

---

ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI  
**RENDICONTI**

---

EOLO SCROCCO

**Giovanni Battista Bonino**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,  
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 80 (1986), n.6, p. 473–485.*

Accademia Nazionale dei Lincei

<[http://www.bdim.eu/item?id=RLINA\\_1986\\_8\\_80\\_6\\_473\\_0](http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1986_8_80_6_473_0)>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

---

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma  
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)  
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>



EOLO SCROCCO

# GIOVANNI BATTISTA BONINO

COMMEMORAZIONE TENUTA NELLA SEDUTA DEL 20 GIUGNO 1986



---

---

EOLO SCROCCO (\*)

## GIOVANNI BATTISTA BONINO

1899 - 1985

La seconda metà del diciannovesimo secolo e i due primi decenni del ventesimo hanno visto il grande sviluppo della ricerca Chimico-Fisica, specialmente nei campi della Termodinamica Chimica, della Cinetica e dell'Elettrochimica. Questo periodo fu infatti caratterizzato da un notevole sforzo di razionalizzazione, da un punto di vista macroscopico, della complessa fenomenologia chimica mano a mano che nuovi composti venivano sintetizzati e nuovi metodi di analisi venivano approntati.

Tali studi, tuttavia, furono accompagnati soltanto da sporadici tentativi di una interpretazione più intima, su scala microscopica, dei fenomeni osservati. Penetrare più addentro nel microcosmo di quella parte della materia che è oggetto della scienza chimica e trovare in esso la spiegazione delle leggi che regolano tutta la fenomenologia macroscopica è stato, invece, l'obiettivo perseguito dai ricercatori tra il 1925 e oggi.

Questa evoluzione del pensiero Chimico-Fisico è andata di pari passo con il grande e improvviso sviluppo della scienza fisica a livello atomico e molecolare. È in questo contesto storico, in questo rinnovato fervore di ricerche che si è sviluppata la versatile e singolare personalità scientifica di Giovanni Battista Bonino, considerato unanimemente come il rinnovatore, in Italia, del pensiero Chimico-Fisico.

Nato a Genova il 3 maggio 1899, fece parte di quella classe di combattenti (la cosiddetta classe di ferro) che fu chiamata alle armi giovanissima sullo scorcio della guerra '15-'18; in quella occasione fu insignito della croce al merito di guerra ed ebbe un encomio solenne.

Nonostante la dolorosa parentesi della guerra, si laureò abbastanza presto a Genova, nel 1922, discutendo con il prof. Benedicenti una tesi sui composti proteinici contenenti atomi metallici e, a soli cinque anni dalla laurea, nel gennaio 1927, era già a Bologna dove aveva vinto la cattedra di Chimica Industriale di quella Università, la prima di questo tipo di insegnamento istituita in Italia.

Erano gli anni esplosivi della nuova fisica: nel 1925 Pauli introduceva il suo principio di esclusione e Heisenberg pubblicava la sua meccanica delle

(\*) Discorso commemorativo letto nella seduta del 20 giugno 1986.

matrici che gettava le basi della odierna teoria quantistica; nel 1926 Schrödinger proponeva la sua meccanica ondulatoria; nel 1924 Bose e Einstein e nel 1926 Fermi e Dirac avevano sviluppato le loro statistiche quantistiche.

Tutta questa nuova messe di idee e di metodologie aprivano la strada ad una visione nuova del microcosmo degli atomi e delle molecole. Tra le applicazioni di interesse chimico della meccanica ondulatoria venne subito lo studio della struttura elettronica degli atomi e la spiegazione del legame covalente pubblicata nel classico lavoro di Heitler e London del 1927 sulla molecola di idrogeno.

A una mente aperta e ansiosa di rinnovamento quale quella del Bonino, i nuovi sviluppi della scienza Fisica fecero immediatamente intuire le grandissime possibilità di applicazione nel campo chimico e lo indussero a uno studio accurato delle nuove teorie. Questo rinnovato indirizzo dei suoi interessi e della sua cultura scientifica diede i suoi frutti negli anni immediatamente seguenti.

