Rendiconti Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
ISBN 978-88-548-xxxx-x
DOI 10.4399/97888548xxxxx9
pag. 133–145

L'eredità di Giulio Natta a 50 anni dal Nobel

Giulio Natta's Legacy After 50 Years From The Nobel Prize

Paolo Olivieri

Summary

After 50 years since the attribution of the Nobel Prize to Giulio Natta, the author recalls the relationship the illustrious scientist had with the chemical industries of the Terni area before and after the discovery of isotactic polypropylene and the influence he had on the development of polypropylene in the fields of fibres and films, firstly at the Research Centre of the Montecatini company Polymer and subsequently at the companies born after the merging of Montecatini and Edison in 1966.

From this history emerges the strong imprint of Giulio Natta who, together with a product which continues to surprise for the constant progress, rising from the product and process innovations, left a real cultural legacy in the methodology to approach problems: interdisciplinary work, experimentation, creation of a tradition.

Riassunto

Dopo 50 anni dal conferimento del Premio Nobel a Giulio Natta, viene ricordato il rapporto che l'illustre scienziato ha avuto con le industrie chimiche di Terni prima e dopo la scoperta del polipropilene isotattico e l'influenza che ha avuto sullo sviluppo del polipropilene nei settori della fibra e del film dapprima presso il Centro Ricerche della Polymer di Terni e via via nelle società che si sono succedute dopo la fusione tra la Montecatini, cui la Polymer apparteneva e la Edison nel 1966.

Dalla storia emerge la forte impronta di Giulio Natta che, accanto ad un materiale che continua a sorprendere per i costanti progressi

derivanti dall'innovazione di prodotto e di processo, ha lasciato in eredità una vera e propria metodologia di approccio ai problemi: lavoro interdisciplinare, sperimentazione, creazione di una tradizione.

Per tracciare un quadro il più possibile esauriente dell'eredità che ci lascia Giulio Natta, unico italiano ad aver ricevuto finora l'ambito riconoscimento per la Chimica, occorre ripercorrere anche la storia del suo rapporto con l'industria e, in particolare, con la Montecatini.

A questo riguardo è illuminante l'intervista del 1981 di Luciano Caglioti a Piero Giustiniani, riportata nell'articolo "Natta–Giustiniani: una sinergia vincente" [1]. Dice Caglioti:

> Chi guarda alla politica italiana in materia di ricerca e di innovazione è costretto ad un giudizio pessimistico: molte idee, molto cervello, ma poco sfruttamento di queste idee in patria ... Il caso di Natta costituisce una eccezione a questa non incoraggiante realtà. Non solo, ma esso costituisce una eccezione a quella abitudine italiana che vede scarsa collaborazione tra ricerca industriale e ricerca pubblica.

L'ing. Piero Giustiniani era Amministratore Delegato della Montecatini (v. Fig. 1); il Presidente era Faina [4].

Il rapporto tra Natta e Giustiniani è precedente alla collaborazione in Montecatini. Racconta Giustiniani a Caglioti [1]: "Natta era consulente della Terni, con me, fra il '45 e il '50. Facevamo carburo di calcio, volevamo fare gomma dall'acetilene. Nel luglio del '47 Natta ed io partimmo per gli USA, e girammo in lungo e in largo per due mesi. Vedemmo gli impianti di olefine: era già petrolchimica" e continua: "Nel '50 passai alla Montecatini. Natta mi seguì come consulente. Avevamo un primo impianto di cracking a Ferrara. La chimica dell'acetilene aveva lasciato il posto a quella dell'etilene."

Ma il legame con Terni è ancora precedente: infatti, per la SAIGS (Società Anonima Italiana per la Gomma Sintetica), consociata del Gruppo Pirelli, fondata nel 1939 e con stabilimenti a Terni e Ferrara, Natta mise a punto un processo di purificazione del butadiene da impiegare nella produzione di gomma sintetica (v. A. Nenz nel suo contributo al libro *La grande industria a Terni*) [3]:

> della messa a punto del processo di produzione del butadiene si occupò anche il Prof. Giulio Natta che, proprio per Terni, studiò e risolse brillantemente il difficile problema della separazione del butadiene dai butileni

Figura 1. L'ing. Piero Giustiniani, Amministratore Delegato della Montecatini

> mediante una efficacissima colonna di distillazione estrattiva a piatti. Nel 1943 il Prof. Natta fu chiamato a far parte, assieme al Prof. G. Battista Bonino ... del Consiglio di Amministrazione della Società.

