

**Astronomia e Astrofisica. Coordinatore Prof. Giovanni PERES (PO-SSD FIS/05).****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il Gruppo, che nella VQR 2004/10 per il SSD FIS/05 si è collocato secondo in Italia, svolge le seguenti attività di ricerca:

- Osservazioni multibanda (IR, ottico, UV, X, e gamma) e modelli per studiare: la corona solare; la formazione stellare; i resti di supernova; i sistemi binari; le accreting millisecond pulsars.
- Progettazione, sviluppo e caratterizzazione di: filtri, ottiche, e rivelatori (microcalorimetri) per l'Astronomia X.
- Studio di nuove missioni, tra cui LOFT e ATHENA.

Sia le osservazioni (effettuate con grandi telescopi internazionali) che il tempo di calcolo utilizzato per le simulazioni numeriche (necessarie per lo sviluppo dei modelli) sono state ottenute su base competitiva.

**COLLABORAZIONI.**

Molte attività sperimentali sono svolte in concomitanza e presso i laboratori dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo. Inoltre il gruppo è ampiamente coinvolto in numerose collaborazioni internazionali.

**OBIETTIVI.**

Per il prossimo triennio, il gruppo si pone come obiettivo minimo quello di mantenere la quantità e la qualità della produzione scientifica. Si prevede inoltre un maggiore impegno per l'acquisizione di fondi, in particolare: fondi ASI, fondi legati a missioni spaziali, fondi PRIN-INAF, e fondi dell'EU.

**Biofisica Molecolare e Nanotecnologie. Coordinatore Prof. Maurizio LEONE (PO – SSD FIS/07)****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Attività di ricerca fondamentale:

- Dinamica di proteine, via tecniche spettroscopiche e strutturali risolte in tempo e tecniche computazionali di dinamica molecolare
- Basi molecolari di patologie legate a processi di aggregazione di proteine a seguito a specifici cambiamenti conformazionali
- Fenomeni di auto-organizzazione su scala nano-metrica di sistemi molecolari e biomolecolari (fibrillogenesi)
- Correlazione struttura-proprietà (chimiche, meccaniche, biologiche, ottiche, elettriche) di nanomateriali
- Metodologie avanzate di indagine e di patterning su scala nano-metrica di sistemi organici e biologici
- Interazioni di metalli e composti organometallici con biomolecole

Attività di ricerca applicativa:

- Nanotecnologie per l'elettronica e elettronica su plastica (celle fotovoltaiche, transistori, dispositivi di potenza)
- Nanotecnologie per la Medicina e la Salute dell'Uomo (biosensori, sistemi per drug-screening, drug-delivery e tissue engineering)
- Nanotecnologie per i Beni Culturali
- Elettronica ed Elettronica su Plastica (celle fotovoltaiche, biosensori, transistori, dispositivi di potenza)
- Sviluppo di protocolli sperimentali per il controllo di qualità nel settore agro-alimentare (es. olio extravergine di oliva, caffè).

Infine, il gruppo è fortemente impegnato nella realizzazione del centro d'Ateneo Mediterranean Center for Human Health Advanced Biotechnologies (Med-CHHAB), per affrontare tematiche interdisciplinari come quelle sopra menzionate e di perseguire l'eccellenza scientifica come motore principale dell'innovazione tecnologica. I componenti del gruppo hanno deciso di mettere in comune una serie di expertises e strumentazioni innovative per migliorare gli approcci metodologici alle problematiche scientifiche di interesse.

FINANZIAMENTI (circa 5 ML €).

Nel recente passato:

- Tre progetti PRIN 2008 (circa 150 K€), due su tematiche riguardanti la fisica delle proteine - Resp. Sci. Proff. A. Cupane e M. Leone - e un progetto sul microarray funzionali per il drug screening - Resp. Sci. Prof. B. Pignataro.
- POR-Sicilia 2004/07 "Realizzazione di un Centro Regionale per il controllo di qualità di oli vergini d'oliva", Resp. Sci. Prof. M. Leone (circa 2 ML €).

Nel 2011-2013 il gruppo ha coordinato i seguenti progetti:

- PO FESR 2007/13, "CAFIS - Controllo della qualità e della salubrità nella filiera del caffè con tecniche chimico-fisiche innovative tipiche della scienza dei materiali", 350 K€, Resp. Sci. Prof. M. Leone;
- FIRB "Futuro in Ricerca 2008" "Eterogiunzioni bulk di film sottili molecolari nanostrutturati per celle fotovoltaiche flessibili ad alta efficienza (519 K€), Coordinatore: Prof. B. Pignataro
- FIRB-MERIT "Basi molecolari nelle sindromi degenerative correlate con l'invecchiamento" (c.a. 140 K€) Resp. Sci. Prof. B. Pignataro
- PRIN 2012 "Ricerca di nuovi orizzonti nella cura del tumore integrando tecnologie innovative di "drug-screening" e progettazione razionale dei farmaci" (c.a. 160 K€), Coordinatore Locale Prof. B. Pignataro
- PON Ricerca e Competitività 2007/13, "Ambition Power" PON01\_00700 (564 K€), Coordinatore Locale Prof. B. Pignataro
- PON Distretti e Laboratori Pubblico-Privato, "Elettronica su Plastica per Sistemi Smart Disposable" - DT Micro e Nanosistemi (546 K€) Coordinatore Locale Prof. B. Pignataro
- PON Distretti e Laboratori Pubblico-Privato, "TESEO" DT Trasporti e Pesca (c.a. 363 K€) Coordinatore Locale Prof. B. Pignataro

Ed è stato coinvolto nei seguenti progetti:

- PON Ricerca e Competitività 2007/13 "SIB: Soluzioni avanzate basate su biomateriali a matrici composite complesse per la riparazione e la rigenerazione della cartilagine articolare mediante tecniche mininvasive".
- PON Ricerca e Competitività 2007/13\_ Asse I - Distretti e Laboratori Titolo III. "Biomedico".
- PON Ricerca e Competitività 2007/13\_ Asse I - Obiettivo I.4 - Rafforzamento strutturale. Progetto Med-CHHAB
- PON02\_00355\_2964193 HIPPOCRATES

Infine, una convenzione di ricerca e servizi con la Merck Serono SPA ha finanziato la ricerca del gruppo per circa 90 K€ per anno.

**COLLABORAZIONI.**

- University of Copenhagen, Denmark (Accordo Quadro CULTURAL CO-OPERATION FRAMEWORK AGREEMENT)
- University of La Réunion, Faculty of Health, France (Prof. Philippe Rondeau)
- University of Cambridge, Cavendish Laboratory, United Kingdom (Dr. Vito Foderà, Research Associate)
- University of California, Irvine, Biomedical Eng. Dept., Lab. for Fluorescence Dynamics (Prof E. Gratton and Dr. M.A Digman )
- University of Copenhagen, Denmark, Dept. of Drug Design and Pharmacology (Prof. B. Vestergaard-BioSAXS group)
- Novo Nordisk A/S Måløv, Denmark (Dr. C.B. Andersen - Protein structure and Biophysics)
- University of Muenster, Physikalisches Institut, Germany (Prof. H. Fuchs, Dr. L-F Chi)
- Massachusetts Insitute of Technology (MIT, USA (Prof. F. Stellacci)
- Nanoanalytics-Muenster, Germany (Dr. Ancycowski)
- Entropy Control Project, ICORP, JST, Toyonaka, Japan (Dr. Y. Inoue)

- Universidad Complutense Madrid, Spagna, Dept. de Química Organica, Facultad de Química (Prof. Nazario Martin Leon)  
 - Polytechnic University of Bucharest, Romania, NARE (National Romanian Agency for Renewable Energy), IPA SA (Research and Design Institute for Automation) and West University of Timisoara c/o Physics Dept., - Prof. Laurentiu Fara  
 - Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Germany, Dept. Materials Research and Applied Optics, (Dr. Michael Niggemann)  
 - Chalmers University of Technology, Svezia (Prof. Mats Andersson)  
 - University of Bremen, Biotechnologie und Molekulare Genetik, Germany (Prof. D. Blohm)  
 - University of Dortmund, FB Chemie Biologisch-Chemische Mikrostrukturtechni (Prof. C.M. Niemeyer)  
 - University of Glasgow, Dept. of Chemistry, Joseph Black Building (Prof. Lee Cronin)  
 - Northwestern University, Chicago (USA), Dept. of Chemistry, - Prof. A. Facchetti, T.J. Marks  
 - Physics of Organic Semiconductors, Zernike Institute for Advanced Materials, Groningen, NL (Dr. M.A. Loi)  
 ITALY: ST-Microelectronics (Ricerca e Sviluppo), Catania (Dr. S. Coffa, Dr. S. Ravesi, Dr. S. Conoci); CNR-Lab Sensor – Brescia (Prof. G. Sberveglieri); CNR-IBF – Palermo (Dott. P.L. San Biagio); Consorzio Catania Ricerche (Prof. O. Puglisi, Dr. A. Scandurra); Dip. di Scienze Chimiche – Università di Catania (Proff. E. Rizzarelli, A. Raudino, A. Copani); Dip. di Chimica – Università di Bari (Proff. L. Torsi, F. Naso, G. Farinola); Dip. di Scienze Chimiche, Università di Padova (Prof. E. Menna); Dip. di Ingegneria dell’Innovazione – Università di Lecce (Prof. L. Valli); Dip. di Chimica, Università di Napoli Federico II (Prof. O. Crescenzi); CNR IBIM – Palermo; CNR-ISMN – Palermo (Dr. M.P. Casaletto); CNR-IBB – Catania (Dr. G. Pappalardo e F. Attanasio); CNR-IMM – Catania (C. Bongiorno); CNR-IBF – Napoli - Dr. R. Improta; Università di Salerno (Prof. S. Castellano).

