

### SINCHEM AND PHOTOTRAIN WINTER SCHOOL 2018

**Stefania Albonetti**

*Università di Bologna, Dipartimento di Chimica Industriale - Coordinatore SINCEM*

stefania.albonetti@unibo.it

**Giacomo Bergamini**

*Università di Bologna, Dipartimento di Chimica - Coordinatore Phototrain*

giacomo.bergamini@unibo.it

**Francesco Di Renzo**

*Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Montpellier*

Francesco.Di-Renzo@enscm.fr



### SINCHEM AND PHOTOTRAIN WINTER SCHOOL

*La Sinchem & Phototrain Winter School si è tenuta lo scorso febbraio presso il Dipartimento di Chimica Industriale "Toso Montanari", Università di Bologna. Questo evento rappresenta la quinta Sinchem School, tradizionalmente dedicata ad approfondimenti nel campo della chimica industriale sostenibile. L'edizione corrente è stata organizzata in collaborazione con i colleghi del Phototrain Innovative Training Network.*

#### **Sinchem and Phototrain Winter School 2018**

The Sinchem & Phototrain Winter School was held on last February at the Department of Industrial Chemistry "Toso Montanari", University of Bologna. This event was the 5<sup>th</sup> Sinchem Winter School, traditionally dedicated to Sustainable Industrial Chemistry. The current edition was jointly organized with the Phototrain Innovative Training Network.

**D**al 12 al 14 febbraio 2018, il Dipartimento di Chimica Industriale Toso Montanari dell'Università di Bologna ha ospitato la *Winter School* organizzata dal Programma di dottorato Erasmus Mundus Sinchem ([www.sinchem.eu](http://www.sinchem.eu)) in collaborazione con i ricercatori del progetto Marie Curie ITN Phototrain (<https://site.unibo.it/phototrain/en>).

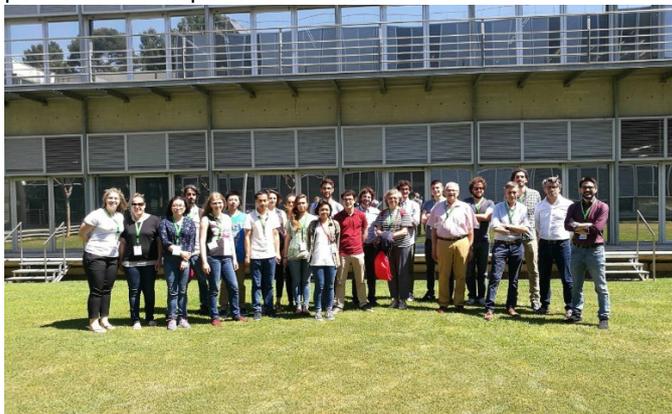
La scuola congiunta fra i due dottorati internazionali ha messo in risalto le sinergie possibili tra la fotochimica molecolare, sviluppata in Phototrain, e le tematiche di Sinchem, più orientate alla valorizzazione industriale delle risorse rinnovabili. Docenti e formatori, provenienti da università e aziende italiane e straniere, hanno invitato alla riflessione e al dibattito un pubblico variegato: oltre ai dottorandi dei due progetti, provenienti da Cina, Colombia, Costa Rica, Filippine, Grecia, India, Indonesia, Italia, Kazakistan, Messico, Pakistan, Polonia, Portogallo, Serbia, Stati Uniti, Ucraina e Vietnam, hanno seguito la scuola docenti e studenti di vari dottorati italiani, giovani ricercatori aziendali, fondatori di start-up tecnologiche, insegnanti di chimica, editori.

La scuola è stata aperta dai saluti delle istituzioni, in particolare dal Direttore del Dipartimento, il prof. Vaccari, dalla delegata del rettore per la Ricerca Europea, la prof.ssa Brigidi e dal prof. Roda, coordinatore del dottorato in chimica dell'Università di Bologna. Importante la presenza al

### Phototrain

#### Phototrain: come convertire la luce in energia chimica

Phototrain fa parte dei 109 Innovative Training Network (ITN) delle Marie Skłodowska-Curie Actions finanziati nel 2016, su 1565 sottomessi, ed è uno dei 9 finanziati dell'area chimica. Il pool di gruppi di ricerca, coordinato da Giacomo Bergamini dell'Università di Bologna, comprende l'Università di Cardiff (UK), l'Università di Leuven (Belgio), l'Università di Trieste, l'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del CNR, Institut Català d'Investigació Química di Tarragona (Spagna), l'Israel Institute of Technology di Haifa (Israele) e due partner industriali, che sono l'Elvesys di Parigi (Francia) e la Chirotech di Cambridge (UK). Il progetto ha ricevuto un finanziamento di 3,6 milioni di euro e fornisce la possibilità a 14 giovani ricercatori (provenienti da 8 nazioni e 3 continenti diversi!) di svolgere il dottorato di ricerca presso uno dei partner e di effettuare periodi di ricerca presso altri laboratori del network.



