorie e nuove risultanze, riaprirono completamente la questione:

> Fondato [...] sulla base della teoria classica della parziale dissociazione degli elettroliti, questo metodo, successivamente perfezionato ed elaborato sopratutto dal prof. Nasini e dalla sua Scuola, aveva raggiunto quel massimo grado di perfezione di cui era suscettibile e poteva far ritenere che il problema della rappresentazione dello stato di un'acqua minerale fosse definitivamente risolto. Ma le nuove vedute sullo stato degli elettroliti in soluzione, che son venute a modificare il concetto fondamentale al quale il metodo si era ispirato, [hanno prodotto una situazione del tutto nuova. In particolare,] dopo i lavori di Debye e Hückel [...] ci crediamo pienamente

7. È mancata la possibilità di reperire l'originale pubblicato nel 1922 in «L'idrologia, la climatologia e la terapia fisica».

8. *Norme relative agli insegnamenti che debbono essere impartiti nelle Università e negli Istituti superiori*, «Raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia», 1935, vol. VI, pp. 4930–4960, R. Decreto 28/11/1935, n. 2044. In merito vedi anche [13].

> autorizzati ad accettare per gli elettroliti forti disciolti in un'acqua minerale la ipotesi della completa dissociazione [3].

Di tali considerazioni Nasini e Porlezza diedero inizialmente un'interpretazione riduttiva, esprimendo il parere che

> sostanzialmente i concetti vecchi non differi*vano* dai nuovi [...]; al più sarebbero da introdursi i coefficienti di attività per le acque minerali di alta concentrazione contenenti elettroliti forti, [...] ma nessun passo avanti si *era* fatto riguardo all'azione fisiologica e terapeutica; non si tratta*va* che di altri modi di rappresentazione [18].

Altri interventi non risultano e la questione venne a sciogliersi quando iniziò a realizzarsi la riforma degli studi idrologici auspicata da Nasini. Di ciò si fece promotore Nicola Parravano, figura di crescente rilievo nelle gerarchie scientifiche del regime fascista, che oltre ad essere membro del Consiglio superiore della pubblica istruzione, faceva parte del Direttorio del CNR, riorganizzato il 31 marzo 1927 e affidato il 1° settembre alla presidenza di Guglielmo Marconi che Mussolini aveva voluto al posto di Volterra [27].

Venne così raggiunto un importante risultato: il programma messo a punto dal Comitato per la chimica risulta il seguente: *la giunta decide di prescegliere come argomenti più urgenti: 1) lo studio delle acque minerali italiane con lo scopo di portare anche un contributo ai metodi di analisi e di esposizione dei risultati*, collocando al 2° e 3° posto lo studio delle leghe leggere e della corrosione; inoltre

> per il primo argomento dà mandato al presidente di prendere accordi anche col comitato per la medicina per un lavoro concorde. Così pure si dà mandato al presidente e al professor Marotta di interpellare la direzione generale della sanità pubblica allo scopo di provvedere ad una revisione generale di tutti i documenti analitici più recenti, raccolti in applicazione dei provvedimenti legislativi in vigore, i quali potrebbero servire ad una pubblicazione d'insieme sulle acque minerali d'Italia.

Nasini, deceduto nel 1931, fece in tempo a partecipare alle prime sedute della Commissione per gli studi idrologici che, oltre a Parravano (presidente), Porlezza, Betti e Bonino comprendeva Domenico Marotta, redattore di una classificazione del 1929 [10], e Ferruccio Zambonini, docente a Napoli; il veicolo editoriale venne individuato negli

Annali di chimica applicata, il periodico scelto come organo ufficiale del Comitato per la chimica.[9] Dopo l'esame del materiale disponibile presso la direzione generale di Sanità vennero

> fissate le norme per lo studio delle varie sorgenti idrominerali, stabilendo che esso debba comprendere anche l'esame delle condizioni geologiche e climatologiche del bacino. Particolare attenzione è stata rivolta ai metodi da seguire per i saggi chimici, chimico–fisici e biologici, fissando anche in modo unico le norme per la rappresentazione dei risultati.[10]

