



**VI SCUOLA NAZIONALE DI DIDATTICA DELLA CHIMICA**  
**"GIUSEPPE DEL RE"**  
**XIII SCUOLA DI RICERCA EDUCATIVA E DIDATTICA CHIMICA**  
**"ULDERICO SEGRE"**  
**17 – 30 novembre 2021**



**17 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

**Dall'invenzione della carta all'iPhone - Come le nanotecnologie hanno cambiato il mondo**

Gianfranco Pacchioni

*Dipartimento di Scienza dei Materiali - Università Milano-Bicocca*

e-mail: [gianfranco.pacchioni@unimib.it](mailto:gianfranco.pacchioni@unimib.it)

Per secoli i soli supporti su cui conservare e trasmettere conoscenza e informazione sono stati tavolette di argilla, papiri e pergamene. Poi grazie alla carta e all'invenzione della stampa a caratteri mobili sapere e conoscenza hanno iniziato a diffondersi sempre più. Ma nel XX secolo, grazie alle nanotecnologie, ai transistor, ai dischi magnetici e alle fibre ottiche è avvenuta la rivoluzione più profonda nel mondo della conoscenza che i Sapiens abbiano mai sperimentato. Nel giro di pochi decenni siamo passati da pesanti calcolatrici meccaniche a potentissimi computer tascabili con cui siamo in contatto diretto e continuo con miliardi di nostri simili. Una rivoluzione che ne sta portando altre. Dopo internet, smartphone e social media, sono in arrivo intelligenza artificiale, machine learning, data science. Le nanotecnologie quindi una rivoluzione epocale l'hanno già prodotta. Conoscere come questa è avvenuta è fondamentale per capire il futuro che ci aspetta.

G. Pacchioni, Quanto è piccolo il mondo, Zanichelli 2008

G. Pacchioni, Il nanomondo dai virus ai transistor, Edizioni Dedalo 2021

**Gli enzimi nucleari come macchine molecolari coordinate per permettere l'espressione del genoma**

Giovanni Capranico

*Dipartimento di Farmacia e Biotecnologia – Università di Bologna*

e-mail: [giovanni.capranico@unibo.it](mailto:giovanni.capranico@unibo.it)

L'espressione del genoma determina i processi vitali di una cellula. A sua volta, le funzioni del genoma sono determinate e regolate da una serie di macchine molecolari costituite soprattutto da proteine ed RNA. In particolare, le funzioni del genoma richiedono la separazione dei due filamenti della doppia elica di DNA e il loro successivo ri-appaiamento. Questa necessità strutturale comporta importanti tensioni torsionali del duplex che sono risolti dalle DNA topoisomerasi. Nel corso della presentazione, discuteremo di come la DNA topoisomerasi svolge la sua attività in modo coordinato con la RNA polimerasi, permettendo quindi l'espressione del genoma.

**Dalle molecole alle macchine molecolari**

Vincenzo Balzani

*Professore Emerito dell'Università di Bologna*

e-mail: [vincenzo.balzani@unibo.it](mailto:vincenzo.balzani@unibo.it)

Negli ultimi 30 anni i chimici hanno imparato a sintetizzare molecole "su ordinazione" e ad associarle in modo appropriato per formare sistemi supramolecolari che, stimolati da impulsi esterni (luminosi,

elettrici, chimici), sono in grado di svolgere funzioni specifiche. Di particolare interesse sono i sistemi supramolecolari capaci di compiere movimenti di tipo meccanico: le macchine molecolari.