**OBIETTIVI.**

Per il prossimo triennio, si prevede un aumento della qualità della produzione in termini di impatto delle pubblicazioni, alla luce del lavoro svolto nel triennio 2011/13, che ha aperto nuove prospettive, creato nuove collaborazioni con gruppi di ricerca internazionali e prodotto alcuni lavori di prospettiva per lo sviluppo di nuove linee di ricerca. Inoltre, la recente acquisizione di nuove strumentazioni e la sinergia con le competenze interdisciplinari del Centro Med-CHHAB permetterà di meglio affrontare l’analisi dei complessi sistemi oggetto della ricerca e questo avrà sicuramente un riflesso positivo sulla qualità delle pubblicazioni.

**Fisica dei Materiali Avanzati. Coordinatore Prof. Franco Mario GELARDI (PO-SSD FIS/01).**

**ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il gruppo svolge attività sperimentale nell’ambito della scienza dei materiali solidi, sia cristallini che amorfi, utilizzando tecniche di spettroscopia ottica (OA, Raman e PL sia stazionaria che risolta in tempo) e magnetica (ESR in banda X e spettroscopia di emissione di SH) e di microscopia a forza atomica. Lo studio sperimentale riguarda le proprietà strutturali e funzionali di materiali che presentano, oltre ad un indubbio interesse dal punto di vista della fisica di base, anche promettenti aspetti applicativi nel campo dell’ottica, dell’optoelettronica, della sensoristica e delle telecomunicazioni. Più in dettaglio, l’attività di ricerca riguarda le seguenti tematiche:  
 Proprietà fisiche del SiO<sub>2</sub> amorfo (o silice);

Materiali ad alta superficie specifica (Metal Organic Frameworks, clatrati, silice mesoporosa);

Materiali a base di Carbonio (Ossido di grafene, grafene, Carbon nanodots);

Nanoparticelle di SiO<sub>2</sub> (proprietà strutturali ed ottiche, processi di sintering, diffusione di O<sub>2</sub>); Nanoparticelle di Si, ZnO e TiO<sub>2</sub>;

Fibre ottiche (effetti del drogaggio sulle proprietà ottiche, amplificatori e sensori a fibra ottica);

caratterizzazione di materiali per il fotovoltaico a concentrazione;

Dinamica di flussoni in superconduttori;

Proprietà elettromagnetiche di superconduttori non convenzionali (FeTe<sub>0.7</sub>Se<sub>0.3</sub>, MgB<sub>2</sub>, LaFeO) e caratterizzazione a microonde di dispositivi a superconduttore (cavità risonanti, omogenee e ibride).

Alcune di queste tematiche (materiali a base di SiO<sub>2</sub> e materiali superconduttori) rappresentano un patrimonio ben consolidato di competenze e risultati scientifici acquisiti negli anni, mentre altre linee di ricerca sono più recenti sulle quali il gruppo sta conseguendo i primi risultati scientifici e sta instaurando collaborazioni con altri gruppi di ricerca sia nazionali che internazionali. Un obiettivo legato a queste nuove collaborazioni è la preparazione di un terreno fertile per la proposta di futuri progetti internazionali.

Ulteriori dettagli sull’attività del gruppo possono essere trovati nel sito: <http://www.unipa.it/lamp/>

**FINANZIAMENTI.**

Nel periodo 2004-2010 il gruppo ha collaborato al progetto P.O.R. Sicilia 2000/2006 Misura 3.15 “REALIZZAZIONE DI UN CENTRO REGIONALE PER IL CONTROLLO DI QUALITÀ DI OLI VERGINI D’OLIVA”

Periodo 2011-2013:

POR FESR Sicilia 2007/13 “Fotovoltaico ad Alta Efficienza (FAE)” (781.450 €), Resp.Sci. Prof. Marco Cannas

Il gruppo ha inoltre collaborato nel 2013 al progetto PON02\_00355\_2964193 HIPPOCRATES

**COLLABORAZIONI.**

. ECOLE POLYTECHNIQUE Palaiseau (France)

. JEAN MONNET UNIVERSITY, HUBERT CURIEN LABORATORY CNRS (Saint Etienne, France)

. NATIONAL INSTITUTE FOR LASER, PLASMA AND RADIATION PHYSICS (Magurele, Romania)

. INSTITUTE OF SOLID STATE PHYSICS, University of Latvia (Riga, Latvia)

. Institute of Physics and Technology, Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia)

. Graduate School of Urban Environmental Sciences, Tokyo Metropolitan University (Tokyo, Japan)

. FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SOLAR ENERGY SYSTEMS ISE, Freiburg (Germany)

. Materials Chemistry & Development Group, University of Crete (Greece)

. Karlsruhe Institute of Technology (Germany)

ITALY: CNR-IMM; IIT; ENEA, UNIVERSITY OF MILANO-BICOCCA, UNIVERSITY OF CAGLIARI

**OBIETTIVI.**

Oltre a consolidare le attività di ricerca in corso sull’SiO<sub>2</sub> e su materiali superconduttori, il Gruppo ha come obiettivo quello di pubblicare su riviste scientifiche ad alto IF orientandosi su nuove tematiche di ricerca tra cui semiconduttori a dimensione nanometrica (ossidi metallici: Ti, Zn, Si), materiali a base di carbonio (Grafene, ossido di Grafene, Carbon nanodots) e composti metallo-organici ad alta superficie specifica (Metal-organic-Framework). In questo contesto, il gruppo ha intrapreso e sta proseguendo iniziative di collaborazione nazionale ed internazionale sia con gruppi di ricerca europei sia extra-europei. Obiettivo di questa attività è sia l’accrescimento della visibilità internazionale sia la preparazione di un terreno fertile per la proposta di progetti internazionali. Il gruppo intende partecipare a chiamate di progetti Horizon 2020 e su fondi PON, PO-FESR, nonché stringere sinergiche collaborazioni con le competenze interdisciplinari del Centro Med-CHHAB.

**Termodinamica e Struttura di Sistemi Supramolecolari. Coordinatore Prof. Stefana MILIOTO (PO-SSD CHIM/02).**

#### ATTIVITÀ DI RICERCA.

L'attività scientifica svolta rappresenta in parte la prosecuzione di una tradizione ben consolidata nel campo della Termodinamica delle soluzioni e, oggi, ricade nell'ambito più ampio della chimica fisica di sistemi a grande interfase con attenzione particolare anche agli aspetti strutturali. In particolare, gli studi effettuati possono essere classificati secondo tre tematiche di ricerca: 1) strutture supramolecolari e auto-assemblanti in soluzione acquosa; 2) nanomateriali ecosostenibili; 3) consolidamento e protezione di manufatti storico artistici mediante nanotecnologie.

#### **Aggregati supramolecolari**

Gli studi interessano sistemi formati da ciclodestrine (CD) e polimeri, copolimeri o cucurbiturili. Gli pseudopoliritaxani sono supramolecole ottenute dall'incapsulamento di una catena polimerica in più cavità di molecole macrocicliche quali le CD. Queste architetture rappresentano sistemi modello per il riconoscimento molecolare e possono essere impiegati in diversi campi, come il trasporto e la veicolazione di farmaci.

#### **Nanomateriali ecosostenibili per l'ambiente e la salute**

Sono progettati, preparati e caratterizzati dal punto di vista chimico-fisico, sistemi di nanoparticelle con morfologia variabile (nanodischi di laponite e nanotubi di allosite) funzionalizzate, attraverso interazioni deboli o via *grafting*, con sostanze provenienti da biorisorse (biopolimeri, ciclodestrine, materiali di scarto) per applicazioni ambientali (purificazione di acque e di suoli contaminati da fasi organiche), farmaceutiche (drug delivery) e per la produzione di bioplastiche.