In precedenza, subito dopo la laurea, il giovane Bonino aveva capito che tra le metodologie sperimentali più idonee a fornire informazioni sulla struttura delle molecole doveva essere annoverata la Spettroscopia. Le sue prime ricerche di Spettrochimica nell'infrarosso risalgono proprio a quegli anni, quando in Italia i Chimici erano ben lontani dall'idea di utilizzare questa tecnica, allora irta di difficoltà sperimentali, tanto che solo pochi laboratori nel mondo si dedicavano all'infrarosso. In questo settore riuscì a precisare la posizione della banda di vibrazione del C—H alifatico e a dimostrare che la nuova banda che si ritrova negli alcoli a una frequenza molto vicina a quella dei C—H è da attribuire al gruppo ossidrilico. Mise inoltre in evidenza una relazione semiempirica tra il coefficiente molecolare di assorbimento e il numero dei corrispondenti legami contenuti nella molecola.

Inaspettatamente, nel marzo 1928, Raman e Krishnan pubblicarono su *Nature* il lavoro sull'effetto che porta il loro nome: l'eleganza del metodo e la facilità della sua utilizzazione per lo studio delle vibrazioni molecolari, anche di molecole di medie dimensioni, fecero subito dirottare verso questa nuova metodologia l'interesse di Bonino che in quello stesso anno, 1928, pubblicò su *Zeits für Phys.* il suo primo lavoro di Spettroscopia Raman. In Italia solo alcuni fisici (Rasetti e Amaldi a Roma, e pochi altri) cominciavano a lavorare, con brillanti risultati ma con intendimenti diversi, utilizzando questa nuova tecnica.

Ebbe così inizio per Bonino un lungo e fecondo periodo di ricerca sulla struttura di molecole organiche insieme agli allievi Cella e Manzoni-Ansidei. I composti presi in esame da Bonino e collaboratori furono così numerosi che non è facile fornirne qui un resoconto anche breve, tuttavia è possibile notare che lo studio era focalizzato principalmente su due problemi di grande interesse chimico-organico: la caratterizzazione spettroscopica di piccoli gruppi chimici (alchilici, chetonici, aldeidici, acidi, etc.) in contesti molecolari differenti e la ricerca di informazioni strutturali atte a chiarire la natura dei composti aromatici.

L'interesse per ambedue questi temi mette in evidenza la versatilità di Giovanni Battista Bonino che, oltre ad avere una notevole cultura nel campo della Fisica, possedeva anche una raffinata sensibilità per le problematiche puramente chimiche che sono alla base dell'impegno intellettuale dei chimici. Infatti gran parte dello sforzo già fatto, e tuttora in fieri, specialmente dai chimici organici è teso a porre ordine nell'enorme bagaglio di composti che, anno dopo anno, sono stati scoperti o sintetizzati: ordine che consiste nel raggrupparli in famiglie di molecole simili e nel caratterizzare e spiegare il comportamento chimico di ciascun componente all'interno della famiglia, nell'intento di riuscire a programmare « a priori » la sintesi di un qualsiasi composto avente le specifiche proprietà chimiche desiderate. Ecco pertanto, già alle soglie degli anni trenta, il grande interesse dimostrato dal Bonino verso ogni tentativo atto a caratterizzare, mediante le proprietà spettroscopiche, un gruppo di atomi all'interno di una molecola complessa e, specialmente, atto a interpretare le variazioni di tali proprietà indotte da altri gruppi atomici introdotti ad arte, per sostituzione, nella stessa molecola.

Il secondo consistente gruppo di lavori nel campo della Spettroscopia Raman riguarda, come si è detto, lo studio di numerose molecole aromatiche quali i derivati del benzene, della naftalina, della chinolina, dell'anilina, etc. Meritano una speciale menzione le ricerche sulla struttura degli aromatici pentatomici eterociclici che hanno come capostipiti il pirrolo, il tiofene e il furano. Si era alla metà degli anni trenta e, mentre la chimica di queste molecole aveva già fatto passi notevoli, non era ancora del tutto chiara la ragione della loro aromaticità.

Dal punto di vista spettroscopico le molecole aromatiche sono caratterizzate dall'assenza della frequenza specifica dei doppi legami carbonio-carbonio che la grafia classica farebbe prevedere. Invece, nei sostituiti aldeidici di questi composti, Bonino mise in evidenza sia la comparsa di una riga di doppio legame  $C=C$  nell'anello (che denunciava una diminuzione del grado di aromaticità), sia una sensibile variazione della frequenza propria del gruppo carbonilico. Questi due fatti concomitanti lo portarono a formulare l'ipotesi di una risonanza di tipo polare, tra il sestetto elettronico dell'anello e la coppia di elettroni non condivisa dell'ossigeno carbonilico, che rompeva parzialmente la compattezza dell'anello aromatico. Tale ipotesi, già in accordo con l'evidenza chimica, ebbe conferma alcuni anni più tardi dai risultati delle misure delle distanze interatomiche.