In realtà l'impianto di Terni non fu mai completato a causa della guerra. Come scrive sempre A. Nenz nel libro citato [3]:

> Purtroppo dallo stabilimento non uscì mai un chilogrammo di gomma. Anzi, nel 1943, durante la ritirata delle truppe tedesche, le principali attrezzature già installate furono smontate e trasferite in Germania e l'area dello stabilimento fu trasformata in un campo di concentramento nel quale, com'è noto, anche la moglie di Mussolini fu ospitata alcuni mesi.

Questi fatti ci devono far riflettere su una caratteristica dell'attività scientifica svolta da Natta: essa era sempre rivolta ai temi industriali di maggior interesse del momento (in precedenza si era occupato della sintesi del metanolo da ossido di carbonio–da gasogeno a carbone–e idrogeno elettrolitico [7], altro tema di grande importanza; inol-

tre nel 1938, a Cesano Maderno, per la Montecatini aveva seguito la produzione del cloruro di polivinile su licenza tedesca).

La scoperta del polipropilene stereoregolare da parte di Natta e del suo gruppo di ricercatori, avviene nei laboratori dell'Istituto di Chimica Industriale del Politecnico di Milano (che quest'anno celebra il 150nario della sua fondazione).

Senza entrare in dettagli sulla catalisi stereospecifica e sulle innumerevoli polimerizzazioni realizzate con successo di alfa–olefine e di diolefine da Natta e collaboratori [5] [6], esaurientemente descritte da altri insigni relatori presenti a questo Convegno, mi limiterò a dire che alla base di tutto c'è il fatto che Natta seppe intuire subito le grandi prospettive di sviluppo che venivano aperte dalla comunicazione di Ziegler del 1952 all'Achema di Francoforte sull'azione selettiva dei composti metallorganici nella oligomerizzazione dell'etilene: Natta convinse Giustiniani ad acquisire i diritti sulle ricerche, anche future, di Ziegler, ricerche che in breve portarono ad individuare l'efficacia della coppia catalitica costituita da alluminio alchile e composto di metallo di transizione (fine 1953). Natta applicò questa coppia catalitica al propilene che Ziegler aveva escluso potesse polimerizzare in modo stereoregolare.

Il polipropilene stereoregolare, in grado di cristallizzare, "nasce" l'11 marzo 1954: in quel lontano giorno il Prof. Natta scrive sulla sua agenda: "Fatto il polipropilene"! (v. Fig. 2).

La coppia catalitica utilizzata era costituita da alluminio trietile e titanio tetracloruro. Questi speciali catalizzatori sono noti come catalizzatori Ziegler–Natta grazie al notevole lavoro svolto da Natta e i suoi collaboratori per il loro miglioramento. Primo fra tutti il passaggio dal tetracloruro di titanio solubile al tricloruro insolubile che fece salire la resa di polimerizzazione dal 40 all'85% col che il polipropilene divenne un polimero realizzabile industrialmente.

Senza entrare in dettagli si può dire che Natta aveva intuito che la particolarità indotta da questi catalizzatori è che il processo di polimerizzazione è basato non sulla somma di unità monomeriche ai radicali liberi all'estremità delle catene in crescita, ma sull'inserimento del monomero tra l'atomo del metallo presente nel catalizzatore e la catena in crescita ad esso legata, con grandi possibilità di controllo della struttura della catena polimerica nel corso della sintesi.

