

Nell'ambito del progetto Piano Lauree Scientifiche abbiamo effettuato una serie di attività laboratoriali e teoriche presso il Dip. di Chimica dell'Un. Di Firenze con lo scopo di sintetizzare e caratterizzare nanoparticelle di magnetite (Fe_3O_4) e di oro (Au).

Le nanoparticelle sono particelle di diametro variabile fra 1-100 nm.

Esse offrono molte opportunità in campo medico, fra le quali:

-**nano-traccianti fluorescenti**: aumentano la visibilità dei tessuti tumorali e permettono tecniche di diagnosi meno costose.

-**tessuti artificiali**: permettono di costruire protesi sensibili a pressione, temperatura e umidità, altamente compatibili con l'organismo umano.

-**nanofarmaci**: non fanno scaturire una reazione immunitaria. Inoltre le nanoparticelle magnetiche possono essere indirizzate nella zona interessata tramite un campo magnetico esterno.

-**teranostica**: rende possibile l'utilizzo di nanoparticelle sia per la diagnosi e la localizzazione di masse tumorali sia per svolgere un'azione terapeutica.

SINTESI DELLE NANOPARTICELLE MAGNETICHE

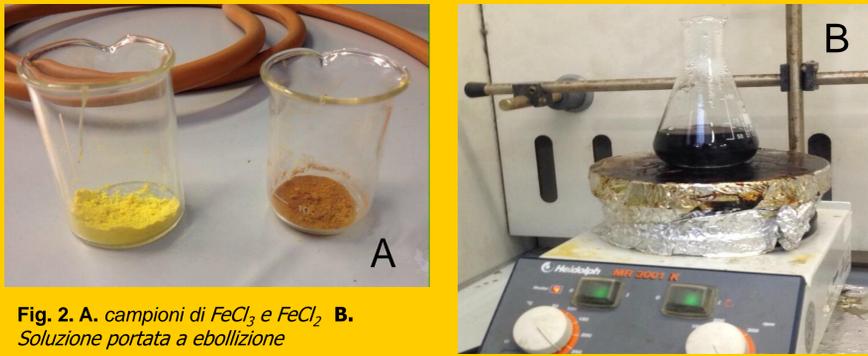


Fig. 2. A. campioni di $FeCl_3$ e $FeCl_2$. B. Soluzione portata a ebollizione

- Gorgogliamo con l'azoto 50 ml di acqua posti nel pallone a tre colli per eliminare l'ossigeno. Poniamo un'ancoretta magnetica nel pallone che grazie ad una piastra posta gira e mescola il contenuto.
- Aggiungiamo nel pallone (sempre sotto flusso di azoto) $7 \cdot 10^{-3}$ moli di $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ e $3.5 \cdot 10^{-3}$ moli di $FeCl_2 \cdot 4H_2O$
- Dopo aver sciolto $2.5 \cdot 10^{-3}$ moli di acido oleico in 5 ml di acetone, lo aggiungiamo alla soluzione e agitiamo per 5 minuti.
- Versiamo goccia a goccia 6 ml di idrossido di ammonio e lasciamo agitare per 30 minuti.

La soluzione ha assunto un colore nero perché l'ammoniaca ha reagito con i composti formando ossidi e idrossidi.

TERAPIA IPERtermica

1) Cosa è e a cosa serve?

- Punta a danneggiare le funzioni delle cellule, tramite surriscaldamento delle stesse a temperature superiori a quelle corporee.
- Si utilizza per combattere i tumori.
- Non deve danneggiare i tessuti sani.
- Si utilizzano nanoparticelle magnetiche che interagiscono con un campo magnetico alternato e producono calore.

2) Cosa si utilizza?

- Nanoparticelle di magnetite Fe_3O_4 , biocompatibili ma con un rendimento non elevato, dirette verso la zona interessata attraverso un campo magnetico esterno.
- Nanoparticelle di cobalto ferrite $CoFe_2O_4$: hanno una maggiore efficienza ma il cobalto è tossico. Studi recenti suggeriscono che particelle <10 nm non danneggiano l'organismo.