L'obiettivo apparentemente era quello di presentare in modo uniforme e ordinato un quadro articolato per aree e non per singole fonti: uno dei primi finanziamenti (£ 5000), *per incrementare gli studi relativi alle acque minerali della Sardegna*, fu concesso al professor Ernesto Puxeddu dell'università di Cagliari. Seguirono poi contributi a Porlezza per le acque dell'Isola D'Elba, a Umberto Sborgi dell'università di Parma per uno studio della regione parmense e a Bruno Ricca del laboratorio igienico provinciale di Reggio Calabria, per uno studio delle sorgenti regionali. Di tale progettata serie comparve però solo il primo fascicolo, dedicato al Lazio, per la cui stampa vi fu un contributo esterno, dalla ditta Waserman di Milano.[11]

Di questa prima pubblicazione ufficiale della Commissione interessa sopratutto un passaggio, là dove, facendo riferimento al composito materiale analitico già disponibile, viene fissato uno schema di confronto che possa anche servire di norma per le analisi future:

> Per tale schema è stato adottato il criterio di limitarsi a dare di ogni acqua quei dati e quei valori analitici, chimici e chimico–fisici, che risultano in modo *diretto* ed *immediato* (corsivi nel testo, *nda*) dalle determinazioni sperimentali e che sono *indipendenti da qualsiasi ipotesi, teoria o supposizione* (corsivo mio, *nda*), nella convinzione che tali dati rappresentino nel modo più rigoroso ed obbiettivo la reale essenza di un'acqua e costituiscano

9. Archivio centrale dello Stato — Consiglio nazionale delle ricerche, *Presidenza Marconi*, b. 6, fasc. 161, verbali 31/3/1930 e 2/5/1930.

10. Archivio centrale dello Stato — Consiglio nazionale delle ricerche, *Presidenza Marconi*, b. 4, fasc. 144, *Relazione sull'attività svolta dal Comitato per la chimica durante l'anno 1931, Commissione di studio per la idrologia*.

11. Comitato per la chimica del CNR — Direzione generale della Sanità pubblica, *Le Acque minerali d'Italia. Quaderno primo Lazio*, Roma, Tipografia editrice Italia, 1933; cfr. Archivio centrale dello Stato — Consiglio nazionale delle ricerche, *Presidenza Marconi*, b. 6, fasc. 161, verbali 28/7/1931, 5/6/1932 e 13/5/1933.

> comunque un materiale adatto ad essere utilizzato ora o nel futuro per qualsiasi considerazione o deduzione.

In seno alla Commissione acque minerali del CNR quindi, nonostante la presenza di Porlezza, fu la posizione di Betti e Bonino a prevalere.

Se il progetto delle monografie regionali, quasi certamente per le difficoltà di finanziamento, non poté andare oltre il primo esempio, l'iniziativa diretta a dare un quadro d'insieme del patrimonio idrologico italiano continuò a produrre risultati negli anni seguenti. Assumendo come riferimento quanto pubblicato negli *Annali di chimica applicata*, nelle indagini svolte dopo il 1933 si nota un progressivo adeguarsi dei diversi autori alle direttive del CNR; in particolare non vengono più operati tentativi di raggruppare gli ioni in sali.

Diverso il caso delle modalità di calcolo presentate da Porlezza nel 1924, che invece vennero di frequente riprese. Nelle annate dal 1933 al 1938 compaiono circa 30 pubblicazioni per un terzo delle quali gli autori, dopo aver più o meno ottemperato alle prescrizioni del CNR, presentano i risultati con una tabella comprensiva delle frazioni di sali supposte indissociate.

Fu lo stesso Porlezza a chiudere definitivamente la questione: in un importante contributo ad un'opera collettanea del 1950, destinata sopratutto ai medici, egli si sforzò di spiegare, con un esempio numerico, che sciogliendo le opportune quantità di NaCl e $CaSO_4$, oppure di Na_2SO_4 e $CaCl_2$, si ottengono

> soluzioni identiche sotto tutti i punti di vista [laddove] più di un medico farebbe forse oggetto di vivaci critiche la ricetta I, mentre troverebbe probabilmente meglio armonizzate le sostanze della ricetta II. [25]

Viene esclusa cioè l'esistenza di sali di elettroliti forti in forma non ionica, ed è significativo che ciò avvenga da parte di chi, su tale presupposto, più aveva contribuito ad elaborare la procedura di calcolo così intensamente perseguita da Nasini. D'altra parte non ci si poteva sottrarre a tali conclusioni: considerando le risultanze degli spettri Raman, osservava Bonino nel medesimo contesto, «per le ordinarie soluzioni di elettroliti forti non si è riusciti, nonostante i notevoli sforzi compiuti da molti egregi sperimentatori, a rilevare negli spettri righe riferibili a molecole indissociate di elettroliti forti [4].