Il progetto Phototrain (Entrepreneurial Dynamic Self-organized interfaces in Photocatalysis: a multidisciplinary Training Network converting light into products) ha come principale obiettivo quello di convertire l'energia solare, attraverso reazioni chimiche catalitiche indotte dall'assorbimento di luce (fotocatalisi), in prodotti pregiati quali combustibili o farmaci. La fotocatalisi è oggi uno dei campi più "caldi" a livello di ricerca scientifica mondiale e questo progetto ha l'ambizione di dare un contributo allo sviluppo di nuove soluzioni sostenibili e tecnologicamente applicabili per lo sfruttamento della radiazione solare.

convegno dei rappresentanti della Divisione di Chimica Industriale e del Gruppo Interdivisionale di Catalisi della Società Chimica Italiana, che hanno sottolineato il loro supporto all'iniziativa.

La prima giornata - dal titolo significativo "*Find your way: the future after PhD studies*" è stata dedicata a stimolare la creatività e la capacità di innovazione dei giovani ricercatori, quelle "soft skills" indispensabili per il successo nel settore della ricerca e sviluppo.

Vincenzo Balzani ha aperto i lavori ricordando le basi della fotochimica e la sua importanza per lo sviluppo sostenibile, ma soprattutto sottolineando il ruolo sociale della scienza e l'importanza della collaborazione tra aree diverse nell'innovazione scientifica e tecnologica. Giovanni Emanuele Corazza, fondatore del Marconi Institute for Creativity (<http://mic.fgm.it/>) nella sua comunicazione "Creativity: principles and applications" ha fatto scoprire all'uditorio che esistono delle metodologie scientifiche per stimolare lo sviluppo del pensiero creativo. In un mondo in cui le informazioni sono accessibili a chiunque e possono essere trattate efficacemente da sistemi automatici, solo un alto livello di

creatività può infatti garantire la conservazione di specifici campi di attività in cui i computer restino strumenti e non si sostituiscano all'uomo. Per raggiungere risultati innovativi è quindi necessario saper superare i blocchi culturali che ci fanno vedere la realtà attraverso il filtro di ciò che già conosciamo.

Marco Piccinini, Research Manager della Inovyn Manufacturing, ha mostrato come le esperienze personali nella vita professionale possono essere strutturate in principi concreti. Rivolgendosi al pubblico di giovani, ha spiegato che le "hard skills" di competenze tecniche sono indispensabili per trovare un lavoro ma che le "soft skills" di sensibilità e comunicazione sono la chiave per eccellere nella propria attività. Facendo partecipare attivamente il pubblico alla ricostruzione sceneggiata di episodi di vita reale, ha sottolineato l'importanza della trasparenza nella

### SINCHEM: il futuro della Chimica Industriale Sostenibile



SINCHEM - Erasmus Mundus  
Joint Doctorate Programmes

Il programma di Dottorato Sinchem è stato approvato nel 2013 nell'ambito dell'iniziativa Erasmus Mundus della Comunità Europea. Il programma congiunto è condotto da Università appartenenti a diversi Paesi: in Italia, oltre all'Università di Bologna (coordinatore del progetto), sono coinvolte l'Università di Messina e il Politecnico di Torino; in Francia l'Università di Lione e la Scuola Nazionale Superiore di Chimica di Montpellier; in Germania l'Università Tecnica RWTH di Aachen e in Inghilterra l'Università di Nottingham. Il progetto ha ricevuto un finanziamento di 5 milioni di euro e sta fornendo la possibilità a 35 giovani, provenienti da 21 nazioni diverse, di svolgere il dottorato di ricerca in cotutela presso due delle università partner del progetto e di effettuare periodi di ricerca presso altri laboratori del network.



Aziende di rilievo nel settore chimico sono elementi chiave del programma di dottorato. Partners associati del progetto Sinchem sono infatti aziende del calibro di ENI, Dow, BASF, Solvay Specialty, Polynt, Air Liquid, Croda e Synthomer. Inoltre partecipano al programma diversi stakeholders, quali Federchimica (Italia) ed Axelera (Francia). Questa sinergia tra università ed industria è fondamentale per condurre ricerche innovative di elevato livello, formando gli studenti più brillanti e cercando di trasferire i concetti della chimica sostenibile/verde dall'idea all'applicazione industriale.

comunicazione interpersonale: l'espressione esplicita del proprio pensiero in un modo comprensibile all'interlocutore può essere vincente nella strategia comunicativa aziendale. Anche Piccinini ha sottolineato come l'innovazione richieda curiosità e capacità di sfidare lo status quo concludendo che per essere innovativi è necessario correre il rischio di uscire dalla propria "comfort zone".

