

## UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di selezione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 18, commi 1 e 4, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/A2 Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali, (settore scientifico-disciplinare FIS/02 - Fisica Teorica Modelli e Metodi Matematici), presso Dipartimento di Fisica "Aldo Pontremoli", (avviso bando pubblicato sulla G.U. n. del ) - Codice concorso 4415

### CURRICULUM VITAE di Vito Antonelli

#### INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME E NOME	ANTONELLI VITO
DATA DI NASCITA	07/01/1967
RECAPITO E-MAIL	<a href="mailto:vito.antonelli@mi.infn.it">vito.antonelli@mi.infn.it</a>
Nonostante sia impegnato da diversi anni come docente di fisica di scuole secondarie superiori, continuo a collaborare come volontario all'attività didattica e di ricerca del Dipartimento di Fisica di Unimi e dell'I.N.F.N. (Sezione di Milano)	

#### ABILITAZIONI CONSEGUITE

- In data 08/01/2014 (tornata concorsuale 2012) ho conseguito **l'abilitazione** al ruolo di **professore universitario di seconda fascia** (associato) nel settore scientifico disciplinare 02/A2 Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali

#### ISTRUZIONE E FORMAZIONE

TITOLO	UNIVERSITÀ	ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO E TESI
<b>Laurea in Fisica</b> (vecchio ordinamento) <b><u>110/110 e Lode.</u></b>	Università degli Studi di Milano	<b>1992</b> Tesi su fenomenologia delle Particelle (fisica del LEP); Relatori.: Prof. A. Pullia e Prof. L. Trentadue (Parma)
<b>PH. D. IN FISICA</b>  Equipollente a Dottorato di Ricerca in Fisica	<b><u>S.I.S.S.A.</u></b> (Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati) Trieste <b>Settore Particelle elementari</b>	<b>21/10/1996</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Esami del Dottorato superati tutti col massimo dei voti</li><li>- Sospensione dottorato di 1 anno per il servizio militare</li><li>• Tesi di dottorato: "Aspects of Kaon Physics in Chiral Perturbation Theory and Chiral Quark Model"</li></ul> Relatori: Dr. S.Bertolini e Dr. M. Fabbrichesi (I.N.F.N. e S.I.S.S.A. Trieste).

## PREMI, RICONOSCIMENTI E BORSE DI STUDIO E RICERCA

PERIODO	DESCRIZIONE
Da 1/11/96 a 30/9/98	Vincitore di borsa <b>post-dottorato</b> all'Università di <b>Berna</b> (Institut fuer Theoretische Physic), col gruppo dei proff. J. Gasser e H. Leutwyler (fondatori di teoria delle perturbazioni chirali)
Da 01/10/98 a 04/06/2000	Vincitore di borsa <b>post-dottorato biennale</b> dell'Università degli Studi di <b>Milano</b> (Prof. responsabile G. Marchesini)
Da 01/11/01 a 31/10/05	Vincitore <b>assegno di ricerca di 4 anni (2 +2 di rinnovo)</b> presso Dipartimento Fisica Università Studi <b>Milano</b> (responsabile Prof. G. Prosperi)
Da Settembre a Novembre '01 e Da Novembre 2005 a 01 Settembre 2020	<b>Docente di fisica</b> a I.T.I.S. Magistri Cumacini di Como, in seguito a vincita nel 2000 di concorso abilitante per l'insegnamento di fisica nelle scuole secondarie superiori: primo nella graduatoria per la provincia di Como. Ho sempre continuato, nel tempo disponibile, a collaborare col Dipartimento di Fisica dell'Università di Milano (nell'attività sia didattica che di ricerca).
Anno scolastico 2011/2012	Un <b>progetto da me ideato e diretto</b> su "Occhialini e la camera a nebbia controllata" ha vinto il <b>primo premio</b> nel <b>concorso</b> su "Scienziati tecnici e inventori dell'ottocento e novecento" indetto dal Centro per la Qualità dell'Insegnamento e Apprendimento (CQIA) <b>dell'Università di Bergamo e aperto a tutte le scuole di Lombardia.</b>

## ATTIVITÀ DIDATTICA UNIVERSITARIA : PRIMA PARTE

ANNO ACCADEMICO	CORSO DI STUDIO/INSEGNAMENTO	STRUTTURA	ORE
1996/97	<b>Esercitatore corso "Quantentheorie I"</b> (Prof. P. Hasenfratz)	<b>Università di Berna</b>	<b>Circa 60-70</b>
Dal 2002/03 ad oggi	Ho <b>creato e gestisco</b> insieme al Dr. M. Airoidi (Mediobanca) il <b>modulo di "Calcolo stocastico ed econofisica"</b> del <b>corso di "Metodi computazionali della fisica"</b> (Titolari corso: Prof. R. Ferrari e poi Prof. A. Vicini). Nel modulo applichiamo metodi numerico-computazionali e modelli fisico-matematici a problemi di meccanica statistica e sistemi complessi economico-finanziari	<b>Dipartimento di Fisica della Università degli Studi di Milano</b>	<b>Circa 15 ore ogni anno</b>
Da 2015/16 ad oggi (5 anni)	Tengo <b>Cicli di lezioni</b> su "Oscillazioni dei neutrini e stato e prospettive future di Fisica dei neutrini" nel <b>Corso di "ASTRO-PARTICELLE"</b> della Laurea in Fisica dell'Università degli Studi di Milano. Partecipo anche agli esami del corso. Titolari corso: Prof. L. Miramonti e Dr. D. D'Angelo e Prof. G. Battistoni (il primo anno).	<b>Dipartimento di Fisica della Università degli Studi di Milano</b>	<b>Circa 8 ore ogni anno</b>

## ATTIVITÀ DIDATTICA UNIVERSITARIA: SECONDA PARTE

ANNO ACCADE- MICO	CORSO DI STUDIO/INSEGNAMENTO	STRUTTURA	ORE
2004/05	<b><u>Docente cotitolare</u> dei <u>Corsi</u> “Tecniche Statistiche per l’analisi dei dati” e “Elementi di Matematica Finanziaria e strumenti finanziari derivati” nel <u>Master in</u> “METODOLOGIE E MODELLI PER LA FINANZA QUANTITATIVA” DI UNIVERSITÀ STUDI DI MILANO.</b>	Dipartimento di Fisica <b>Università degli Studi di Milano</b>	<b>Circa 15-20 ore ogni corso</b>
2004/05	<b><u>Esercitatore “corso integrato di Fisica e Statistica”</u> (Titolari corso Prof. L. Conte e Prof.ssa A. Mira)</b>	Laurea in Scienze motorie <b>Università dell’Insubria</b>	<b>Circa 15-20 ore</b>
DAL 2000 IN POI	<p style="text-align: center;"><b><u>Supervisione Tesi di Laurea</u></b></p> <p><b>Correlatore di circa 10 Tesi di Laurea su:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fisica delle Particelle Elementari</b> (prevalentemente fisica del neutrino e implicazioni e sul Modello Standard e teorie Beyond the Standard Model) e</li> <li>• <b>Applicazioni di modelli fisico-matematici a problemi economici e finanziari.</b></li> </ul> <p>Votazioni tesi molto buone (spesso 110 o 110 e lode) e in molti casi ho anche contribuito a proporre l’argomento di tesi, talvolta anche con contatti esterni al Dipartimento.</p>	Dipartimento di <b><u>Fisica</u></b> <b><u>Università degli Studi di Milano</u></b>	

## ULTERIORE ATTIVITA’ LAVORATIVA E CONOSCENZE INFORMATICHE

ANNO	ATTIVITA’
DA GIUGNO 2000 AD AGOSTO 2001	<p>- <b>Responsabile informatico</b> (Collaboratore elaborazione dati) <b>presso Dipartimento di Fisica dell’Università di Milano.</b></p> <p>Mi sono occupato prevalentemente del cluster di circa 40 PC della Sezione Teorica e dell’attività del <b>Laboratorio di Calcolo e Multimedia</b>, nell’ambito del quale ho contribuito anche a <b>sviluppare e coordinare progetti innovativi</b> (come descritto nella sezione sull’attività di ricerca). Ho anche approfondito le conoscenze sulle tecniche di gestione di reti informatiche e clusters di PC, sui protocolli di comunicazione e le problematiche di sicurezza.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buona conoscenza di <b>linguaggi di programmazione e di elaborazione matematica numerica e simbolica</b> (Mathematica, Maple, etc.);</li> <li>- Conoscenza di <b>metodi Monte Carlo, reti neurali e altre tecniche di simulazione e analisi numerica.</b></li> </ul>

## CONOSCENZE LINGUISTICHE

<u>LINGUE</u>	<u>LIVELLO DI CONOSCENZA</u>
Inglese	molto buono
Francese	Scolastico
tedesco e spagnolo	alcune conoscenze di base

## ATTIVITA' DI DIVULGAZIONE SCIENTIFICA

- Ho svolto promozione e divulgazione scientifica per il pubblico e soprattutto gli studenti di scuole secondarie superiori e dei precedenti ordini scolastici, come descritto nel seguito del CV.
- Insieme a colleghi del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano, **ho pubblicato il volume di divulgazione scientifica:**

“ Il calore della Terra e del Sole (Dalle dispute tra Kelvin e Darwin ai neutrini) ”

L. Belloni, L. Miramonti, V. Antonelli, G. Parravicini

Casa Editrice Aracne - Il Nucleare (Collana diretta da E. Gadioli; Comitato Scientifico ed Editoriale: I. Licata, E. Sindoni, G. Battistoni, L. Sajo Bohus)

Ho anche presentato, insieme al Prof. G.Parravicini, il volume in una serata pubblica in occasione di “Milano BookCity” il 14/11/19 presso il Dip. di Fisica dell'Università di Milano (Aula consiglio)

## ATTIVITÀ DI FORMAZIONE E DI RICERCA

La mia attività di ricerca, ha riguardato sempre la **fisica teorica e la fenomenologia delle interazioni fondamentali tra particelle elementari.**

Mi sono occupato di diversi temi, **sia nella fisica delle alte energie** (Bhabha scattering, correzioni radiative, problemi di risommazione e QCD perturbativa), **che in quella delle energie medio basse** (teorie effettive e chirali, fisica dei mesoni e, soprattutto negli ultimi anni, fisica del neutrino).

Durante questi studi ho spesso collaborato anche con gruppi sperimentali, in particolare con quelli degli esperimenti Borexino e JUNO e faccio parte della Collaborazione JUNO Italia.

In parallelo mi sono occupato **anche di sistemi complessi, econofisica e matematica finanziaria**, con modelli fisico-matematici e tecniche numerico-computazionali e statistiche.

Più in dettaglio, i **principali temi** su cui ho lavorato **nella fisica subnucleare** sono:

1. **Processi d'urto** tra particelle **ad alta energia** (soprattutto nella tesi di Laurea e durante il primo post-doc a Milano), sia per le interazioni elettrodebole che per quelle forti;
2. **Analisi, con “teorie effettive”,** di processi ad **energie medio basse**, per studio delle **interazioni nucleari deboli e forti, della fisica adronica e degli stati legati** (durante il Dottorato e nel post-doc a Berna);
3. **Fisica dei neutrini: analisi di aspetti fenomenologici e delle loro implicazioni** sul Modello Standard e sulla costruzione di modelli al di là del Modello Standard.

**Su questi ultimi temi a Milano, ho dato un contributo significativo alla creazione di un gruppo di ricerca a livello internazionale.**

Nel seguito descrivo l'attività su questi 3 temi più in dettaglio, in ordine cronologico.

## 1. FISICA DELLE ALTE ENERGIE

- Nella tesi di laurea, con i Proff. A. Pullia (Milano) e L. Trentadue (Parma) ho studiato le **correzioni radiative a processi d'urto** come lo **scattering Bhabha**, ( $e^+e^- \Rightarrow e^+e^-$ ), il cui studio dettagliato era rilevante perché veniva usato come processo di riferimento per la determinazione della luminosità a LEP. Ho svolto questo studio sia con il calcolo diretto dei **grafici di Feynmann**, sia con l'utilizzo delle **funzioni di struttura**, ed **in particolare** di quelle **dipendenti dal momento trasverso**. Questa variante è adatta a descrivere la distribuzione angolare dei fotoni. Le funzioni di struttura dipendenti dal momento trasverso erano già utilizzate per processi di canale s noi abbiamo studiato in particolare anche le problematiche relative all'estensione anche a processi di canale t. Le **correzioni radiative** sono **molto importanti** in fisica delle particelle e, in particolare, degli acceleratori (ad esempio **per LEP e per LHC**) e il loro studio mi ha permesso di acquisire una vasta conoscenza della Teoria dei Campi (in particolare del Modello Standard) e degli aspetti teorici e fenomenologici connessi allo studio dei processi d'urto.