Nello stesso tempo, introducendo brillantemente in Italia i metodi della teoria dei gruppi per l'attribuzione delle righe di risonanza Raman e infrarosse alle varie rappresentazioni irriducibili del gruppo di simmetria della molecola, Bonino portò un sensibile contributo al riconoscimento della planarità e della simmetria di tipo  $C_{2v}$  degli aromatici pentatomici, anche se a quel tempo non erano ancora state trovate tutte le frequenze dei due spettri. È questo uno dei tanti esempi dello spirito pionieristico che spingeva lui, chimico, a usare le tecniche matematiche più avanzate sia per risolvere i suoi problemi di ricerca, sia

per educare a una visione moderna della Chimica-Fisica i giovani ricercatori allievi della sua scuola.

Come accenneremo più avanti, la sua attività nel campo della spettroscopia sia Raman che infrarossa proseguì per decenni su altri problemi e con altri collaboratori.

Conviene ora soffermarci su nuove ricerche approntate negli anni a cavallo del 1930 e portate avanti con successo contemporaneamente ai lavori cui si è ora fatto cenno. Nei primi anni venti si era verificata una rivoluzione nel campo della elettrochimica: era stata finalmente sviluppata da Debye e Hückel una teoria statistica delle soluzioni diluite di elettroliti forti basata sul concetto che ogni ione sia circondato, statisticamente, da una atmosfera ionica di segno opposto. Questa teoria riusciva a dare un quadro coerente delle proprietà di tali soluzioni fornendo per esempio le conducibilità elettriche, gli abbassamenti crioscopici, le tensioni di vapore, le pressioni osmotiche, su un intervallo di concentrazioni al di là del limite di diluizioni quasi infinite delle vecchie teorie di Arrhenius e van't Hoff.

Attratto subito dal penetrante contenuto fisico delle nuove idee e dall'eleganza del metodo statistico, Bonino cominciava a pubblicare qualche lavoro sull'argomento già negli anni 1926-1928. Tuttavia la teoria di Debye e Hückel, come sappiamo, non risolveva il problema delle soluzioni concentrate poiché non riusciva a spiegare il comportamento di sistemi con valori delle concentrazioni superiori a 0,1 0,2 M, mentre, per la maggior parte dei casi concreti di interesse sia scientifico che applicativo, è necessario un intervallo molto maggiore del campo di validità.

Nel fervore di ricerche che seguirono la pubblicazione dei lavori di Debye e Hückel per perfezionarne la teoria, si inseriscono molto bene le più che decennali ricerche di Bonino. Egli riprende in esame una considerazione critica di Fowler secondo la quale, nell'equazione di Poisson per il potenziale fluttuante generato dallo ione centrale e dalla nuvola di carica degli altri ioni, deve essere aggiunto, accanto alla funzione densità media, un altro termine che tenga conto delle fluttuazioni quadratiche medie del potenziale stesso. Questo, ovviamente, complica moltissimo il problema matematico. Bonino, tuttavia, riesce a tradurre in modo euristico le considerazioni di Fowler introducendo, nel secondo membro della equazione di Poisson, una funzione correttiva da determinarsi « a posteriori ». Tale artificio gli permette di passare dalle equazioni di Debye-Hückel, valide per soluzioni molto diluite, ad altre, modificate, valide anche per soluzioni concentrate. Egli dimostra poi che questo cambiamento equivale alla sostituzione formale della costante dielettrica del solvente puro (che compare nella trattazione classica), con una grandezza che è funzione della concentrazione e della natura degli ioni e del solvente. Inoltre mette in evidenza che i cosiddetti « raggi ionici »  $a_i$ , che nella teoria di Debye variano con la concentrazione, acquistano, invece, nella sua formulazione, un significato ben preciso essendo legati ai veri raggi ionici cristallografici.

La validità di questa teoria delle soluzioni, migliorata, è stata messa alla prova in un nutrito gruppo di lavori in collaborazione con S. Centola, E. Ma-

riani, M. Rolla, A. Marinangeli, C. Dejak e altri allievi. Si è potuto così dimostrare che essa riesce a render conto dei dati sperimentali fino a concentrazioni molto alte, impensabili con la vecchia formulazione.