Natta chiamerà questo polipropilene stereoregolare, "isotattico" per distinguerlo da quello, definito "atattico", in cui le singole mo-

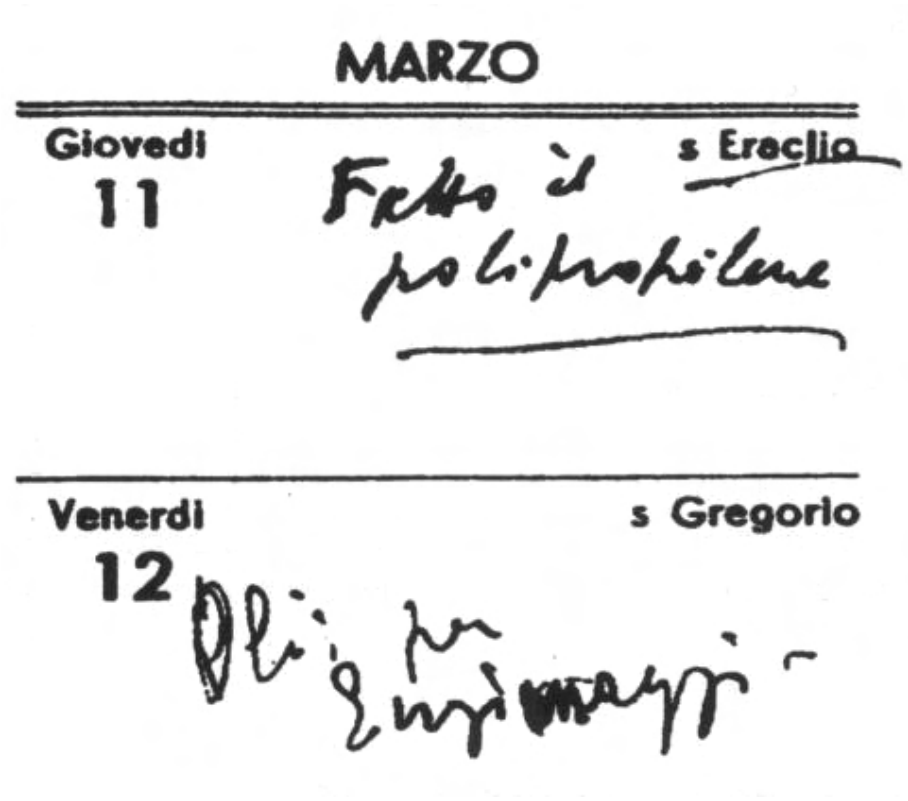

Figura 2. Agenda di Giulio Natta, 11 marzo 1954: Fatto il polipropilene.

lecole di propilene sono concatenate in modo disordinato (prodotto di scarso valore e limitate applicazioni: è stato impiegato per guaine impermeabilizzanti e sottofondi).

Il giorno dopo la scoperta del polipropilene isotattico Natta scrive sulla sua agenda: "Olii per ensimaggi" (v. Fig. 2) intendendo che doveva procurarsi i lubrificanti antistatici necessari per raccogliere la fibra che pensava di estrudere da un rudimentale estrusore fabbricato nell'officina dell'Istituto, cosa che non tardò molto a fare; infatti il 12 maggio 1954 scrive sulla sua agenda: "Filato il polipropilene".

Negli anni '50, con il sostegno della Montecatini, Natta creò una Scuola di rinomanza internazionale raccogliendo attorno a sé giovani ricercatori di talento; Giustiniani, che ben conosceva l'importanza della ricerca, inviava una ventina di stagisti all'anno.

Inoltre, subito dopo la scoperta del polipropilene, i Centri Ricerca della Montecatini di Terni e Ferrara vennero incaricati dello sviluppo dei processi di produzione industriale del polimero e delle sue applicazioni nei settori fibre e film, quello di Terni e nel settore dei materiali dei plastici, quello di Ferrara; il Centro di Ricerche di Ferrara fu anche incaricato della ricerca sui catalizzatori.

Come ha ricordato Giorgio Mazzanti durante le celebrazioni al Politecnico [4], Natta, accompagnato da alcuni dei suoi più stretti collaboratori, visitava due volte al mese Ferrara e una volta al mese Terni per scambi scientifici ricchi di sempre nuovi spunti. Emerge un quadro probabilmente irripetibile, ma certamente esemplare della capacità di articolare un volume di attività estremamente ampio realizzando una collaborazione tra Università e Industria senza che gli interessi di quest'ultima distogliessero la prima dalla pura speculazione scientifica. Si calcola che nel complesso tra Università e Centri Ricerche della Montecatini lavorarono al progetto sin dai primi anni più di mille tecnici tra laureati e diplomati oltre a valenti operai dei laboratori e degli impianti pilota.