- Mi sono **rioccupato del Bhabha radiativo successivamente** (durante il post-doc a Berna), **collaborazione con il Prof. Kuraev**, esperto del settore. In 2 lavori su Nucl. Phys. B e JETP abbiamo studiato il **Bhabha scattering a grande angolo**, ampiamente utilizzato per la **calibrazione a colliders  $e^+e^-$**  di energie moderatamente elevate (come le  $\phi$ ,  $J/\psi$ , B e  $c/\tau$  factories). Abbiamo calcolato la sezione d'urto per il **Bhabha a grande angolo con emissione di un "fotone duro" quasi collineare** a uno dei fermioni, includendo le correzioni radiative per l'emissione di fotoni aggiuntivi virtuali e reali soffici e abbiamo anche derivato l'espressione per il caso dell'emissione di 2 fotoni "duri" nell'approssimazione dei logaritmi dominanti.

- Ho ripreso a lavorare su **processi d'urto ad alte energie e funzioni di struttura a Milano, nel post-doc con il gruppo dei Proff. Marchesini e Dokshitzer**. Ci siamo occupati di diversi aspetti di **QCD perturbativa e di interazioni adroniche ad alte energie**.

In particolare abbiamo ottenuto, per processi di **Deep Inelastic Scattering (DIS)**, **l'espressione risommata** per le distribuzioni differenziali e le sezioni d'urto integrate **rispetto alla variabile di "thrust"**, che descrive l'allineamento spaziale delle particelle prodotte nello scattering. L'analisi delle **distribuzioni rispetto ad "event shape variables"** come il **thrust** viene effettuata in molti esperimenti (ad esempio ad Hera), ma non era ancora disponibile nessun calcolo risommato (**all'ordine next to leading**) nel caso del DIS, dove l'analisi cinematica è particolarmente complicata. Noi abbiamo svolto per la prima volta questo calcolo **per due varianti diverse del thrust**: il thrust normalizzato rispetto a  $Q^2$  e quello normalizzato rispetto all'energia nell'emisfero corrente. Oltre a derivare l'espressione risommata (per distribuzioni differenziali e sezione d'urto integrata)

Il **calcolo da noi sviluppato è stato ripreso da molti studi successivi e i nostri risultati** (pubblicati in due lavori, tra cui un JHEP) sono comunemente **utilizzati dai gruppi sperimentali**, ad esempio per l'analisi dei dati di HERA.

**Le competenze acquisite in questi studi sulle alte energie sarebbero molto utili per l'analisi di temi di attualità, come lo studio della fisica di LHC.**

## 2. TEORIE CHIRALI

Alla SISSA e a Berna ho lavorato prevalentemente sulle **teorie chirali** e le loro **applicazioni soprattutto alla fisica adronica**.

- Alla **SISSA**, con i **Proff. Bertolini e Fabbrichesi**, ho applicato queste teorie ai **mesoni K** e alla **violazione della CP parità**.

In 3 lavori pubblicati su Nucl. Phys. B e nella mia tesi di Dottorato) abbiamo sviluppato un modello che spiegasse dati sperimentali (come la regola di selezione  $\Delta I=1/2$ , per i decadimenti dei K in pioni) e fornisse stime relative a processi che erano di interesse attuale, tra cui la determinazione del rapporto  $\epsilon^3/\epsilon$ , che era al centro di molti studi teorici e sperimentali.

Con teorie di campo effettive, abbiamo ricavato la lagrangiana chirale debole all'ordine  $O(p^2)$  per processi con  $\Delta S=1$  e  $\Delta S=2$  e ne abbiamo determinato per la prima volta tutti i coefficienti, mediante il confronto col Modello a Quark Chirale, che permette di descrivere le interazioni tra i quarks ed i mesoni. Nel nostro modello abbiamo riprodotto la regola di selezione  $\Delta I=1/2$  per valori ragionevoli dei parametri di input, per i quali si può ottenere una stima di  $\epsilon^3/\epsilon$  in buon accordo coi dati sperimentali. Abbiamo anche esteso questo formalismo a processi con variazione di stranezza  $\Delta S=2$ , come il mixing  $K^0-\bar{K}^0$ , e il confronto coi dati sperimentali ci ha fornito un importante test di consistenza del modello. In questi lavori ho contribuito in particolare al calcolo di tutti gli elementi di matrice utilizzati.

- A Berna, col Prof. Gasser, mi sono occupato principalmente dello sviluppo di un modello basato su teorie effettive non relativistiche per studiare le proprietà di stati legati, come il pionio (stato legato  $\pi^+\pi^-$ ) e altri atomi esotici adronici, che forniscono importanti informazioni sulle interazioni forti a basse energie.

L'esperimento DIRAC al CERN ha misurato la vita media del pionio e da questa misura è possibile ricavare il valore del condensato di quark, parametro fondamentale per la rottura spontanea della simmetria chirale. Utilizzando un modello di prova riprodotto le caratteristiche essenziali del sistema fisico in esame, abbiamo confermato la possibilità di estendere agli atomi adronici un approccio basato sull'uso di teorie effettive non relativistiche, studiando in dettaglio i problemi di fondamento legati alla loro applicazione. I nostri risultati, pubblicati su Annals of Physics, sono stati il punto di partenza per il calcolo dell'ampiezza di decadimento del pionio, svolto in seguito dal gruppo di Berna con questo formalismo.

- A Berna ho partecipato anche ad altri due progetti di ricerca, relativi allo studio di stati legati con diverse tecniche sia relativistiche che non relativistiche.

- Uno riguardava il calcolo, in collaborazione col Prof. Kuraev, di una classe di correzioni radiative del secondo ordine all'ampiezza di decadimento dell'ortopositronio, stato legato  $e^+e^-$  il cui studio richiede la conoscenza anche dell'equazione di Bethe-Salpeter ed analoghe tecniche relativistiche e non relativistiche. I risultati (pubblicati su European Physics Journal C e in un mio articolo di review) hanno contribuito a ridurre in parte il disaccordo tra teoria ed esperimento.

- L'altro progetto era un'analisi quanto-meccanica della formula di Deser e di formule analoghe per gli stati legati negli atomi esotici e, in generale, in sistemi, anche di interesse per la fisica nucleare, in cui si ha interazione tra forze nucleari ed elettromagnetiche. Nel modello che abbiamo costruito si introduce un potenziale atto a descrivere queste forze di diversa natura. Abbiamo risolto analiticamente un'equazione di Schroedinger radiale per un sistema a multicanali e derivato formule che permettono di studiare i livelli energetici e le ampiezze di decadimento per questi stati legati. La tecnica è applicabile anche ad altri sistemi la cui evoluzione sia regolata da varie forze di natura diversa. I risultati sono pubblicati su Physical Review A.

### 3. FISICA TEORICA E FENOMENOLOGICA DEI NEUTRINI

Negli ultimi anni mi sono occupato prevalentemente di fisica del neutrino, settore di interesse per le verifiche del Modello Standard e dei modelli oltre il Modello Standard e le implicazioni cosmologiche ed astrofisiche.

Ho contribuito a creare a Milano un gruppo di ricerca in questo campo, proponendo e analizzando temi di attualità (come, ad esempio, l'analisi degli esperimenti SNO e KamLAND, delle prospettive per Borexino e per gli esperimenti long baseline con fasci di neutrini artificiali), contribuendo a formare diversi studenti, sviluppando collaborazioni scientifiche internazionali ed interagendo fortemente con vari gruppi sperimentali e in particolare coi membri, soprattutto di Milano, di Borexino, ICARUS, AUGER e JUNO. Da diversi anni faccio parte della Collaborazione JUNO.

Su questi temi ho collaborato dapprima col gruppo di R. Ferrari e con E. Torrente (Cern e Spagna), poi con S. Forte e G. Battistoni e negli ultimi anni coi membri di JUNO.

- Studio di oscillazioni e masse dei neutrini e implicazioni teoriche

Inizialmente ci siamo occupati delle “oscillazioni” dei neutrini, della determinazione della loro massa e di modelli che spieghino la struttura di massa dei leptoni. Abbiamo costruito un modello e sviluppato dei codici numerici per descrivere la propagazione dei neutrini e la loro interazione coi rivelatori e calcolare le loro probabilità di oscillazione, senza dover ricorrere alle approssimazioni semi analitiche spesso adottate in letteratura. Abbiamo così analizzato diversi esperimenti sui neutrini solari e da reattori e sviluppato delle analisi globali (basate sul metodo del  $\chi^2$ , in diverse varianti, e altre tecniche statistiche), estraendo i valori dei parametri di massa e mixing compatibili con gli esperimenti. Abbiamo analizzato le potenzialità di esperimenti come Borexino e KamLAND e sviluppato diverse analisi globali dei neutrini solari e, soprattutto, siamo stati tra i primi gruppi al mondo ad analizzare i dati di KamLAND (sui neutrini da reattore) e delle diverse fasi dell'esperimento SNO (sui solari), 2 esperimenti determinanti per risolvere il problema dei neutrini solari, provare che i neutrini sono particelle massive ed oscillanti e determinare sempre più accuratamente i parametri di mixing.

I nostri lavori sono pubblicati su riviste prestigiose (Nucl. Phys. B, Phys. Rev. D, JHEP, etc.) e sono molto citati, nonostante fossimo un gruppo relativamente “nuovo” nel campo.

Uno dei nostri obiettivi era lo sviluppo di un'analisi completa dei dati della fisica dei neutrini da diverse categorie di esperimenti e lo studio di modelli in grado di giustificare questi dati e spiegare l'origine ed i valori delle masse. In collaborazione col Prof. R. Ferrari ed il suo gruppo ho svolto proprio uno studio (basato anche sull'uso di metodi Monte Carlo e dell'analisi del  $\chi^2$ ) di diversi possibili modelli di massa per i neutrini ed i leptoni carichi, al fine di individuare le caratteristiche (patterns) essenziali delle matrici di massa, richieste dai dati sperimentali. In due lavori (uno dei quali su Phys. Lett. B) ci siamo concentrati sulla vasta classe di modelli con una simmetria orizzontale non abeliana per i leptoni carichi.

- Misure di precisione del Modello Standard con l'utilizzo di fasci di neutrini

In seguito mi sono dedicato all'analisi, in collaborazione coi Prof. S. Forte e G. Battistoni e una loro laureanda, di altri aspetti di fisica dei neutrini, in particolare da fasci “artificiali” (da acceleratori e da reattori) e delle loro connessioni con la fisica delle particelle.

Già oggi (con T2K e NOvA) e ancor più in un futuro prossimo sarà possibile disporre di esperimenti, come i superbeams (ed eventualmente i  $\beta$  beams), che utilizzeranno fasci di neutrini da acceleratori molto intensi ad energie relativamente basse. Progettati per studiare le oscillazioni e la violazione della CP parità, essi potrebbero permettere anche di effettuare misure di alcuni parametri del Modello Standard, come ad esempio l'angolo di Weinberg, ad energie medio-basse (di pochi GeV od inferiori) per le quali le misure realizzate in passato non hanno la stessa precisione disponibile ad alte energie, grazie ai dati di colliders come il LEP ed il Tevatron.



Migliorare la determinazione dei parametri a basse energie permette di **testare la stabilità della teoria su un range di energie molto vasto** e di cercare eventuali discrepanze come segnali di nuova fisica al di là del Modello Standard (investigando la **“frontiera delle alte intensità”**).

Abbiamo sviluppato un'analisi (nuova in letteratura) di tali potenzialità, in particolare per i cosiddetti **“superbeams”**, focalizzando l'attenzione sullo studio dello scattering quasi elastico neutrino-neutrone, il cui risultato dipende, oltre che dall'**angolo di Weinberg**, anche dai **fattori di forma adronici**. Abbiamo mostrato che è possibile ottenere una determinazione dell'angolo di Weinberg ad energie attorno al GeV con un'incertezza dell'ordine del per cento (o inferiore). I nostri **risultati** sono stati da me **presentati** a varie conferenze internazionali e **pubblicati** sui relativi proceedings ed in un lavoro inviato all'archivio hep-ph.

Il **rivelatore ideale**, da usare leggermente off-axis come near detector, sarebbe ad **Argon liquido**. Si potrebbe **anche studiare la possibilità di applicare** la nostra analisi anche **a fasci previsti per altri esperimenti** in fase di realizzazione, come quelli che mirano allo studio delle oscillazioni di neutrini anomale in neutrini sterili (e connessi con il progetto DUNE), mediante il fascio del Fermilab e con l'uso sempre di rivelatori ad **Argon liquido**, come ICARUS.

• **“Ordinamento di massa”, neutrini solari e misure di precisione di fisica dei neutrini con JUNO**

Negli ultimi anni ho collaborato strettamente col gruppo milanese degli esperimenti Auger e, soprattutto, JUNO; in particolare con i Prof. G. Ranucci, L. Miramonti, M. Giammarchi ed E. Meroni.

