

INTERNATIONAL WORKSHOP ON LIGHT ACTIVATED NANOSTRUCTURES

Serena Silvi^a, Alberto Credi^b

^aCenter for Light Activated Nanostructures

Dipartimento di Chimica "G. Ciamician", Università di Bologna

serena.silvi@unibo.it

^bCenter for Light Activated Nanostructures

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Università di Bologna

Istituto ISOF-CNR, Bologna

alberto.credi@unibo.it



Resoconto dell'International Workshop on Light Activated Nanostructures, tenutosi il 16 maggio 2017 presso l'Area della Ricerca del CNR di Bologna.

Martedì 16 maggio 2017, presso l'Area della Ricerca del CNR di Bologna, si è tenuto il convegno internazionale su "Light Activated Nanostructures", organizzato dal Center for Light Activated Nanostructures (CLAN) nell'ambito del progetto ERC Advanced Grant LEAPS - *Light Effected Autonomous Pumps: Towards active transporters and actuating materials* (site.unibo.it/leaps/en) [1] assegnato nel 2016 al Prof. Alberto Credi.

CLAN è un laboratorio di ricerca congiunto tra il CNR e l'Università di Bologna la cui missione è quella di sviluppare sistemi, dispositivi e materiali molecolari e supramolecolari sensibili alla luce, favorendo l'aggregazione e la condivisione di risorse, strutture (spazi, strumentazioni, servizi) e competenze. Lo scopo finale di tali ricerche è quello di individuare soluzioni innovative a problemi che spaziano dalla tecnologia (conversione dell'energia solare, materiali avanzati, catalisi) alla medicina (drug delivery, imaging, fototerapie). I laboratori di CLAN si trovano all'interno dell'Istituto per la Sintesi Organica e la Fotoreattività (ISOF), l'Istituto dell'Area della Ricerca di Bologna che assieme all'Istituto per lo Studio dei Materiali Nanostrutturati (ISMN) afferisce al Dipartimento di Scienze Chimiche e Tecnologia dei Materiali (DSCTM) del CNR. ISOF è specializzato nella sintesi e caratterizzazione di specie molecolari e supramolecolari, materiali avanzati e nanomateriali, nelle nanotecnologie e nella fotonica.

CLAN è il luogo ideale per ospitare le attività del progetto ERC LEAPS, che si propone di progettare e realizzare pompe supramolecolari artificiali azionate dalla luce capaci di svolgere funzioni di trasporto alla scala nanometrica e di attuazione meccanica alla scala macroscopica. Questi motori molecolari operano in maniera autonoma utilizzando solo la luce come fonte di energia pulita.

L'impulso alla ricerca nel campo delle macchine molecolari deriva anche dal riconoscimento che le macchine molecolari naturali sono alla base della maggior parte dei processi biologici, che ci confermano l'importanza e l'utilità di congegni meccanici che operano su scala nanometrica [2]. La ricerca nel campo delle macchine molecolari artificiali ha avuto recentemente il massimo riconoscimento con l'assegnazione del Premio Nobel per la Chimica 2016 [3] a Fraser Stoddart, Jean-Pierre Sauvage e Ben Feringa, quali pionieri nella sintesi di tali dispositivi.

Lo sviluppo di queste ricerche ha portato alla realizzazione di macchine e motori nanometrici in grado di compiere movimenti controllati [4,5] alcuni di questi sistemi sono stati integrati in materiali solidi [6] o in matrici polimeriche [7]. Nonostante i progressi compiuti, tuttavia, le prestazioni delle macchine molecolari artificiali sono ancora molto lontane da quelle dei sistemi biologici, in particolare dal punto di vista delle funzioni. Il progetto LEAPS si propone di affrontare tre problemi aperti nella progettazione di nanomacchine artificiali:

- a) il controllo della direzione del moto;
- b) il funzionamento autonomo;
- c) lo sfruttamento dei movimenti indotti dalla luce per svolgere una funzione utile.

