

Curriculum vitae di P. Saracco (pubblicabile)

Nato a il 13 ottobre 1957.

Laureato in Fisica presso l' Università di Genova il 16 dicembre 1981 con una tesi di fisica nucleare teorica dal titolo "Fenomeni critici e precritici connessi alla condensazione di pioni", relatori prof. G. Dillon e dott. R. Cenni, correlatore prof. C.M. Becchi.

Nell' anno accademico 1982/83 iscritto al primo anno della Scuola di perfezionamento in Fisica dell' Università di Genova.

Vincitore di borsa di studio di dottorato di ricerca (primo ciclo) nel luglio 1983. Durante gli anni 1984 - 1986 frequenta la Scuola di Dottorato di Ricerca in Fisica presso il Dipartimento di Fisica dell' Università di Genova, seguendo corsi specialistici in Fisica dello Stato solido, Fisica delle Particelle Elementari, Teoria dei Campi.

Negli anni 1984,1985 e 1987 frequenta la scuola estiva in fisica nucleare dell' università di Mainz, tenuti a Bosen (RFG), dove tiene alcuni seminari.

Consegue il Dottorato di Ricerca in Fisica nell' anno 1987 con una tesi di Fisica nucleare teorica dal titolo "Funzione di risposta per diffusione di elettroni su nuclei. Un approccio funzionale", relatori proff. G. Dillon e C. Ciofi degli Atti (Ist. Sup. di Sanità).

Durante l' anno scolastico 1986/87 insegna in qualità di professore di ruolo di Matematica presso l' Istituto Professionale di Stato per l' Industria e l' Artigianato "G. Gaslini" di Genova.

Nel marzo del 1987 risulta vincitore di una borsa di studio post-doctoral annuale dell' INFN per ricerche nel campo della Fisica Nucleare Teorica presso la sez. di Genova dell' INFN, goduta a partire dal settembre 1987.

Nell' aprile 1988 risulta vincitore di un posto di X qualifica funzionale con profilo di ricercatore di prima fascia presso la sezione di Genova dell' INFN. Viene assunto in tale ruolo a partire dal giugno 1988,

Dall' anno accademico 1988/89 e fino al 1997 sono stato membro della commissione di esame di Istituzioni di Fisica Teorica presso il Dipartimento di Fisica dell' Università di Genova e, a partire da anni successivi, di quelle di Teoria delle Forze Nucleari, Fisica Nucleare e Fisica Superiore.

A partire dal 1991 è rappresentante dei Ricercatori nel Consiglio di Sezione della Sezione di Genova dell'Istituto di Fisica Nucleare.

Negli anni accademici 1988/89 tiene un ciclo di lezioni nell'ambito del corso di Fisica delle particelle elementari del Corso di Laurea in Fisica con

la qualifica di professore a contratto.

Negli anni 1989 e 1990 ho trascorso due periodi di studio presso il JINR di Dubna (allora URSS).

Negli anni 1992-1994 ricopre l'incarico di Vicedirettore della "Scuola di ottica e optometria" convenzionata con la regione Liguria.

Nell'anno accademico 1993/94 tiene un ciclo di lezioni nell'ambito del corso di Fisica Nucleare del corso di Dottorato di ricerca in Fisica

Nell'anno 1994 è tra gli organizzatori della "Settimana della cultura scientifica e tecnologica" promossa dal MURST.

Negli anni accademici 1993/94 e 1994/95 tiene cicli di lezioni nell'ambito del corso di Fisica Superiore del Corso di Laurea in Fisica con la qualifica di professore a contratto.

Nel corso del 1994 ho studiato e realizzato la connessione in rete degli oltre 60 MacIntosh della Sezione di Genova, su incarico del Direttore di Sezione.

Negli anni 1995 e 1996 ho trascorso due periodi di studio presso il gruppo teorico dell'allora CEBAF (oggi TJNAF) in Virginia (USA), nell'ambito della collaborazione INFN-CEBAF.

A partire dal 1.3.1997 e fino al 30.11.2006 e' in distacco sindacale presso lo SNUR-CGIL prima e successivamente presso la FLC-CGIL. Durante tale periodo ricopre dal marzo 2001 al dicembre 2005 la carica di Segretario nazionale SNUR-CGIL con delega alle politiche scientifiche e della ricerca; dal marzo 2004 al 30.11.2006 ricopre la carica di segretario nazionale della FLC-CGIL con delega alle politiche scientifiche e della ricerca.