- Ho svolto, insieme a L. Miramonti, uno studio approfondito della fisica, soprattutto recente, dei neutrini solari, del suo impatto sulla fisica delle particelle e astroparticelle e delle questioni ancora aperte: problema della metallicità, studio della parte di più bassa energia dello spettro dei neutrini solari e delle eventuali connesse **“anomalie”**, come segnali di possibili “non standard interactions”. Abbiamo pubblicato dei lavori comuni, tra cui un'analisi (in collaborazione con altri 2 famosi fenomenologi dei neutrini, C. Pena-Garay ed A. Serenelli), che ci è stata richiesta nel per un volume monotematico (Special Issue) sulla fisica dei neutrini, pubblicato su **Advances of High Energy Physics** e molto citato. Ho anche presentato seminari su questi temi a diverse conferenze internazionali. Il nostro studio prosegue in particolare sugli sviluppi offerte dai diversi esperimenti progettati in questo campo **per il prossimo futuro (in particolare JUNO)**.

L'esperimento JUNO, che inizierà nei prossimi anni in CINA la presa dati, sarà essenziale per lo studio della **“gerarchia di massa”**, ma effettuerà anche una serie di altre misure di proprietà dei neutrini rilevanti per la fisica delle particelle e astroparticelle.

- Sono uno dei principali teorici/fenomenologi della Collaborazione JUNO Italia, di cui sono membro. Ho anche svolto un ruolo di **formazione di laureandi e neo-dottorandi** entrati a far parte della Collaborazione, in particolare nelle scuole/workshop apposite organizzate presso l'Università di Ferrara dai responsabili del gruppo di ricerca locale di JUNO, Prof. F. Mantovani e Prof.ssa B. Ricci. Ho contribuito attivamente a queste scuole/workshops in 3 diverse occasioni, con vari interventi di carattere seminariale e guidando i gruppi discussione (vedi lettera allegata).

- Sono membro del gruppo di studio delle potenzialità e problematiche di JUNO e di confronto con altri esperimenti: ho steso personalmente questa parte della relazione che la collaborazione italiana ha presentato al CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN e contribuito attivamente alla realizzazione e stesura dello Yellow Book di JUNO (già superate 500 citazioni).



**Nello Yellow Book sono stato**, in particolare, **uno dei “curatori principali” del capitolo sui neutrini solari.**

- Le analisi a cui ho contribuito con altri membri di JUNO delle **potenzialità dell’esperimento per la misura dei neutrini solari** (soprattutto da  $^8\text{B}$ ) e la **possibile ricerca di “Non Standard Neutrino Interactions”** sono confluite in un lavoro della Collaborazione (appena inviato ad Inspire e sottomesso). Sto collaborando anche allo studio delle **strategie di analisi statistica per la determinazione della gerarchia con i dati di JUNO.**

Infine, ho **proposto** un possibile **studio della simmetria di Lorentz mediante l’analisi a JUNO dei neutrini atmosferici di alta energia** (connesso col tema teorico descritto sotto).

- In diverse occasioni sono stato **scelto per rappresentare la Collaborazione a conferenze, spesso fama internazionale.** In particolare:

- Nel 2017 “**Neutrino Telescopes**” a Venezia (una delle più importanti conferenze del settore).
- Ad Ottobre 2018 allo “**European Neutrino Town Meeting**”, tenutosi al CERN, per fare il punto sul settore di ricerca e definire una strategia europea per la fisica del neutrino “accelerator-based” da inserire nella “**European Strategy for Particle Physics**” che il CERN ha inviato come raccomandazione alla Comunità Europea (vedi anche arXiv:1812.06739 ).
- A diverse edizioni di IFAE (Incontri della Fisica delle Alte Energie). Questi interventi hanno spesso portato a **analisi ulteriormente sviluppate da me e pubblicate su riviste internazionali.**

- Infine in questi anni ho contribuito come membro di JUNO Italia ad altre **analisi pubblicate su riviste internazionali, sulle tecniche e le potenzialità dell’esperimento** ed in particolare ad un lavoro (pubblicato sulla rivista JINST) relativo alla tecniche di **analisi per la modellizzazione ricostruzione del segnale nei fotomoltiplicatori.** Questo aspetto sarà fondamentale per l’**analisi dei dati di JUNO** e ho contribuito a questa analisi anche mediante le discussioni tenutesi durante le diverse edizioni dei già citati workshop e scuole per dottorandi di JUNO a Ferrara.

- Recentemente ho pubblicato, insieme a L. Miramonti e G. Ranucci, un **lavoro** sulla rivista Universe (facente parte di una Special Collection sulle “Oscillazioni dei neutrini”) nel quale abbiamo **studiato in dettaglio i principali risultati dei neutrini da reattore e le potenzialità future di questo settore di ricerca,** riferendoci anche, ma non solo, al caso dell’esperimento JUNO.

- **Modelli con possibili violazioni di Lorentz invarianza e conseguenze fenomenologiche sulla fisica dei neutrini e la fisica multimessenger**

Nell’ultimo periodo ho svolto e continuo a sviluppare, con L. Miramonti e un suo ex dottorando, M. Torri, **uno studio** di modelli con **possibili violazioni dell’invarianza di Lorentz (LIV) e delle conseguenze** che queste correzioni avrebbero **sulle oscillazioni dei neutrini e su altri aspetti fenomenologici delle particelle elementari.** Nel nostro approccio le sorgenti di LIV ad alte energie sono introdotte **a partire da “relazioni di dispersione modificate”,** con correzioni che dipendono dal momento di una particella e conseguenze sulla sua velocità limite. Il nostro modello riprende un’idea proposta da Coleman e Glashow nel ’99, ma i potenziali **termini di violazione della Lorentz invarianza** sono **scelti in modo da salvaguardare una struttura metrica valida nella geometria di Finsler** (estensione di quella usualmente utilizzata in relatività) **e di preservare la CPT invarianza, l’isotropia spaziale e le simmetrie di gauge tipiche del Modello Standard.** Abbiamo costruito una sorta di “**Modello Standard esteso**”, nel quale la LIV non modifica la forma delle interazioni, ma semplicemente determina un cambiamento cinematico nell’evoluzione delle singole particelle. **Le probabilità di oscillazione** di sapore dei neutrini, **vengono modificate** con l’aggiunta di **termini correttivi,** che non cambiano le caratteristiche

generali delle oscillazioni, ma **possono diventare non trascurabili ad alte energie**.

Il **modello e le applicazioni al calcolo delle probabilità di oscillazione** (in particolare per le energie e baselines di maggior rilevanza fenomenologica) sono riportati in **un primo lavoro pubblicato su European Physics Journal C**, nel quale abbiamo anche confrontato i nostri risultati con i limiti sulla LIV presenti in letteratura (in particolare da SuperKamiokande). Una **descrizione più approfondita dei fondamenti teorici** ed il confronto con altri modelli disponibili in letteratura per la LIV sono contenuti in **un secondo lavoro** pubblicato su EPJC.

Ora ci stiamo **dedicando all'applicazione dei nostri risultati allo studio dettagliato di diversi casi di interesse fenomenologico**: dai **neutrini atmosferici ad alte energie studiabili a JUNO e, soprattutto, coi cosiddetti neutrino telescopes, all'analisi dei "neutrini cosmici" di alta ed altissima energia**. Quest'ultimo aspetto è connesso con la **"analisi multi-messenger", campo di sempre maggior interesse e attualità, a seguito della scoperta delle onde gravitazionali e del recente risultato di ICECube**, sul quale potremmo concentrarci in futuro.

- **In parallelo a questi studi abbiamo analizzato l'impatto potenziale della LIV nel nostro modello sullo studio di processi adronici ad alte energie, quali il Deep Inelastic Scattering** e i risultati da noi ottenuti potrebbero portare a pubblicazioni future.

---

## ATTIVITÀ su SISTEMI COMPLESSI E IN CAMPO NUMERICO-COMPUTAZIONALE E INFORMATICO

Per quanto riguarda i **sistemi complessi e l'Econofisica**, oltre ad una vasta attività didattica ed organizzativa già descritta, ho svolto ricerca centrata sull'applicazione di tecniche fisico-matematiche allo studio di questi sistemi (in particolare per problemi economico-finanziari). Mi sono avvalso della conoscenza (ulteriormente approfondita) di **modelli matematici e tecniche di analisi statistica e numerica**, spesso **utilizzati anche in fisica teorica delle particelle ed in meccanica statistica** (come i modelli di spin, le approssimazioni di campo medio, il metodo Monte Carlo e altre tecniche di simulazione numerica, l'integrale sui cammini).

- ***Modelli per la dinamica dei mercati azionari***

Abbiamo sviluppato **dei modelli in grado di descrivere la dinamica dei mercati azionari** più accuratamente di quelli usati solitamente in letteratura, basati sull'analisi di Black Scholes e Merton, nella quale ogni singola azione evolve indipendentemente dalle altre. **La nostra analisi** si basa, invece, sull'idea che il **mercato** possa essere descritto **come un sistema stocastico caratterizzato da moti collettivi**, che possono spiegare fenomeni osservati empiricamente. Il nostro **modello** considera anche **l'influenza esercitata sull'evoluzione della singola azione dall'andamento complessivo del mercato e riproduce** alcune delle caratteristiche essenziali **dell'andamento dei mercati reali** (come presenza delle "code grasse" e "smile di volatilità"). Questi risultati sono contenuti in **2 tesi di laurea** (Martinelli e Della Savia) disponibili in rete ed in **una pubblicazione** inviata ad un archivio elettronico di economia. **Ci sarebbero possibili interessanti sviluppi di queste analisi**, che finora non ho potuto analizzare per motivi di tempo.

Ci siamo occupati anche dello **studio di correlazioni non lineari tra insiemi di azioni**, utilizzando per tale scopo anche **metodi statistici, come il metodo delle copule**, alternativi alle tecniche generalmente utilizzate in finanza quantitativa per l'analisi delle correlazioni tra serie storiche. I risultati ottenuti sono contenuti in una tesi disponibile in rete (Facchinetti). Uno dei nostri obiettivi è sfruttare lo studio delle correlazioni tra azioni per **ricostruire la struttura del network di interazioni**, tema di interesse attuale anche per le **applicazioni in diversi campi** di ricerca e in generale **nell'analisi di sistemi complessi**.

- **Attività numerico-computazionale ed informatica**

- L'utilizzo di **strumenti e algoritmi informatici** sempre più evoluti è importante nell'attività di ricerca a cui ho preso parte in questi anni, in particolare sulla fisica del neutrino e sulla fisica delle alte energie. Gli algoritmi per calcolare le probabilità di oscillazione dei neutrini richiedono di risolvere **problematiche numeriche piuttosto complesse**. Su questi argomenti **abbiamo scritto un lavoro**, nel quale sono presentati e discussi dei **codici numerici da noi sviluppati**, adatti per la soluzione di una classe di equazioni differenziali ordinarie. Questi programmi si basano su una implementazione in C++ di un algoritmo di Runge-Kutta semi-implicito adattivo di quinto ordine e possono essere utilizzati per risolvere problemi connessi con l'evoluzione di diversi sistemi fisici.

- Al tempo stesso l'**utilizzo** di potenti strumenti di calcolo (in particolare di un **cluster di computers paralleli** di tipo beowulf) si è rivelato **utile** sia per il calcolo delle probabilità di oscillazione per i **neutrini**, sia, soprattutto, nell'analisi fatta della struttura delle matrici di massa per i leptoni **e**, in parte, anche **negli studi** a cui ho preso parte **sui sistemi complessi**.

- Al Centro di Calcolo del Dip. di Fisica, ho approfondito, grazie all'attività svolta per quasi 2 anni come tecnologo informatico, le **conoscenze delle tecniche di gestione di reti e di clusters di PC** e delle problematiche di sicurezza.

- Da vari anni **partecipo all'attività del Laboratorio di Calcolo e Multimedia del Dipartimento**. In particolare (soprattutto come tecnico informatico e come post-doc) **ho contribuito allo sviluppo ed al coordinamento di progetti innovativi**, come un sistema di videoconferenza interattiva basato su una piattaforma LINUX e l'installazione di **clusters di computers per il calcolo parallelo**. Ho collaborato e collaboro anche con l'attività didattica del laboratorio; in particolare ho partecipato **all'ideazione di un modulo didattico su sistemi complessi ed econofisica**, che gestisco, insieme ad un esperto esterno, nel corso di "Metodi Computazionali per la Fisica".