3) Come verificare l'aumento di temperatura

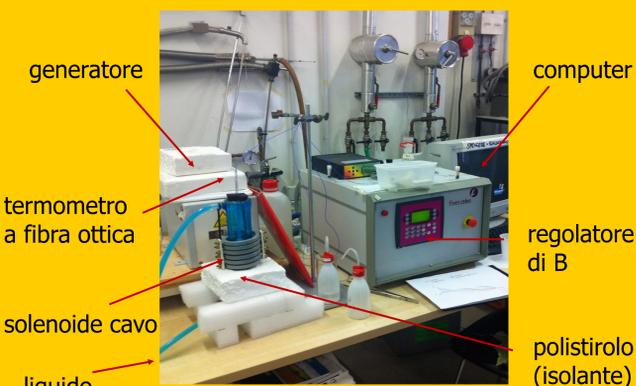


Fig. 4. Dispositivo per misurare l'aumento di temperatura di nanoparticelle magnetiche

Frequenze utilizzate:
50-500 kHz

Procedimento:

- immergere la punta del termometro nella soluzione
- mettere la soluzione (omogenea) nel polistirolo
- porre al centro delle spire
- la misura si effettua a 36° per avere una situazione vicina a quella fisiologica
- la misurazione andrebbe effettuata in un sistema adiabatico

CRISTALLOGRAFIA A RAGGI X CON DIFFRATTOMETRO

Poiché le proprietà magnetiche dipendono fortemente dalla struttura, le nanoparticelle vengono investigate tramite tecniche che permettono di "vedere" la disposizione degli atomi.

Procedimento:

- Mettere un sottile strato di polvere sul portacampione
- Muovere la sorgente e il detector
- Misurare l'intensità delle radiazioni che arrivano al detector al variare dell'angolo



Fig. 5. Diffrattometro

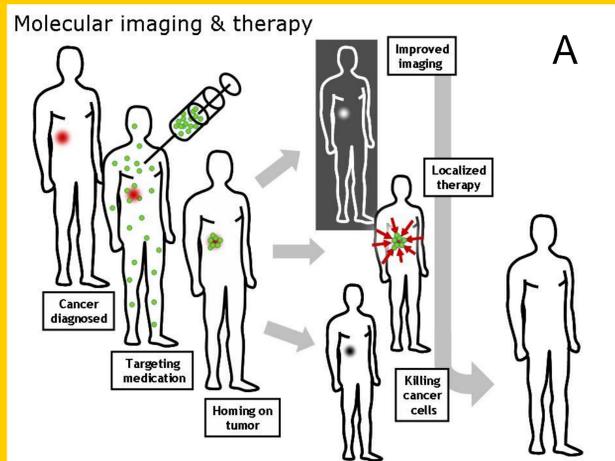


Fig. 1. A. Funzionamento della teranostica B. Tessuto artificiale di una mano Dae-Hyeong Kim et al., Nature Communication, 2014



SINTESI DI NANOPARTICELLE D'ORO

- Prelevare 1 mL di $HAuCl_4$ 25mM e trasferirli quindi aggiungere 50 mL di H_2O milliQ.
- Portare ad ebollizione sotto agitazione magnetica.
- Prelevare 2.00 mL della soluzione di citrato di sodio 35 mM e trasferirli nella beuta.
- Mantenere l'ebollizione per 5 min poi lasciare raffreddare a temperatura ambiente

