

PROCEDURA SELETTIVA PER LA COPERTURA DI N. 1 POSTO DI PROFESSORE UNIVERSITARIO DI RUOLO, SECONDA FASCIA, MEDIANTE CHIAMATA AI SENSI DELL'ART. 18, COMMA 1, LEGGE 30 DICEMBRE 2010, N. 240, PER IL SETTORE CONCORSUALE 01/A4, SETTORE SCIENTIFICO-DISCIPLINARE MAT/07 PRESSO IL DIPARTIMENTO DI FISICA DELL'UNIVERSITA' DELLA CALABRIA, INDETTA CON D.R. N. 1498 DEL 27 Settembre 2019

CANDIDATO Beneduci Roberto Amerigo

VALUTAZIONE DELLE PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE,  
DEL CURRICULUM E DELL'ATTIVITA' DIDATTICA

## GIUDIZI

### Giudizio sull'attività didattica, di didattica integrativa e di servizio agli studenti.

- **numero dei moduli/corsi tenuti e continuità della tenuta degli stessi:**

La Commissione esprime un giudizio **eccellente** per quanto attiene il volume, l'intensità, la continuità e la congruenza degli insegnamenti, essendo stato il candidato titolare di numerosi insegnamenti in corsi di laurea triennali e magistrali ininterrottamente dal 2003 ad oggi e avendo tenuto un minicorso presso l'Università di Denver.

- **partecipazione alle commissioni istituite per gli esami di profitto**

La Commissione esprime un giudizio **eccellente**, avendo il candidato partecipato a numerose commissioni per gli esami di profitto sia per la laurea triennale e magistrale che per il dottorato.

- **quantità e qualità dell'attività di tipo seminariale, di quella mirata alle esercitazioni e al tutoraggio degli studenti, ivi inclusa quella relativa alla predisposizione delle tesi di laurea, di laurea magistrale e delle tesi di dottorato incluse le attività di tirocinio per gli studenti dei corsi di laurea triennale e magistrale**

La Commissione esprime un giudizio **ottimo** per quanto attiene all'attività di relatore di tesi, in quanto relatore di 11 tesi di laurea triennale e magistrale; **ottimo** per quanto riguarda le attività integrative alla didattica, avendo il candidato svolto diverse attività seminariali, di tirocinio, di tutoraggio e mirate alle esercitazioni.

- **esiti della valutazione da parte degli studenti, con gli strumenti predisposti dall'ateneo, dei moduli/corsi tenuti.**

La Commissione non può esprimere **alcuna valutazione** in merito agli esiti della valutazione da parte degli studenti, non avendo il candidato prodotto alcuna documentazione.

In base alle valutazioni precedenti, il giudizio globale sull'attività didattica, di didattica integrativa e di servizio agli studenti è **Ottimo**.

### Giudizio sull'attività di ricerca scientifica

• **organizzazione, direzione e coordinamento di gruppi di ricerca nazionali e internazionali, ovvero partecipazione agli stessi**

La partecipazione a gruppi di ricerca nazionali e internazionali è **Ottima** come evidenziato dal curriculum presentato, essendo stato il candidato anche coordinatore di un progetto POR.

• **conseguimento della titolarità di brevetti**

Nessuna titolarità di brevetti risulta dalla documentazione.

• **partecipazione in qualità di relatore a congressi e convegni nazionali e internazionali e relatore su invito da parte di università straniere ed italiane**

La partecipazione in qualità di relatore a congressi e convegni nazionali e internazionali e relatore su invito da parte di università straniere ed italiane è **Molto Buona**, come evidenziato anche da alcuni seminari su invito tenuti presso istituzioni estere.

• **conseguimento di premi e riconoscimenti nazionali e internazionali per attività di ricerca**

Non risulta alcun premio o riconoscimento nazionale e internazionali per attività di ricerca.

**L'attività di ricerca complessiva** del candidato consiste in 27 articoli scientifici, 2 contributi in volume e 2 contributi in atti di convegno.

Inoltre gli indicatori bibliometrici (fonte SCOPUS alla data del 2.12.2019) sono i seguenti:

- i) numero totale di citazioni: 182;
- ii) h-index: 10.

Pertanto, in merito alla consistenza complessiva della produzione scientifica, l'intensità e la continuità temporale della stessa, la Commissione esprime un giudizio **Ottimo**.