### ATTIVITÀ PROGETTUALE

<u>ANNO</u>	<u>PROGETTO</u>
2003/2004 e 2004/2005	<p><b><u>Master in "Metodologie e Modelli per la Finanza Quantitativa"</u></b> ( <a href="http://www.le.infn.it/~picariel/master_sito/">http://www.le.infn.it/~picariel/master_sito/</a> e <a href="http://pcferrari.mi.infn.it/master03_04/">http://pcferrari.mi.infn.it/master03_04/</a> )</p> <p>- <b><u>Ideato</u></b>, insieme al Prof. R. Ferrari, un collega assegnista e 2 professionisti esterni, presso l a Facoltà di Scienze dell'Università degli Studi di Milano.</p> <p>- <b><u>Master svoltosi nel 2005/06.</u></b></p> <p>Ero uno dei 5 membri del Comitato di progettazione del Master, che <b>ha vinto anche un finanziamento del Fondo Sociale Europeo (FSE) (160.000 Euro).</b></p>
1994/2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contributo a <b>stesura progetti di ricerca</b> per la creazione di <b>Network Europei</b>: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flavourdynamics (durante il Dottorato alla SISSA) - <b><u>EuroDaΦne</u></b> (durante il post-doc a Berna 1996/98) - <b><u>QCDnet</u></b> (durante il post-doc a Milano)</li> </ul> </li> </ul>
2015, 2016 e 2017	<p><b><u>Progetti di ricerca</u></b> del gruppo italiano <b><u>dell'esperimento JUNO</u></b> per finanziamenti italiani ed internazionali.</p> <p>- <b><u>Stesura, insieme ad un altro collega, della parte tecnica (scientifica) della relazione presentata al CTS</u></b> (Comitato Tecnico Scientifico) <b><u>dell'INFN</u></b> nel 2015/16;</p> <p>- Scrittura nel 2017 del <b><u>proposal scientifico per bando ministeriale di collaborazione italo-cinese</u></b> (MAECI) sullo studio dei neutrini solari e la ricerca di Non Standard Neutrino Interactions con l'esperimento JUNO.</p> <p>- <b><u>Relazione scientifica</u></b> di un analogo <b><u>proposal per un PRIN</u></b>.</p>

<u>ANNO</u>	<u>PROGETTO</u>
<b>Dal 2008 al 2018</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Progettazione e realizzazione di una rete di scuole</b> della provincia di Como, che collaborano <b>con istituti universitari</b> (ed in particolare con l'Università dell'Insubria) ad attività didattiche e di ricerca descritte nel successivo punto del CV su "Organizzazione, direzione e coordinamento gruppi di ricerca".</li> <li>• <b>Responsabile di diversi progetti da me ideati e inseriti</b> nel Piano di Offerta Formativa (POF) della mia scuola. <b>Alcuni hanno ottenuto anche finanziamenti ministeriali e vinto concorsi</b> (vedi pag.2 di CV). Tra i progetti ministeriali collegati: - "Scuole Aperte" ; "Insegnare Scienze Sperin." ; "Laboratori Scient.-Tecnologici")</li> </ul>

### ORGANIZZAZIONE, DIREZIONE E COORDINAMENTO GRUPPI DI RICERCA

<u>ANNO</u>	<u>GRUPPO DI RICERCA</u>	<u>STRUTTURA</u>
<b>Dal 1999 in poi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppo di ricerca di fenomenologia</b> (soprattutto dei <b>neutrini</b>) Contributo significativo a creare con Prof. R. Ferrari <b>gruppo di ricerca</b> su fenomenologia dei <b>neutrini</b>; proposta e sviluppo temi di ricerca, contatti internazionali e con gruppi sperimentali, supporto a <b>laureandi e dottorandi</b>.</li> </ul>	Dipartimento di Fisica Università degli Studi di Milano
<b>2001-05</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Gruppo di ricerca</b> su studio di <b>sistemi complessi con metodi e modelli fisico/matematici</b> Contributo a formazione con R. Ferrari, B. Bassetti e un collega assegnista di gruppo di ricerca su questi temi. Abbiamo pubblicato lavori, fornito tesi di <b>Laurea e supportato una tesi di Dottorato</b></li> </ul>	Dip. di Fisica Università Studi Milano
<b>2004-05 e 2005-06</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organizzazione e coordinamento Master</b> in "Metodologie e Modelli per la Finanza Quantitativa" (vedi "Attività progettuale").</li> <li>• Ero membro di Comitato Organizzatore e seguivo i <b>contatti coi docenti e con le società esterne, Atenei e istituti bancari</b>. Questa rete di contatti è ancora parzialmente attiva e si potrebbe pensare a riedizione del Master.</li> </ul>	Dipartimento di Fisica di Università degli Studi Milano
<b>Dal 2000 in poi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Organizzazione del Laboratorio di Calcolo e Multimedia (LCM)</b> Durante parte del post-doc e l'assegno di ricerca e il periodo come "collaboratore di elaborazione dati" del Dip. di Fisica: contributo alla <b>organizzazione di LCM (responsabile Prof. R. Ferrari) e al coordinamento dei diversi progetti innovativi realizzati in questo Laboratorio</b> (tra cui sviluppo di un sistema di videoconferenza interattiva su piattaforme Linux e installazione di un cluster di computer di tipo beowulf per il calcolo parallelo).</li> </ul>	Dipartimento di Fisica di Università degli Studi Milano

<u>ANNO</u>	<u>GRUPPO DI RICERCA</u>	<u>STRUTTURA</u>
<b>Dal 2008 in poi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b><u>Coordinamento docenti di scuole secondarie superiori</u></b> Coordinamento per mio Istituto secondario superiore e altre scuole della provincia di Como nella <b>diffusione della cultura scientifica</b> presso scuole di diverso ordine e grado, mediante: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>realizzazione di laboratori interattivi</b></li> <li>- <b>collaborazione scuole-Università.</b></li> </ul> In particolare responsabile (per istituti aderenti a questa rete) dei progetti ministeriali “<b>Insegnare Scienze Sperimentali</b>”, “<b>Scuole Aperte</b>”. </li> <li>• Nel 2015/16 ho <u>scritto, come referente per la mia scuola ed in collaborazione con colleghi di altre 3 scuole di Como e Milano e con INFN Milano e altri enti, un progetto per finanziamento del MIUR, per la creazione di “Laboratori Territoriali”</u>. Il nostro progetto ha superato la prima fase di selezione ministeriale.</li> </ul>	Istituto Scolastico ITIS Magistri Cumacini Como e rete di scuole collegate.

### CONGRESSI, CONVEGNI E SEMINARI

<u>DATA</u>	<u>TITOLO</u>	<u>SEDE</u>
<b>2009</b>	<b><u>CONVENER</u></b> DI SEZIONE “NEUTRINI E FISICA ASTROPARTICELLARE” A CONFERENZA <b><u>IFAE</u></b> (INCONTRI DI FISICA DELLE ALTE ENERGIE) <b>2009</b>	BARI APRILE 2009
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Relatore, quasi sempre su invito, a più di 30 conferenze internazionali</b> tra le principali di <b>Fisica teorica e fenomenologica delle particelle elementari</b>, tra cui: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meeting e workshops dei networks europei “Flavouredynamics”, “EuroDaΦne”, “QCDNET” e progetto “GRID” per il calcolo distribuito;</li> <li>- “UK Phenomenology Workshop on Collider Physics” –Durham 1999;</li> <li>- Diverse edizioni di “TAUP” (Topics in Astroparticle and Undergroun Physics);</li> <li>- “Neutrino 2002 e 2004”;      - “NOW-Neutrino Oscillation Workshop-2006,’08 e 2010”;</li> <li>- “International Workshop on Hadronic Atoms and Positronium in the S. Model”–Dubna ’98”;</li> <li>- “3<sup>rd</sup> Tropical Workshop on Particle Physics and Cosmology: Neutrino, Branes and Cosmology” – Puerto Rico 2002;      - “ICATPP 2007, 2009, 2010, 2011 e 2013” – Villa Olmo, Como;</li> <li>- “4<sup>th</sup> Intern. School B. Pontecorvo on Neutrino Oscillation, CP and CPT violations”- Capri 2003;</li> <li>- “IFAE - Incontri di Fisica delle Alte Energie” (2013-16-17-18-19 e diverse edizioni precedenti);</li> <li>- Varie edizioni di “Convegno Nazionale di Fisica Teorica” a Cortona;</li> <li>- “Les Rencontres de Physique de la Vallée d’Aoste”-La Thuille 2002;</li> <li>- “Frontier Science 2005- New Frontiers in Subnuclear Physics”-Bicocca.;</li> <li>- Incontro “WHAT NEXT” organizzato dall’I.N.F.N. (2014) (membro di gruppi di lavoro su neutrini e su fisica del Modello Standard e relatore a uno dei meeting tenuto a LNGS, Aquila).</li> <li>- “Neutrino Telescopes” (Venezia 2017);</li> <li>- Meeting di JUNO Italia (Milano, Frascati, Ferrara e altri), JUNO Europa (Praga 2015, Bruxelles 2017) e “International JUNO Collaboration Meeting” (Pechino 2018 e 2019).</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Relatore di seminari</b> su invito su fisica teorica e modelli e metodi fisici, matematici e statistici per l’economia in <b>Università italiane e straniere</b> (Zurigo, Berna, SISSA, Torino, Parma, Insubria, Milano, Milano-Bicocca, etc.).		

In conclusione vorrei sottolineare che da diversi anni posso, purtroppo, svolgere la mia attività di ricerca solo a tempo parziale, in quanto impegnato nella mia attività di insegnante di scuola media superiore. Ciò ha inevitabilmente limitato il mio tasso di produttività negli ultimi anni, ma **non mi ha impedito di continuare a partecipare attivamente alla ricerca e all'organizzazione dell'attività didattica e di ricerca dei gruppi con cui ho collaborato** e credo, che se potessi tornare ad occuparmi di ricerca a tempo pieno, saprei mettere pienamente a frutto tutte queste esperienze maturate. **Sarei estremamente lieto di collaborare col gruppo di fisica teorica del Dipartimento di fisica,** fornendo il mio contributo alle ricerche sulla fenomenologia delle particelle elementari, su temi di ricerca su cui ho focalizzato ultimamente la mia attività (come la fisica dei neutrini) e, **soprattutto, sui temi, come la fisica delle alte energie,** su cui è già attivo un gruppo di ricerca. **Su questi argomenti ho già lavorato in passato per l'analisi sia delle interazioni elettrodeboli, che, soprattutto, di quelle nucleari forti e sarei sicuramente lieto di concentrarmi nuovamente sullo studio di queste tematiche.**

*Vito Antonelli*

#### **PUBBLICAZIONI e ATTIVITA' EDITORIALE**

- Collaboro come **referee** per le riviste **European Physics Journal C** e **Nuclear Physics A**
- Insieme al L. Miramonti **sono stato scelto dalla rivista Universe** (ISSN 2218-1997) (<https://www.mdpi.com/journal/universe>) **come Guest Editor** (Responsabile Scientifico) per una raccolta (**Collection**) sulle **“Oscillazioni dei neutrini”**, pubblicata online con formula **open access**. La collection contiene **contributi di diversi esperti internazionali** di fisica dei neutrini, vedi [https://www.mdpi.com/journal/universe/special\\_issues/neutrino\\_oscillations](https://www.mdpi.com/journal/universe/special_issues/neutrino_oscillations).
- Ho allegato alla domanda solo 12 pubblicazioni (come da elenco allegato a domanda) nel rispetto del limite previsto dal bando, ma qui di seguito riporto l'elenco cronologico di tutte le mie pubblicazioni. Indico le citazioni solo per i lavori più recenti e per quelli che hanno almeno 10 citazioni su Inspire

#### **Elenco di tutte le mie pubblicazioni**

1) “The  $\Delta S = 1$  weak chiral lagrangian as the effective theory of the chiral quark model”

V. Antonelli, S. Bertolini, J. O. Eeg, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin

**Nuclear Physics B**, Vol. 469 (1996) N.1, 2, pagg. 143-180. **TOP CITED 50+: già 64 citazioni**

2) “The  $\Delta I = 1/2$  selection rule”

V. Antonelli, S. Bertolini, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin

**Nuclear Physics B**, Vol. 469 (1996) N.1, 2, pagg. 181-201.

**Citazioni già ricevute 47**

3) “The physics of  $K_0-\bar{K}_0$  mixing:  $\hat{B}_K$  and  $\Delta M_{LS}$  in the chiral quark model”

V. Antonelli, S. Bertolini, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin

**Nuclear Physics B**, Vol. 493 (1997), pagg. 281-304.

**Citazioni già ricevute 17**

4) “Solution to a multichannel Bethe potential and its application to pion-nucleus reactions”

V. Antonelli, E. Torrente Lujan

**Physical Review A**, Vol. 58, N. 3, (1998), pagg.1980-1987

5) “Some  $O(\alpha^2)$  annihilation type contributions to the orthopositronium width”

V. Antonelli, V. Ivanchenko, E. Kuraev, V. Laliena

**The European Physical Journal C** 5 (1998), pagg.535-543

6) “Discussion about the orthopositronium decay rate and analysis of some  $O(\alpha^2)$  contributions”

