



RELAZIONE SCIENTIFICA

Assegno di Ricerca (Sigla...AdR 2625/16)

<i>Nome e Cognome del Beneficiario</i>	Marco Pedroni
<i>Titolo del Programma di Ricerca</i>	Sviluppo di sistemi nanostrutturati per nanomedicina
<i>Settore Scientifico Disciplinare di riferimento</i>	CHIM/03
<i>Nome e Cognome del Responsabile Scientifico</i>	Adolfo Speghini
<i>Durata dell'Assegno di Ricerca (da...a...)</i>	01/06/2016 a 31/05/2017
<i>Periodo di riferimento della relazione (da...a...)</i>	01/06/2016 a 31/05/2017
<i>Note</i> (es.: eventuali periodi di sospensione dell'Assegno, ecc.)	



DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI RICERCA (*presupposti/obiettivi, metodologie applicate, risultati intermedi raggiunti, discussione*)

Il progetto di ricerca ha avuto come tematiche principali lo sviluppo, la caratterizzazione e l'applicazione sperimentale di sistemi nanostrutturati per scopi biomedici. L'attenzione si è focalizzata principalmente su matrici di tipo inorganico (CaF_2 , SrF_2) drogate con ioni lantanidi che conferiscono proprietà ottiche (luminescenza in upconversion ed emissione Stokes) se opportunamente eccitate con radiazione elettromagnetica. La metodologia di sintesi sviluppata (idrotermale) può essere considerata come una "Green reaction" poiché non implica l'utilizzo o lo smaltimento di sostanze inquinanti e le condizioni di lavoro (temperature relativamente basse) non necessitano di consumi energetici elevati. La caratterizzazione di tali sistemi si può suddividere principalmente in due categorie: caratterizzazione ottica e caratterizzazione strutturale/morfologica. La caratterizzazione ottica è stata effettuata attraverso tecniche di assorbimento, eccitazione ed emissione utilizzando strumenti quali spettrofotometri (assorbimento) spettrofluorimetri o laser (eccitazione ed emissione). Per la caratterizzazione strutturale e morfologica sono state utilizzate diverse metodologie: analisi XRD per la determinazione della fase strutturale e della purezza dei composti ottenuti, immagini TEM (microscopio elettronico a trasmissione) ed analisi DLS per determinare la grandezza di tali composti, Z potential per determinare le cariche superficiali, ITC per determinare le interazioni superficiali tra le varie specie presenti in un sistema (es: nanoparticella-nanoparticella, nanoparticella-molecola/proteina). Sono stati, inoltre, condotti studi "in vitro" ed "in vivo" su tali nanoparticelle che hanno determinato la loro capacità di superare la barriera emato-encefalica rendendole così potenzialmente utilizzabili come un sistema Drug-Delivery a livello neurologico. Studi di caratterizzazione ottica hanno permesso, inoltre, di determinare la loro sensibilità di variazione dello spettro di emissione in funzione della temperatura; questi sistemi possono, quindi, essere utilizzati come termometri per sistemi confinati in spazi di scala micro/nano-metrica (nanotermometri).

La cosiddetta nanotermometria fa parte di un più ampio campo di nanosensoristica, un ambito scientifico molto importante che permette di determinare condizioni (temperatura, pH, viscosità ecc..) di sistemi estremamente piccoli che risultano essere impossibili da analizzare con strumentazioni scientifiche ordinarie (termometri, pH-metri, viscosimetri ecc..).

Nell'ultimo periodo di questo progetto mi sono occupato di spettroscopia ottica di film sottili di matrici fluorurate (CaF_2 e NaYF_4) drogate con ioni lantanidi (Yb, Er, Tm) luminescenti supportati su lastrine di quarzo o su wafer di silicio. Tali sistemi possono trovare impiego in diversi campi scientifici, dall'utilizzo in sistemi di celle solari (per implementare il rendimento di sistemi già esistenti a base di silicio), allo sviluppo di devices elettronici (schermi colorati) e di sistemi non invasivi utilizzati nell'ambito della biomedicina (per la determinazione, ad esempio, di varie sostanze come glucosio, ossigeno, presenti nei sistemi biologici) o come sistemi di analisi di proprietà chimico-fisiche di sostanze (pH, temperatura, ecc..).



DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTA ALL'ESTERO (eventuale)

Nel periodo svolto all'estero (aprile –maggio 2017), presso l'Universidad Autonoma de Madrid, la mia ricerca si è concentrata sullo studio di interscambio ionico superficiale di ioni lantanidi presenti in nanoparticelle a matrice fluorata. Tale studio ha permesso di determinare la non stabilità cromatica che può insorgere in un sistema formato da 2 o più tipi di nanoparticelle differenti le une dalle altre. Un secondo filone di ricerca è stato volto a determinare e comprendere il fenomeno dell'autoassorbimento di emissioni radiative di ioni lantanidi luminescenti, un fenomeno che ha importanti ripercussioni sia sulla stabilità cromatica sia sulla resa quantica di emissione.

Nell'ultima parte della mia permanenza all'estero l'attività di ricerca si è concentrata sull'apprendimento della tecnica dell'"optical trapping" di singole microsfere di silice sospese in un fluido (nel nostro caso acqua deionizzata). L'optical trapping consiste, sostanzialmente, in un processo che permette di intrappolare la materia (nanoparticelle, microparticelle, cellule ecc...) con un fascio di luce laser. Per far ciò è necessario utilizzare un sistema strumentale costituito da un microscopio interfacciato ad un laser e ad una fotocamera che serve a raccogliere le immagini in tempo reale dell'evolversi del processo. Non essendo drogate con sostanze luminescenti, coloranti organici o ioni lantanidi, le microsfere di silice utilizzate non necessitano di laser che lavorano a specifiche lunghezze d'onda per il trapping ma possono essere utilizzati laser ad emissione continua operanti in tutta la regione del visibile (nel nostro caso abbiamo utilizzato un laser operante nella regione del blu). Il processo di trapping è stato seguito attraverso la visione di immagini fornite dalla fotocamera in contrasto di luce (è stata utilizzato un sistema a led bianchi come fonte luminosa).

Attraverso tale tecnica, però con metodiche e strumentazioni molto più complesse, è possibile determinare, per esempio, la luminescenza di una singola struttura (nanoparticella, microsfera ecc.), è possibile indurre la fusione cellulare tra 2 o più cellule, determinare proprietà chimico fisiche di fluidi in zone molto localizzate (come per esempio all'interno di cellule o nanotubi), ecc...



I risultati ottenuti in questo periodo saranno oggetto di stesura di 1-2 articoli che verranno sottomessi a riviste internazionali di settore.

DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ SVOLTA NELL'AMBITO DEL DOTTORATO DI RICERCA (eventuale)

DESCRIZIONE DELL'ATTIVITÀ DIDATTICA COLLEGATA (eventuale)



SEMINARI/CONFERENZE TENUTI

Partecipazione al XLIV CONGRESSO NAZIONALE DI CHIMICA INORGANICA Padova 14-17 settembre 2016 [presentazione poster]

RISULTATI DELLA RICERCA (*pubblicazioni, rapporti, brevetti, etc.*)

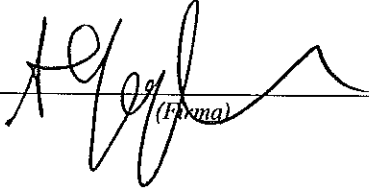
- [1] Cortelletti P, Facciotti C, Cantarelli IX, Canton P, Quintanilla M, Vetrone F, et al. Nd³⁺ activated CaF₂ NPs as colloidal nanothermometers in the biological window. *Opt Mater.* 2017;68:29-34.
- [2] Pedroni M, Cortelletti P, Cantarelli IX, Pinna N, Canton P, Quintanilla M, et al. Colloidal nanothermometers based on neodymium doped alkaline-earth fluorides in the first and second biological windows. *Sensors and Actuators B: Chemical.* 2017;250:147-55.
- [3] Pellegrino AL, Cortelletti P, Pedroni M, Speghini A, Malandrino G. Nanostructured CaF₂:Ln³⁺ (Ln³⁺ = Yb³⁺/Er³⁺, Yb³⁺/Tm³⁺) Thin Films: MOCVD Fabrication and Their Upconversion Properties. *Advanced Materials Interfaces.*1700245-n/a.
- [4] Catalano MR, Pellegrino AL, Rossi P, Paoli P, Cortelletti P, Pedroni M, et al. Upconverting Er³⁺, Yb³⁺ activated [small beta]-NaYF₄ thin films: a solution route using a novel sodium [small beta]-diketonate polyether adduct. *New Journal of Chemistry.* 2017;41:4771-5.
- [5] Portioli C, Pedroni M, Benati D, Donini M, Bonafede R, Mariotti R, et al. Citrate-stabilized lanthanide-doped nanoparticles: brain penetration and interaction with immune cells and neurons. *Nanomedicine.* 2016;11.



UNIVERSITÀ
di VERONA

Dipartimento
di BIOTECNOLOGIE

Il Responsabile Scientifico



(Firma)

L'Assegnista di Ricerca



(Firma)