Negli anni 2005-2007 é consulente CNEL per le politiche della ricerca e partecipa alla stesura della Pronuncia CNEL "Ricerca, innovazione e trasferimento tecnologico", nell'ambito dello specifico gruppo di lavoro della II Commissione CNEL.

Nel corso degli anni 1997-2006 diviene qualificato e riconosciuto esperto nelle politiche scientifiche e di ricerca nazionali ed internazionali, svolgendo attività di consulenza a vario titolo nei confronti, oltre che del citato CNEL, del Parlamento e del MIUR. Tale attività ha visto lo svilupparsi di collaborazioni con il Centro Studi di Confindustria, con l'Istituto Meridionale di Storia e Scienze Sociali e con il Centro Interuniversitario di Ricerca sullo Stato Sociale dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza". A testimonianza di tale attività vi sono numerose pubblicazioni su riviste del settore (vedi la sezione "Altre pubblicazioni" da n. 1 a n. 20): si ricorda, in particolare, la pubblicazione "Le politiche per la ricerca e per l'innovazione: i nodi da sciogliere, al di là della retorica", pubblicata su invito sulla rivista inter-

nazionale con referee "Meridiana" (in allegato) che riassume compiutamente i risultati principali di tale attività

A partire dal 1.12.2006 rientra in attività presso la sezione di Genova dell'INFN dove oltre a riprendere le attività di ricerca in fisica nucleare teorica si occupa dello sviluppo di un programma di ricerca in campo energetico in collaborazione con Ansaldo Nucleare, oggetto di un progetto FIRB Italia-Cina; tale progetto ha superato con giudizio di "excellent" la fase di validazione tecnico-scientifica ed è stato sufficientemente accantonato a causa del dirottamento dei fondi ad altre iniziative.

Tale attività viene successivamente ricompresa nel progetto INFN-E dell'Ente di cui ha fatto parte fin dal suo inizio, svolgendo continuamente il ruolo di coordinamento delle attività di tipo teorico ad esso connesse sotto la denominazioni successive di Fisica del reattore e FisNe.

Nel 2008-2010 è consulente del Comune di Genova per le politiche scientifiche e di innovazione tecnologica, nell'ambito di un accordo con l'INFN.

Nel corso del 2010 è titolare del modulo "Reactor Theory" del Master in "Scienza e Tecnologie Nucleari" dell'Università di Genova, coorganizzato da INFN, finanziato dalla Regione Liguria. Tale attività ha visto anche la collaborazione di Ansaldo Nucleare spa.

Negli A.A. 2009-2010-2011-2012-2013 tiene cicli di lezioni nell'ambito del corso di Fisica dei neutroni e del reattore della Laurea Magistrale in Fisica

Da Marzo 2011 a Febbraio 2016 partecipa al progetto europeo FREYA (FP7) (*Project to extend the investigations on the subcritical configurations for validation of the methodology for on-line reactivity monitoring of ADS systems*)

Dal 2012 al 2015 è responsabile locale dell'IS MB31 (successivamente MANYBODY) di CSN IV.

Nell'A.A. 2013-2014 tiene un ciclo di lezioni di "Teoria del trasporto" nell'ambito del corso di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Università di Genova.

Nel 2013-14 coordina (insieme a M. Ripani) il progetto POR Regione Liguria "Metodologie e strumentazione per il monitoraggio on-line della reattività di apparati per la trasmutazione e smaltimento di scorie radioattive" sviluppato anche in collaborazione con Ansaldo Nucleare spa, per un finanziamento assegnato da Regione Liguria di Euro 52.000 (richiesta 52.000 Euro).

Dal Dicembre 2013 partecipa al progetto europeo CHANDA (FP7) *Solving CHallenges in Nuclear DATA for the safety of european nuclear facilities*

Nel 2014 tiene un corso su "Simulazione Monte Carlo" nell'ambito del

XXIX Ciclo di Dottorato in Fisica

Da Luglio 2014 é membro associato al personale CERN in qualità di "Cooperation Associate" per svolgere attività di ricerca nel campo della simulazione del trasporto di particelle nelle materia e di analisi dati (scadenza prevista attualmente 19 luglio 2019). Nel contesto di tale collaborazione ha passato diversi periodi presso il CERN, per un totale di qualche mese nel periodo 2014-2016.