### Valutazione analitica delle pubblicazioni presentate dal candidato nel limite numerico indicato dal bando

PUBBLICAZIONE N. 1) R. Beneduci, F.E. Schroeck, Space Localization of the Photon, Foundations of Physics, 49 (2019) 561-576.

Nel lavoro viene ricavata un'osservabile di localizzazione spaziale per il fotone. E' noto che una tale osservabile non può essere descritta da un operatore auto-aggiunto perché ciò sarebbe in contraddizione con la causalità relativistica (Hegerfeld). L'osservabile di localizzazione viene quindi ricavata all'interno del formalismo della meccanica quantistica

nello spazio delle fasi dove le osservabili sono descritte da misure a valore di operatore positivo e sono covarianti rispetto alle rappresentazioni del gruppo di Poincarè corrispondenti a particelle con massa nulla. Le tecniche matematiche utilizzate sono quelle della teoria dei gruppi e dell'analisi funzionale.

Il lavoro è molto buono per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

Il lavoro è pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla descrizione di un fenomeno fisico mediante rigorose tecniche matematiche.

La collocazione editoriale della pubblicazione è buona come si evince dall'IF della rivista e dai corrispondenti quartili, mentre, essendo stato pubblicato nel 2019, non è possibile valutarne la diffusione all'interno della comunità scientifica. L'apporto individuale risulta paritetico considerata la coerenza con le tematiche di ricerca in cui il candidato è impegnato.

PUBBLICAZIONE N. 2) R. Beneduci, Commutative POV-Measures: from the Choquet Representation to the Markov Kernel and Back, Russian Journal of Mathematical Physics, 25 (2018) 158-182.

Vengono analizzate le relazioni tra due rappresentazioni integrali delle misure a valore di operatore positivo (POVM) commutative che rappresentano le osservabili della meccanica quantistica. Nella prima una POVM viene rappresentata come la randomizzazione di un operatore auto-aggiunto tramite un nucleo di Markov. La seconda è una rappresentazione alla Choquet. Si dimostra come l'una possa essere ricavata dall'altra. Le tecniche matematiche utilizzate sono quelle dell'analisi funzionale.

Il lavoro è molto buono per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza, come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla rappresentazione matematica di osservabili quantistiche che viene analizzata con rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è discreta, come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili. E' sufficiente la diffusione all'interno della comunità scientifica considerato il numero di citazioni ricevute in relazione alla data di pubblicazione.

Il candidato è l'unico autore della pubblicazione.

PUBBLICAZIONE N. 3) R. Beneduci, Joint Measurability Through Naimark's Dilation Theorem, Reports on Mathematical Physics, 79 (2017) 197-214.

Due osservabili incompatibili possono essere misurate congiuntamente se si introduce un opportuno errore nella loro misurazione. Ciò viene descritto matematicamente mediante l'introduzione di misure a valore di operatore positivo (POVM). Un esempio tipico è quello delle POVM corrispondenti alle osservabili posizione e momento che si ottengono randomizzando gli operatori posizione e momento e che ammettono una misurazione congiunta. Nel lavoro vengono dimostrate condizioni per la misurabilità congiunta di una coppia arbitraria di osservabili incompatibili.

Il lavoro è discreto per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza, come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla descrizione del processo di misura di coppie di osservabili quantistiche incompatibili attraverso l'uso di rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è discreta, come si evince dall'IF della rivista e dai corrispondenti quartili. Buona la diffusione all'interno della comunità scientifica.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 4) R. Beneduci, Positive Operator Valued Measures and Feller Markov Kernels, *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 442 (2016) 50-71.

Nel lavoro si dimostra che ogni misura a valore di operatore positivo (POVM) è la randomizzazione di un operatore auto-aggiunto e che la randomizzazione può essere realizzata mediante un nucleo di Markov di tipo Feller. Viene dunque analizzata la rilevanza del risultato per l'interpretazione fisica delle osservabili quantistiche. Le tecniche utilizzate sono quelle dell'analisi funzionale.

Il lavoro è ottimo per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza, come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla caratterizzazione matematica delle osservabili quantistiche mediante rigorose tecniche di analisi funzionale e sull'analisi della rilevanza fisica dei risultati.