Mentre erano in corso queste interessanti ricerche sulla teoria delle soluzioni concentrate di elettroliti forti, fondate sulle metodologie classiche della elettrostatica e della statistica, la sua mente di chimico era pur sempre tesa alla utilizzazione della nuova meccanica quantistica per i problemi di struttura elettronica delle molecole poliatomiche organiche. Già le sue ricerche nel campo della spettroscopia Raman lo avevano portato a interessarsi di quel particolare tipo di architetture chimiche che sono i composti aromatici; tuttavia solo da poco tempo i lavori di Hückel, Mulliken, Pauling, con metodi quantomeccanici diversi, avevano cominciato a dipanare la natura del comportamento aromatico di queste molecole scoprendo che la risonanza tra doppi legami identici stabilizza notevolmente l'energia del sistema e rende le molecole piuttosto resistenti alle reazioni di addizione. Negli anni trenta il problema del calcolo esatto « ab initio » della struttura elettronica anche della più piccola delle molecole aromatiche, il benzene, era impensabile: si trattava dello studio della interazione di 12 nuclei atomici e ben 42 elettroni, mentre i ricercatori avevano a disposizione solo dei modesti calcolatori meccanici a manovella. Tuttavia fu immediatamente chiaro che ragioni di simmetria permettevano di spezzare la funzione d'onda di queste molecole a struttura piana in due parti, l'una simmetrica e l'altra antisimmetrica rispetto al piano molecolare, e che la parte più interessante per le proprietà chimiche che caratterizzano il comportamento aromatico era la parte antisimmetrica. Questo comportava una drastica semplificazione perché, accontentandosi di uno studio approssimato ma ancora significativo del problema, si trattava di analizzare il comportamento di un numero di elettroni molto più piccolo: nel benzene, per esempio, solo i sei elettroni dei tre doppi legami kekuleiani e, negli altri aromatici (naftalina, antracene, fenantrene, etc.), solo una frazione molto limitata del numero complessivo degli elettroni della molecola.

È proprio sullo studio di questa parte antisimmetrica della funzione d'onda complessiva che si appuntarono gli interessi di una schiera di ricercatori per oltre un ventennio e fra questi, tra i primi nel mondo, e certamente primo in Italia, Bonino. La sua sensibilità di chimico lo spinge subito a interessarsi, accanto alle molecole capostipiti, anche dei composti aromatici sostituiti: egli nota che una perturbazione della simmetria del benzene, quale può essere portata dalla presenza di un sostituente, causa una sensibile alterazione della ripartizione di carica del sestetto di elettroni  $\pi$ . L'applicazione della teoria degli orbitali molecolari agli elettroni  $\pi$  della molecola del clorobenzene mostra, infatti, una netta polarità alternata delle cariche sui sei atomi di carbonio dell'anello. Dice Bonino: « Questo risultato si può considerare come un altro successo della teoria di Hückel poiché effettivamente costituisce il primo passo per la profonda comprensione delle regole di sostituzione al nucleo aromatico, regole che difficilmente si potrebbero prevedere altrimenti ».

Per arrivare a una discussione più generale delle proprietà del benzene e dei benzeni sostituiti, Bonino utilizza una funzione d'onda che tiene conto sia delle strutture covalenti classiche dei tre doppi legami di Kekulé, sia di strutture polari nelle quali un elettrone  $\pi$  viene trasferito da un atomo di carbonio ad un altro, e viceversa. Mentre nel benzene due strutture polari inverse hanno ovviamente lo stesso peso, nei benzeni sostituiti esse acquistano un peso diverso e questo porta automaticamente a un abbassamento della simmetria da senaria a un'altra che, per quanto riguarda la distribuzione alternata della carica sui sei atomi di carbonio, somiglia molto a una simmetria ternaria.

Partendo da queste considerazioni quantomeccaniche, Bonino giunge a proporre, nel 1933, una grafia, per gli elettroni del benzene, costituita da tre frecce che dal centro dell'anello puntano verso tre atomi alterni di carbonio (1, 3, 5 per es.) carichi negativamente. Questa rappresentazione schematica è posta in contrapposizione con l'altra analoga, avente le frecce rivolte verso i restanti tre atomi (2, 4, 6). Ovviamente nel benzene le due forme, che rappresentano due tipi alterni di stati polari, hanno lo stesso peso, mentre in un benzene sostituito, ove si ha una netta prevalenza di una delle due strutture di risonanza sull'altra, Bonino propone di descrivere la ripartizione di carica negativa  $\pi$  utilizzando quella sola delle due forme che, in dipendenza della natura del sostituito, ha il maggior peso nella funzione d'onda. Nel congresso di Madrid del 1934 egli ha ampiamente dimostrato che, con il suo formalismo, si può non solo prevedere l'andamento delle ulteriori sostituzioni nell'anello benzenico, ma anche fare delle previsioni sulla « stabilità di legame » di un dato sostituito rispetto alla sua rimozione da parte di un altro.