V. Antonelli (hep-ph/9807542 e BUTP-98/17 ; Berna, luglio '98)

**Proceedings of the Intern. Workshop on Hadronic Atoms and Positronium in the Standard Model**

- 7) “Collinear radiative electron-positron scattering in the leading logarithmic approximation”  
V. Antonelli, E. A. Kuraev, B. G. Shaikhatdenov **JETP Letters**, Vol.69, n.12, (1999), pagg. 900-905.
- 8) “Radiative large-angle Bhabha scattering in collinear kinematics”  
V. Antonelli, E.A. Kuraev, B.G. Shaikhatdenov  
**Nuclear Physics B**, Vol. 568, Issues 1-2, (2000), pagg. 40-59
- 9) “Resummation of thrust distributions in DIS”  
V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam  
**JHEP (Journal of High Energy Physics)** 0002 (2000), 001; **TOP CITED 50+; 62 Citazioni già ricevute**
- 10) “Effective Lagrangians in Bound State Calculations”  
V. Antonelli, A. Gall, J. Gasser and A. Rusetsky  
**Annals of Physics** Vol. 286 (2000) N.1, pagg. 108-156 - **Citazioni già ricevute: 27**
- 11) “The resummed thrust distribution in DIS” V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam –  
**Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics**, Vol. 26 (2000) N.5, pag. 658-662
- 12) “Global analysis of Solar neutrino oscillation evidence including SNO and implications for Borexino”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Nuclear Physics B**, Vol.634 (2002), pagg. 393-409 - **Citazioni già ricevute: 43**
- 13) “Solar neutrino experiments and Borexino perspectives”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Nuclear Physics B Proc. Suppl.** , Vol.110 (2002), pagg. 361-363 - **Citazioni già ricevute: 16**
- 14) “Solving the solar neutrino problem with KamLAND and BOREXINO”  
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan (Arxiv: hep-ph/0205061)  
**“Electroweak Inter. and Unified Theories: Moriond Particle Phys. meeting”** pag.329-332, **Citaz.: 16**
- 15) “The solar neutrino puzzle: present situation and future scenarios”  
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Publicato su “Les Rencontres de Physique de la Vallée d’Aoste: Results and Persp. in Particle Physics”** (Vol. XXVII di Frascati Physics Series) , pagg. 151-170 - **Citazioni già ricevute: 21**
- 16) “Determination of neutrino mixing parameters after SNO oscillation evidence”  
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Physical Review D** , Vol.67 (2003), 013006 **TOP CITED 50+; Citazioni già ricevute: 64**
- 17) “Neutrino masses and non abelian horizontal symmetries”  
V. Antonelli, F. Caravaglios, R. Ferrari, M. Picariello  
**Physics Letters B**, Vol. 549, n. 3-4, (2002), pagg. 325-336 - **Citazioni già ricevute: 11**
- 18) “KamLAND and the determination of neutrino mixing parameters in the post SNO-NC era”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan , **New J. of Phys.**, Vol. 5 (2003) 2 - **Citazioni: 30**
- 19) “KamLAND solar antineutrinos and their magnetic moment”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**JHEP (Journal of High Energy Physics)** 02 (2003) 025 - **Citazioni già ricevute: 21**
- 20) “Neutrino mass parameters from KamLAND, SNO and other solar evidence”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Physical Review D** , Vol. 69 (2004) 013005 - **TOP CITED 50+; Citazioni già ricevute: 75**



- 21) “Phenomenological implication of KamLAND on lepton mass matrices”  
V. Antonelli, F. Caravaglios, R. Ferrari, M. Picariello **“XXXVIIIth Rencontres de Moriond, Electroweak Inter. and Unified Theor.”, 15-22 March 2003,** (2003) e-print arXiv: hep-ph/0305169
- 22) “After SNO and before KamLAND: present and future of Solar and reactor neutrino physics”  
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**“Particle Physics and Cosmology** (3rd Tropical Works. on Part. Phys. and Cosmology-Neutrinos, Branes, and Cosmology)” AIP (American Inst. of Phys.) Conf. Proc, 655, pagg. 103-121 **Citazioni già ricevute: 10**
- 23) “The Neutrino mass matrix after Kamland and SNO salt enhanced results”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**e-print ArXiv: hep-ph/0309156 – 15/09/2003** **TOP CITED 50+: Citazioni già ricevute: 51**
- 24) “KamLAND, neutrino transition magnetic moments and the solar magnetic field”  
V. Antonelli, Bhag. C. Chauhan, Joao Pulido, E. Torrente-Lujan **hep-ph/0310264 – 29/10/03**  
**Proceedings of “8th Intern. Workshop on Topics in Astroparticle and Underground Physics” (TAUP 2003).**
- 25) “Analysis of neutrino Oscillation Data with the Recent KamLAND results”  
P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan  
**Archivio elettronico: e-print ArXiv: hep-ph/0406182** – **Citazioni già ricevute: 12**
- 26) “Phenomenological implication for lepton mass matrices”  
V. Antonelli, F. Caravaglios, M. Picariello  
**Nuclear Physics B Proc. Suppl.**, Vol. 143 (2005), pagg. 562
- 27) “Updated global analysis of Solar and reactor neutrino physics and future perspectives”  
P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, F. Terranova, E. Torrente-Lujan  
**Nuclear Physics B Proc. Suppl.**, Vol. 143 (2005), pag. 483
- 28) “Global determination of mixing parameters from solar and reactor neutrinos and future perspectives”  
V. Antonelli, P. Aliani, M. Picariello, E. Torrente-Lujan **Pubblicato su Volume:**  
**“Milan 2005, New frontiers in subnuclear physics”** (4<sup>th</sup> Intern. Works. on Frontier Science 2005, Milan, Bicocca), pagg. 169-174 **Disponibile a:** <http://www.lnf.infn.it/sis/frascatiseries/Volume40/volume40.pdf>
- 29) “Tests of the Standard Model with Low-Energy Neutrino Beams”  
V. Antonelli, G. Battistoni, P. Ferrario and S. Forte  
**Nuclear Physics B Proc. Suppl.**, Vol. 168 (2007), pagg. 192-194 **Citazioni già ricevute: 9**
- 30) “Low energy Weinberg angle determination by present and future accelerator neutrino experiments”  
Vito Antonelli  
**Pubb. su Astroparticle, Particle and Space Physics, Detect and Medical Phys. Applications**, pagg. 421-425  
**Vol. 5 di serie libri “Astroparticle, Particle, Space Physics, Radiation Interaction, Detectors and Medical Physics Applications”** ISSN serie: 2010-0868; **DOI: 10.1142/9789814307529 0069.**  
ISBN Volume: ISBN: 978-981-4307-51-(hardcover) e ISBN: 978-981-4464-85-7 (e-book).  
DOI: **10.1142/9789814307529 0069.** E-book ed e-proceedings: [www.worldscientific.com/series/apsprdma](http://www.worldscientific.com/series/apsprdma) ;  
[www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/7764](http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/7764); <http://eproceedings.worldscinet.com/physics.shtml> )
- 31) “Accelerator Neutrino Physics and Low Energy Tests of Standard Model with High Intensity Neutrino Beams”  
- V. Antonelli, P. Ferrario  
**Pubb. su Astroparticle, Particle and Space Physics, Detectors and Medical Phys. Applications.**, pagg. 398-402 - DOI: **10.1142/9789812819093 0070**  
**Vol. 4 serie “Astropart., Particle, Space Phys., Rad. Inter., Detect and Medical Physics Applications”**  
<http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/6906>  
<http://eproceedings.worldscinet.com/physics.shtml>

- 32) “High Intensity Neutrino Beams and Standard Model Precision Measurements”  
Vito Antonelli  
**Pubblicato su: Volume “IFAE 2007 (Italian Meeting on High Energy Physics)”**, pagg. 271-274  
DOI: 10.1007/978-88-470-0747-5\_43 ([http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-88-470-0747-5\\_43](http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-88-470-0747-5_43) )
- 33) “Neutrino Physics and the Standard Model: Precision Measurements with High Intensity Future Beams”  
V. Antonelli - **Nuclear Physics B (Proceedings Supplements)** Vol. 188 (2009), pagg. 46-48
- 34) “Neutrino and Astroparticle Physics”  
V. Antonelli and F.S. Cafagna - **Il Nuovo Cimento Vol. 32 C, N. 3-4** (2009), pagg. 291-298  
(DOI 10.1393/ncc/i2009-10489-1) (<http://www.sif.it/riviste/ncc/econtents/2009/032/03-04/article/31> )
- 35) “T2K and future neutrino experiments as probes to investigate elementary particle physics and astroparticle”  
V. Antonelli  
**Pubblicato su “Cosmic Rays for Particle and Astroparticle Physics” - Vol. 6 serie “Astroparticle, Particle, Space Phys., Rad. Inter., Detectors and Medical Physics Applications”** Proceedings di “ICATPP Conference on Cosmic Rays for Particle and Astroparticle Physics” (Villa Olmo, 7-8 October, 2010), CNUM: C10-10-07.1 ISBN: 978-981-4329-02-6(hardcover) e ISBN:978-981-4462-40-2(ebook) World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd
- 36) “Standard Model tests with T2K and other neutrino superbeams and by means of liquid-argon detectors”  
V. Antonelli, G. Battistoni, S. Forte (Contribution to IF AE 2011)  
**Il Nuovo Cimento C**, Vol. C034 N6 (2011), pagg.91-93, ISSN: 2037- 4909, doi:10.1393/ncc/i2011-11042-5
- 37) “Standard Model tests with man-made neutrino beams and liquid Argon detectors”  
V. Antonelli  
**Pubblicato su “Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications”**, pag 297-301,  
DOI: 10.1142/9789814405072\_0043 Proceed. of 13th ICATPP Conference (Villa Olmo, 3 –7 Ottobre 2011), **Vol.7 serie libri “Astroparticle, Particle, Space Phys., Rad. Inter.,Detectors and Med. Physics Applications”** ISBN: 978-981-4405-06-5 (hardcover) e ISBN: 978-981-4405-08-9 (ebook) World Scient. Publ. Co.Pte.Ltd.
- 38) “Solar Neutrinos”  
V. Antonelli, L. Miramonti, C. Pena-Garay, A. Serenelli  
**Advances in High Energy Physics**, Vol. 2013 (2013) 351926, **Citazioni già ricevute: 56**  
**Special Issue on Neutrino Physics**, (<http://www.hindawi.com/journals/ahep/si/437630/> )  
Article ID 351926, 34 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/351926>  
**Guest Editors:** Jose Bernabeu, Gian Luigi Fogli, **Arthur B. McDonald**, and Koichiro Nishikawa
- 39) “Advancements in Solar Neutrino Physics”  
L. Miramonti, V. Antonelli, - **International Journal of Modern Physics E-Nuclear Physics** Vol. 22 Issue 5, Maggio (2013), 1330009 16 pagine ISSN: 0218-3013; DOI: 10.1142/S0218301313300099  
**Citazioni ricevute: 9**
- 40) “Solar Neutrino Physics: status and perspectives”  
V. Antonelli and L. Miramonti - **Il Nuovo Cimento C** 037 (2014) 01, pagg.263-264 (IFAE 2013)  
DOI: 10.1393/ncc/i2014-11701 - ( <http://www.sif.it/riviste/ncc/econtents/2014/037/01/article/26> )
- 41) “Present and future of solar neutrino physics”  
Vito Antonelli, Lino Miramonti, Carlos Pena- Garay, Aldo Serenelli  
**PoS Neutel 2013** (2014) 064 ( [http://inspirehep.net/record/1298164/files/Neutel%202013\\_064.pdf](http://inspirehep.net/record/1298164/files/Neutel%202013_064.pdf) )

Pubblicato nella primavera 2014 **nella serie elettronica POS (Proceedings of Science)** (<http://pos.sissa.it>)

42) “Impact on Astrophysics and Elementary Particle Physics of recent and future solar neutrino data”

Vito Antonelli, Lino Miramonti

**Pubb. su “Astroparticle, Particle, Space Physics and Detectors for Physics Applications”** pagg. 233-237

Proceedings “14th ICATPP Conference” (Villa Olmo, 2013) **Vol. 8 serie “Astropart, Part, Space Phys., Rad. Inter., Detectors and Med. Phys. Applications”**  
<http://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/9166> ISBN: 978-981-4603-15-7(hardcover); ISBN: 978-981-4603-17-1(ebook) ; DOI: [10.1142/9789814603164\\_0035](https://doi.org/10.1142/9789814603164_0035)

43) “JUNO Conceptual Design Report”

Z. Djurcic et al. (JUNO Collaboration) - **Archivio:e-print:arXiv:1508.07166[physics.ins-det]**, pag.1-300

**TOP CITED 100+: 180 Citazioni ricevute**

44) “Neutrino physics with JUNO”

F. An, G. An, Qi. An, V. Antonelli et al.

**Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics** , Vol. 43 Issue 3 (2016) Article Number 030401, 189 pagine (**Sono stato uno dei 4 “major contributors” ufficiali dell’intero capitolo sui neutrini solari**

DOI: 10.1088/0954-3899/43/3/030401

**TOP CITED 500+: Citazioni già ricevute: 593**

45) “The neutrino properties and mass determination”

V. Antonelli **Nuovo Cim. C40** (2017) no.1 , 68, 5 pagine (Contribution to IFAE 2016)

46) “Status and potentialities of the JUNO experiment”

V. Antonelli, L. Miramonti

**POS (Proceedings of Science) NEUTEL2017** (2018) 056 (<https://pos.sissa.it/307/>)

**Talk su invito tenuto da V. Antonelli (rappresentante scelto dalla Collaborazione JUNO) alla conferenza XVII International Workshop on Neutrino Telescopes, 13-17 Marzo 17,Venezia. Citazioni già ricevute: 4**

47) “Charge reconstruction in large-area photomultipliers”

M. Grassi et al. - **JINST (Journal of Instrumentation)** Vol.13 (2018) n.02 P02008

48) “Neutrino oscillations and Lorentz Invariance Violation in a Finslerian Geometrical model”

V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri

**EPJC (European Physics Journal C)** 78 (2018) no.8, 667

**Citazioni già ricevute: 11**

49) “The neutrino mass ordering and the JUNO experiment”

V. Antonelli (for the JUNO Collaboration)

**Nuovo Cim. C** 41 (2018) no.1-2, 55 – **Scelto dalla Collaborazione come speaker a IFAE 2017**

50) “Future Opportunities in Accelerator-based Neutrino Physics”, A. Dell'Acqua et al.