La collocazione editoriale della pubblicazione è molto buona come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili. Buona la diffusione all'interno della comunità scientifica.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 5) R. Beneduci, L. Molnar, On the standard K-loop structure of positive invertible elements in a  $C^*$ -algebra, *Journal of Mathematical Analysis and Applications* 420 (1) (2014) 551-562.

Viene caratterizzato il prodotto sequenziale all'interno di una algebra  $C^*$ . Il prodotto sequenziale ha applicazioni in relatività ristretta (addizione delle velocità) e nello studio dei fondamenti matematici della meccanica quantistica (teoria quantistica della misurazione).

Il lavoro è ottimo per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sullo studio delle algebre  $C^*$  che sono rilevanti per la teoria della misurazione quantistica, per la teoria algebrica dei campi e per la relatività ristretta.

La collocazione editoriale della pubblicazione è molto buona come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili. La diffusione all'interno della comunità scientifica è ottima.

L'apporto individuale del candidato risulta paritetico considerata la coerenza con le tematiche di ricerca in cui il candidato è impegnato.

PUBBLICAZIONE N. 6) R. Beneduci, F.E. Schroeck, Jr., A note on the relationship between localization and the norm-1 property, *J. Phys. A: Math. Theor.* 46 (2013) 305303-1-13.

Ci sono esempi di fenomeni di localizzazione (per esempio la localizzazione del fotone) che non possono essere descritti mediante misure spettrali (localizzazione sharp). E' invece possibile una localizzazione unsharp descritta da misure a valore di operatore positivo (POVM). Nella localizzazione unsharp non esiste uno stato tale che il sistema sia localizzato con probabilità pari ad 1 in una determinata regione dello spazio. La localizzazione unsharp è però compatibile con la proprietà di norma-1. Ciò corrisponde ad una successione di stati per i quali la probabilità che il sistema sia localizzato in una determinata regione tende ad 1. Il problema è quello di stabilire quali osservabili fisiche verificano questa proprietà. Nel lavoro viene dimostrato che diverse rilevanti osservabili di localizzazione in fisica quantistica non verificano la proprietà di norma-1.

Il lavoro è eccellente per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sul problema della localizzazione in meccanica quantistica che viene trattato con rigorose tecniche di analisi funzionale e teoria dei gruppi.

La collocazione editoriale della pubblicazione è eccellente come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili, mentre la diffusione all'interno della comunità scientifica, è buona.

L'apporto individuale risulta paritetico considerata la coerenza con le tematiche di ricerca in cui il candidato è impegnato.

PUBBLICAZIONE N. 7) R. Beneduci, T. Bullock, P. Busch, C. Carmeli, T. Heinosaari, A. Toigo, Operational link between mutually unbiased bases and symmetric informationally complete positive operator-valued measures, Phys. Rev. A, 88 (2013) 032312-1-15.

Un problema ancora aperto è quello dell'esistenza delle SIC-POVM (Symmetric Informationally Complete-POVM) che sono rilevanti per la crittografia quantistica e per la tomografia quantistica. Se ne riesce a dimostrare l'esistenza per alcune dimensioni dello spazio di Hilbert ma non esiste una dimostrazione generale di esistenza. Nel lavoro viene individuata una connessione tra questo problema e quello dell'esistenza delle MUB (Mutually Unbiased Bases).

Il lavoro è eccellente per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato su un problema di esistenza di un oggetto matematico di rilevanza per la crittografia quantistica e per la tomografia quantistica.

La collocazione editoriale della pubblicazione è eccellente come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili. La diffusione all'interno della comunità scientifica è buona.

L'apporto individuale del candidato risulta paritetico considerata la coerenza con le tematiche di ricerca in cui il candidato è impegnato.

PUBBLICAZIONE N. 8) R. Beneduci, Infinite sequences of linear functionals, positive operator-valued measures and Naimark extension theorem, Bull. Lond. Math. Soc. 42 (2010) 441-451.

Si analizzano le relazioni tra le dilatazioni di Naimark di una POVM commutativa  $F$  e l'operatore auto-aggiunto  $A$  di cui  $F$  è la randomizzazione. In una prima fase si dimostra che  $A$  è combinazione lineare dei momenti di  $F$ . Successivamente questo risultato viene utilizzato per dimostrare che  $A$  è la proiezione di un operatore di Naimark. Le tecniche matematiche utilizzate sono quelle dell'analisi funzionale.