La grafia proposta da Bonino si affianca dunque, con vantaggio, a quelle di Kekulé, Thiele, Bayer e altri; utilizzata negli anni trenta da un buon numero di chimici organici, dopo la guerra, tuttavia, è stata sostituita dalla grafia anglosassone forse più pratica, ma meno direttamente legata alla descrizione quantistica del sestetto degli elettroni aromatici.

Bonino si è poi occupato con successo, sempre da un punto di vista quantomeccanico, di un buon numero di composti aromatici, e qui mi limito solo a menzionare le sue ricerche sulla naftalina, sulle forme chinoniche (tanto importanti in problemi di chimica biologica) e sugli aromatici eteroatomici a cinque atomi (tiofene, furano e pirrolo e derivati), studiati in precedenza da un punto di vista sperimentale spettroscopico.

Tra le ricerche più brillanti del periodo attorno agli anni quaranta non possiamo dimenticare i suoi contributi per uno sviluppo moderno del concetto di coordinazione. È questo un problema fondamentale per la chimica strutturistica che si propone di prevedere « a priori », con l'ausilio dei metodi della meccanica quantistica e della teoria dei gruppi, la disposizione spaziale che acquista un sistema di atomi coordinati attorno a un dato atomo centrale. Esempi classici sono le configurazioni tetraedrica, trigonale piana, o lineare che le valenze del carbonio assumono in contesti molecolari diversi e l'architettura geometrica

di tutte quelle molecole e ioni complessi che formano il grande capitolo dei composti di coordinazione.

Il concetto di coordinazione Werneriano, introdotto da un punto di vista classico molto prima dell'avvento della nuova meccanica, faceva a meno di ogni localizzazione delle singole valenze classiche della chimica. Queste, nel pensiero di Werner, in un certo senso si fondono per fornire, al posto dei singoli legami, uno stato di valenza generalizzato che è funzione sia dell'atomo coordinante che di quelli coordinati.

L'intuizione di Werner si presta bene a essere trattata quantisticamente con il metodo degli orbitali molecolari e con l'ausilio della teoria dei gruppi. Bonino, riprendendo in esame un metodo che Bethe aveva introdotto nel 1929 per lo studio delle proprietà di simmetria delle funzioni d'onda in campo cristallino, applica gli stessi concetti allo studio delle proprietà di simmetria degli orbitali molecolari in un campo molecolare. Il generico orbitale molecolare da lui adoperato è costruito come una combinazione lineare sia degli orbitali atomici del guscio di valenza dell'atomo centrale, sia, distintamente, di quelli degli atomi coordinati. Una volta ipotizzato un gruppo di simmetria cui può appartenere l'insieme degli atomi del complesso, si determinano le combinazioni lineari degli orbitali atomici dell'atomo centrale che sono conformi alle rappresentazioni irriducibili del gruppo di simmetria prescelto; altrettanto viene fatto, separatamente, per gli orbitali degli atomi periferici. Allora un orbitale molecolare accettabile, in un dato campo di simmetria, è quello in cui la parte delle combinazioni lineari degli orbitali degli atomi esterni appartengono alla stessa rappresentazione irriducibile della parte corrispondente all'atomo centrale. Tale criterio, insieme al principio di Pauli, permette di accertare se nella presupposta simmetria ci sia o meno un numero di orbitali molecolari sufficienti ad alloggiare tutti gli elettroni della molecola. Nel caso che questa condizione non sia soddisfatta si passa ad analizzare un'altra simmetria fino a trovare quella giusta.

Questa formulazione della teoria della coordinazione è stata pubblicata nel 1938. In quel periodo altri ricercatori, impegnati nello stesso problema, utilizzavano il concetto di valenza diretta prendendo in esame solo le possibili configurazioni di valenza permesse all'atomo centrale sotto l'influenza del campo di simmetria degli atomi coordinati. L'impostazione di Bonino, invece, che si basava su orbitali estesi a tutta la molecola, era più generale, traduceva correttamente il pensiero di Werner e si prestava anche (mezzi di calcolo permettendo) a previsioni quantomeccaniche rigorose.