**e-print: arXiv:1812.06739[hep-ex]**. Conference: C18-10-22.4FERMILAB-CONF-18-688-ND.

Report di “**European Neutrino Town Meeting**”, CERN 22–24 Ottobre’18, per la strategia di fisica del neutrino “accelerator-based” in Europa, nella “**European Strategy for Particle Physics**”. Al meeting ero **speaker su invito, scelto da JUNO** e ho presentato un talk su “**Stato e potenzialità della fisica dei neutrini da reattore**”.

51) “GIGJ: a crustal gravity model of the Guangdong Province for predicting the geoneutrino signal at the JUNO experiment” - Reguzzoni, M. et al., **Journal of Geophys. Research: Solid Earth**, Vol. 124 Issue 4 (2019) 4231

- 52) “Distillation and stripping pilot plants for the JUNO neutrino detector: Design, operations and reliability”  
P. Lombardi et. al - **Nucl. Instrum. and Meth. in Physics Research Section A** (Accelerat., Spectrom., Detectors and Associated Equipment) Vol. 925 (2019) 6 - **Già ricevute 8 citazioni**
- 53) “Homogeneously Modified Special Relativity (HMSR) - A new possible way to introduce an isotropic Lorentz Invariance Violation in particle Standard Model” - M.D.C. Torri, V. Antonelli e L. Miramonti”  
**European Physics Journal C** 79 (2019) 9, 808
- 54) “Present and Future Contributions of Reactor Experiments to Mass Ordering and Neutrino Oscillation Studies”  
V. Antonelli, L. Miramonti e G. Ranucci - **Universe** 6 (2020) 4, 52  
Fa parte di una “Collection” su “Neutrino Oscillations” (<https://www.mdpi.com/2218-1997/6/4/52>)
- 55) “Geometrical models with Lorentz invariance violation and neutrino oscillations”  
V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri - **Il Nuovo Cimento C** (2020) 43, 65
- 56) “Features and perspectives of the JUNO experiment”  
V. Antonelli (On behalf of the JUNO Collaboration)  
**Il Nuovo Cimento C** (2020) 43, 66  
Proceedings di IFAE 19- **Contributo di V. Antonelli (Rappresentante scelto da Collabor. JUNO)**
- 57) “Feasibility and physics potential of detecting  $^8\text{B}$  solar neutrinos at JUNO”  
A. Abusleme et al. [JUNO Coll.] **e-Print ArXiv:2006.11760** [hep-ex]-**Sottomesso a rivista per pubblicazione**
- 58) “ $^{222}\text{Rn}$  contamination mechanisms on acrylic surfaces”, M. Nastasi, A. Paonessa E. Previtali et. al **e-Print arXiv:1911.04836** [physics.ins-det] - **Sottomesso a rivista per la pubblicazione**
- 59) “Embedded Readout Electronics R&D for the Large PMTs in the JUNO Experiment”  
M. Bellato et.al-**e-Print Arxiv:2003.08339**[physics.ins-det] - **Sottomesso per la pubblicazione**
- 60) “TAO Conceptual Design Report: A Precision Measurement of the Reactor Antineutrino Spectrum with Sub-percent Energy Resolution” A. Abusleme et al. [JUNO Coll.]  
**e-Print ArXiv:2005.08745v1** [physics.ins.det] - **Sottomesso a rivista per la pubblicazione**
- 61) “Optimization of the JUNO liquid scintillator composition using a Daya Bay antineutrino detector”  
A. Abusleme et al. [JUNO and Daya Bay Collaboration]  
**e-Print: ArXiv: 2007.00314** [physics.ins-det] – **Sottomesso a rivista per la pubblicazione**
- 62) “Homogeneously Modified Special Relativity applications for UHECR and Neutrino oscillations”  
L. Miramonti, V. Antonelli, M.D.C. Torri  
**Apparirà su Journal of Physics – Conference Series** (Proceedings di “Tenth International Conference on High Energy and Astroparticle Physics – TIC –HEAP” – Constantine, Algeria, 2019) <https://indico.cern.ch/event/776520/page/15523-proceedings> -
-

## Pubblicazioni di Econofisica, Calcolo Numerico e Metodi Computazionali per Sistemi Complessi

63) “Hamevol1.0: a C++ code for differential equations based on Runge Kutta algorithm. An application to matter enhanced neutrino oscillation” P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan

Archivio: Computational Engineering, Finance and Science: cs.CE/0307053  
<http://cds.cern.ch/record/852024>

64) “Long Range Interactions Generating Fat Tails in Finance”

M. Aioldi, V. Antonelli, B. Bassetti, A. Martinelli, M. Picariello

**Archivio: (EconWPA): ewp-ge/0404006; sito: <http://econpapers.repec.org/paper/wpawuwpg/0404006.htm>**

### **Tesi del Dottorato di Ricerca (Ph. D.) in Fisica**

“Aspects of Kaon Physics in Chiral Perturbation Theory and Chiral Quark Model”

Vito Antonelli, 1996 (172 pagine) ; [https://inspirehep.net/record/1312814/files/PhD\\_Antonelli\\_Vito.pdf](https://inspirehep.net/record/1312814/files/PhD_Antonelli_Vito.pdf) e al sito <http://urania.sissa.it/xmlui/handle/1963/5617>

### **PUBBLICAZIONI DI DIDATTICA E STORIA DELLA FISICA**

(1) “ Il calore della Terra e del Sole. Dalle dispute tra Kelvin e Darwin ai neutrini”

L. Belloni, L. Miramonti, V. Antonelli, G. Parravicini - Codice ISBN 978-88-255-0165-0 -192 pagine-  
**Volume Edito** da Aracne Editrice e Gioacchino Onorati editore S.r.l., Aprile 2017, Canterano (RM)

(2) “Un'esperienza di integrazione scuole università: recupero e valorizzazione didattica del laboratorio storico”, Antonelli V. et al., - Data di pubblicazione 2012

capitolo, da pag.285 a pag.326, di libro “**Fare laboratorio Scenari Culturali ed esperienze di ricerca nelle**

**scuole del secondo ciclo**”, a cura di Giuseppe Bertagna, - Editrice La Scuola, Brescia ISBN: 8835033217

**N.B.** i miei lavori su rivista o archivio hanno quasi **1500 citazioni** negli archivi hep di Inspire. Il lavoro 44) di questo elenco è classificato (secondo Spires) come “**Renowned Paper**” (+ di 500 c. tazioni). Il lavoro n. 43) come “**Very well known paper**” (+ di 100 citaz.). I lavori 1), 9), 16), 20), 23), 38) dell'elenco sono classificati come “well known papers” (più di 50 citaz. ognuno). Altri 14 miei lavori sono classificati come “known papers”(più di 10 citazioni ognuno).

---

Le dichiarazioni rese nel presente curriculum sono da ritenersi rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del DPR n. 445/2000.

Data

15/09/2020

Luogo

Como

*Vito Antonelli*

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DI CERTIFICAZIONE E DI ATTO DI NOTORIETÀ**  
(artt. 46 e 47 del DPR 28.12.2000 n. 445)

**Relazione attestante il mio contributo alle pubblicazioni allegate alla domanda**

Il sottoscritto Antonelli Nome Vito, nato a Como Provincia il 07/01/1967, consapevole delle conseguenze penali previste dall'art. 76 del D.P.R. n. 445/2000 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci, sotto la propria responsabilità

**DICHIARA**

che corrisponde al vero quanto sotto esplicitamente enunciato (nei punti da 1) a 10) compresi), relativamente al suo contributo alle pubblicazioni allegate alla presente domanda di concorso.

- 1) La pubblicazione “The  $\Delta S = 1$  weak chiral lagrangian as the effective theory of the chiral quark model”, V. Antonelli, S. Bertolini, J. O. Eeg, M. Fabbrichesi, E. I. Lashin, contiene parte dei risultati ottenuti in un lavoro di ricerca in stretta collaborazione durante il mio Dottorato alla SISSA. Il tema di ricerca ed il modello sviluppati sono stati proposti da S. Bertolini e M. Fabbrichesi (miei supervisori di dottorato) e da J. Eeg e ulteriormente sviluppati anche grazie a discussioni comuni a cui abbiamo partecipato io e l'altro autore (altro dottorando dello stesso gruppo). Tutti i calcoli sviluppati per ottenere i risultati ottenuti sono stati svolti indipendentemente da me e da alcuni degli altri autori in modo da avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti. Ho partecipato anche alla stesura del lavoro;
- 2) La pubblicazione “Resummation of thrust distributions in DIS”, autori V. Antonelli, M. Dasgupta and G.P. Salam, è frutto di un progetto di ricerca sviluppato in comune dal sottoscritto con gli altri autori durante il mio post-doc a Milano e di idee discusse in comune con gli altri autori. Tutti i calcoli contenuti nel lavoro sono stati svolti indipendentemente dal sottoscritto e dagli altri autori per un controllo multiplo sui risultati e il sottoscritto ha anche partecipato alla stesura del lavoro. Il sottoscritto ha, inoltre, presentato i risultati del lavoro ad una conferenza internazionale e la presentazione ha dato luogo ad un altro lavoro comune (non contenuto tra i 12 allegati alla domanda);
- 3) Le 3 seguenti pubblicazioni:

- a) “Global analysis of Solar neutrino oscillation evidence including SNO and implications for Borexino”, P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan, **Nucl. Phys B**, 634 (2002) 393-409
- b) “Determination of neutrino mixing parameters after SNO oscillation evidence”, autori P. Aliani, V. Antonelli, R. Ferrari, M. Picariello, E. Torrente-Lujan, **Physical Review D**, Vol. 67 (2003), 013006
- c) “Neutrino mass parameters from KamLAND, SNO and other solar evidence”, autori P. Aliani, V. Antonelli, M. Picariello, E. Torrente-Lujan,

fanno parte di un progetto di ricerca sulla fisica del neutrino durato diversi anni, al quale ho partecipato dal 2000 al 2005 in collaborazione con R. Ferrari e con altri assegnisti, dottorandi e laureandi del suo gruppo di ricerca. Ho contribuito a formare questo gruppo. Tutti i temi trattati in questi lavori sono frutto di discussioni tra il sottoscritto e gli altri membri del gruppo e molti di essi sono stati proposti proprio da me agli altri membri del gruppo. Io (come la maggior parte degli altri membri del gruppo) ho svolto direttamente tutti i calcoli contenuti in questi lavori, per avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti, e ho partecipato anche allo sviluppo dei codici numerici utilizzati. Ho anche partecipato direttamente, in maniera molto significativa alla stesura di tutte e due le pubblicazioni;

- 4) La pubblicazione dal titolo “Radiative large angle Bhabha scattering in collinear kinematics”, autori V. Antonelli, E.A Kuraev and B.G. Shaikhatdenov, è frutto di un lavoro di ricerca svolto in stretta collaborazione con gli altri autori. È scaturita da idee discusse in comune con gli altri autori ed in particolare col Prof. Kuraev. Ho contribuito in maniera paritaria agli altri autori allo svolgimento

dei calcoli (al fine di avere un controllo multiplo sui risultati ottenuti) ed il sottoscritto ed il Prof. Kuraev hanno contribuito in maniera maggioritaria alla stesura del lavoro;

5) La pubblicazione “Solar Neutrinos”, autori V. Antonelli, L. Miramonti, C. Pena-Garay, A. Serenelli, è frutto di un mio lavoro di ricerca ed approfondimento che è durato per diversi anni e dura tuttora, in collaborazione con il Prof. Lino Miramonti sulla fenomenologia dei neutrino solari. Nella pubblicazione in questione il mio contributo è stato paritario a quello degli altri autori per quanto riguarda il lavoro di ricerca, approfondimento e calcolo. In particolare io e L. Miramonti ci siamo occupati maggiormente di tutti gli aspetti particellari e gli altri due autori hanno seguito maggiormente la parte connessa con le proprietà astrofisiche dei modelli solari. Abbiamo comunque interagito tutti su tutti gli aspetti trattati. Il mio contributo alla stesura del lavoro è stato più che paritario;