#### **Nanotecnologie per la conservazione e il restauro dei Beni Culturali**

Al fine di stabilire nuovi protocolli per la conservazione di manufatti storico-artistici sono investigati nuovi materiali nanostrutturati per il consolidamento e la protezione a lungo termine.

#### FINANZIAMENTI:

- 1) PRIN 2006 "Progettazione di materiali nano strutturati per i Beni Culturali" Resp. Unità, 60 K€
- 2) PRIN 2008 "Nanocompositi per la produzione di materiali ecosostenibili" Resp. Unità, 50 K€
- 3) PRIN 2009 "Tecniche diagnostiche innovative e materiali nanostrutturati per la conservazione dei beni culturali" Resp. Naz. 100 K€
- 4) FIRB 2012 "Nanotubi di argilla per la progettazione di materiali intelligenti ecosostenibili" Resp. nazionale) 200 K€
- 5) PRIN 2011 "Sviluppo di materiali innovativi eco-compatibili per il consolidamento e la pulitura dei Beni Culturali" Resp. Unità 100 K€
- 6) PON "Sviluppo di Tecnologie Innovative per il trattamento dei rifiuti liquidi della navigazione finalizzate alla Tutela dell'Ambiente Marino" (partecipanti) 590 K€

#### COLLABORAZIONI.

Il Gruppo collabora con istituzioni straniere quali la Technische University of Berlin (Germania), l'Helmoltz Zentrum di Berlino, ILL di Grenoble (Francia), Lund University (Svezia), Louisiana Tech University, Ruston, LA, USA, l'Institute of Solution Chemistry of the Russian Academy of Sciences di Ivanovo (Federazione Russia) e con istituzioni italiane.

#### OBIETTIVI.

- 1) consolidare e affermare la propria produttività scientifica aspirando a riviste ancor più prestigiose;
- 2) rafforzare le collaborazioni internazionali con istituzioni straniere sopra elencate;
- 3) rafforzare le collaborazioni con raggruppamenti interdipartimentali in Ateneo;
- 4) avviare nuove collaborazioni internazionali;
- 5) Presentare proposte per finanziamenti nell'ambito PON, Horizon 2020.

#### **Chimica dei Materiali. Coordinatore Prof. Antonino MARTORANA (PO-SSD CHIM/03).**

#### ATTIVITÀ DI RICERCA.

Il gruppo di chimica dei materiali ha come principale campo di indagine la chimica dello stato solido, nei diversi aspetti che riguardano:

- sintesi
- caratterizzazione strutturale
- caratterizzazione funzionale
- simulazione e modelling

Tra i materiali di interesse del gruppo, vengono annoverati:

- catalizzatori eterogenei
- materiali elettrolitici e elettrodi per celle a combustibile a ossidi solidi
- materiali elettrolitici ibridi inorganici-organici per celle a combustibile

Il gruppo ha competenze specifiche in:

- sintesi a stato solido di ossidi
- procedure di sintesi sol-gel
- preparazione di ibridi inorganici-organici mediante procedure wet-chemistry
- Tecniche di caratterizzazione funzionale di catalizzatori
- tecniche di caratterizzazione elettrochimica di elettroliti a stato solido ed elettrocatalizzatori
- tecniche di caratterizzazione strutturale di materiali: XRD, EXAFS, XRF
- caratterizzazione strutturale in-situ e in-operando di materiali utilizzando luce di sincrotrone
- modellazione computazionale di solidi

L'attività di ricerca sperimentale si espleta in un laboratorio di sintesi di materiali, dotato di attrezzatura standard per sintesi di solidi inorganici e ibridi inorganici-organici. La parte più rilevante dell'attività sperimentale viene però svolta presso facilities europee di luce di sincrotrone, presso le quali il gruppo ottiene con una frequenza di 3-4 esperimenti l'anno tempo macchina su base competitiva.

Il gruppo intrattiene rapporti di stretta collaborazione con:

- Max Planck Institut für Festkörperforschung (Stuttgart)
- Ecôle National Supérieure de Chimie de Paris
- ISMN-CNR sezione di Palermo

#### FINANZIAMENTI.

Nel periodo 2011-2013 il gruppo di Chimica dei Materiali si è avvalso dei seguenti finanziamenti:

PRIN 2008: PC-SOFC: analisi della reattività chimica agli elettrodi e della conduzione protonica dell'elettrolita mediante un approccio integrato sperimentale-computazionale.

PRIN 2010: Celle a combustibile ad ossido solido operanti a temperatura intermedia alimentate con biocombustibili (BIOITSOFC).

FIRB-Futuro in ricerca. INCYPIT - Materiali ceramici e ibridi innovativi per celle a combustibile a conduzione protonica operanti a temperature intermedie: progettazione, caratterizzazione e assemblaggio del dispositivo.

PON. Tecnologie ad alta Efficienza per la Sostenibilità Energetica ed ambientale onboard (TESEO).

**OBIETTIVI.**

- il gruppo si pone come obiettivo minimo quello di mantenere la qualità della produzione e di incrementarne la quantità.
- in un panorama in cui il disimpegno del MIUR dal finanziamento di progetti di ricerca si fa sempre più marcato, il gruppo di Chimica dei Materiali cercherà risorse per continuare la sua attività nei programmi PON e Horizon 2020.
- il gruppo continuerà a lavorare presso le grandi facilities, partecipando alle attribuzioni competitive di beamtime a ESRF e Elettra e intraprendendo attività sperimentali presso le facilities europee di neutroni.

**Chimica Analitica. Coordinatore Prof. Antonio GIANGUZZA (PO-SSD CHIM01).****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Da molti anni il gruppo di ricerca di Chimica Analitica si occupa dello studio degli equilibri in soluzione acquosa multicomponente. Tali studi di speciazione hanno riguardato diverse classi di leganti organici ed inorganici a basso, medio ed alto peso molecolare, alcuni dei quali di grande interesse biologico ed ambientale. I componenti del gruppo di ricerca hanno maturato anche una certa esperienza nello sviluppo e caratterizzazione di materiali per i beni culturali e nell'ambito della estrazione, caratterizzazione e comportamento chimico di macromolecole naturali (acidi umici, fulvici, pectina, acido alginico, chitosano) presenti in varie matrici ambientali (suoli, sedimenti, alghe, frutti, carapace di crostacei) e nello sviluppo e caratterizzazione di materiali per i beni culturali. I polielettroliti naturali appena elencati in alcuni casi rappresentano una grossa percentuale della biomassa dalla quale vengono estratti e grazie all'elevato numero di gruppi leganti di varia natura (-COOH, -NH, -OH alcolici e fenolici, -SH, etc.) presenti nella loro struttura sono in grado di conferire al materiale di origine spiccate capacità complessanti. Il Gruppo ha anche iniziato a indirizzare le proprie indagini verso gli aspetti più applicativi della chimica analitica, affrontando nuove tematiche inerenti la decontaminazione ambientale attraverso lo studio dei processi di bioadsorbimento di inquinanti organici e inorganici su diversi materiali di origine naturale (carboni attivi, gel di alginato, pectina o chitosano, etc.). L'esperienza del gruppo nel campo della speciazione chimica di fluidi naturali ha permesso di valutare ed individuare le condizioni sperimentali migliori (mezzo ionico, forza ionica, pH, etc.) per ottenere il massimo di efficienza nei processi di rimozione degli inquinanti dalle acque naturali e inquinate. L'importanza e l'attualità delle tematiche di ricerca di cui si sta occupando il gruppo di chimica analitica consentirà di consolidare collaborazioni già in atto con altri gruppi di ricerca del DiFC e di altri dipartimenti dell'Ateneo e di incrementare collaborazioni con gruppi di altre Università ed enti nazionali e internazionali attraverso la partecipazione a progetti nazionali ed europei, con l'obiettivo di attirare una maggiore quantità di fondi destinati alla ricerca.

**FINANZIAMENTI.**

- PRIN 2008 "Nanotecnologie per i mattoni in terra cruda: tradizione, innovazione e sostenibilità" (c.a. 39 K€)
- PON "Ricerca e Competitività 2007/13" "Sviluppo di Tecnologie Innovative per il trattamento dei rifiuti liquidi della navigazione finalizzate alla Tutela dell'Ambiente Marino - STI-TAM." (c.a. 750 K€)
- FIRB futuro in ricerca 2012 "Nanotubi di argilla per la progettazione di materiali intelligenti ecosostenibili" (c.a. 220 K€)

**COLLABORAZIONI.**

Sono già in atto schemi di collaborazione con gruppi di ricerca delle Università della Calabria, di Messina e di Torino e con l'Universitat de Girona. Il Gruppo sta inoltre collaborando con il DT NavTec su progetti da presentare in sede nazionale ed europea.