Tale evidenza sperimentale deve comportare, ancora secondo Bonino, *una confessione di umiltà del chimico e del chimico fisico di avanguardia* [5].

Bibliografia

[1] Bassani A., 2009. *Per la storia della Facoltà di Scienze in Italia: la Chimica a Padova dalla caduta di Venezia alla II guerra mondiale (1797–1943),* Padova, Università degli studi di Padova, Facoltà di scienze matematiche fisiche e naturali, CLEUP, pp. 418–450, 526–546.

[2] ——, 2013. *Le ambiguità idrologiche irrisolte dalla chimica fisica*, in Bassani M., Bressan M., Ghedini F. (a cura di), *Aquae salutiferae. Il termalismo fra antico e contemporaneo. Atti del Convegno Internazionale (Montegrotto Terme, 6–8 settembre 2012)*, , Padova, Padova University Press, pp. 29–42.

[3] Betti M., Bonino G. B., 1923. *Esame chimico fisico ed analisi dell'acqua del Doccione dei Bagni Caldi (Bagni di Lucca)*, «Gazzetta chimica italiana», 53, pp. 437–452; ID, ID, 1927. *Studi chimico–fisici sulle acque minerali. — I. Sopra un nuovo metodo di rappresentazione della composizione delle acque minerali*, «Annali di chimica applicata», 17, pp. 89–114.

[4] Bonino G. B., 1950. *Considerazioni preliminari sulla chimica e sulla chimico–fisica delle acque minerali*, in *Trattato di idroclimatologia clinica*, Messini M. (diretto da), 2 voll., Bologna, Cappelli, I, pp. 245–269, ivi, p. 264.

[5] ——, 1955. *Considerazioni su alcuni problemi di chimica idrologica di attuale interesse*, «Bollettino scientifico della Facoltà di chimica industriale», 13, n. 3, pp. 59–71.

[6] Calascibetta F., 1993. *Il ruolo delle ricerche crioscopiche di F. M. Raoult nella nascita della moderna chimica fisica*, in *Atti del V Convegno Nazionale di Storia e Fondamenti della Chimica (Perugia 27–30 ottobre 1993)*, Marino G. (a cura di), «Atti della R. Accademia dei Lincei — Rendiconti della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali», s. V, 17 (111), pt. II, t. II, pp. 217–233. Paternò E., 1988. *Origini e sviluppo della crioscopia*, «Atti della Società italiana per lo sviluppo delle scienze», 2 (1908), p. 342 (breve sintesi), ristampato da Antonio DI MEO, *Storia della chimica in Italia*, Roma, Theoria, pp. 309–338.

[7] Cannizzaro S. e altri, 1892–1901. *Relazione della commissione incaricata di riferire sui titoli del premio Reale per la chimica, pel 1893*, «Rendiconti delle sedute solenni della R. Accademia dei Lincei», 1 (1892–1901), pp. 252–256.

[8] Carassiti V., 1999. *Giovanni Battista Bonino, 1899–1985: un protagonista della rivoluzione chimica del Novecento*, in *Atti dell'VIII Convegno nazionale*

di storia e fondamenti della chimica (Arezzo, 28–30 ottobre 1997), ABBRI F., CIARDI M. (a cura di), «Atti della R. Accademia dei Lincei — Rendiconti della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali», s. V, 23, pt. II, t. II, pp. 265–283.

[9] Ihde A. J., 1984. *The development of modern chemistry*, New York, Dover, pp. 208, 392–395.

[10] Marotta D., Sica C., 1929. *Composizione e classificazione delle acque minerali italiane*, «Annali di chimica applicata», 19, pp. 529–560.

[11] Meyer L., 1890. *Ueber das wesen des osmotischen Druckes*, «Zeitschrift für physicalische Chemie», 5, pp. 23–27; Nasini R., 1890 b. *Sulla natura della pressione osmotica*, «Atti della R. accademia dei lincei — Rendiconti della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali», s. IV, 6, I sem., pp. 175–182, seduta 2/3/1890.

[12] Meyer V., 1888. *Ueber die Raoult'sche Methode der Molekulargewichts Bestimmung*, «Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft», 21, pp. 536–539.