6) La pubblicazione “Neutrino physics with JUNO”, F. An, G. An, Qi. An, V. Antonelli et al., è lo Yellow Book di JUNO, della cui collaborazione faccio parte attivamente. Nella pubblicazione mi sono occupato principalmente del capitolo sui neutrini solari, al quale ho dato un contributo molto rilevante per quanto riguarda tutti i calcoli e l’analisi dei risultati ottenuti ed ho contribuito a buona parte della stesura, come certificato dal fatto che sono indicato nel capitolo come uno dei “Major contributors”;

7) La pubblicazione “The neutrino properties and mass determination”, V. Antonelli, è frutto del mio lavoro di studio ed analisi. I risultati originali in essa riportati sono stati derivati dal sottoscritto o sono frutto di ricerca bibliografica effettuata da me. La stesura del lavoro è stata svolta dal sottoscritto;

8) La pubblicazione “Status and potentialities of the JUNO experiment”, V. Antonelli e L. Miramonti, è frutto di analisi e di un approfondimento da me svolti, anche in funzione della presentazione che ho tenuto su invito alla Conferenza “XVII International Workshop on Neutrino Telescopes”, 13-17 Marzo 2017. Nello svolgimento dell’analisi mi sono avvalso anche della consulenza di L. Miramonti, che per questo motivo figura tra gli autori. La stesura del lavoro è stata svolta dal sottoscritto V. Antonelli;

9) La pubblicazione “Neutrino oscillations and Lorentz Invariance Violation in a Finslerian Geometrical model”, autori V. Antonelli, L. Miramonti, M.D.C. Torri, è frutto di un progetto di ricerca svolto in stretta collaborazione dal sottoscritto con L. Miramonti e con un suo dottorando Marco Torri, che ho contribuito a seguire durante la Tesi. Il modello utilizzato e la sua applicazione alle oscillazioni dei neutrini sono stati sviluppati grazie anche ad idee discusse e approfondite in comune. Io e gli altri autori (soprattutto M. Torri) abbiamo svolto separatamente tutti i calcoli contenuti nel lavoro, per un controllo multiplo sui risultati ottenuti, abbiamo collaborato strettamente allo sviluppo dei programmi utilizzati e all’analisi e interpretazione dei risultati. In particolare, però, M. Torri si è concentrato maggiormente sugli aspetti collegati con la geometria di Finsler e la relatività, mentre io mi sono occupato prevalentemente di tutti gli aspetti relativi al calcolo delle probabilità di oscillazione e allo studio fenomenologico di tutti i diversi casi analizzati. Entrambi abbiamo lavorato in parallelo sullo sviluppo di una versione estesa del Modello Standard. La stesura del lavoro è stata svolta prevalentemente da me, con la collaborazione soprattutto di M. Torri.

Data e Luogo: Como, 15/09/2020

Il dichiarante Antonelli Vito



# Università di Parma

Alla cortese attenzione della Commissione del concorso per un posto di Professore di II fascia - s.c. 02/A2, ssd FIS/02 (Codice 4415)

Dipartimento di Fisica Aldo Pontremoli

Settore Concorsuale 02/A2 - FISICA TEORICA DELLE INTERAZIONI

FONDAMENTALI

SSD. FIS/02 - FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI

Lettera di raccomandazione per il candidato Vito Antonelli

Cari Colleghi,

Ho conosciuto Vito quale relatore durante il suo lavoro di tesi. L'argomento della sua tesi era un nuovo metodo per calcolare, adoperando funzioni di struttura estese, classi di correzioni radiative a LEP. In particolare lo scopo principale riguardava il calcolo della correzioni radiative alla produzione di leptoni.

Durante il lavoro per la tesi, che è andato avanti per circa un anno, Vito ha sempre mostrato di possedere abilità e determinazione nel trattare problemi tecnici spesso molto complessi. Sempre, quando delle difficoltà si sono presentate, Vito le ha affrontate con determinazione e attenzione. Le complicazioni tecniche non hanno mai distratto Vito dai problemi principali che riguardavano gli aspetti più rilevanti della fisica in gioco. Inoltre, in parecchie occasioni, Vito è stato in grado di trovare un proprio originale metodo per affrontare e risolvere i problemi che si sono presentati aiutato spesso da solide conoscenze in matematica e in di fisica.

Dopo essersi trasferito a Trieste, alla SISSA avendo vinto una borsa per il dottorato, ho continuato a seguire Vito durante la sua formazione ed ho potuto parlare e continuo spesso ad avere contatti con lui in parecchie occasioni.

Ho visto crescere durante questi anni la sua abilità tecnica applicata a diversi e ben più complessi problemi insieme alla sua caratteristica e abituale calma determinazione nell'affrontarli. Durante questi anni ho inoltre visto diventare più ampie profonde le sue conoscenze in più campi della fisica. Come avrete visto dal suo Curriculum Vito, cosa piuttosto rara di questi tempi, si è occupato di vari altri aspetti e argomenti di Fisica. Ha lavorato in Teorie Efficaci, in Elettrodinamica Quantistica e in Cromodinamica Quantistica perturbativa ai collider. In questo ambito ha lavorato su argomenti di punta in fisica delle alte energie e ha svolto attività di ricerca in fisica dei Modelli Chirali con relativa fenomenologia ed infine, come saprete, anche e molto approfonditamente per vari decenni in fisica dei neutrini.

Non ho dubbi che Vito abbia tutte le qualità e abbia acquisito ampiamente quanto necessario per diventare un eccellente ricercatore con esperienza ed estese competenze.

A questo punto della sua formazione, Vito è da considerarsi del tutto maturo e in grado di sviluppare le sue forti potenzialità che solo il suo impegno negli ultimi anni di docente nelle scuole superiori hanno forzosamente limitato.

Aggiungo che, da anni, Vito fa in modo di conciliare, con successo direi, in entrambi gli ambiti la sua attività di ricerca con quella di insegnamento nelle scuole. Credo questo possa dimostrare in modo chiaro e evidente la sua

determinazione, la sua tenacia, e la sua forte motivazione alla ricerca. Tra le spiccate caratteristiche di Vito ricorderei, oltre, alla ormai da tempo acquisita indipendenza di lavoro la sua grande disponibilit  e pazienza e la sua abituale calma e chiarezza di esposizione che, oltre ad un suo naturale e forte rigore intellettuale che, credo, lo caratterizzano, che ne fanno un ottimo didatta e docente. Infine il suo carattere aperto e socievole lo rendono anche particolarmente adatto a stabilire contatti con i colleghi e con i piu' giovani collaboratori e studenti permettendogli di entrare a fare parte e di inserirsi in gruppi di ricerca e di lavoro in modo attivo, costruttivo e proficuo con una spiccata vocazione anche ad avviare alla ricerca gli stessi studenti.

Sono convinto che Vito possieda tutte le caratteristiche per entrare a far parte in pianta stabile e in modo proficuo e produttivo di gruppi di ricerca del Dipartimento di Fisica dell'Universit  di Milano e che possa rappresentare per quest'ultima un eccellente acquisto.

Lo raccomando davvero molto caldamente.

Molto Cordialmente,

Parma, 15 Settembre 2020



Luca Trentadue  
Universit  di Parma e INFN Sezione di Milano-Bicocca  
Tel 0521-905224  
Cell. 3346063105  
luca.trentadue@unipr.it  
luca.trentadue@cern.ch

L'Aquila, 15 settembre 2020

Alla cortese attenzione della Commissione del concorso per il posto di Professore di II fascia presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano, Codice 4415

Settore concorsuale: 02/A2 - Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali.  
Settore scientifico-disciplinare: FIS/02 - Fisica Teorica, Modelli e Metodi Matematici

Cari Colleghi,

Sperando di fare cosa utile, mi pregio di inviarvi la presente lettera di presentazione per il collega Vito Antonelli. Ho accettato lietamente di prepararla su sua richiesta, in quanto lo conosco da vari anni e lo rispetto convintamente.

Ho conosciuto Vito durante il Dottorato di Ricerca (Ph.D.) in Fisica delle Particelle Elementari, che ha svolto a qualche anno di distanza da me presso la S.I.S.S.A. di Trieste. Ho poi avuto modo di seguire negli anni il suo cammino professionale, interagendo con lui e scambiando diverse opinioni su temi di ricerca di interesse comune. Le occasioni si sono intensificate negli ultimi anni, dato il comune interesse per la fisica astroparticellare e in particolare per i neutrini.

Terminato il Dottorato, nel quale Vito si è occupato di fisica dei mesoni K (processi con variazione di stranezza  $\Delta S = 1$  e  $\Delta S = 2$  e studi di violazione di CP parità con modelli fenomenologici e teorie chirali), egli ha svolto un post-doc all'Università di Berna, lavorando coi Proff. Gasser e Leutwyler, i celebri fondatori della teoria delle perturbazioni chirali. Rientrato in Italia, ha poi collaborato su diversi temi di fisica delle particelle all'Università di Milano, dapprima come post-doc e assegnatario di borsa di studio e, in seguito, come collaboratore scientifico esterno, in parallelo all'insegnamento in una scuola secondaria superiore che svolge da diversi anni.

Vito s'è occupato di molti aspetti della fisica delle particelle, con studi fenomenologici condotti spesso in stretta collaborazione anche coi gruppi sperimentali. I temi hanno spaziato dalla fisica delle alte energie, alle già menzionate teorie chirali, per arrivare fino alla fisica dei neutrini.

Per quanto riguarda le alte energie, Vito ha dapprima lavorato insieme a colleghi teorici (Prof. L. Trentadue) e sperimentali (Prof. Antonino Pullia), sulla fisica del LEP al Cern e, in generale, dei colliders, con studi che includevano sia calcoli diretti perturbativi sia l'utilizzo delle funzioni di struttura. L'interconnessione con gli aspetti fenomenologici e sperimentali è rimasta presente anche nelle analisi su problematiche simili, a cui Vito ha partecipato nel corso degli anni successivi, in collaborazione con autorevoli scienziati italiani e stranieri, tra cui il Prof. Kuraev (studio delle correzioni radiative, rilevanti anche per la calibrazione di colliders  $e^+e^-$  di energia medio-alta) e, soprattutto, i Proff. Marchesini, Dokshitzer e G. Salam, con cui si è occupato di interazioni adroniche ad alte energie, di Deep Inelastic Scattering e di tecniche di risommazione, utili per l'analisi dei dati di esperimenti quali quelli di HERA e attualmente di LHC.

Gli studi condotti sulle già menzionate teorie chirali hanno, invece, riguardato la fisica dei mesoni K e  $\pi$ , con collegamenti diretti con lo studio di esperimenti come quelli sulla determinazione di  $\epsilon'/\epsilon$  o come *Dirac* al Cern.

Negli ultimi anni Vito ha focalizzato la sua attenzione prevalentemente sulla fisica dei neutrini, dando un contributo, a mio parere, molto significativo allo sviluppo del settore e anche all'attività di vari gruppi sperimentali, soprattutto nello studio delle potenzialità e criticità di diversi esperimenti e l'analisi e interpretazione dei dati raccolti.

Insieme al Prof. R. Ferrari ha creato un gruppo di ricerca sulla fenomenologia dei neutrini, che non esisteva a Milano e che ha svolto diverse analisi di spessore internazionale, soprattutto sui neutrini solari e le problematiche connesse con le oscillazioni di sapore e la determinazione della massa dei neutrini. Questo gruppo è stato tra i primi ad analizzare i dati di esperimenti come SNO, KamLAND, Borexino, spesso in sinergia coi membri delle suddette collaborazioni sperimentali. In seguito Vito ha studiato coi Proff. Battistoni e Forte le possibilità di misure di precisione del Modello Standard ad energie medio-basse ( $\sim 1$  GeV) con fasci ad alta intensità di neutrini da acceleratori (LBL e superbeams) e rivelatori ad Argon Liquido, come Icarus. Negli ultimi anni sta collaborando strettamente coi gruppi sperimentali di Borexino, Auger e soprattutto JUNO all'analisi di problematiche rilevanti per gli esperimenti, con impatto sullo studio dei neutrini solari, della gerarchia di massa, dei neutrini da reattore in genere e sulla ricerca di ipotetici segnali di violazione della invarianza di Lorentz.

Lo svolgimento delle ricerche sopra citate ha richiesto un deciso orientamento al *problem solving* e a una solida padronanza delle tecniche di analisi dati e di calcolo analitico e numerico, oltre che di aspetti teorici di base. Nelle nostre frequenti interazioni ho constatato come Vito conosca a fondo, e abbia approfondito negli anni, le tematiche teoriche e fenomenologiche di fisica dei neutrini e più in generale di fisica delle particelle e le padroneggi molto bene.