Il lavoro è eccellente per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla caratterizzazione matematica delle osservabili quantistiche mediante rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è buona come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili. La diffusione all'interno della comunità scientifica è ottima.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 9) R. Beneduci, Stochastic matrices and a property of the infinite sequences of linear functionals, *Linear Algebra and its Applications*, 433 (2010) 1224-1239.

Viene dimostrata una proprietà delle matrici stocastiche che successivamente viene utilizzata per dimostrare una proprietà degli insiemi numerabili di funzionali lineari. Questi risultati vengono poi usati per dimostrare che il processo di randomizzazione che collega una POVM commutativa  $F$  al corrispondente operatore auto-aggiunto  $A$  può essere invertito, i.e.,  $A$  può essere ottenuto integrando una opportuna funzione biunivoca  $f$  rispetto ad  $F$ . Inoltre viene definito un algoritmo per la costruzione della  $f$ .

Il lavoro è eccellente per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sullo studio delle osservabili quantistiche con rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è molto buona come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili.

Considerato il numero di citazioni, la diffusione all'interno della comunità scientifica è buona.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 10) R. Beneduci, Neumark operators and sharp reconstructions: The finite dimensional case, *J. Math. Phys.* 48 (2007) 022102 (18 pages).

Viene dimostrato che nel caso finito dimensionale esiste una relazione tra l'operatore di Naimark corrispondente alla dilatazione di una POVM commutativa e la sua ricostruzione sharp. Vengono poi analizzate le implicazioni del risultato per la teoria delle misure quantistiche non-ideali e per il concetto di misura unsharp.

Il lavoro è ottimo, per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla rappresentazione matematica delle osservabili quantistiche e sulle relazioni tra le osservabili unsharp e le osservabili sharp.

La collocazione editoriale della pubblicazione è ottima come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili.

Considerato il numero di citazioni, la diffusione all'interno della comunità scientifica è buona.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 11) R. Beneduci, A geometrical characterization of commutative positive operator valued measures, J. Math. Phys., 47 (2006) 062104 (12 pages).

Viene dimostrato che il legame tra operatori auto-aggiunti e POVM commutative reali è rappresentabile tramite una procedura di randomizzazione a sua volta descritta tramite una famiglia di misure di probabilità.

Il lavoro è ottimo per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla rappresentazione matematica delle osservabili quantistiche mediante rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è ottima come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili.

Considerato il numero di citazioni, la diffusione all'interno della comunità scientifica è buona.

Il candidato è l'unico autore del lavoro.

PUBBLICAZIONE N. 12 ) R. Beneduci, G. Nisticò, Sharp reconstruction of unsharp quantum observables, J. Math. Phys., 44 (2003) 5461-5473.

Viene dimostrata l'esistenza di un unico (a meno di biiezioni) operatore auto-aggiunto  $A$  corrispondente ad una POVM commutativa  $F$ . Viene mostrato che il legame tra  $A$  e la corrispondente POVM  $F$  è interpretabile come una diffusione stocastica del primo.

Il lavoro è ottimo per quanto riguarda l'originalità, l'innovatività, il rigore metodologico e la rilevanza come si può dedurre dagli obiettivi e dai risultati descritti.

E' pienamente congruente con le tematiche del S. C. 01/A4 essendo incentrato sulla rappresentazione matematica delle osservabili quantistiche mediante rigorose tecniche di analisi funzionale.

La collocazione editoriale della pubblicazione è ottima come si evince dall' IF della rivista e dai corrispondenti quartili.

Considerato il numero di citazioni, la diffusione all'interno della comunità scientifica è buona.

L'apporto individuale risulta paritetico considerata la coerenza con le tematiche di ricerca in cui il candidato è impegnato.

Visti i lavori redatti in Lingua Inglese e preso atto che il candidato ha svolto vari interventi presso Università Straniere ed ha tenuto un minicorso presso l'Università di Denver, la commissione ritiene che le Competenze Linguistiche del candidato siano pienamente soddisfacenti per quanto previsto dal bando.

### **Giudizio collegiale della Commissione**

La Commissione, dopo aver reso i giudizi analitici sulle attività didattiche, di didattica integrativa e di servizio agli studenti valuta il candidato **BENEDUCI Roberto Amerigo** pienamente qualificato a svolgere il ruolo previsto dal bando.