Un'interessante applicazione della teoria degli orbitali molecolari è stata fatta da Bonino e collaboratori tra cui Chiorboli, Salvetti e Scrocco, per lo studio delle alterazioni che subisce la frequenza di oscillazione del gruppo carbonilico quando è legato a sistemi di elettroni  $\pi$  di molecole organiche insature o aromatiche.

Utilizzando il concetto di « indice di doppio legame » (grandezza facilmente calcolabile dai coefficienti delle combinazioni lineari degli orbitali atomici all'interno di quelli molecolari), è stato possibile prevedere, con ragionevole accuratezza, le variazioni della costante di forza tra carbonio e ossigeno nel pas-

sare da una molecola all'altra, e quindi le variazioni di frequenza. Inoltre, quando si mettono a confronto due famiglie di molecole molto simili, quali le aldeidi e i chetoni, che differiscono per la presenza di un gruppo metilico al posto dell'idrogeno legato al gruppo carbonilico, si riscontra un secondo effetto consistente in piccole, sistematiche, differenze della frequenza  $C=O$  tra molecole simili. Anche qui è stato tentato, con lo stesso metodo e con successo, il calcolo di queste ulteriori alterazioni di frequenza e si è potuto dimostrare che esse sono legate ad un processo di iperconiugazione tra metile e gruppo carbonilico, e che quindi se ne può fare agevolmente la previsione teorica.

Sono, anche questi, esempi dell'interesse di Bonino per tutti quegli aspetti della fenomenologia chimico-fisica che possono chiarire l'influenza reciproca di parti diverse di una stessa molecola e portare luce sul suo comportamento chimico.

Sempre su questo tema non si può trascurare la serie di lavori, in collaborazione con allievi diversi tra cui Manzoni, Chiorboli, Scaramelli, sul problema dei legami a idrogeno intramolecolari e, in particolare, quelli del gruppo carbonilico con funzionali alcolici o amminici situati in posizioni vicine al  $C=O$  nella stessa molecola. Questo genere di interazioni interne alla molecola impedisce la formazione di analoghi legami a idrogeno esterni e influenza pertanto, in modo significativo, alcune grandezze chimico-fisiche caratteristiche dello stato condensato quali il punto di fusione, la densità e la viscosità.

Incentivo a tali ricerche era ovviamente la consapevolezza che ogni contributo alla migliore conoscenza della natura dei legami a idrogeno è di fondamentale importanza per comprendere il comportamento di molecole di preminente interesse biologico quali le proteine e gli acidi nucleici. È interessante notare che anche in questi lavori, portati avanti con metodi sia teorici, sia spettroscopici (infrarossi e Raman), sia polarografici, si rileva la caratteristica costante di Bonino di adoperare, con magistrale padronanza, le metodologie più disparate.

Un diverso filone di ricerca che ha dato i primi frutti nel 1950 con la collaborazione di Carassiti è costituito dal tentativo di separazione degli antipodi ottici di un composto racemo. Antecedentemente si erano ottenute separazioni solo su colonna assorbente. I nostri autori sono riusciti invece a realizzare lo stesso risultato mediante cromatografia di partizione su carta usando l'artificio di aggiungere alla fase fissa, costituita da fenolo, anche soluzioni acquose di acidi otticamente attivi come fase mobile. Il metodo si è dimostrato particolarmente sensibile permettendo la separazione di soli 0,3  $\gamma$  di base racemica.

Nel 1959, dopo 32 anni di intensa attività scientifica e accademica presso l'Università di Bologna, G.B. Bonino si trasferisce nella sua città natale portando in questa nuova sede quell'entusiasmo che sempre caratterizzava la sua personalità di ricercatore e di didatta. A Genova, presso l'Istituto policedra di Scienze Chimiche per l'Ingegneria, egli prosegue la collaborazione con allievi di Bologna quali A. Bertoluzza, G. Fabbri, C. Trevissoi e dirige un nuovo gruppo di giovani ricercatori A. Castellari, F. Sesmundo, C. Fagnano, M. Morelli e altri. Appartiene agli ultimi anni bolognesi, e a quello che possiamo chia-

mare periodo di transizione, un notevole numero di lavori di spettroscopia Raman e Infrarossa sulla struttura cristallina di un gruppo di cianuri complessi del Fe, Ru, Os, Pd. Queste ricerche sono in gran parte dedicate alla interpretazione degli spettri di vibrazione del gruppo  $\text{—C}\equiv\text{N}$  che presentano un aspetto più complicato di quello che ci si aspetterebbe dalla simmetria locale dello ione complesso. Viene dimostrato, infatti, che si tratta di una scissione delle righe provocata dall'abbassamento di simmetria dovuto alla presenza simultanea di più unità nella stessa cella elementare del cristallo. Si possono così ottenere utili informazioni sulla natura e sulla intensità delle interazioni degli ioni vicini.