La storia del polipropilene è dunque una storia esemplare; è la storia affascinante di una ricerca di base, accademica, combinata da subito alla storia di un grande sforzo di ricerca applicata, industriale, che ha permesso di traghettare sul mercato il nuovo polimero e i suoi derivati in un tempo eccezionalmente breve generando, a livello mondiale, numerosissimi posti di lavoro e un'ingente ricchezza.

Per questo motivo alla simpatica definizione "Giulio Natta nobel politecnico", coniata nel 2003 dai collaboratori di Natta in occasione delle celebrazioni per il centenario dalla nascita, potremmo affiancare quella di "Giulio Natta nobel industriale".

Con una produzione mondiale annua di 55 milioni di tonnellate, il polipropilene è il polimero più prodotto dopo il polietilene che, con 80 milioni di tonnellate, è il secondo prodotto chimico al mondo. Pure importanti i quantitativi dell'1,4–cis polibutadiene e del copolimero etilene–propilene che nel settore degli elastomeri occupano il secondo e il terzo posto rispettivamente dopo la gomma butadiene stirolo (SBR) [5].

Il polipropilene è presente in numerosi settori della nostra vita quotidiana: dai paraurti delle auto a molti loro componenti interni ed esterni, agli oggetti casalinghi, all'edilizia, al *packaging* di moltis-

simi prodotti alimentari e non solo alimentari, ai nastri adesivi, alle fibre per nontessuti per uso medicale e igienico, ai geotessili, alle pavimentazioni tessili. I meno giovani certamente ricorderanno il carosello di Gino Bramieri che reclamizzava gli oggetti casalinghi con il famoso "e mò e mò, Moplèn; mo signora guardi bèn che sia fatto di Moplèn".

Molto ampio lo spettro di caratteristiche meccaniche che si possono impartire ai prodotti di polipropilene nelle diverse tipologie variando le condizioni di processo produttivo. Il polipropilene stereoregolare ha una densità inferiore a quella dell'acqua e un punto di fusione intorno ai 170 °C.

Molto simpatico il ricordo lasciato da Natta a Terni per il suo grande amore per la natura: durante le sue visite per scopi scientifici chiedeva che un giorno venisse dedicato, quando possibile, a una escursione alla ricerca di funghi, dei quali era un profondo conoscitore, o a un'uscita a pesca, nella quale era un po' meno esperto (il tecnico che lo accompagnava a pesca ancora conserva il ricordo delle escursioni sul Nera, allora ricco di trote: anche se già affetto dal Parkinson che lo affliggerà nell'ultima parte della sua vita, Natta indossava gli stivaloni ed entrava nelle acque veloci del fiume).

Ci piace qui ricordare che le poste svedesi, nel commemorare il premio Nobel assegnato a Ziegler e Natta, nel 1988, a 25 anni dal Nobel, hanno emesso un francobollo che ben simboleggia lo stretto legame tra l'ordine impartito all'aggregazione delle molecole, le caratteristiche fibrogene delle macromolecole risultanti e la struttura delle sostanze naturali: la filiera creata dall'uomo produce filamenti simili a quelli prodotti dal ragno, mirabile architetto della natura.

Nel 1665 R. Hooke, autore della celebre legge sull'elasticità, dopo aver studiato a lungo il filo prodotto dal ragno, auspicava che l'uomo fosse un giorno capace di fabbricarne uno con le stesse straordinarie proprietà.

E la natura non è un riferimento casuale perché la polimerizzazione stereospecifica consente di entrare nell'intima struttura della materia influenzandone l'ordine per realizzare polimeri simili a quelli naturali, quali la gomma, la guttaperca o la cellulosa. Il Professor Fredga dell'Accademia Svedese, membro del comitato del Nobel, nel discorso pronunciato in occasione della cerimonia per la consegna del premio, disse che "Natta aveva infranto il monopolio della natura". Natta ama-

va dire: "ho solo trovato il modo di mettere in fila le molecole come soldatini in parata".