### **Nanoparticelle e luce: un futuro solare**

Paola Ceroni

*Dipartimento di Chimica "Giacomo Ciamician" – Università di Bologna*

e-mail: [paola.ceroni@unibo.it](mailto:paola.ceroni@unibo.it)

Le proprietà dei materiali cambiano drasticamente passando dal mondo macroscopico al mondo nanometrico, cioè di dimensioni dell'ordine di pochi milionesimi di millimetro. Ad esempio, il silicio macroscopico è ampiamente utilizzato nell'industria elettronica, ma ha scarse proprietà ottiche: assorbe poco la luce solare e non è luminescente. Al contrario, nanoparticelle di silicio sono altamente luminescenti e se, opportunamente ricoperte alla loro superficie con coloranti, funzionano come antenne molecolari, utili per la conversione dell'energia solare in elettricità.

**18 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

### **Aspetti epistemologici delle Nanoscienze ed altro**

Giovanni Villani

*Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici del CNR (UOS-Pisa)*

e-mail: [villani@pi.iccom.cnr.it](mailto:villani@pi.iccom.cnr.it)

Le Nanoscienze presentano alcune caratteristiche specifiche generali. Esse sono intermedie tra il mondo molecolare chimico e il mondo macroscopico sia sotto il profilo concettuale sia sotto quello materiale, considerando enti che rientrano nel range tra 10 e 100 nanometri. Tali nanomateriali hanno, infatti, caratteristiche chimiche e fisiche differenti sia dalle corrispondenti molecole costitutive sia da un loro campione macroscopico. La scala dimensionale delle Nanoscienze, inoltre, è anche quella tipica delle macromolecole e delle macchine cellulari (come i mitocondri, per esempio) e, quindi, le problematiche tra le macchine artificiali delle Nanoscienze e quelle naturali delle cellule sono evidenti.

In questa comunicazione iniziale della Scuola Segre/Del Re ci occuperemo dei concetti fondanti, delle teorie di riferimento e delle pratiche conoscitive associabili alle Nanoscienze e del loro rapporto da un lato con il mondo molecolare della chimica e dall'altro con il mondo biologico cellulare.

### **Una storia delle nanoscienze per tappe**

Luigi Fabbrizzi

*Professore Emerito dell'Università di Pavia*

e-mail: [luigi.fabbrizzi@unipv.it](mailto:luigi.fabbrizzi@unipv.it)

Tra il mondo macroscopico che da sempre percepiamo con i nostri sensi (interpretato dalla fisica classica) e il mondo delle molecole (teorizzato dalla meccanica quantistica e ordinato dalle leggi della chimica) esiste una 'terra di mezzo', definita dalle dimensioni delle particelle, tra 1 e 100 nm, un mondo a misura nano (*nanoworld*), che presenta proprietà uniche, ben distinte da quelle degli altri due mondi. Oggetto delle nanoscienze sono lo studio e la manipolazione di materiali nella scala nano. Le nanotecnologie studiano lo sviluppo di nuovi materiali che sfruttano le caratteristiche delle nanoparticelle nell'ambito della catalisi, dell'elettronica, della medicina, dell'energia e dell'ambiente.

**L'approccio della chimica supramolecolare all'interpretazione del mondo materiale:  
la scala della complessità chimica**

Margherita Venturi

*Dipartimento di Chimica "G. Ciamician" – Università di Bologna*

*Divisione di Didattica della SCI*

e-mail: [margherita.venturi@unibo.it](mailto:margherita.venturi@unibo.it)

Il mondo materiale è costituito da un insieme di "oggetti" più o meno complessi, più o meno diversi e spesso caratterizzati da un forte grado di ordine; viene, quindi, spontaneo chiedersi in che "modo" si sono formati e se possono essere messi "in relazione" gli uni con gli altri. Una risposta a questi problemi si può trovare utilizzando l'approccio chimico che ha l'affascinante prerogativa di collegare il mondo macroscopico, le proprietà di tutto ciò che ci circonda ed i fenomeni che avvengono dentro e fuori di noi, al mondo microscopico degli atomi e delle molecole.