Dal maggio 2015 é membro effettivo, su nomina del Presidente della Regione, del Comitato di Indirizzo in materia di Università, Ricerca ed Innovazione della Regione Liguria, istituito ai sensi dell'art. 7 della Legge Regionale 2/2007

Nel 2016 tiene due corsi, "Advanced Quantum Mechanics" e "Simulazione Monte Carlo" nell'ambito del XXXI Ciclo di Dottorato in Fisica

Dal 2016 coordina il progetto OCAPIE (*"Ottimizzazione di tecnologie di Calcolo Parallelo Intensivo applicate a problematiche in ambito Energetico"*), con un finanziamento assegnato da Compagnia di San Paolo di 180.000 Euro (a fronte di una richiesta di Euro 200.000). Tale progetto si basa sulla collaborazione della Sezione di Genova con il DiMeTec dell'Università di Genova, con il Politecnico di Torino, con il Politecnico di Milano, con Ansaldo Nucleare spa e con ASG Superconductors spa.

Attività scientifica

A partire dal 1980 inizio ad occuparmi di Fisica nucleare teorica, con specifica attenzione alle problematiche della cosiddetta "fisica nucleare non convenzionale" o "delle energie intermedie", a quegli aspetti cioè della fisica nucleare che pongono più o meno esplicitamente in evidenza i gradi di libertà non nucleonici, in particolare mesonici, e che conseguentemente non possono venire esplicitamente trattati in teoria da potenziale.

In particolare, agli inizi degli anni '80, era parso plausibile che il ruolo del pione nella fisica del nucleo potesse essere enfatizzato dalla possibile occorrenza di una transizione di fase della materia nucleare, dalla fase usuale di nucleoni interagenti mediante lo scambio di mesoni ad una fase nella quale, specificatamente a causa degli effetti di many-body indotti dal mezzo, i pioni sarebbero in grado di formare un condensato essendo la loro massa efficace ridotta a zero dall' attrazione indotta dal mezzo. Questo effetto era atteso a densità del mezzo nucleare non troppo elevate. Questo ci ha indotto (collaborazione con R. Cenni e G. Dillon) a cercare possibili andamenti anomali delle proprietà statiche del nucleo (in particolare l' energia di correlazione) connesse alla prossimità della transizione di fase. Concludemmo all'epoca che "pion condensation prevents pion condensation" ovvero che gli effetti di many-body, quando correttamente trattati, rendevano impossibile a densità del mezzo ragionevoli tale transizione di fase (pubbl. 1,2,3 e 4): questa osservazione ci portò, successivamente in collaborazione anche W. Alberico e A. Molinari dell'Univeristà di Torino e con altri gruppi (T.W. Donnelly - MIT, O. Benhar - INFN) a porci il problema di una riformulazione coerente del problema di many-body.

In effetti l' insieme dei problemi affrontati, essenzialmente nell' ambito delle approssimazioni note (Hartree-Fock, RPA), ci ha portato a concludere che, se da un lato sussistevano forti ambiguità nella definizione del modello dinamico essenzialmente connesse con la incerta determinazione della parte più a corto raggio dell' interazione NN, dall' altro grossi problemi derivavano dal metodo stesso (essenzialmente artigianale) con cui veniva trattato il problema a molti corpi.

Questo ci ha indotto (collaborazione con R. Cenni) a cercare di riformulare il problema di many-body su basi teoricamente più solide, da noi individuate nel formalismo funzionale, all' epoca ben noto per la trattazione dei problemi connessi alla rinormalizzazione delle teorie di campo e della meccanica statistica, ma ancora da sviluppare per la trattazione di un sistema a molti corpi.