La realizzazione di questi obiettivi, che porterà ad un avanzamento dal punto di vista applicativo, avrà però importanti ricadute anche sulla conoscenza di base dei processi studiati, in particolare per quanto riguarda la fotochimica, la dinamica e i meccanismi delle reazioni e la chimica fisica di sistemi biologici. Per questa ragione è importante l'interazione con i molteplici soggetti impegnati nella ricerca nel campo della fotochimica supramolecolare e dei materiali; questo è stato proprio l'obiettivo principale del convegno su "Light Activated Nanostructures". L'evento è stata anche l'occasione per inaugurare l'inizio delle attività del *Center for Light Activated Nanostructures*.



Il Dr. Roberto Zamboni (in piedi, a sinistra), Direttore dell'Istituto ISOF del CNR, e il prof. Alberto Credi (seduto, a destra) inaugurano il laboratorio CLAN e danno l'avvio ai lavori del Workshop (Credits: Lucia Serafina Scioscia)

Hanno partecipato al convegno 70 docenti, ricercatori e studenti. L'iscrizione gratuita ha consentito un'ampia partecipazione di studenti e ricercatori non strutturati.

L'evento, della durata di un giorno, era suddiviso in 10 presentazioni orali: 4 keynote lecture e 6 presentazioni su invito. Le keynote lecture sono state tenute da Nathan McClenaghan (Université de Bordeaux, Francia), Uwe Pischel (Universidad de Huelva, Spagna), Julia Pérez-Prieto (Universidad de Valencia, Spagna) e Rémi Métivier (École Normale Supérieure de Cachan, Francia).

Nathan McClenaghan è direttore di ricerca presso il CNRS di Bordeaux, Francia, e si occupa di chimica supramolecolare, in particolare sintesi e caratterizzazione di molecole e strutture fotoattive. Il Dott. McClenaghan ha presentato una relazione dal titolo "Photochemistry with a twist : Light-induced processes in helical foldamer-based scaffolds". Nella relazione ha

riportato i recenti risultati su due sistemi fotoattivi: una serie di triadi costituite da due cromofori separati da un foldamero oligoamidico elicoidale, attraverso il quale possono avvenire processi di trasferimento di carica, e capsule polimeriche autoassemblate delle dimensioni di cellule che possono essere distrutte mediante stimoli luminosi.

Uwe Pischel è professore presso la Universidad de Huelva, Spagna, e si occupa di chimica supramolecolare, nanocapsule per il rilascio controllato di molecole funzionali, progettazione di interruttori fotoattivi per l'elaborazione di informazioni. Uwe Pischel ha tenuto una presentazione dal titolo "Phototriggered processes in and with cucurbituril complexes", in cui ha descritto, in particolare, un esempio dell'utilizzo di host cucurbiturilici per il rilascio di farmaci fotocontrollato.

Julia Pérez-Prieto dirige il gruppo di fotoreattività presso l'istituto di Scienze Molecolari dell'Università di Valencia ed è presidente della European Photochemistry Association. Si occupa principalmente della progettazione e caratterizzazione fotofisica di polimeri funzionali e nanoparticelle metalliche e di semiconduttore per applicazioni in sensoristica e catalisi. Durante la sua presentazione intitolata "NIR Responsive Nanohybrids" la Prof.ssa Pérez-Prieto ha mostrato ibridi costituiti dall'unione di nanoparticelle di perovskite con nanoparticelle per upconversion contenenti lantanidi mediante l'uso di cucurbiturili. In seguito a irradiazione nel vicino infrarosso si osserva un processo di trasferimento di energia dalle nanoparticelle di lantanidi alle perovskiti.



Nathan McClenaghan e Julia Pérez-Prieto (Credits: Lucia Serafina Scioscia)

Rémi Métivier è direttore di ricerca del CNRS presso il laboratorio di fotofisica e fotochimica supramolecolare e macromolecolare alla École Normale Supérieure Paris-Saclay, dove si occupa di sintesi, caratterizzazione e modellizzazione di nanosistemi organici e ibridi, e di materiali fotoattivi. Rémi Métivier ha presentato una relazione dal titolo "Photoswitchable energy transfer processes in complex photochromic-fluorescent molecular assemblies", durante la quale ha illustrato lo studio dettagliato di una diade contenente un composto fotocromico e un fluoroforo, in grado di dare luogo a due distinti processi di trasferimento di energia. Ha inoltre presentato nanoparticelle organiche fotocromatiche e fluorescenti, la cui emissione può essere spenta in seguito a *switching* del composto fotocromico già a bassissimi livelli di fotoconversione.