**OBIETTIVI.**

Si prevede che la produzione scientifica del gruppo per l'anno 2014 si manterrà ai livelli di quella del triennio 2011-2013. Si prevede inoltre che l'importanza e l'attualità delle nuove tematiche di ricerca porteranno, nel triennio 2014-2016, un miglioramento della produttività scientifica del gruppo sia in termini di qualità dei prodotti (IF medio e quartile della rivista) che di quantità (numero di pubblicazioni per anno). Saranno inoltre presentati progetti a livello nazionale e internazionale negli ambiti di competenza del Gruppo.

**Fisica Applicata alla Medicina, all'ambiente e ai Beni Culturali. Coordinatore Prof. Maria BRAI (PO-SSD FIS/07).****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

L'attività di ricerca del Gruppo riguarda le applicazioni della fisica alla medicina, all'ambiente, all'analisi della qualità degli alimenti e dei Beni Culturali. Le competenze e le attrezzature disponibili permettono di effettuare indagini riguardanti la dosimetria delle radiazioni ionizzanti per la radioprotezione, per la diagnostica di fasci clinici e la verifica dei piani di trattamento in radioterapia, l'analisi di immagini biomediche e la "Computer Aided Detection", le analisi funzionali e strutturali di genomica e bioinformatica, lo sviluppo e la caratterizzazione di dispositivi semiconduttori. Inoltre, vengono effettuati studi di dosimetria retrospettiva e per il controllo di alimenti irradiati. Le analisi di fisica ambientale hanno lo scopo di analizzare l'inquinamento atmosferico e delle acque sotterranee, e di valutare la qualità dei prodotti alimentari influenzati da eventuale inquinamento. Nel campo dei Beni culturali, i principali temi di ricerca sono le analisi geologiche, analisi di materiali archeologici, artistici e storici, e la loro caratterizzazione strutturale e composizionale. I risultati forniti possono essere utilizzati al fine di pianificare interventi volti alla conservazione e restauro. Per le analisi di immagini biomediche, la ricerca e il trasferimento tecnologico concorrono alla progettazione e alla realizzazione di sistemi software per il supporto alla diagnosi; la notevole esperienza acquisita in questo campo ha portato alla creazione di due start-up: CyclopusCAD srl (spinoff accademico) e, recentemente SIKELIUP srl.

**FINANZIAMENTI.****PROGETTI DI RICERCA PERIODO 2004-2010 (~1.625 ML€)**

- "Tecniche innovative per la definizione dello stato di degrado dei metalli", PRIN 2007; circa 61 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- "Laboratori d'Ateneo di supporto al sistema produttivo regionale", POR-Sicilia 2006; 214.5 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- "Laboratorio dell'Innovazione nel settore dei beni culturali per la sperimentazione di nanotecnologie e nano materiali", APQ-BCNanoLab, 2006, 280 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- "Applicazione Fondazione Banco di Sicilia; Carta del Rischio del patrimonio Culturale e Ambientale - Progetto pilota Teatro greco – romano di Taormina", POR Sicilia 2006 Asse II, Misura 2.02; Azione B.; 20 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- Piani di Potenziamento della Rete Scientifica e Tecnologica CLUSTER 10 Ambiente Marino "Metodologie Integrate di indagine in aree di pregio ambientale mirate alla valorizzazione e gestione delle Risorse" MIR 2004; 400 K€ (Resp. Sci. Prof. Raso)
- "Nuove metodologie per la valutazione dello stato di inquinamento dell'ambiente marino mediante foraminiferi bentonici e monitoraggio di foraminiferi planctonici e sua correlazione con la distribuzione spazio-temporale di piccoli pelagici (ARPA Sicilia 2006); 50 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- 7. XPRESS – Gruppo V INFN (2005-2007); 13 K€ (Resp. Sci. Prof. Raso)
- 8. "Valutazione dello Stato Ambientale dell'area marino-costiera prospiciente l'agglomerato industriale del golfo di Termini" cofinanziato dalla Fondazione Banco di Sicilia (2007-2008); 20 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- 9. International Research Project "Southern Urals Radiation Risk Research (SOUL)", Project F16R-516 478 "Sixth Euratom Framework Program"; 90 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)
- 10. "Dosimetry in radiological emergencies (DOSSIER)", Gruppo V INFN (2009-2011); 25 K€ (Resp. Sci. locale Prof. Brai)
- 11. MAGIC-5 – Gruppo V INFN (2004-2007); 42.5 K€ (Resp. Sci. Prof. Raso)

12. POR-TRIGRID – (2006-2008); 297 K€ (Resp. Sci. Prof. Raso)

13. PRIN 2006; 49.351€ (Resp. Sci. Prof. Brai)

PROGETTI DI RICERCA PERIODO 2011-2013 (~1 ML€)

1. DIMESA “Valorizzazione di prodotti tipici della dieta mediterranea e loro impiego a fini salutistici e nutraceutici” 90 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai).

2. PRIN 2010 “Sviluppo ed applicazione di nuovi materiali dosimetrici per radiazioni ionizzanti” ~140 K€ (Resp. Unità Dr. Marrale).

3. NORMET “Neutron dosimetry and Radiation quality Measurements by Esr and TL” GruppoV INFN, 30 K€ (Resp. Sci. Dr. Marrale).

4. “Smart Health 2.0” (Italian Fund: PON R&C Asse II) ~ 74 K€.

5. Progetto strategico PO ENPI Italia-Tunisia “A.I.D.A.”; 706 K€ (Resp. Sci. Prof. Raso)

67. The Greeks in the West: the genetic legacy of Greek colonisation in South Italy and Sicily” finanziato dalla British Academy Research Development Award (UK) 2 K€ (Resp. Sci. Prof. Brai)

COLLABORAZIONI.

- Università di Tunisi EL Manar

- Istituto Pasteur di Tunisi

- Ospedale Charles Nicolle di Tunisi

- Ministero della Salute della Tunisia

- Polo Tecnologico Sidi Thabet di Tunisi

- Institute for Radiological Protection and Nuclear Safety (IRSN), Francia, Dr. François Trompier.

- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Germania, Prof. Marco Durante.

- Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Germania, Dr. Hans Rabus.

- Helmholtz Center Munich, Germania, Dr. Albrecht Wieser.

- National Physical Laboratory, Inghilterra, Dr. Peter Sharpe.

- Dept. of Zoology, University of Oxford (UK), Prof. Cristian Capelli

- Dept. of Human Genetics, Harvard Medical School, Cambridge, MA, USA, Prof. David Reich

ITALY: Dip. Tecnologie e Salute, Istituto Superiore di Sanità, Dr. P. Fattibene; Dip. Scienze Chimiche, Università di Padova, Prof. M.

Brustolon; Dip. Chimica, Università di Pavia, Prof. A. Buttafava; Dip. Ingegneria Meccanica, Nucleare e della Produzione, Università di

Pisa, Prof. F. D’Errico; Dip. Biopatologia e Diagnostica per Immagini, Università “Tor Vergata”, Prof. M. Guerrisi e Dott. N. Toschi;

CNR-IBF, Dr. G. Russo; INFN, Laboratori Nazionali del Sud, Dr. G. Cuttone e G.A.P. Cirrone

OBIETTIVI

Nei prossimi anni il Gruppo di Fisica Applicata alla Medicina, all’Ambiente e alla Diagnostica dei Beni Culturali sarà impegnato in nuove attività scientifiche in diversi settori della fisica applicata a beni culturali, ambiente e salute, food quality, rilevatori di radiazioni. Si prevede che nel triennio 2014-2016 tali nuove attività produrranno un aumento dei fondi disponibili per il gruppo attraverso la partecipazione a progetti su bandi regionali, nazionali (PRIN, FIRB, etc) ed europei (Horizon 2020) e un incremento delle attività di trasferimento tecnologico ai settori di applicazione (prodotti innovativi per il consolidamento e la protezione di superfici di interesse in campo archeologico e storico artistico, ottimizzazione di protocolli metodologici per l’analisi e la caratterizzazione dei beni culturali in situ e in laboratorio, sviluppo di nuove metodologie e di software di diagnostica per immagini MRI sia strutturale che funzionale, sviluppo di dosimetria a stato solido per ESR e TL per la caratterizzazione di campi adronici). Il know how acquisito nel campo del medical imaging e dello sviluppo di sistemi di rivelazione della radiazione X permetteranno la partecipazione a progetti di ricerca in cui l’aspetto tecnologico si affianca al bisogno di soluzioni nel campo della Salute e della Sanità, trovando quindi perfetto riscontro con gli obiettivi di Horizon 2020. Saranno, inoltre, concretizzate le attività inerenti il progetto A.I.D.A. sulle nuove tematiche legate alla diagnosi di Malattie Autoimmuni. Infine, per l’area della genetica delle popolazioni e dell’archeogenetica, dall’analisi dei risultati preliminari si prevede uno sviluppo positivo delle attività di ricerca in corso. Quanto sopra riportato, fa quindi ragionevolmente sperare in incremento del numero e della qualità (con pubblicazioni su riviste ad a più elevato IF) dei prodotti della ricerca.