Intanto nella sede genovese ha inizio un nuovo ciclo di ricerche di spettroscopia infrarossa e di spin elettronico sul problema dell'assorbimento di molecole organiche su Silice-Allumina e su cloruro di alluminio solido, con l'intento di portare un contributo al grosso e difficile problema della catalisi eterogenea. Questi studi si affiancano ad altri più direttamente collegati agli indirizzi di Chimica Applicata e Ingegneria Chimica portati avanti da un altro gruppo di collaboratori tra i quali C. Trevisani, C. Ferraiolo, F. Braggio.

Caratteristica della moderna ricerca è la esasperata specializzazione causata dalla sempre più elevata complessità dei metodi di indagine. Questo rende sempre più rara la figura del ricercatore eclettico. In Bonino invece dobbiamo riconoscere uno degli ultimi studiosi che sapevano dimostrare alta competenza e sensibilità in quasi tutti i campi della Chimica-Fisica. Egli utilizzava correntemente e con grande padronanza i mezzi più idonei a risolvere i problemi che volta a volta gli si presentavano: dalle numerose tecniche spettroscopiche, alla magnetochimica, alle varie metodologie elettrochimiche, alla strutturistica X, alla termodinamica classica e statistica, alla chimica quantistica. I suoi collaboratori ricordano certo quanto spesso negli anni '40, durante le interminabili conversazioni sui più disparati argomenti, venisse da lui espresso un comprensibile sentimento di bonaria fierezza per il suo Istituto di Chimica-Fisica dove era riuscito a far convivere e collaborare una gamma molto estesa di ricercatori che andava dai chimici quantistici ai vari gruppi degli sperimentali chimico-fisici, fino ai biologi che si occupavano di culture di ditteri e crittogame su cui sperimentavano nuovi tipi di antiparassitari: chiaro esempio, già da allora, di ricerca interdisciplinare.

Durante e dopo l'ultimo conflitto, accanto al ruolo principale di scienziato e didatta, Bonino ha dedicato per lunghi anni parte della sua esperienza a un'opera di collaborazione scientifica presso industrie di primaria importanza per l'Italia quali la Breda e la Caffaro.

Nella prima, come Direttore, per circa un decennio, del Centro di Ricerche Metallografiche, ha dato un'impronta moderna a studi ed esperienze nel campo delle leghe leggere e ultraleggere e allo sviluppo degli « aspetti chimici nel progresso della tecnica del volo ».

Presso la Caffaro, Consigliere Amministrativo dal 1940 al 1960, ha dato un forte impulso alle ricerche sugli antiparassitari prevedendo il grande sviluppo che questa classe di prodotti avrebbe avuto in futuro. Interessanti sono

gli studi in collaborazione con P. Fontana e R. Radoni sull'isomero  $\gamma$  dell'esaclorocicloesano che possedeva straordinarie proprietà insetticide e su nuovi metodi biologici per determinare la concentrazione di prodotti per i quali era preclusa l'analisi chimica corrente.

G.B. Bonino era un ottimo e brillante didatta: le sue lezioni, sempre affollatissime, non si esaurivano nell'aula poiché folti gruppi di studenti si fermavano lungamente (spesso per ore) a discutere con lui nei corridoi. Era questa un'occasione in cui il professore di Chimica-Fisica si eclissava e spontaneamente emergeva l'uomo di grande cultura che animava le discussioni sui più vari argomenti scientifici e umani. Anche i suoi collaboratori si fermavano con piacere e interesse ad ascoltare e interloquire, e in queste piacevoli pause imparavano a conoscere alcuni aspetti più riservati dell'animo del loro maestro.

Sebbene fortemente provato negli affetti familiari per la lunga malattia e la prematura perdita del figlio Cesare e per le precarie condizioni di salute della moglie, si dimostrava costantemente sereno e distaccato; ma alcuni collaboratori che gli erano affettivamente più vicini, sapevano che, nei momenti di tristezza e di introspezione, oppure di esuberanza dei suoi sentimenti più alti, egli trovava conforto e sollievo nella musica: Bonino, infatti, aveva un'ottima padronanza dell'armonium su cui suonava, in prevalenza, musica di Bach. Di questo sommo musicista egli apprezzava profondamente la perfezione tecnica del contrappunto, la vastità dell'immaginazione e la mirabile simmetria della composizione della quale, soleva dire scherzosamente, gli sarebbe piaciuto dare una interpretazione con l'aiuto della teoria dei gruppi.