In alternanza con le keynote lecture si sono tenute le presentazioni su invito di Ilse Manet (ISOF-CNR, Bologna), Serena Silvi (Dipartimento di Chimica "G. Ciamician", Università di Bologna), Giacomo Bergamini (Dipartimento di Chimica "G. Ciamician", Università di Bologna), Andrea Barbieri (ISOF-CNR, Bologna), Elisabetta Collini (Dipartimento di Scienze Chimiche,

Attualità

Università di Padova) e Massimo Baroncini (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Università di Bologna).

Ilse Manet ha tenuto una relazione dal titolo “Revival of old antibiotics with new delivery systems”. Serena Silvi ha parlato di “Light-activated molecular pumps”, e ha presentato i risultati relativi alla progettazione e realizzazione di una macchina molecolare azionata dalla luce in grado di pompare molecole unidirezionalmente e in modo autonomo. Giacomo Bergamini, nella presentazione intitolata “A shape persistent luminescent building block for supramolecular architectures”, ha illustrato una serie di architetture costituite da sistemi multicromoforici organizzati nello spazio, che presentano proprietà emergenti.

Andrea Barbieri ha presentato lo sviluppo della sua ricerca su “Near Infrared emitting metal complexes”, mentre Elisabetta Collini, con una relazione dal titolo “Coherent energy transfer in multi-chromophoric biologic and biomimetic light-harvesting systems”, ha illustrato i principi di una nuova e complessa tecnica di caratterizzazione di processi fotoindotti. Infine Massimo Baroncini ha tenuto una relazione dal titolo “The eternal youth of azobenzene: new photoactive hard and soft materials”, in cui ha evidenziato le potenzialità dell’azobenzene per la realizzazione di nuovi materiali.



Foto di gruppo dei partecipanti all’International Workshop on Light Activated Nanostructures (CNR - Bologna). Nelle prime file gli oratori: dal basso, a sinistra: Giacomo Bergamini, Nathan McClenaghan, Alberto Credi (organizzatore dell’evento), Julia Pérez-Prieto, Uwe Pischel, Rémi Métivier, Serena Silvi, Elisabetta Collini, Massimo Baroncini, Ilse Manet (Credits: Lucia Serafina Scioscia)

Il convegno ha messo in evidenza i molteplici utilizzi della luce nella chimica supramolecolare e nella scienza dei materiali, sia per “leggere” (cioè ottenere informazioni sul sistema attraverso, ad esempio, misure spettroscopiche) che per “scrivere” (cioè provocare modifiche nel sistema attraverso reazioni indotte dalla luce). L’interesse dei partecipanti negli argomenti affrontati dai relatori, dimostrato anche dalle ampie discussioni seguite alle presentazioni, sottolinea la vivacità del campo delle nanoscienze fotochimiche e il ruolo pervasivo ricoperto dalla luce nella scienza e nella tecnologia di oggi.

BIBLIOGRAFIA

¹ L'evento è stato organizzato all'interno del progetto ERC Advanced LEAPS (grant agreement n° 692981) nel programma di ricerca ed innovazione dell'Unione Europea Horizon 2020.

² D.S. Goodsell, *Bionanotechnology*, Wiley, Hoboken, 2004.

³ https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2016/

⁴ V. Balzani, A. Credi, M. Venturi, *Molecular Devices and Machines - A Journey in the Nanoworld*, Wiley-VCH, Weinheim, 2008.

⁵ S. Erbas-Cakmak *et al.*, *Chem. Rev.*, 2015, **115**, 10081.

⁶ K. Zhu *et al.*, *Nat. Chem.*, 2015, **7**, 514.

⁷ J.T. Foy *et al.*, *Nat. Nanotech.*, 2017, **12**, 540.