**Osservatorio dei Sistemi Complessi. Coordinatore Prof. Rosario Nunzio MANTEGNA (PO-SSD FIS/07).**

ATTIVITÀ DI RICERCA.

L’Osservatorio dei Sistemi Complessi (OCS) è un gruppo di ricerca focalizzato sullo studio di sistemi complessi di origine fisica, economica, sociale, biologica, e socio-tecnica. Le linee di ricerca perseguite riguardano: 1) l’analisi e la modellizzazione in termini di modelli ad agente del sistema del traffico aereo; 2) l’analisi e la modellizzazione del mercato del credito con particolare riferimento ai problemi di rischio sistemico associati alla natura di rete delle relazioni di credito; 3) L’analisi di sistemi complessi di natura fisica, economica, biologica e sociale con metodologie volte alla determinazione e validazione statistica di “similarity based networks”; 4) l’indagine econofisica della microstruttura dei mercati finanziari e del ruolo delle scelte di investimento di singoli investitori nel processo di “price discovery”. E’ prevista una estensione delle tematiche di ricerca verso temi di ricerca riguardano l’uso di concetti e metodologie delle reti complesse in: 1) sistemi socio-tecnici, economico-sociali e biologici; 2) criminalità organizzata e 3) mondo del lavoro con particolare riguardo al primo ingresso nel mondo del lavoro. Il gruppo di ricerca ha un notevole numero di collaborazioni internazionali che intende portare avanti e possibilmente estendere con partecipazioni a progetti internazionali, reciproche visite di ricercatori, organizzando e partecipando ad attività (congressi e scuole) di respiro internazionale. Nel triennio passato l’OCS ha partecipato ai progetti Europei Complex World, ELSA, CRISIS, a un progetto INET e a un programma di scambio di dottorandi con la Cina.

COLLABORAZIONI.

Edling (Lund University, Lund, SE)

F Liljeros (Stockholm University, Stockholm, SE)

A. Cook (Westminster University, London, UK)

G. Iori (City University, London, UK)

J. Kertesz (Budapest University of Technology and Economics and Central European University, Budapest, Hungary)

J. T. Lunardi (Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasile)

J. Piilo (University of Turku, Turku, Finland)

D. Rivas (Universidad de Sevilla, Sevilla, Spagna)

S. Wimberger (Università di Parma, Parma, Italia)

M. Zanin (Innaxis, Madrid, Spagna)

W.-X. Zhou (East China University of Science and Technology, Shanghai, China)

Il Gruppo di ricerca, per i prossimi anni, ha come obiettivo quello di mantenere una produttività media di numero di pubblicazioni per anno come nel triennio precedente. Pensiamo di proseguire la ricerca di finanziamenti nazionali ed internazionali promuovendo la preparazione e sottomissione di nuovi progetti di ricerca. Le tematiche previste dei nuovi progetti di ricerca riguardano l’uso di concetti e

metodologie delle reti complesse in sistemi socio-tecnici, economico-sociali, criminalità organizzata. Questo obiettivo sarà perseguito anche mediante la stipula di apposite convenzioni con enti ed organizzazioni interessate alle tematiche di ricerca sopra elencate. Il gruppo continuerà a portare avanti un intenso processo di internazionalizzazione continuando a svolgere ricerche in collaborazioni internazionali ed organizzando, partecipando ad attività (congressi e scuole) di respiro internazionale e favorendo le esperienze internazionali degli assegnisti e dei dottorandi del gruppo. Nel triennio passato la percentuale di pubblicazioni realizzate con partner stranieri è stata del 57%. Ci proponiamo di raggiungere la stessa percentuale o aumentarla nei prossimi anni.

**Chimica Computazionale. Coordinatore Prof. Dario DUCA (PO-SSD CHIM03).**

**ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il Gruppo di Chimica Computazionale (GCC) può idealmente essere ricondotto al precedente Gruppo di Chimica Teorica (GCT), istituito dal prof. Leonello Paoloni agli inizi degli anni '70 presso il Dip. di Chimica Fisica dell'Università di Palermo. Il prof. Gianfranco La Manna ha nel seguito contribuito al radicamento ed all'evoluzione del GCT e nei fatti, in accordo con chi scrive, alla fondazione del GCC, avendo anche avuto un ruolo fondamentale nel porre le basi per lo sviluppo delle attuali linee di ricerca del GCC.

Il GCC ha interessi di ampio spettro nella modellizzazione chimica. Questi vanno dalle applicazioni strutturali (energetiche e termodinamiche) a quelle conformazionali, spettroscopiche e cinetiche sia in ambito inorganico che organico e ibrido inorganico-organico. Il gruppo è, in particolare, impegnato nello studio stocastico e deterministico, a livello atomistico di materiali e sistemi catalitici, facendo uso di approcci di Meccanica Quantistica, Dinamica Molecolare e Monte Carlo. Queste tecniche singolarmente o collettivamente sono state utilizzate per riprodurre e predire risultati sperimentali (strutturali e cinetici) di catalisi e di assorbimento molecolare su superfici metalliche.

Il gruppo ha una produzione di una decina di lavori per anno. Questi trovano collocazione in riviste di chimica generale, chimica fisica, chimica industriale e catalisi di alto impact-factor. Per una ventina di riviste degli stessi settori svolge abitualmente attività di referee. I membri del gruppo con regolarità partecipano a congressi nazionali ed internazionali, presentando gli sviluppi della loro ricerca e con assiduità sono invitati i) alla stesura di capitoli di monografie riguardanti i settori di loro competenza e ii) a scuole nelle quali riportano a livello didattico le loro esperienze di ricerca. Hanno collaborazioni attive con istituzioni di ricerca europee, sia accademiche che industriali e hanno partecipato e partecipano alla gestione di importanti progetti europei nell'ambito del VI e VII FP della Comunità Europea.

**Interazione radiazione-materia e tecniche computazionali. Coordinatore Dott. Pietro Paolo CORSO (Ric-SSD FIS03).**

**ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il gruppo ha i seguenti obiettivi scientifici:

- Interazione di atomi, molecole e nanostrutture con radiazione elettromagnetica: studio dell'interazione di diversi sistemi fisici con laser intensi, sviluppo di tecniche spettroscopiche e tomografiche per l'analisi in tempo reale delle dinamiche elettroniche e nucleari, generazione di armoniche, generazione di impulsi agli attosecondi. Le applicazioni nanotecnologiche sono molto promettenti come supporto alla caratterizzazione di specifici manufatti e al controllo degli stessi come dispositivi in grado di emettere radiazione coerente
- Big Data Analytics: sviluppo di tecniche computazionali per l'analisi di Big Data in particolare nel campo Telco e eHealth. L'ambito è estremamente promettente, dal punto di vista scientifico e tecnologico, essendo strettamente connesso con l'Internet of Things e con la gestione e analisi di grosse moli dati, anche tramite l'ausilio di tecnologie HPC
- Cloud Computing: sviluppo di soluzioni innovative in grado di integrare Cloud Computing e HPC, sviluppo di sistemi di Cloud Federation e Cloud Orchestration. Il tema è estremamente attuale riguardando lo sviluppo di tecnologie in grado di federare gli attuali contesti di Cloud Computing, creando così un nuovo paradigma computazionale, trasversale e federativo di svariati contesti attualmente isolati. Particolare attenzione verrà rivolta allo sviluppo di soluzioni innovative relative alle tecnologie dei Linux Container e affini
- Didattica della fisica: messa a punto di semplici esperienze di laboratorio con lo scopo di insegnare agli allievi il metodo sperimentale quantitativo. Questo punto è caratterizzante il nostro approccio didattico poiché base del metodo sperimentale fisico è il processo di misura
- Geofisica: studio di modelli fisici applicati a vulcani o a zone ad essi prossime (Campi Flegrei, Stromboli); il tema è di grande interesse e rilevanza in quanto la messa a punto di modelli di fratturazione di vulcani o del conseguente degassamento può portare all'individuazione di segnali premonitori di eventi rilevanti (eruzioni, terremoti). Si progetta l'applicazione di moderne tecniche di analisi (wavelet, trasformate di Fourier a corto raggio) per lo studio dell'evoluzione temporale di segnali periodici o semi periodici nel tempo.

FINANZIAMENTI (Resp. Sci.: P. P. Corso).