Ritengo, pertanto, che Vito potrebbe dare un contributo significativo all'attività di fisica teorica nei gruppi dell'Università degli Studi di Milano e più in generale italiani. Una figura come quella di Vito, che conosce le problematiche di diversi esperimenti e, soprattutto, può avvalersi di solide competenze teorico/fenomenologiche, potrebbe indubbiamente fungere anche da prezioso raccordo tra teoria ed esperimento, sia sulle tematiche (fisica dei neutrini e multimessenger) su cui si è concentrato negli ultimi anni, sia su altri aspetti di fisica delle particelle, come la fisica delle alte energie. In questo campo Vito potrebbe avvalersi delle competenze già sviluppate, sia per le interazioni elettrodeboli che per quelli nucleari forti, nel corso dei suoi studi (tesi di Laurea) e ricerche (studi svolti su fisica delle alte energie e in particolare sulla risommazione nel DIS durante i post-docs) e interagire fruttuosamente con il gruppo di ricerca già attivo presso il Dipartimento di Fisica, col quale è rimasto sempre in contatto e frequentazione scientifica. Credo che non solo Vito sia pronto a focalizzare ancor più la sua ricerca su questi temi, ma soprattutto, sia *fortemente motivato* a farlo.

**GSSI Gran Sasso Science Institute**

Viale Francesco Crispi, 7 - 67100 L'Aquila, Italia - [www.gssi.it](http://www.gssi.it) Tel. +39 0862 4280262 email: [info@gssi.it](mailto:info@gssi.it)

L'Aquila, 15 settembre 2020

Vito sta già svolgendo in parte questo lavoro di raccordo tra teoria ed esperimento nell'ambito dell'esperimento JUNO, con risultati significativi, nonostante in tutti questi anni abbia potuto dedicarsi solo a tempo molto ridotto, perché impegnato come insegnante nella scuola secondaria superiore. Da un suo impiego a tempo pieno nella ricerca trarrebbe, a mio parere, giovamento tutta la Collaborazione italiana. Un discorso analogo vale anche per le Collaborazioni che si occupano degli esperimenti di LHC, un campo ricerca di enorme rilevanza ed attualità, nel quale Vito potrebbe dare un contributo significativo, anche grazie alla sua indiscutibile intraprendenza.

Altra caratteristica utile di Vito è la capacità didattica, consolidata dall'attività d'insegnamento nella scuola secondaria e a livello universitario, e dall'interesse per aspetti di storia della scienza e di divulgazione scientifica, che l'ha portato a pubblicare dei bei lavori in questo settore. Questa capacità didattica si fonda su una significativa chiarezza espositiva e su un ampio bagaglio di conoscenze scientifiche ed è testimoniata dal fatto che in questi anni è stato più volte scelto dalla Collaborazione JUNO per rappresentarla ad importanti convegni internazionali. Per questi motivi sono sicuro che potrebbe dare un contributo molto importante alla formazione dei giovani dottorandi e ricercatori, che entrano adesso a far parte delle Collaborazioni di diversi esperimenti di fisica delle particelle. Vito ha già svolto con successo questa attività in occasione delle scuole di formazione interna organizzate dalla Collaborazione JUNO Italia e in particolare dai membri della Sezione INFN di Ferrara.

Da ultimo, basandomi sulla mia conoscenza personale e sull'attività da lui svolta, mi sento di sostenere che il carattere di Vito, fativo, generoso e tranquillo, gli consentirebbe di collaborare fruttuosamente con i vari colleghi e ne renderebbe desiderabilissimo l'inserimento in un gruppo di ricerca.

Per i motivi sopra esposti, mi sento di sostenere caldamente e con piena convinzione la candidatura del Dr. Vito Antonelli per la posizione in questione.

Mi è lieta l'occasione di porgervi i più cordiali saluti  
Francesco VISSANI, PhD



(FRANCESCO VISSANI)

Direttore di Ricerca INFN presso i  
Laboratori Nazionali del Gran Sasso, Assergi (AQ)  
Professore straordinario presso il  
Gran Sasso Science Institute (GSSI) L'Aquila  
Tel: +39 346 73 28 009  
Email [viissani@lngs.infn.it](mailto:viissani@lngs.infn.it)



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**DIPARTIMENTO DI FISICA “ALDO PONTREMOLI”**  
Via Giovanni Celoria, 16 - 20133 - Milano - Italia

14 settembre '20

Alla cortese attenzione della Commissione del concorso per un posto di  
Professore di II fascia presso il Dipartimento di Fisica  
dell'Università degli Studi di Milano (Codice 4415)  
Settore concorsuale: 02/A2 - Fisica Teorica delle Interazioni Fondamentali  
Settore scient.-discipl.: FIS/02 -- Fisica Teorica, Modelli e Metodi Matematici

Egregi colleghi,

con la presente ho il piacere di presentare l'attività scientifica e didattica del Dr. Antonelli Vito, che conosco da più di 10 anni. In questo periodo ho avuto numerose occasioni di interagire strettamente e in modo estremamente proficuo con lui nell'attività di ricerca e didattica. Ho, quindi, potuto apprezzarne la formazione scientifica, le capacità e competenze ed il forte impegno.

Dopo il Dottorato in Fisica delle Particelle Elementari presso la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (S.I.S.S.A.) di Trieste, ed un post-doc biennale all'Università di Berna, Vito è tornato nell'Università di Milano (dove aveva conseguito la Laurea) e ha ripreso a collaborare coi gruppi locali nell'analisi di diversi aspetti di teoria e fenomenologia delle Particelle Elementari, sviluppando una collaborazione sempre più stretta anche con vari colleghi sperimentali, tra cui il sottoscritto. Questa attività di ricerca è stata svolta a Milano, dapprima nel corso di un post-dottorato (biennale) e di un successivo assegno di ricerca quadriennale e, in seguito, in parallelo all'attività di docente di fisica nelle scuole secondarie superiori. Nello sue ricerche Vito si è occupato di una grande varietà di aspetti differenti di fisica delle particelle, spaziando dalla fisica delle alte energie (con tematiche rilevanti per la fisica degli acceleratori studiate nella tesi di laurea e successivamente nei veri anni di post-dottorato in collaborazione con illustri colleghi teorici e sperimentali), alle teorie chirali (nel dottorato e nel post-doc a Berna per lo studio della fisica mesonica), alla fisica dei neutrini (sulla quale ha concentrato maggiormente le sue ricerche negli ultimi anni).

Come ho verificato nelle molteplici discussioni scientifiche e nello svolgimento dei lavori comuni, la varietà di temi affrontati ha permesso al Dr. Antonelli di sviluppare una visione di insieme della fisica delle particelle e di arricchire le sue conoscenze, affiancando alle sue solide conoscenze teoriche anche un competenza su diversi aspetti essenziali per la parte di analisi dei dati, quali le caratteristiche dei diversi esperimenti e dei vari tipi di rivelatori utilizzati, le problematiche di reiezione del background e discriminazione del segnale, etc. A tutto ciò Vito ha sempre affiancato solide competenze matematiche e relative alle tecniche di analisi statistica.

La nostra interazione scientifica è iniziata verso la metà degli anni 2000, quando il Dr. Antonelli faceva parte di un gruppo di fenomenologia delle particelle e, più specificamente di fisica del neutrino, che aveva contribuito a creare al Dipartimento di Fisica, in collaborazione con il Prof. R. Ferrari. Tale gruppo si è occupato tra l'altro di diverse analisi globali degli esperimenti miranti a studiare il fenomeno delle oscillazioni dei neutrini e a determinare la loro massa. È stato naturale

sviluppare una collaborazione che ha coinvolto il sottoscritto ed altri membri di Borexino e che è proseguita negli anni, rivelandosi estremamente fruttuosa ed è attiva tuttora. Tra i lavori in collaborazione, in alcuni casi anche con altri colleghi di fama internazionale, vi sono diverse analisi dello stato e delle prospettive sperimentali della fisica dei neutrini e soprattutto dei neutrini solari e, più recentemente, di quelli da reattore. Abbiamo anche contribuito insieme in maniera significativa alla stesura del capitolo sui neutrini solari dello Yellow Book dell'esperimento JUNO (per la determinazione della "gerarchia di massa" dei neutrini). Ero stato io a caldeggiare l'inserimento di Vito nella Collaborazione dell'esperimento JUNO, consapevole del valore aggiunto derivante dalla presenza di una figura come la sua, dotata di forti conoscenze sia fenomenologiche, che teoriche di base.

In questi anni, nonostante abbia potuto collaborare solo a tempo estremamente parziale, a causa del suo impegno come docente di scuola secondaria superiore, Vito ha dato contributi significativi alla Collaborazione, apprezzati dai diversi membri di JUNO che hanno avuto modo di conoscerlo. Ciò è testimoniato dal fatto che Vito è stato scelto in diverse occasioni come speaker per rappresentare la Collaborazione a prestigiose conferenze, quali, ad es., "Neutrino Telescopes" a Venezia o "IFAE" (Incontri di Fisica delle Alte Energie). Egli ha inoltre contribuito significativamente alla relazione della scheda tecnica di presentazione di JUNO per il CTS (Comitato Tecnico Scientifico) dell'INFN e alla stesura di diversi progetti finalizzati al reperimento di finanziamenti per l'esperimento. Non da ultimo ha proposto idee interessanti da cui stanno scaturendo possibili linee di ricerca sperimentale per la Collaborazione (quali, ad es., la ricerca di potenziali segnali di Lorentz invarianza).

Un ruolo essenziale è stato svolto da Vito anche nella formazione dei giovani laureandi e dottorandi, in particolare nel corso delle scuole di formazione interna, organizzate dal Prof Mantovani e dai membri di Ferrara della Collaborazione JUNO. Vito ha anche seguito insieme a me dei laureandi e Dottorandi. La nostra collaborazione ha riguardato anche altri aspetti di didattica. Infatti Vito tiene da alcuni anni, con soddisfazione mia e degli studenti, dei complementi (cicli di lezioni su alcuni aspetti della fenomenologia dei neutrini) al corso di "Fisica Astroparticellare", del quale sono titolare presso il Dip. di Fisica e in diverse occasioni partecipa anche agli esami in qualità di cultore della materia. Anche in queste attività ho potuto apprezzare, unitamente alle conoscenze di Vito, le sue capacità didattiche e soprattutto la sua chiarezza espositiva. Ha contribuito con me e altri colleghi del Dipartimento (in primis L. Belloni) ad un volume storico/divulgativo e sta gestendo insieme a me, come Editori Scientifici, una raccolta ("Collection") di contributi di esperti sulle oscillazioni dei neutrini per la rivista Universe.

Sottolineo anche la forte motivazione e il carattere socievole di Vito, che gli permettono di inserirsi positivamente in gruppi di ricerca, sia piccoli che allargati.

Sono, pertanto, convinto che la possibilità di avvalersi a tempo pieno di una figura con le sue conoscenze e competenze e la sua maturità scientifica, sarebbe di estrema utilità e garantirebbe un sicuro contributo allo sviluppo di tutta la fisica teorica, e più in generale la fisica delle particelle elementari, del nostro Dipartimento.

Sostengo, pertanto, convintamente la candidatura del Dr. Antonelli per la posizione in questione.

In fede

Prof. Lino Miramonti



Ferrara  
1 luglio 2016

Egregio Dirigente Scolastico,

con la presente lettera desidero informarla che il Prof. Vito Antonelli, che presta servizio presso la sua scuola, ha partecipato al meeting italiano dell'esperimento JUNO (Jiangmen Neutrino Underground Observatory) che si è svolto presso il Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra dell'Università di Ferrara dal 1 al 5 febbraio 2016.

L'iniziativa, sostenuta dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, ha coinvolto altri 13 ricercatori e docenti di diversi istituti di ricerca ed università europee ed ha permesso di approfondire le seguenti tematiche:

- proprietà dei liquidi scintillatori: lunghezza di attenuazione, caratteristiche di assorbimento ed emissione;
- fisica dei reattori nucleari: composizione del combustibile nucleare e sua evoluzione nel corso del tempo;
- formazione di isotopi cosmogenici nel detector JUNO: efficienza di ricostruzione della traccia Čerenkov per definire correttamente la regione di veto all'interno del rivelatore.

Contestualmente allo sviluppo di questi argomenti, il Prof. Vito Antonelli ha portato un fondamentale contributo a supporto della comprensione dei complessi algoritmi matematici che verranno impiegati per studiare le incertezze statistiche e sistematiche nell'analisi finale delle misure realizzate nell'esperimento JUNO. Pertanto, anche a nome dell'intera collaborazione italiana dell'esperimento JUNO, desidero ringraziare il Prof. Vito Antonelli per gli eccellenti stimoli intellettuali e didattici che ha saputo portare all'intera comunità scientifica coinvolta nell'esperimento JUNO.

Ringraziandola per l'attenzione e la collaborazione,  
le porgo i migliori saluti.

Prof. Fabio Mantovani

Responsabile dell'esperimento JUNO per la sezione di Ferrara dell'INFN