[13] Monti G., 1950. *Genesi e sviluppo della legislazione italiana sulla idrologia e sulle cure termali*, in *Trattato di idroclimatologia clinica*, Messini M. (diretto da), 2 voll., Bologna, Cappelli, I, pp. 715–748.

[14] NASINI R., 1890 a. *Analogia tra la materia allo stato gassoso e quella allo stato di soluzione diluita*, «Gazzetta chimica italiana», 20, pp. 190–299.

[15] ——, 1907 a. *Ricerche chimico–fisiche sull'acqua di Anticoli (Fiuggi)*, in *Atti del VI Congresso internazionale di chimica applicata, Roma, 26 aprile–3 maggio 1906*, Paternò E., Villavecchia V. (a cura di), 7 voll., Tipografia nazionale di G. Bertero e C., VI, pp. 291–293.

[16] ——, 1907 b. *La chimica fisica, il suo passato, quello che è e quello che si propone*, Padova, Draghi, pp. 49, 83.

[17] ——, 1908. *La chimica–fisica e le acque minerali*, in *Atti del IX Congresso nazionale di idrologia, climatologia e terapia fisica, San Remo 1908*, BADUEL C. (a cura di), Perugia, Unione Tipografica Cooperativa, pp. 473–492, ivi, p. 480.

[18] ——, 1928. *Rappresentazione dei sali sciolti nelle acque minerali in relazione colle recentissime teorie sulla dissociazione elettrolitica e proposte relative*, in *Atti del 18° Congresso nazionale di idrologia, climatologia e terapia fisica, Milano, 3–6 ottobre 1927*, Gozzi C. (a cura di), Associazione medica italiana di idrologia, climatologia e terapia fisica, Milano, Cordani, pp. 250–254.

[19] Nasini R., Anderlini F., 1894. *Analisi chimica dell'acqua termale del Monte Irone in Abano*, «Gazzetta chimica italiana», 24, pt. I, pp. 327–342.

[20] ——, 1900. *Relazione intorno l'analisi chimica delle acque delle R. Saline e Bagni di Salsomaggiore*, «Gazzetta chimica italiana», 30, pt. I, pp. 305–333.

[21] Nasini R., Levi M. G., 1908. *Studio chimico fisico sulla sorgente di Fiuggi presso Anticoli di Campagna*, «Gazzetta chimica italiana», 38, pt. I, pp. 190–216.

[22] Ostwald W., 1894. *Die Wissenschaftlichen Grundlagen der analytischen Chemie*, Leipzig, Engelmann. ID, 1901. *Elementi scientifici di chimica analitica*, Milano, Hoepli, pp. 52 e 211 (traduzione di Aldo Bolis). Wall F. E., 1948. *Wilhelm Ostwald. A study in mental metamorphosis*, «Journal of chemical education», 25, pp. 2–10, ivi, p. 6.

[23] Paternò E., Nasini R., 1886. *Sulla determinazione del peso molecolare delle sostanze organiche per mezzo del punto di congelamento delle loro soluzioni*, «Gazzetta chimica italiana», 16, pp. 262–275; ID, ID, «Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft», 19 (1887), pp. 2527–2530.

[24] Porlezza C., 1924. *Calcoli chimico–fisici relativi al grado di dissociazione delle sostanze disciolte nelle acque minerali*, «Annali di chimica applicata», 14, pp. 128–206.

[25] ——, 1950. *Le indagini chimiche e chimico fisiche sulle acque minerali*, in *Trattato di idroclimatologia clinica*, Messini M. (diretto da), 2 voll., Bologna, Cappelli, I, pp. 271–428.

[26] Roloff M., 1902. *Kritisches über die physicalische Analyse der Mineralquellen*, «Zeitschrift für angewandte Chemie», 15, pp. 964–971, 994–1004. Hintz E. J., Grünhut L., 1908. *Die physikalisch–chemische Analyse der Mineralwasser*, Ibidem, 21, II, pp. 2359–2368.

[27] Simili R., 2001. *La presidenza Marconi*, in *Per una storia del Consiglio nazionale delle ricerche*, SIMILI R., PAOLONI G. (a cura di), 2 voll., Roma–Bari, Laterza, I, pp. 128–172.

[28] Thorburn Burn D., Deelstra H., 2011. *The origins and impact of the international Congresses of applied chemistry, 1894–1912*, «Microchimica acta», 172, pp. 277–283.

Angelo Bassani
S. Polo 2254
30125 Venezia
angbassa@libero.it