- Progetto PON Smart Cities PON04a2\_C "Smart Health 2.0" (c.a. 2 ML€) per l'implementazione del Fascicolo Sanitario Elettronico di Seconda Generazione in Regione Sicilia basato su tecnologia Cloud e realizzazione di un DataWarehouse dedicato, integrato di moduli specifici per la Big Data Analytics
- Progetto PON Smart Cities SCN\_00447 "ADAPT" (c.a. 835 K€) per l'implementazione del Fascicolo Socio-Sanitario Elettronico di Seconda Generazione in Regione Veneto, dei moduli di sicurezza e di Analytics
- Progetto Telecom Italia "Cloud Federation" (c.a. 25 K€) per l'implementazione di una soluzione prototipale di Cloud Federation tra piattaforme Cloud eterogenee

**COLLABORAZIONI.**

Il gruppo, oltre che continuare con costanza le linee di ricerca già avviate, è attivamente coinvolto in diversi progetti scientifici che hanno, altresì, attirato l'attenzione di diverse e importanti società a livello nazionale e internazionale con le quali sono in corso collaborazioni formalizzate o in via di formalizzazione: i) Telecom Italia: finanziamento del progetto "Cloud Federation" sopra riportato; ii) Telecom Italia: firma di accordo di collaborazione scientifica per la Big Data Analytics di dati di traffico telefonico georeferenziati, da correlare con dati statistici provenienti da altre fonti; iii) Oracle: costituzione del Centro di Competenza Oracle-UniPA; iv) InfoCert e ICOS: stato avanzato di costituzione di uno SpinOff Universitario congiunto entro giugno 2015.

**OBIETTIVI.**

Il lavoro già intrapreso e l'analisi di alcuni dei risultati in nostro possesso ci portano a essere ottimisti circa la qualità della conseguente produzione scientifica. Si prevede di continuare a produrre lavori di elevata qualità scientifica nel panorama di ricerca internazionale mantenendo sia le già avviate collaborazioni scientifiche sia creandone di nuove, anche grazie alle attività già poste in essere o in fase di realizzazione quali: i) partecipazione alle call Horizon ICT-16-2015, ICT-20-2015, ICT-30-2015, PHC-27-2015; ii) partecipazione al bando corrente PNRM; iii) avvio di collaborazioni scientifiche con le società dbi, Exprivia, NetApp.

**Meccanica e Termodinamica quantistica. Coordinatore Prof. Antonino MESSINA (PO-SSD FIS/03).**

**ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il Gruppo MTQ è impegnato nella formulazione e risoluzione di problemi scientifici inquadrabili nelle seguenti tre linee di ricerca principali: a) Circuiti quantistici basati su dispositivi Josephson; b) Sistemi quantistici dipendenti dal tempo; c) Termodinamica quantistica. L'elemento che accomuna queste tre linee di ricerca è lo studio della dinamica generata da modelli Hamiltoniani microscopici, dipendenti o no dal tempo, descriventi l'accoppiamento tra gradi di libertà bosonici e/o fermionici in sistemi chiusi o aperti. La

motivazione cornice che invece abbraccia l'intera attività di ricerca nelle sue varie declinazioni si identifica con l'obiettivo di cercare, portare alla luce e interpretare effetti e comportamenti, anche collettivi, riconducibili al principio di sovrapposizione e alle proprietà dell'operatore di evoluzione temporale generato dall'Hamiltoniana con particolare attenzione alla individuazione di contributi di origine classica o più genuinamente quantistici distinguendone ruolo e peso relativo.

a) Un dispositivo Josephson a temperature da qualche mK a qualche K esibisce un comportamento quantistico e a temperature dell'ordine dei mK si riduce a un sistema a due o pochi livelli. Ciò consente di parlare di Josephson qubit o di atomo artificiale a pochi livelli e quando i dispositivi vengono integrati a formare circuiti dove possono anche subire l'azione di campi elettromagnetici lo studio della dinamica dei qubit a stato solido richiede l'uso di appropriate "master equations". Tali offrono l'occasione di studiare l'interazione tra atomo (artificiale) e radiazione con gli stessi modelli usati nella elettrodinamica quantistica in cavità ma in regimi di accoppiamento non realizzabili con Atomi di Rydberg in cavità. Ciò ha portato all'affermarsi dell'espressione "Circuit Quantum Electrodynamics" per individuare quello che oggi un vero e proprio autonomo settore di ricerca.

b) Il fiorente interesse verso le micro e nanotecnologie richiede un sempre crescente grado di controllabilità dei sistemi quantistici, anche superando problemi intrinseci come per esempio il rumore quantistico. La linea di ricerca b) si muove in questo ambito, soprattutto per quanta riguarda la fase della ricerca di nuovi effetti fisici sfruttabili anche a fini applicativi. Gli strumenti e le idee alla base della trattazione di questi problemi provengono dalla teoria dei sistemi quantistici aperti e dipendenti dal tempo. Quest'ultimo aspetto rende tali investigazioni di particolare interesse anche sotto l'aspetto metodologico perché spesso la proposta di un'equazione evolutiva per la matrice densità ridotta richiede la messa a punto di un percorso fisico-matematico che non può che arricchire il quadro messo a disposizione dalla teoria generale.

c) La termodinamica quantistica nasce dall'esigenza di superare le ambiguità insite nella Meccanica Statistica alla Gibbs e nelle incertezze irrisolte riguardanti la natura dell'Entropia e l'origine dell'irreversibilità. Il carattere continuo di alcuni variabili dinamiche che descrivono il sistema nello spazio delle fasi contrasta coi principi della Meccanica Quantistica. Inoltre, ancorché la Meccanica Statistica è in grado di fornire valutazioni quantitative circa l'entropia del sistema, in realtà essa aggiunge poco alla comprensione dell'origine microscopica dell'entropia stessa. Il problema generale affrontato dalla Termodinamica Quantistica in cui si inserisce la linea di ricerca c) è dunque definire un percorso interamente basato sull'equazione di Liouville quantistica e sui postulati della Meccanica Quantistica lungo il quale vedere affiorare le nozioni e i principi su cui è fondata la termodinamica come teoria fenomenologica.

#### COLLABORAZIONI.

Università di Sofia: Prof. Nikolay Vitanov;

Università di Torun: Prof. Dariusz Chruscinski;

Università West di Timisoara: Prof. Georghe Draganescu;

Università politecnica di Timisoara: Prof. Anastasia Jivulescu;

Università Complutense di Madrid: Prof. Luis Sanchez Soto;

Università Lebedev di Mosca: Proff Volodia e Margarita Manko;

Moscow Institute of Physics and Technology: Prof Yuri Belousov;

Università di Friburgo, Germania: Prof Heinz-Peter Breuer;

Waseda University of Tokyo: Proff. Hiromichi Nakazato e Kazuya Yuasa;

Università di Aachen: Prof. Janine Splettsoesser;

Università di Durban, Sudafrica: Prof. Francesco Petruccione.

Accademia delle Scienze Ucraina, Kiev: Prof. Anatoly Nikitin, prof Julia Bernatska.

ITALY: Roma Tor Vergata: Prof Matteo Cirillo; Roma La Sapienza: Prof Concita Sibilìa; Università di Bari: Proff Saverio Pascazio e

Paolo Facchi; Università di Napoli, Federico II: Prof. Giuseppe Marmo, Dott. Paolo Aniel

#### OBIETTIVI.

In prospettiva, il gruppo si propone, nei prossimi anni, di mantenere lo standard di produttività scientifica e di curare maggiormente la ricerca di finanziamenti esterni all'Ateneo anche attraverso il consolidamento delle collaborazioni internazionali.

#### **Fisica Teorica Interdisciplinare. Coordinatore Prof. Bernardo SPAGNOLO (PA-SSD FIS/02).**

##### ATTIVITÀ DI RICERCA.

1. Meccanica statistica di non equilibrio e fisica dei sistemi complessi in contesti interdisciplinari. Metastabilità e fenomeni di rilassamento non lineare per sistemi fuori dall'equilibrio in presenza di sorgenti di rumore Gaussiano e non Gaussiano. Modellizzazione di Langevin. Diffusione anomala e voli di Lévy. Motori Browniani.

2. Fenomeni indotti dal rumore e dinamica di rilassamento in sistemi quantistici aperti e in giunzioni Josephson. Metastabilità Quantistica. Dinamica di solitoni in presenza di rumore. Fenomeni di "trapping" e di "noise enhanced stability" in nanodispositivi quantistici.

Tecnologie quantistiche e sue applicazioni alla Fisica della Materia Condensata e Informazione Quantistica. Trasporto di elettroni in semiconduttori. Spintronica in semiconduttori e in grafene in presenza di sorgenti di rumore esterno. Modelli stocastici dinamici per "upconversion" cooperativa con terre rare.

3. Modelli stocastici dinamici di Sistemi Complessi di natura fisica, biologica e finanziaria. "Lifetime" di stati metastabili e fenomeni indotti dal rumore in Sistemi Complessi: Aumento di Stabilità per effetto del Rumore, Risonanza Stocastica, Attivazione Risonante.