Natta era ben consapevole dell'enorme portata della sua scoperta. Particolarmente significative le parole pronunciate durante la prolusione per l'inaugurazione dell'anno accademico 1957–1958 al Politecnico di Milano, che era stato incaricato di tenere:

> Avrei preferito parlarvi delle nuove scoperte, sbocciate nei laboratori scientifici di questa Scuola, soltanto quando i risultati avessero superata la fase attualmente in corso, di realizzazione negli impianti pilota e nei primi impianti industriali, ma i nuovi ritrovati si fossero praticamente, materialmente imposti, con il peso di decine di migliaia di tonnellate di prodotti diffusi nei principali mercati di tutto il mondo.

Molto chiara era anche la consapevolezza di Natta circa il ruolo dell'Università, come si può desumere da un altro passo della prolusione citata:

> In un periodo in cui anche persone autorevoli si sono espresse in modo pessimistico sulla rispondenza e funzionalità delle Università italiane, noi sentiamo il dovere di affermare che Istituti del Politecnico di Milano, sia dal punto di vista didattico, ma ancor più dal punto di vista della ricerca scientifica, assolvono in pieno il loro compito.

Occorre riflettere molto su queste parole, soprattutto oggi che tanti ricercatori di talento, anche dopo qualificate specializzazioni universitarie, sono costretti a emigrare depauperando il nostro Paese di quella che forse è la nostra più grande ricchezza: l'intelligenza dei giovani.

Nell'appassionato ricordo che Walter Tobagi tratteggia sul Corriere della Sera il giorno dopo della morte di Natta, avvenuta il 2 maggio 1979, dal titolo "Il grande scienziato della Milano ruggente", si legge:

> le sue scoperte diventarono il simbolo dell'Italia: fecero conoscere all'estero la realtà di un'industria che riusciva a fare ricerca, che prendeva i giovani appena laureati e li avviava a un tirocinio duro.

Molto vasto il lavoro svolto dal Centro Ricerche di Terni. La struttura faceva parte del complesso, già citato, costruito prima dello scoppio della II guerra mondiale con l'intento di produrre la gomma sintetica da butadiene e stirolo, la BUNA S e appartenuto alla SAIGS; uno

stabilimento gemello era stato costruito a Ferrara con lo stesso intento. Dopo la guerra entrambi gli stabilimenti vennero acquistati dalla Montecatini. Il 6 novembre 1950 a Terni la SAIGS cambiava la ragione sociale in Polymer Industrie Chimiche Soc. per Azioni [3].

Sempre intenso il rapporto tra il Centro Ricerche di Terni e Giulio Natta, anche a distanza di anni dal primo incarico ricevuto dopo la scoperta del polipropilene isotattico: particolarmente significativa ci sembra la relazione sull'incontro del 29 ottobre 1962 presso l'Amministrazione Delegata per fare il punto delle ricerche condotte a Terni.

Nella relazione si riferisce sullo stato di avanzamento degli studi in corso presso il Centro Ricerche per quanto riguarda il processo di polimerizzazione, le fibre e il film. Per la polimerizzazione lo stesso Natta comunica i risultati soddisfacenti della sperimentazione in fase gas in corso a Ferrara nel confronto con la fase eptanica di Terni. È sorprendente l'attenzione con cui, a oltre 8 anni dalla scoperta, Natta continua a seguire la sua creatura!

Interessante notare che per la stabilizzazione alla luce della fibra polipropilenica si parla di "UV absorbers" preparati dai consulenti della Polymer, professori Canonica, Mangini e Leandri dell'Università di Bologna [8]... che operavano nella struttura che oggi ci ospita!

Negli anni iniziali il processo industriale di polimerizzazione fu quello messo a punto a Terni, basato sulla polimerizzazione in sospensione in eptano e che comprendeva diverse fasi a causa della bassa resa. La svolta si ebbe con i catalizzatori alta resa messi a punto dal Centro Ricerche di Ferrara che permisero una vera e propria rivoluzione tecnologica: polimerizzazione in monomero liquido, indice di isotatticità che passò da 85% a 95% con la conseguenza che non si doveva più fare la separazione dell'atattico in eccesso, la resa che passò da 3 Kg di polimero per grammo di catalizzatore a 30 Kg per grammo per cui non si dovette più procedere all'eliminazione delle ceneri di catalizzatore: una vera e propria rivoluzione. Attualmente, con la quinta generazione di catalizzatori, messa a punto dai ricercatori di Ferrara, si è arrivati a 120 Kg di polimero per grammo di catalizzatore con indice di isotatticità oltre il 99%! ... il che la dice lunga sull'inestimabile valore della ricerca.