Questa conclusione è un concetto ben noto ai fondatori di start-up tecnologiche, che hanno portato le loro testimonianze nel pomeriggio, dedicato alla "Technology Entrepreneurship". La sessione è stata aperta da Simone Ferriani, responsabile dell'Acceleratore di Idee Imprenditoriali UniBo Launchpad, accompagnato da Rosa Grimaldi, rettore delegato all'imprenditorialità dell'Università di Bologna. Ferriani ha presentato l'attività svolta da Launchpad per sostenere la creazione di impresa da parte di studenti/dottorandi/docenti delle università emiliane attraverso un sistema di mentoring e la creazione di occasioni di formazione internazionale. Hanno poi preso la parola i fondatori di diverse recenti start-up tecnologiche.

Particolarmente interessante la testimonianza portata da un giovane imprenditore francese, Guilhem Velvé Casquillas, fondatore e direttore dell'Elvesys Microfluidic Innovation Center. Il suo intervento è stato una vera doccia scozzese per gli studenti: Guilhem ha infatti presentato una serie di statistiche indicanti il bassissimo tasso di

successo commerciale per le invenzioni tecnologiche, con la conclusione che gli investimenti nelle nuove tecnologie hanno il tasso di rischio dei peggiori junk bonds. Dopo aver fornito questi dati demoralizzanti, Guilhem ha però entusiasmato il pubblico raccontando il successo dell'Elvesys Microfluidic Innovation Center e le ragioni per credere nella possibilità di fare impresa in questo momento storico, in particolare nel contesto dei tecnopoli a supporto per l'innovazione francesi.

La chiave del successo di queste iniziative risiede, secondo lui, nel non essere un imprenditore medio ma nel saper imparare tutte le regole dell'imprenditoria, come un professionista, e nel rompere tutte le regole, come un artista.

Le giornate successive della scuola sono state invece dedicate a problematiche scientifiche: "The Contribution of Photochemistry and Photocatalysis to Sustainable Chemistry" il secondo giorno; "Microfluidic, 3D Printing" e "Structured Reactors for Process Intensification" il terzo.

Due corsi di introduzione alla fotocatalisi eterogenea sono stati tenuti da colleghi dell'Università di Palermo: Leonardo Palmisano e Giuseppe Marcì. Palmisano, dopo aver richiamato i principi della fotocatalisi, ha presentato diversi esempi di applicazione industriale della fotodegradazione di sostanze tossiche o inquinanti e ha introdotto gli accorgimenti necessari per realizzare processi fotocatalitici di ossidazione selettiva. Marcì ha presentato diversi esempi di reazioni di ossidazione parziale o idratazione-disidratazione realizzate utilizzando la fotocatalisi eterogenea.

Paolo Melchiorre, dell'Istituto di Ricerca Chimica di Catalogna a Tarragona, ha presentato gli sviluppi più recenti della fotocatalisi nel settore della sintesi organica, mostrando come la combinazione di catalizzatori chirali con la fotochimica abbia permesso di aumentarne enormemente l'efficacia.

Simelys Hernandez ha presentato i risultati ottenuti al Politecnico di Torino su sistemi foto-elettrocatalitici per la produzione di carburanti per via fotoelettrochimica a partire da acqua e CO<sub>2</sub>. Rendere economicamente accessibili dei processi di fotosintesi artificiale è uno degli obiettivi più ambiziosi per lo sfruttamento di risorse rinnovabili e la Hernandez ha illustrato il percorso che ha portato alla realizzazione di un prototipo funzionante per la produzione di idrogeno dall'acqua utilizzando la radiazione solare. La relatrice ha poi mostrato le sfide da affrontare per il completamento della fotosintesi artificiale, con esempi di processi in corso sulla riduzione elettrochimica della CO<sub>2</sub> per ottenere carburanti o prodotti chimici.

Gli aspetti tecnologici della fotocatalisi non sono stati trascurati nella scuola: Giovanni Camera Roda, della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna, ha presentato i fondamenti della

reattoristica fotocatalitica e ha messo in guardia dagli errori più frequenti nella valutazione di esperienze di fotocatalisi.



*Presentazione alla Scuola di alcune progetti Sinchem da parte dei dottorandi*

Questo approccio pratico è continuato nell'ultima giornata della scuola, dedicata a microfluidica, stampa 3D e reattori strutturati. Queste tematiche sono strettamente collegate, perché la realizzazione di sistemi catalitici modulari è fondamentale per permettere scambi di energia efficaci e la stampa 3D è una via promettente per la realizzazione di sistemi a geometria complessa.