In totale l'attività scientifica, accademica e culturale di G.B. Bonino è così vasta che è difficile riassumerla in questa sede. Il suo periodo scientificamente fecondo si è sviluppato nell'arco di tempo di oltre un cinquantennio; in questo mezzo secolo dagli Istituti da lui diretti sono stati inviati per la stampa, su riviste sia italiane che internazionali, circa 800 lavori di cui almeno un quarto recano il suo nome. Merita menzione la cospicua collaborazione con la classe di Scienze di questa Accademia dei Lincei presso la quale ha presentato, per la pubblicazione nei Rendiconti o nelle Memorie, circa 180 lavori, una settantina dei quali rappresenta il frutto di attività scientifica personale.

Dei numerosi allievi, almeno 25 hanno vinto una cattedra Universitaria, molti altri sono inseriti con grado equivalente in Istituti Nazionali di Ricerca e altri ancora hanno raggiunto posizioni di rilievo nel mondo industriale. Tutto questo testimonia la vitalità della scuola da lui fondata che tuttora, attraverso gli allievi, continua ad essere presente con peso sensibile nella cultura Chimico-Fisica italiana.

Ulteriore testimonianza della stima generale per la sua personalità e per i suoi contributi scientifici è data dai numerosissimi e importanti riconoscimenti italiani e internazionali.

## RICONOSCIMENTI

Ha ottenuto la medaglia Hoffman della Deutsche Chemische Gesellschaft, la Medaglia Cannizzaro dell'Accademia dei XL, la medaglia d'oro al merito della Società d'Encouragement pour l'Industrie Nationale di Parigi, la medaglia d'oro dei benemeriti della Scuola, della Cultura e dell'Arte, e quella dei benemeriti della Sanità Pubblica.

Accademico Nazionale dei Lincei, Accademico Pontificio, Membro dell'Accademia dei XL, Honorary Fellow della Indian Academy of Sciences, Membro dell'Accademia delle Scienze di Vienna, della Deutsche Akademie der Naturforscher di Halle, accademico corresponsal extranjero de la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales di Madrid, membro d'onore della Verein Oesterreichischer Chemiker di Vienna e della Società Chimica Svizzera, membro della Faraday Society di Londra, della American Association for the Advancement of Science di Washington, della Chemical Society di Londra, della Gesellschaft Deutscher Chemiker (Germania), della Deutsche Bunsen Gesellschaft, della American Chemical Society (U.S.A.), della Société de Chimie Physique di Parigi, della Electrochemical Society di New York, della Hans Fischer Gesellschaft di Monaco di Baviera, Accademico Benedettino dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, membro dell'Accademia delle Scienze di Torino e dell'Accademia delle Scienze di Lucca (detta degli Oscuri), membro onorario dell'Accademia Ligure di Scienze e Lettere di Genova, Socio Nazionale dell'Accademia Pugliese di Scienze, membro delle Accademie delle Scienze di Modena e di Ferrara, membro dell'Accademia di Agricoltura di Bologna, dell'Accademia Raffaelliana di Urbino, dell'Accademia Valdarnese del Poggio, socio corrispondente della Società Torricelliana di Scienze e Lettere di Faenza, Socio Onorario della Società Farmaceutica del Mediterraneo Latino, socio della Società Italiana di Fisica, della Società Italiana di Biologia sperimentale, della Società Elettrotecnica Italiana, della Associazione Italiana di Metallurgia, dell'Associazione Medica Italiana di Idroclimatologia, della Società per il Progresso delle Scienze, della Società Italiana di Scienze Farmaceutiche, socio onorario della Società Italiana di Storia della Farmacia e dell'Associazione Italiana per lo studio dell'Alimentazione (Roma), Presidente del Comitato consultivo per le Scienze chimiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche, membro del Consiglio Superiore dell'Istruzione, già membro del Consiglio Superiore di Sanità, del Comitato scientifico Consultivo dell'Istituto Superiore di Sanità di Roma, membro della Commissione Nazionale dell'UNESCO. Direttore del Centro Studi di Chimica applicata del Consiglio Nazionale delle Ricerche.