Ecosistemi ed effetti indotti dal rumore in sistemi biologici e in dinamica di popolazioni. Modelli stocastici di ecosistemi, dinamica batterica, crescita cancerogena, dinamica neuronale e mercati finanziari. "Escape and hitting times" in modelli di mercati finanziari. Traslocazione di polimeri di barriere entropiche e processi di "polymer drug delivery".

#### COLLABORAZIONI.

a) Lomonosov State University of Moscow, Russia

b) Lobachevsky State University of Nizhni Novgorod, Russia

c) Institute for Physics of Microstructure, Russian Academy of Sciences, N. Novgorod, Russia

d) Physics Dept., Humboldt University, Berlin, Germany

e) Institute for Theoretical Physics, University of Regensburg, Regensburg, Germany

f) Institute of PhysicsPhysikalisches Institut, Karlsruhe Institute für Technologie (KIT), Karlsruhe, Germany

g) Marian Smoluchowski Institute of Physics, Jagellonian University, Mark Kac Complex Systems Research Center, Krakow, Poland

h) Universität Osnabrück, Germany

i) University of Basque Country di Bilbao, Spagna.

#### OBIETTIVI.

Gli obiettivi che il Gruppo di Fisica Teorica Interdisciplinare intende perseguire nei prossimi anni possono così sintetizzarsi:  
- Consolidamento delle linee di ricerca di Meccanica Statistica di Non Equilibrio in sistemi fisici classici e quantistici e in contesti interdisciplinari di natura biologica, medica e socio-finanziaria. Aumento del numero complessivo delle pubblicazioni prodotte dal gruppo

di ricerca con particolare attenzione alle riviste con più alto "Impact Factor" (IF).

- Presentazione di progetti a livello nazionale (PRIN, FIRB), europeo (Horizon 2020) e internazionale negli ambiti di competenza del gruppo. In particolare si prevede di presentare progetti negli ambiti della fisica, delle biotecnologie e della medicina.
- Consolidamento della Internazionalizzazione attraverso le cooperazioni internazionali già attive
- Attivazione di nuove collaborazioni internazionali, anche in relazione alle nuove linee di ricerca che il gruppo intende promuovere. In particolare, si intende attivare una nuova linea di ricerca riguardante gli aspetti teorici della superconduttività ad alta temperatura e i fermioni di Majorana. In tale contesto si intende formare, promuovere e valorizzare il personale strutturato e non strutturato del gruppo, favorendo al tempo stesso l'attrazione di "giovani talenti" e la creazione di un contesto favorevole alla crescita e al germogliare del capitale umano. Riteniamo tutto ciò un fattore strategico essenziale al fine di garantire stabilità e incremento qualitativo e quantitativo della produzione scientifica del gruppo.

#### **Ottica ed Elettrodinamica Quantistica. Coordinatore Prof. Roberto PASSANTE (PA-SSD FIS/03).**

##### **ATTIVITÀ DI RICERCA.**

L'attività di ricerca del gruppo di Ottica ed Elettrodinamica Quantistica è a carattere teorico e si colloca nell'ambito dell'elettrodinamica quantistica e dell'ottica quantistica, con rilevanza anche per la fisica della materia condensata e la teoria quantistica dei campi. Obiettivo principale dell'attività di ricerca del gruppo è lo studio e la comprensione di vari fenomeni connessi alle proprietà quantistiche del campo elettromagnetico e alla sua interazione con la materia.

Le principali attività di ricerca riguardano:

- elettrodinamica quantistica in cavità;
- processi radiativi in ambienti strutturati, quali ad esempio cristalli fotonici statici e dinamici;
- studio delle proprietà del vuoto quantistico;
- forze di Casimir e di Casimir-Polder in situazioni sia statiche che dinamiche (effetto Casimir dinamico, forze di Casimir-Polder dinamiche e fuori equilibrio), effetto Unruh;
- optomeccanica quantistica;
- dinamica delle correlazioni in sistemi quantistici aperti;
- decoerenza in elettrodinamica quantistica, e possibili implementazioni nell'ambito dell'informazione quantistica;
- self-dressing e non località in teoria quantistica dei campi;
- nanostrutture a semiconduttore.

L'attività di ricerca ha principalmente carattere fondamentale, ma le tematiche di ricerca del gruppo hanno anche notevole interesse in ambito sperimentale e applicativo nell'ambito delle nanotecnologie, e l'attività del gruppo si avvale, fra l'altro, anche di collaborazioni con gruppi di ricerca sperimentali nell'ambito dell'ottica, dell'elettrodinamica quantistica e della micro- e nano-elettronica.

##### **FINANZIAMENTI**

Nel periodo 2011-13 il gruppo ha partecipato o coordinato i seguenti progetti di ricerca:

- Julian Schwinger Foundation (USA) "Dynamical Casimir and Casimir-Polder Effect with Rydberg Atoms (US\$ 50.000) Resp.Sci. , Prof. Roberto Passante
- ESF-RNP, 7th Framework Program EU "Casimir Network, New Trends and Applications of the Casimir Effect" Resp. Sci. Locale Prof. Roberto Passante
- Contratto di ricerca con la ST Microelectronics "Lo studio e l'analisi delle problematiche di stiction che si verificano nei dispositivi MEMS della ST, 1" (c.a. Euro 25 mila) Resp. Prof. Roberto Passante.

Il gruppo ha inoltre collaborato nel 2013 al progetto PON02\_00355\_2964193 HIPPOCRATES

##### **COLLABORAZIONI.**

- Center for Complex Quantum Systems, The University of Texas at Austin, Austin, Texas, USA (Prof. Tomio Petrosky)
- Dept. of Physical Science, Osaka Prefecture University, Osaka, Japan (Prof. Satoshi Tanaka)
- Laboratoire Charles Coulomb, Université Montpellier 2, CNRS, Montpellier, France (Prof. Mauro Antezza)
- Institut für Physik, Universität Potsdam, Potsdam, Germany (Prof. Carsten Henkel)
- SUPA, Dept. of Physics, Heriot-Watt University, Edinburgh EH14 4AS, United Kingdom (Prof. Erika Andersson).
- Dept. of Physics and Astronomy, University of Turku, Turun yliopisto, FIN-20014Turku, Finland; School of Engineering & Physical Sciences, Heriot-Watt University, Edinburgh EH14 4AS, United Kingdom (Prof. Sabrina Maniscalco).
- School of Mathematical Sciences, University of Nottingham, University Park, Nottingham NG7 2RD, UK (Prof. G. Adesso)
- Key Laboratory of Quantum Information, University of Science and Technology of China, CAS, Hefei, 230026, People's Republic of China (Dr. Jin-Shi Xu, Prof. Guang-Can Guo)
- IFISC (UIB-CSIC), Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos, UIB Campus, E-07122 Palma de Mallorca, Spain (Dr. Roberta Zambrini)
- Dept. of Physics and Astronomy, Faculty of Science, Macquarie University, NSW 2109 Sydney, Australia (Dr. James D. Cresser)
- Aix-Marseille Université · Centre de Physique Théorique –Luminy, Marsiglia - Francia (Prof. Marco Pettini)

ITALY: ST Microelectronics, Catania (Dr. Alfio Russo); Laboratori Nazionali di Legnaro, INFN - Padova (Prof. Giovanni Carugno); Dip. di Fisica e Astronomia, Università di Padova (Dott. Caterina Braggio)

##### **OBIETTIVI.**

Per i prossimi anni, il gruppo si pone come obiettivo di incrementare la quantità e qualità della produzione scientifica, in particolare il numero di pubblicazioni su riviste ad alto fattore di impatto. Si pone anche l'obiettivo di consolidare e incrementare le collaborazioni scientifiche internazionali in cui è coinvolto. Il gruppo prevede inoltre di avere un maggiore impegno per l'acquisizione di fondi, presentando nei prossimi anni progetti di ricerca nazionali ed internazionali (ad esempio, ERC e progetti EU Horizon 2020).

#### **Tecnologie e Processi Quantistici. Coordinatore Prof. Gioacchino Massimo PALMA (PA-SSD FIS/03).**

##### **ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il gruppo di ricerca di Tecnologie e Processi quantistici è uno dei primi gruppi di ricerca teorica italiani ad occuparsi di fenomeni quantistici fondamentali alla luce delle loro applicazioni in teoria quantistica dell'informazione, della computazione quantistica e più in generale delle tecnologie quantistiche. Nello specifico il nostro gruppo si è occupato di: dinamica di sistemi quantistici aperti, trasmissione ed elaborazione di informazione quantistica in sia in termini generali che nel caso di specifiche implementazioni in sistemi di atomi freddi e condensati di Bose Einstein, array di cavità ottiche accoppiate, guide d'onda continue, e più in generale, sistemi di ottica quantistica.