**22 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

**Aspetti didattici, curricolari e disciplinari**

Eleonora Aquilini, Antonio Testoni

*DDSCI*

e-mail: [ele.aquilini6@gmail.com](mailto:ele.aquilini6@gmail.com); [ajteston@tin.it](mailto:ajteston@tin.it)

Visto l'impatto che le nanotecnologie hanno sulla vita di tutti i giorni, prendere in considerazione le nanoscienze nell'insegnamento comporta una riflessione sull'opportunità e i modi di inserire questo argomento fra quelli che si possono affrontare a scuola. Se vogliamo andare oltre un ambito prettamente *informativo* e analizzare gli aspetti più *formativi* delle nanoscienze, dobbiamo affrontare prioritariamente quelle questioni che più hanno a che fare con il *curricolo* e con la *didattica* della disciplina. Vale a dire: riteniamo che il nanomondo sia semplicemente un'appendice, un qualcosa in più da sapere, o un tema motivante in grado di incidere sui processi di insegnamento/apprendimento della chimica e sul curricolo?

Seguono esempi di esperimenti con particolare interesse didattico e con risvolti inter- e trans-disciplinari a cura di **Paola Ambrogi** e **Anna Caronia**

**23 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

**Microscopie a scansione**

Manuela Scarselli, Anna Sgarlata

*Dipartimento di Fisica - Università di Roma "Tor Vergata"*

e-mail: [manuela.scarselli@roma2.infn.it](mailto:manuela.scarselli@roma2.infn.it); [anna.sgarlata@roma2.infn.it](mailto:anna.sgarlata@roma2.infn.it)

Le Nanoscienze ed in particolare lo studio della materia sulla scala *nano* tramite moderne tecniche di microscopia a sonda, dal punto di vista didattico formativo rappresentano uno strumento estremamente utile e potente per introdurre concetti che riguardano la meccanica quantistica. Sapere interpretare correttamente le immagini fornite da un microscopio STM o AFM, acquisite in diverse modalità di misura, è molto importante e permette di comprendere come la visualizzazione della

materia sulla scala degli atomi permetta di "toccare con mano" alcuni concetti che sono stati introdotti quando la meccanica classica ha fallito alcune sue predizioni ed è stata soppiantata dalla meccanica quantistica.

### **Microscopia elettronica oltre la nanoscala: come vedere gli atomi (e cosa c'è oltre...)**

Antonio Massimiliano Mio

*Istituto per la Microelettronica e Microsistemi del CNR, Catania*

e-mail: [antonio.mio@cnr.it](mailto:antonio.mio@cnr.it)

Ingrandire un oggetto milioni di volte, fino a poterne scrutare la struttura atomica, è un sogno atavico. Non si tratta solo di curiosità o desiderio accademico: molti oggetti fabbricati dall'uomo e che popolano la nostra quotidianità (memorie elettroniche, transistor, processori, sensori, celle solari, ...) funzionano grazie ad una sapiente comprensione della loro struttura atomica.

In questo intervento si discuterà della capacità della microscopia elettronica a scansione e trasmissione (S/TEM) di visualizzare direttamente gli atomi e di come questa possibilità sia utilizzata per rispondere a quesiti nello sviluppo di materiali innovativi per la nanoelettronica e per i nanosistemi. Ripercorrendo i progressi tecnici sugli S/TEM negli ultimi decenni, verrà evidenziato il contributo degli spettrometri (Energy Dispersive X-ray Spectrometer, EDXS e Electron Energy Loss Spectrometer, EELS) e dei moderni correttori di aberrazione sferica. L'altissima risoluzione spaziale rende direttamente visibile l'organizzazione atomica dei materiali, siano essi convenzionali, funzionali, super-reticoli o interfacce di mono-strati atomici. La combinazione delle moderne componenti strumentali permette l'identificazione delle caratteristiche chimiche dei singoli atomi, fino a distinguere elementi e legami localmente.