Dopo una iniziale incursione riguardo al problema della descrizione di un sistema di bosoni a temperatura zero ed una rivisitazione del problema delle equazioni che governano l'interazione efficace nel mezzo (pubbl. 5, 6) mi sono dedicato alla costruzione ed allo studio delle proprietà e delle applicazioni di una teoria di many-body descritta da un opportuno funzionale generatore (pubbl. 7, 8, 11, 12, 13, 14, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28). Ci si è resi rapidamente conto del fatto che il formalismo funzionale consentiva di sviluppare e controllare differenti tipi di approssimazioni a seconda delle caratteristiche del sistema in esame: in particolare il formalismo stesso suggerisce in modo naturale l'uso di approssimazioni di tipo perturbativo (con eventuali risommazioni di classi intere di diagrammi di Feynman quando richiesto dalle caratteristiche dell'interazione: Hartree-Fock, ladder approximation, ecc.) quando si tratti un sistema a pochi corpi, mentre è fortemente consigliabile l'approssimazione di campo medio (semiclassica) per sistemi a molti corpi.

Il passo successivo è stato ovviamente quello di tentare il calcolo di qualche quantità fisicamente osservabile su queste basi. La scelta cade in modo naturale sulla funzione di risposta per diffusione di elettroni su nuclei medio-pesanti, in quanto è possibile separare teoricamente la parte del problema connessa all'interazione elettromagnetica (ben nota) dalla parte connessa alla dinamica nucleare. Si è quindi sviluppata la teoria necessaria per questo calcolo (in collaborazione anche con W. Alberico e A. Molinari dell'Università di Torino) e si sono successivamente studiate le condizioni (non banali) per la rinormalizzabilità della teoria efficace.

Il calcolo esplicito rimaneva comunque un complicato problema numerico (il tempo stimato di calcolo era dell'ordine di 200 giorni di CPU di un VAX-11/780) con un set di mesoni di interazione ristretto al solo pione, il che ci ha indotto a tentare (con successo) il calcolo analitico di un'intera classe di diagrammi di Feynman (quelli formati da un loop nucleonico con un arbitrario numero di particelle uscenti): questo calcolo ha conseguenze non banali anche dal punto di vista concettuale, in quanto consente di mettere in luce la struttura profonda della fisica a molti corpi come quello di una teoria di campo con un cut-off naturale, l'impulso di Fermi (pubbl. 9, 18).

I risultati di questo calcolo (pubbl. 22, 26, 28) - che alla fine implica quello di diverse migliaia di diagrammi di Feynmann quando anche altri mesoni e risonanze vengano inclusi nel modello - mostrano un buon accordo con i dati sperimentali: ciò da un lato è confortante sulla fondatezza dell'approccio scelto, conforto che non avrebbe essere determinato in assenza di un con-

fronto con i dati sperimentali, dall'altro apre numerosi problemi, in primo luogo quello dell'estensione del modello ad un regime perlomeno semirelativistico. Si tratta di un lavoro estremamente complesso che conclusi solo nel 2008 (dal 1997 al 2006 non svolsi attività di tipo scientifico a causa di impegni diversi, vedi CV) riuscendo ad estendere il range di impulsi/energie a cui la teoria risultava applicabile fino a circa 0.8 GeV (pubbl. 35), mantenendo un buon accordo con la teoria. Contemporaneamente l'attività di tipo sperimentale nello studi di effetti di many-body propri della fisica nucleare era andata scemando, rendendo ulteriori sviluppi di interesse puramente accademico, perlomeno rimanendo nel settore della fisica nucleare tradizionale.

Sempre nel periodo fino al 1997 ho svolto alcune attività parallele:

- in collaborazione con F. Napoli, E. Galleani d' Agliano e M. Sasseti dell' unità di Genova del CISM-GNSM abbiamo applicato le tecniche predette al coherent quantum tunnelling nei solidi (pubbl. 10).
- in collaborazione con R. Cenni (INFN) e F. Napoli, E. Galleani d' Agliano e M. Sasseti dell' unità di Genova del CISM-GNSM e dell'Università di Genova abbiamo unificato e formalizzato l'approccio funzionale alla fisica di many-body, alla fisica statistica ed alla fisica nucleare (pubbl 11)
- dal 1989 è iniziata una collaborazione con V. Burov (Dubna) e A. De Pace (INFN Torino) per studiare i fattori di forma nucleonici nell'ambito di un constituent quark model relativistico (pubbl. 19).
- a partire dal 1992 una collaborazione con M.M. Giannini e L. Kondratjuk (S. Pietroburgo) ed E. Di Salvo per studiare la dinamica dei sistemi a pochi corpi nell'infinite momentum frame. Si tratta di un argomento rilevante sia sotto l'aspetto teorico sia sotto quello puramente fenomenologico. Dal punto di vista teorico mi sono occupato della relazione tra Light Cone Dynamics e Teoria di campo, in particolare trovando la connessione esplicita tra le due nel caso di Zero Range Approximation, mediante un'analisi diretta del kernel dell'equazione di Bethe-Salpeter nell'IMF. Abbiamo quindi studiato l'applicazione di questo formalismo alla determinazione dei fattori di forma elettromagnetici del Deutone, con particolare attenzione alla possibilità di estrarre maggiori informazioni utilizzando targhette polarizzate. Inoltre abbiamo esteso a sistemi a tre corpi il formalismo e, come prima applicazione, abbiamo studiato le traiettorie di Regge previste per i mesoni

ed i barioni, dando un'indicazione sulla possibile non linearità delle traiettorie stesse (pubbl. 21, 23).

- progettazione della rete multimediale RITA, nell'ambito del progetto TERA, con particolare attenzione alle problematiche di trasmissione di immagini ad alta risoluzione ed alla necessità di una loro efficiente compressione: si tratta come è noto di un problema "mal posto" nel senso che non esiste una soluzione ottimale e generica, ma la miglior soluzione dipende in realtà dall'applicazione scelta.

A partire dal 2007 con il mio rientro all'attività scientifica a tempo pieno mi sono occupato di teoria del trasporto sia sotto il profilo formale, proprietà dello spettro dell'operatore di trasporto, in particolare stabilendo la possibilità di autovalori complessi (pubbl. 39), sia guardando a due specifiche applicazioni: lo studio dei sistemi sottocritici moltiplicativi e le applicazioni del metodo Monte Carlo.

Per sistemi sottocritici moltiplicativi si intende un sistema moltiplicatore di neutroni al di sotto della massa critica: a differenza di un reattore nucleare in cui la fission-chain si auto sostiene, in tali sistemi la presenza di una sorgente esterna di neutroni garantisce il mantenimento della reazione che altrimenti si scemerebbe nel tempo. Tali sistemi sono estremamente peculiari sia sotto il profilo tecnologico - da un lato sono considerati necessari alla chiusura del ciclo del combustibile nucleare permettendo ad esempio la deattivazione delle scorie, dall'altro necessitano di soluzioni tecniche differenti da quelle comunemente in uso nei reattori di potenza - sia sotto il profilo teorico: la totalità dei metodi di analisi e dei modelli di funzionamento sono stati sviluppati infatti per sistemi critici e non sono intrinsecamente applicabili a tali sistemi, come esplicitamente mostrato nella pubblicazione 30.

Mi sto in particolare occupando dell'identificazione e caratterizzazione di quantità fisicamente misurabili correlate alla capacità moltiplicativa del sistema k_{eff} : tale quantità caratterizza il sistema come critico - o reattore - quando sia $k_{\text{eff}} = 1$, sottocritico quando sia $k_{\text{eff}} < 1$. Per un sistema critico la misura di k_{eff} è sostanzialmente derivabile dalla misura di proprietà globali del sistema, possibilità che sembra essere preclusa per un sistema sottocritico.

Parallelamente, insieme con Ansaldo spa è stato sviluppato il progetto concettuale di un sistema sottocritico AdS (AdS = Accelerator driven System) in cui il sistema sottocritico è stabilizzato dai neutroni prodotti da protoni di 70 MeV incidenti su un bersaglio di Berillio: nella configurazione studiata il sistema produce ~ 400 keV di potenza (estendibili fino al MeV),

il che consente di studiare i complessi fenomeni di controreazione tra le proprietà nucleari, termiche e meccaniche del sistema, cosa non possibile con facility attualmente disponibili (Venus-Freya presso SCK in Belgio) che di fatto lavorano a potenza pressoché nulla.

La possibilità di innalzare la potenza di lavoro di tali sistemi, in particolare dal punto di vista autorizzativo, dipende dalla possibilità di determinazione sperimentale e, successivamente dal monitoraggio continuo, del parametro k_{eff} di tali sistemi: si tratta al momento di un open problem al quale sono dedicati specifici progetti nazionali e sovranazionali.