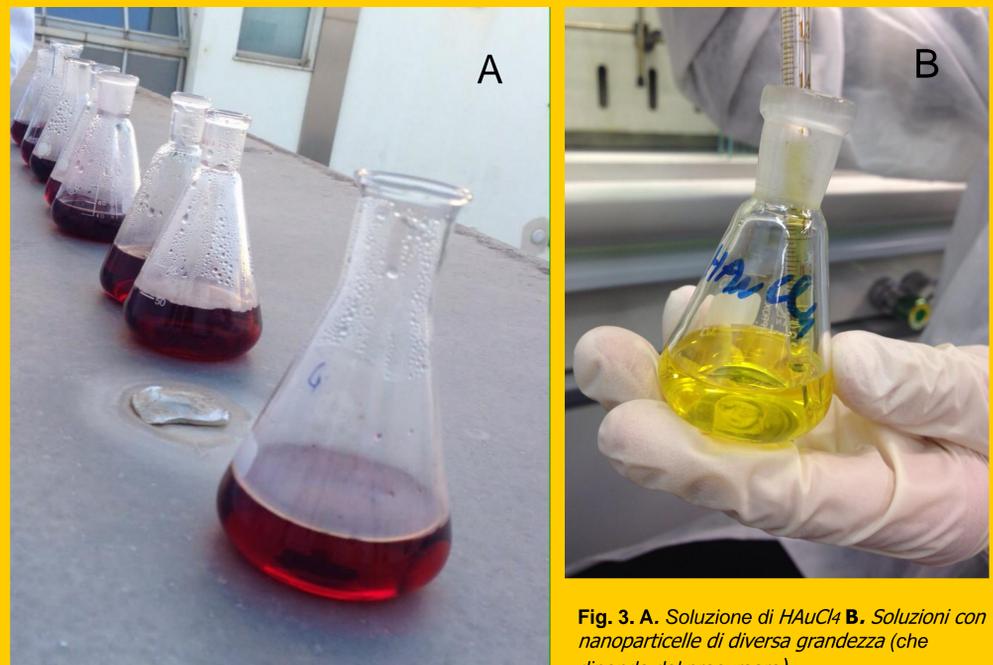


Fig. 3. A. Soluzione di $HAuCl_4$ B. Soluzioni con nanoparticelle di diversa grandezza (che dipende dal precursore)

IPERtermia OTTICA

Le nanoparticelle metalliche possono interagire con un campo elettrico alternato e convertire l'energia elettromagnetica in energia termica. Le nanoparticelle d'oro possono anche essere utilizzate nell'ambito della teranostica.

SPETTROSCOPIA ULTRAVIOLETTA

Per analizzare la grandezza della nanoparticelle ottenute con diverse quantità di citrato di sodio si utilizza questa tecnica. Sull'asse X del grafico viene riportata la lunghezza d'onda e sull'asse Y l'assorbanza, che è in relazione con la concentrazione di un campione. Da ciò si può ricavare sia la concentrazione molare sia la struttura del campione analizzato.

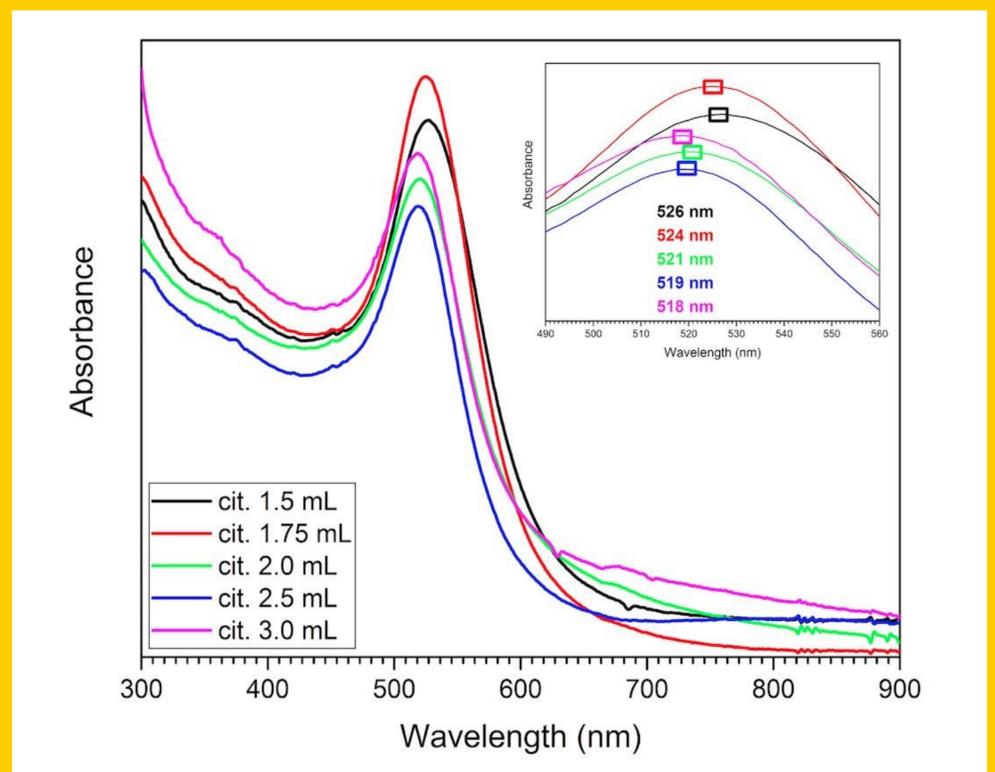


Fig. 6. Risultati della spettroscopia ultravioletta