Timothy Noel, dell'Università Tecnologica di Eindhoven, ha presentato diversi esempi di reazioni fotocatalitiche realizzate in sistemi a flusso, sfruttando la facilità di illuminazione in reattori microfluidici trasparenti. Ha anche mostrato come la fotoincisione di sistemi a flusso in piastre di plastica fotosensibile permette di realizzare a basso costo piccoli foto-concentratori in grado di sfruttare direttamente la luce solare. Argyro Giakoumaki, dell'Istituto di Fotonica e Nanotecnologia del CNR e del Politecnico, in collaborazione con il collega Shane Eaton del Politecnico di Milano, ha presentato i metodi di incisione laser per la realizzazione di sistemi microfluidici.

Francesca Bisi, dell'Università di Modena e Reggio Emilia, ha descritto in dettaglio i metodi usati nelle stampanti 3D per la formazione di sistemi a geometria complessa. La sua presentazione ha mostrato molti risvolti pratici basati sulla sua personale esperienza di cofondatrice di MAT3D, una start-up tecnologica attiva nella formulazione di polimeri a proprietà termomeccaniche controllate.

Nella sessione finale della scuola Gianpiero Groppi ed Enrico Tronconi, hanno presentato i lavori del Politecnico di Milano sull'uso di schiume metalliche come supporto di catalizzatori.

Groppi ha mostrato come è stato possibile modellizzare la geometria e le prestazioni di questi materiali, che hanno presentato proprietà di scambio di materia e di calore notevolmente superiori ai monoliti a nido d'ape normalmente impiegati. Tronconi ha spiegato come l'uso di materiali conduttori di calore possa migliorare significativamente lo scambio termico in reazioni altamente esotermiche. Inoltre, l'aumento della conversione, reso possibile dall'utilizzo di questi reattori strutturati, ha permesso di semplificare gli impianti, eliminando la necessità del riciclo. Queste tecnologie hanno permesso la realizzazione di prototipi industriali, ad esempio di sistemi mobili per la produzione di carburanti mediante Fischer-Tropsch da utilizzare direttamente sui siti di estrazione del gas naturale. Questo lavoro di ricerca è stato recentemente coronato dal successo dell'ERC Advanced Grant Intent (Structured Reactors with INTensified Energy Transfer for breakthrough catalytic technologies) coordinato dal prof. Tronconi.

Nel corso della scuola, tre comunicazioni scientifiche sono state presentate da studenti Sinchem, che hanno potuto mettere in evidenza l'importanza delle competenze complementari acquisite nelle sedi delle loro tesi in cotutela. Kristin Rodulfo Tolod, studentessa del Politecnico di Torino e dell'Università di Lione, ha mostrato i metodi di preparazione e l'applicazione di fotocatalizzatori innovativi a base di BIVO<sub>4</sub> per la reazione di water splitting [1]. Chen Shiming, studente dell'Università di Messina e della RWTH di Aachen, ha mostrato i risultati ottenibili con celle fotoelettrolitiche trifasiche nella sintesi di ammoniaca da azoto e acqua [2, 3]. Phuoc Hoang Ho, studente dell'Università di Bologna e della RWTH di Aachen, ha illustrato il metodo di elettrodeposizione per la preparazione di catalizzatori su supporti metallici porosi [4, 5]. L'accento sulla creatività di tutta la Winter School ha avuto il suo coronamento con una visita all'Opificio Golinelli, il laboratorio didattico della Fondazione Golinelli ([www.fondazionegolinelli.com/](http://www.fondazionegolinelli.com/)), che si prefigge di diffondere il sapere scientifico attraverso la sperimentazione diretta. Nei nuovi locali da poco inaugurati dalla Fondazione, ai dottorandi Sinchem e Phototrain è stato possibile visitare la Scuola delle Idee, dove sistemi sperimentali avanzati vengono messi a disposizione degli studenti per valorizzare un approccio creativo e la capacità di lavorare in gruppo. In particolare i ragazzi hanno potuto essere iniziati ai metodi di programmazione delle stampanti 3D.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Hernandez, C. Ottone, S. Proto *et al.*, *Green Chemistry*, 2017, **19**, 2448.
- [2] S. Chen, S. Perathoner, C. Ampelli *et al.*, *Angewandte Chemie - International Edition*, 2017, **56**(10), 2699.
- [3] S. Chen, S. Perathoner, C. Ampelli *et al.*, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 2017, **5**, 7393.
- [4] P.H. Ho, M. Monti, E. Scavetta *et al.*, *Electrochimica Acta*, 2016, **222**, 1335.
- [5] P.H. Ho, E. Scavetta, F. Ospitali *et al.*, *Applied Clay Science*, 2018, **151**, 109.