Tali attività rientrano sia nella attività di CSN IV (oggetto di una specifica presentazione nel 2011), sia nell'attività del progetto INFN-E e sono svolte in collaborazione con ricercatori afferenti alla CSN3, con Ansaldo Nucleare spa, con S. Dulla e P. Ravetto del Politecnico di Torino, con A. Cammi, S. Bortot e S. Lorenzi del Politecnico di Milano e con l'ENEA (pubbl. 30, 31, 39, 42, 47 + diverse presentazioni a conferenze). Un progetto POR-Regione Liguria (da me coordinato) è stato finanziato su questi temi. Tale attività è inclusa anche nei progetti UE "Freya" e "Chanda".

Per quanto riguarda le applicazioni del metodo Monte Carlo io e M.G. Pia, con numerose collaborazioni italiane ed estere (MPI Munich, MPI Garching, CNES Toulouse, Università di Porto Alegre e San Paolo) stiamo affrontando da alcuni anni il problema della validazione dei risultati di una simulazione Monte Carlo. Si tratta di una attività di rilevante interesse, poiché le analisi dei risultati sperimentali si basano pressoché sempre su simulazioni di tipo MC la cui validità o attendibilità dipende non solo dalla statistica ottenuta, ma anche, se non soprattutto, dalla accurata conoscenza dei dati fisici su cui le simulazioni stesse sono costruite e di come le incertezze su di essi influiscano sui risultati della simulazione: ciò richiede quindi una accurata analisi e validazione sia dei dati fisici da cui la simulazione dipende (parametri atomici e molecolari, sezioni d'urto, ecc.) sia delle modalità con cui essi sono implementati nei vari codici MC disponibili (pubbl. 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46 e numerose relazioni a conferenze internazionali).

D'altra parte risulta necessario determinare anche come le incertezze epistemiche o sperimentali da cui la simulazione dipende vengano propagate nel risultato finale, possibilmente in maniera indipendente dallo specifico apparato da simulare: si tratta di un problema di Uncertainty Quantification, uno dei settori più in rapida crescita nella ricerca scientifica e tecnologica: ho formalizzato un modello esatto di come ciò avvenga nel caso di una simulazione di tipo stocastico e come si possano distinguere gli effetti statistici da

quelli sistematici/sperimentali (pubbl. 43, 48 + comunicazioni a conferenze). In particolare ho determinato specifiche procedure di utilizzo per i comuni codici di simulazione che consentono di determinare l'affidabilità del risultato della simulazione in relazione al range di variabilità dei dati di input. Applicazioni a specifici casi sono in progress

Questa seconda filiera di attività é supportata, oltre che dalla mia attività nell'ambito dei programmi dal CSNIV, anche dalla Commissione nazionale Calcolo e Reti, progetto UQ.

Entrambe queste attività, anche alla luce dell'enorme aumento di dati sperimentali disponibili a seguito degli sviluppi di LHC e di altre macchine, richiedono notevoli potenze di calcolo, in particolare di tipo parallelo: la questione della parallelizzazione delle simulazioni Monte Carlo e di altri metodi di soluzione, in particolare, per quanto riguarda i miei campi di attività, la termo-fluido dinamica sta crescendo di interesse. E' stato sviluppato il progetto OCAPIE (*"Ottimizzazione di tecnologie di Calcolo Parallelo Intensivo applicate a problematiche in ambito Energetico"*) destinato all'implementazione di una farm di calcolo parallelo che consenta anche con tecnologie innovative (schede Intel Phi) di sviluppare calcoli paralleli su circa un migliaio di threads ed allo sviluppo di tecniche matematiche ed informatiche opportune. Tale progetto, di cui sono responsabile, é stato finanziato dalla Compagnia di San Paolo per un ammontare di 180.000 Euro nel 2016-2018 e prevede la collaborazione - oltre che di gruppi della Sezione di Genova dell'INFN - del DiMeTec dell'Università di Genova, dei Politecnici di Milano e di Torino, oltre che di Ansaldo Nucleare spa ed ASG spa.

Genova, 5 maggio 2016