Come esempi verranno illustrate le seguenti tematiche:

- Calcogenuri per memorie non-volatili e dispositivi neuromorfici
- Materiali bidimensionali
- Eterostrutture e difetti

**29 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

### **La complessità chimica del mondo biologico**

Elena Ghibaudi

*Dipartimento di Chimica - Università di Torino*

e-mail: [elena.ghibaudi@unito.it](mailto:elena.ghibaudi@unito.it)

Le Nanoscienze costituiscono un terreno didatticamente fertile per un approccio didattico multidisciplinare, al confine tra chimica e biologia. Concetti chimici quali quello di legame (intra- e inter-molecolare), di struttura molecolare e di architettura supra-molecolare possono essere discussi in relazione ai sistemi biologici, per guidare gli allievi nella comprensione delle basi chimiche di alcuni fenomeni biologici, quali le relazioni struttura-funzione e ciò che, nel gergo della complessità, viene designato col termine di 'emergenza'. In questa comunicazione verranno discussi alcuni esempi di sistemi o fenomeni chimici di interesse biologico, quali il riconoscimento molecolare, il self-assembly, le macchine molecolari biologiche.

Seguono esempi di esperimenti con particolare interesse didattico e con risvolti inter- e trans-disciplinari a cura di **Maria Funicello** e **Anna Maria Madaio**

**30 novembre 2021, 15.00 – 18.30**

**Dall'atomo ai materiali massivi: proprietà fisiche e dimensioni**

Claudio Sangregorio

*Istituto di Chimica dei Composti OrganoMetallici del CNR, Firenze*

e-mail: [csangregorio@iccom.cnr.it](mailto:csangregorio@iccom.cnr.it)

La riduzione della materia alla scala nanometrica è la chiave di accesso ad un mondo caratterizzato da proprietà fisiche uniche e fortemente dipendenti dalle dimensioni, il cui controllo potrà fornire un impulso decisivo allo sviluppo delle tecnologie del futuro. Il raggiungimento di questo obiettivo richiede da un lato la messa a punto di processi di assemblaggio di nanostrutture di forma e dimensioni controllate a partire dagli elementi costituenti, dall'altro la piena comprensione dei meccanismi responsabili del loro comportamento, due aspetti che negli ultimi decenni sono stati al centro di un'intensa attività di ricerca. I materiali magnetici nanostrutturati rappresentano un eccellente esempio di questo percorso sia per la grande varietà di fenomeni fisici che possono essere osservati alla nanoscala sia per la loro rilevanza in numerosi ambiti tecnologici che spaziano dall'informazione quantistica alla nanomedicina.

**Per le diverse scale. Gerarchia e dinamica dei processi di self-assembly**

Mariano Venanzi

*Dipartimento di Scienze e Tecnologie Chimiche - Università di Roma "Tor Vergata"*

e-mail: [venanzi@uniroma2.it](mailto:venanzi@uniroma2.it)

I processi di self-assembly possono essere definiti come la spontanea e reversibile associazione di componenti molecolari per formare architetture complesse, la cui struttura è determinata dalle informazioni molecolari contenute nei singoli componenti. La struttura finale di queste organizzazioni supramolecolari è fissata dal bilancio delicato di contributi entropici (l'organizzazione del sistema in un dato ambiente) ed entalpici (la somma delle interazioni intermolecolari).

Il sistema deve essere ragionevolmente stabile, ma deve anche mantenere la capacità di esplorare un grande numero di configurazioni per raggiungere la configurazione di minima energia libera. Trappole cinetiche possono altresì relegare il sistema in una configurazione di non equilibrio.

L'aspetto forse più interessante di molti processi di self-assembly, che lega i differenti livelli strutturali all'emergere di differenti funzioni, è la loro natura gerarchica. In questo caso, all'interno del processo complessivo possono essere distinti singoli steps che non possono procedere finché lo step precedente non sia completato. Questa caratteristica lega i processi di self-assembly alle proprietà dinamiche di sistemi complessi e alla loro natura cooperativa.