In breve il Centro Ricerche di Terni raggiunse le 400 unità, di cui oltre 200 laureati e diplomati; operavano a stretto contatto fisici, chimi-

ci e ingegneri in perfetta sintonia con l'impostazione multidisciplinare data da Natta al suo lavoro.

Tra i fisici si creò un gruppo di reologi in quanto i dati di letteratura sui polimeri di sintesi allora noti, come ad esempio poliesteri e poliammidi, non erano gran che utili nella ricerca sul polipropilene che aveva pesi molecolari e proprietà chimico–fisiche molto differenti.

I reologi furono affiancati subito dopo dagli strutturisti per la necessità di comprendere la conformazione delle aggregazioni macromolecolari che tanta importanza avevano sia per la regolarità dei processi di produzione che per le caratteristiche dei prodotti ottenuti. Completavano la struttura i chimici organici di sintesi, gli esperti di analisi, gli ingegneri degli impianti pilota.

Per ovvie esigenze di brevità citeremo solo alcune delle molte ricerche svolte con successo a Terni senza entrare nei dettagli tecnici che esulano dalle finalità di questo articolo.

Per la fibra citiamo il grave problema della stabilità alla luce, insito nella struttura stessa del polipropilene, emerso da subito e che rischiava di compromettere seriamente il futuro e quello della messa a punto della fibra per *termobonding*, affascinante e complesso tema trattato nel periodo in cui sembrava che la fibra fosse arrivata alla maturità, molti anni dopo la sua prima comparsa sul mercato; questo secondo tema, tipico esempio di *serendipity*, fu risolto con il brillante sforzo comune degli ingegneri della tecnologia, dei chimici organici dell'additivazione e dei chimico fisici dedicati all'individuazione di quanto avveniva nella struttura intima del polimero.

La fibra per *termobonding* è stata quella che per anni ha dato alla Meraklon un deciso vantaggio tecnologico sulla concorrenza e che ancora oggi consente di competere efficacemente sui mercati internazionali.

Per il film desideriamo citare, tra i tanti, solo due temi che pure hanno richiesto l'impegno congiunto di diverse specializzazioni, dai tecnologi, ai fisici, agli strutturisti.

Il primo riguarda la tempra dopo l'estrusione e prima dello stiro e il secondo il sistema di trattamento per rendere la superficie del film polipropilenico ricettiva a inchiostri, vernici, lacche, adesivi etc. Quest'ultimo problema è stato risolto grazie alla collaborazione con una piccola azienda nata dall'intraprendenza di due tecnici che, lasciando la Moplefan (società che all'interno di Montedison produceva a Terni

il film polipropilenico), si erano messi coraggiosamente in proprio: fu così che nacque il trattamento alla fiamma di cui l'azienda citata (la EsseCi) è divenuta ed è tuttora leader mondiale, mirabile esempio di proficua ricaduta sul territorio.

Questi ed altri temi di ricerca svolti a Terni sono trattati in modo diffuso in: *Il polipropilene: una storia italiana* 2003, P. Maltese, P. Olivieri, F. Protospataro [2].

Oggi di tutto questo a Terni rimane ben poco:

— la Meraklon, con una produzione annua di 45.000 ton di fiocco polipropilenico, è stata recentemente acquistata dalla società belga Beaulieu che ha progetti di investimento; per la fibra verrà mantenuto il nome originale Meraklon;
— la società che attualmente produce il film polipropilenico a Terni (28.000 ton annue) fa capo alla Treofan Italy, di proprietà della finanziaria Management e Capitali; anche nel caso del film il marchio originario è stato mantenuto: Moplefan;
— l'impianto che produceva polimero (220.000 ton./a) (dal '96 non più in mani italiane e attualmente proprietà della Lyondell Basell), è chiuso dal 2011. Si è in attesa di conoscere quale o quali saranno i compratori; certamente non per produrre polipropilene, perché questa è la condizione posta dalla Lyondell Basell per la vendita. In passato si è parlato dell'interesse della Novamont che a Terni, nella stessa area, dal 1990, produce la plastica biodegradabile Mater Bi dall'amido del mais.