##### **COLLABORAZIONI.**

La ricerca è condotta in stretta collaborazione con il NEST, Istituto di Nanoscienze -CNR e nell'ambito di diversi network di ricerca nazionali ed internazionali (PRIN 2010/11 "Fenomeni quantistici collettivi: dai sistemi fortemente correlati ai simulatori quantistici"; "TherMiQ Thermodynamics of Mesoscopic Quantum Systems" STREP ICT FET Call - FP7) quali membri del nodo CNR – NEST.

**Didattica e Storia della Fisica e della Chimica. Coordinatore Prof. Claudio FAZIO (PA-SSD FIS/08).****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

I componenti svolgono attività di ricerca su tematiche di interesse storico e didattico nel campo delle discipline scientifiche, quali:

- studio, sviluppo e sperimentazione di metodologie didattiche basate sull'Indagine Scientifica (Inquiry Based Science Education);
- studio, sviluppo e sperimentazione di modalità di utilizzo della strumentazione di laboratorio e di sistemi di simulazione e ambienti di apprendimento focalizzati alla costruzione di modelli fisici della realtà fenomenologica nella didattica della fisica nei corsi universitari, nelle scuole secondarie e nella formazione in pre-servizio e in servizio dei docenti di scuola;
- analisi dell'influenza delle rappresentazioni mentali e delle risorse cognitive dei discenti sui processi di apprendimento delle discipline scientifiche;
- studio delle modalità tramite le quali una adeguata conoscenza della disciplina può essere trasformata in "Pedagogical Content Knowledge" (PCK) nella formazione in pre-servizio dei docenti di scuola secondaria di I e II grado e dei docenti di scuola primaria.
- sviluppo e uso di strumenti di analisi quantitativa e qualitativa, con particolare riferimento alle tecniche di "clustering", per lo studio della ricaduta di interventi didattici.
- sviluppo di tematiche di fisica moderna per la didattica a livello universitario e post-universitario.
- indagine sullo sviluppo della ricerca chimica a Palermo dal 1860 fino ai primi anni del '900, con particolare riferimento alle attività di Cannizzaro, Paternò, Peratoner e Oddo.

**COLLABORAZIONI.**

- Centre for the Advancement of Mathematics and Science Teaching and Learning, Dublin City University, Ireland
- Division of Didactics of Physics, Pavol Jozef Šafárik University, Slovak Republic
- Physics Education Research Group, Univerzita Karlova V Praza, Czeck Republic
- Centre for Microcomputer Applications, Amsterdam, The Netherlands.
- Chemical Education Research Group, Jagiellonian University in Kracow, Poland

Collaborano inoltre: Giovanni Tarantino, Antonia Giangalanti, Antonino Pinizzotto, Lucia Lupo, Laura Gambino (docenti di Scuola Secondaria di II Grado); Daniela Bellomonte (docente di Scuola Secondaria di I Grado) e Giuliana Croce (docente di Scuola Primaria).

**OBIETTIVI.**

Il gruppo ha come obiettivi lo sviluppo delle seguenti linee guida:

- messa a punto di strumenti ed attività per l'analisi degli schemi di ragionamento e conoscenze degli insegnanti in relazione ai processi operativi specifici di un approccio Inquiry Based (IB) all'insegnamento e all'apprendimento delle Scienze Sperimentali ed Empiriche e della Matematica;
- implementazione di schemi di Intervento Formativo (IF) focalizzati sui processi operativi specifici di un approccio IB e relativa sperimentazione pilota;
- analisi dei nodi concettuali relativi all'apprendimento di metodi e contenuti delle discipline scientifiche e matematiche;
- messa a punto e sperimentazione di nuovi strumenti per l'analisi quantitativa e qualitativa dei comportamenti in campo sociometrico;
- presentazione di progetti su tematiche Horizon 2020 e attivazione di collaborazioni con altri gruppi di ricerca internazionali ben riconosciuti nel settore della Didattica e Storia della Fisica e della Chimica;
- pubblicazione su riviste ad alto IF per i S.S.D. di interesse.

**Gruppo Interdipartimentale di Ricerca in Storia e Didattica delle Scienze Sperimentali, Empiriche e Matematiche. Coordinatore Prof. Claudio FAZIO (PA-SSD FIS/08).****ATTIVITÀ DI RICERCA.**

Il Gruppo riunisce le professionalità e competenze dei Gruppi di Ricerca in Storia e Didattica della Chimica, della Fisica, della Matematica e delle Scienze della Vita e Naturali, provenienti da quattro Dipartimenti dell'Ateneo: Fisica e Chimica (DIFC), Matematica e Informatica, Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche (STEBICEF) e Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM). Alcuni componenti del gruppo sono attivi da decenni in Gruppi Dipartimentali di Ricerca (il Gruppo di Ricerca sull'Insegnamento/Apprendimento della Fisica (GRIAF) e il Gruppo di Ricerca sull'Insegnamento/Apprendimento delle Matematiche (GRIM).

Le attività scientifiche dei componenti del Gruppo sono state sviluppate negli anni anche tramite:

- la partecipazione, nel 2011/13 a Progetti di Ricerca Internazionali (FP7-ESTABLISH (Fazio) e IRRESISTIBLE (Floriano)) e Nazionali,
  - la collaborazione al Seminario di Storia della Scienza della ex Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali,
  - l'attivazione e la gestione del Dottorato di Ricerca in Storia e Didattica delle Matematiche, della Fisica e della Chimica,
  - la gestione delle attività del Piano Nazionale Lauree Scientifiche per la Fisica, la Matematica e la Chimica,
  - la gestione scientifica delle attività dei cicli della Scuola Interuniversitaria Siciliana di Specializzazione all'Insegnamento Secondario (SISSIS), dei Tirocini Formativi Attivi (TFA) e del Percorso Abilitante Speciale (PAS) organizzati negli scorsi anni accademici presso UniPa e dell'e-learning.
  - l'organizzazione della Scuola Permanente di Aggiornamento per gli Insegnanti di Scienze Sperimentali ([www.unipa.it/flor/spais.htm](http://www.unipa.it/flor/spais.htm))
- Alcuni componenti tengono da anni corsi e laboratori di didattica della Matematica e delle Scienze, corso di Scienze della Formazione Primaria d'Ateneo. Le attività di ricerca e divulgazione sono da anni pubblicate su riviste nazionali e internazionali e anche su una rivista interna all'Ateneo, Quaderni di Ricerca in Didattica (ISSN: 1592-4424), curata dai Proff. Claudio Fazio e Benedetto di Paola.
- Collaborano inoltre: Giovanni Tarantino, Antonia Giangalanti, Antonino Pinizzotto, Lucia Lupo, Natalia Visalli, Carmela Zappulla, Anna Caronia, Tiziana De Silvestre, Laura Gambino (docenti Scuola Secondaria di II Grado); Daniela Bellomonte (docente di Scuola Secondaria di I Grado) e Giuliana Croce (docente di Scuola Primaria).

**OBIETTIVI.**

- Messa a punto di strumenti ed attività per l'analisi degli schemi di ragionamento e conoscenze degli insegnanti in relazione ai processi operativi specifici di un approccio Inquiry Based (IB) all'insegnamento e all'apprendimento delle Scienze Sperimentali ed Empiriche e della Matematica.
- Implementazione di schemi di Intervento Formativo (IF) focalizzati sui processi operativi specifici di un approccio IB e relativa sperimentazione pilota;
- Analisi dei nodi concettuali relativi all'apprendimento di metodi e contenuti delle discipline scientifiche e matematiche
- Messa a punto e sperimentazione di nuovi strumenti per l'analisi quantitativa e qualitativa dei comportamenti in campo sociometrico.
- Messa a punto di strumenti e percorsi per migliorare ed estendere: Didattica della Biologia; Storia e didattica del pensiero naturalista e dell'Evoluzionismo; Epistemologia genetica (*sensu* Piaget); Didattica e Storia delle Scienze della Terra; Storia della Geometria e dei suoi fondamenti; Storia della matematica risorgimentale; *Linguistico-Matematica*: la matematica come linguaggio e multiculturalismo;

*Matematica e realtà*: collegamenti interdisciplinari con le scienze sperimentali; Storia dell'evoluzione del pensiero chimico; La storia della Chimica e dei chimici a Palermo, dalla metà dell'ottocento ai primi del novecento; Ruolo della didattica della biologia nel processo di formazione nell'età evolutiva; Studi e riflessioni riguardanti la percezione e l'immagine della Chimica da parte della società; Progettazione e realizzazione di percorsi didattici che colleghino l'innovazione in campo Chimico e i suoi concetti di base; Realizzazione di percorsi didattici basati sull'indagine in campo chimico; Didattica e Storia delle Scienze della Terra