Se si considera che, come già detto, nel mondo si producono 55 milioni di tonnellate di polipropilene e che la LyondellBasell (in Italia ancora attiva a Ferrara e Brindisi) con le tecnologie e i catalizzatori serve circa il 40% del mercato mondiale (con la tecnologia Spheripol sono stati licenziati più di 110 impianti nel mondo–nel 2009 l'impianto di Dubai da 450.000 ton–), non si può che trarre amare conclusioni per il nostro Paese in cui il polipropilene è nato.

Concludendo, il polipropilene, grande scoperta operata da un italiano geniale, ma per scellerate vicende non più in mani italiane, rappresenta un caso emblematico che può indicare al nostro Paese il modo per riprendere il ruolo che esso ha avuto nei grandi temi di ricerca nel mondo occidentale; attualmente non più e non neces-

sariamente nella chimica dei polimeri, ma in tutti quei settori dove cultura e conoscenza possono fare la differenza, ridando al nostro Paese quella competitività che non può più essere affidata agli strumenti tradizionali del recente passato, quali la svalutazione o la riduzione dei costi della manodopera.

Gli insegnamenti che vengono da Natta sono:

— capacità di individuare i temi scientifici di maggior interesse del momento,
— capacità organizzativa articolata in un lavoro multidisciplinare,
— capacità di coinvolgere l'industria stimolandone l'attività di ricerca applicata,
— capacità di creare una scuola e una tradizione.

Ed è questa l'eredità più importante che ci ha lasciato Giulio Natta: non solo un materiale che continua a sorprendere per i costanti progressi derivanti dall'innovazione di prodotto e di processo, ma una metodologia di approccio ai problemi estremamente efficace, esemplare, ben rappresentata dalle parole usate da Sir John Thomas della Royal Institution e Cambridge University durante le celebrazioni nel centenario della nascita, dieci anni fa, ricordando "l'intensità, l'entusiasmo e la profonda conoscenza del grande scienziato che metteva la sperimentazione al servizio dell'immaginazione".

Bibliografia

[1] Caglioti L., 2003 *Natta–Giustiniani: una sinergia vincente,* in "Giulio Natta nobel Politecnico", 7. 2003 Politecnico, rivista del Politecnico di Milano

[2] Maltese P., Olivieri P., Protospataro F., 2003. *Il polipropilene: una storia italiana,* Ed. Thyrus.

[3] Marianeschi E., Cipolla G., Papuli G., Teofoli S., Bonifazi R., Nenz A., 1986. *La grande Industria a Terni,* Ed. Thyrus.

[4] Mazzanti G., 2013 *La storia di una grande scoperta, frutto della collaborazione Università–Industria,* Celebrazioni per il 50.nario del conferimento del premio Nobel a Giulio Natta, Politecnico di Milano.

[5] Pasquon I., 2013. *Memories of the work and personality of Giulio Natta,* La Chimica & l'Industria 01 Gen./Feb. p. 78

[6] Porri L., 2013. *Perché il premio Nobel a Natta,* Celebrazioni per il 50.nario del conferimento del premio Nobel a Giulio Natta, Politecnico di Milano.

[7] Trifirò F., 2013. *La nascita di Natta come chimico industriale*, La Chimica & l'Industria 01 Gen./Feb. p. 114

[8] Verbale Polymer della Riunione tenuta presso l'Amministrazione Delegata il 29 ottobre 1962 sulla Ricerca Polipropilenica (relazione interna)

Paolo Olivieri è stato dirigente presso il Polo Montedison di Terni dove si è occupato prevalentemente di fibre polipropileniche; tra gli altri incarichi ha ricoperto quello di Direttore della Ricerca della Meraklon.

Paolo Olivieri
già dirigente Polo Montedison di Terni
già direttore della Ricerca della Meraklon
polivieri31@alice.it