

# *La funzione della matematica nell'insegnamento della fisica, la funzione della fisica nell'insegnamento della matematica*

*La didattica STEAM  
nell'insegnamento di oggi*

Rosa Buonanno\* Daniela Buono\*\*

Liceo Pomigliano; rosa.buonanno@alice.it\*

Liceo Cartesio; danielabuono79@gmail.com\*\*



DOI : 10.53159 /PdM(IV).v4n4.095

**Sunto:** *Si dettaglia sulle tematiche presentate al Convegno "La funzione della matematica nell'insegnamento della fisica, la funzione della fisica nell'insegnamento della matematica" che si è svolto nei giorni 09-10-11 settembre 2022 ad Agerola.*

**Parole Chiave:** *fisica Classica, fisica moderna, Quantistica, Relatività*

**Abstract:** *Details on the topics presented at the conference "The function of mathematics in the teaching of physics, the function of physics in the teaching of mathematics" which took place on 09-10-11 September 2022 Agerola*

**Keywords:** *Classical Physics, Modern Physics, Quantum, Relativity*

## 1 - Introduzione

L'Associazione Mathesis Napoli "Aldo Morelli", in collaborazione con l'Accademia di Filosofia e Scienze Umane (AFSU), per l'anno solare 2022, ha dedicato la propria attività alle applicazioni della matematica alle altre discipline, coerentemente con le moderne indicazioni relative alla Didattica STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) per le Scuole secondarie di secondo grado.

A tal proposito, considerata l'ampia richiesta di contributi, ha organizzato ed espletato in tre giornate, con doppia modalità -presenza/online-, un Convegno sulle interrelazioni tra lo studio della matematica e della fisica nella cittadina di Agerola, nei giorni 09-10-11 settembre 2022 al Campus Principe di Napoli, la Prima Università Gastronomica e Centro di Alta Formazione Universitaria .

Ha introdotto i lavori la prof.ssa Giovanna Della Vecchia che ha invitato il dott. Tommaso Naclerio, sindaco di Agerola, a portare il saluto della comunità.

Di seguito sono intervenuti, per un saluto, i professori: Aniello Buonocore, Presidente dell'Associazione Mathesis Napoli "Aldo Morelli"; Giovanni Vincenzi, professore del Dipartimento di matematica dell'Università di Salerno; Franco Eugeni, Presidente dell'Accademia di Filosofia e Scienze Umane.

In particolare, il prof. Eugeni, dopo aver proposto alcune questioni di Geometria assiomatica secondo la tradizione fusionistica, ha presentato il Progetto per un nuovo Polo universitario della Fondazione "G.Leibniz" da realizzare nella sede di Mosciano S.Angelo (TE), in collaborazione con la

presidente APAV, la prof.ssa Renata Santarossa, ed il dott. Diego Ferretti.

## **2 - La didattica nelle interrelazioni tra l'insegnamento della matematica e della fisica**

La Prima sessione, *La didattica nelle interrelazioni tra l'insegnamento della matematica e della fisica*, presieduta dalla prof.ssa Renata Santarossa, ha visto in qualità di relatori i proff.ri Emilio Balzano - Geometria e fisica nella scuola secondaria di secondo grado. Proposte di attività didattiche -, Francesco Di Paola Bruno - Formulazione, formalizzazione e ... rischio di formulite -, Mariarosaria Cuomo - Una passeggiata matematica: La retta nel piano cartesiano ortogonale attraverso il moto rettilineo uniforme - e Sergio Rossano - Il decadimento radioattivo e la forza nucleare debole: una proposta didattica -.

Balzano ha discusso sulle interrelazioni tra geometria e fisica e sugli intrecci tra le due discipline, noti già nella cultura ellenistica. Nella presentazione ha evidenziato il ruolo, spesso trascurato, della geometria descrittiva (in particolare quella dello spazio) nella scuola di base e anche in quella secondaria di secondo grado, nonostante il successo di proposte didattiche sperimentate nel corso degli anni. Successivamente, ha trattato alcune proposte di esplorazione di fenomeni fisici e di modellizzazione geometrica, ponendo l'enfasi sulla modellizzazione, la quale permette agli studenti di assumere una visione unitaria e critica sul rapporto tra realtà e teorie.

Di seguito, Francesco Bruno ha presentato alcuni argomenti di fisica, di varia natura, previsti per il corso di studi di scuola secondaria di secondo grado e del liceo scientifico (in particolare, tratti da ottica geometrica, meccanica, elettromagnetismo) dove, partendo dall'applicazione di differenti principi o leggi fisiche, si giunge poi alla formalizzazione con la stessa legge matematica che richiama anche la definizione di media armonica. Si è soffermato sul "dialogo" tra fisica e matematica: la fisica si serve del linguaggio matematico per descrivere il comportamento di un certo sistema, mentre la matematica, col suo formalismo, coglie analogie astratte esistenti tra situazioni reali, consentendo di affermare, ad esempio, che un condensatore, nell'ambito dell'elettromagnetismo, si comporta esattamente come una molla con la sua legge di Hooke in meccanica. Il filo conduttore del discorso è stato comunque la centralità formativa dell'idea di legge fisica generale e di modello matematico, contrapposti all'uso, e talvolta abuso, di formule e formulette create ad hoc per ogni singolo caso e sottocaso, cosa che conduce a una "formulite" patologica, responsabile il più delle volte della errata risoluzione dei problemi di fisica da parte degli studenti.

E' stato infine sottolineato, come tralasciare alcuni argomenti di fisica possa costituire un'occasione mancata per introdurre in maniera accattivante un certo argomento di matematica e, a tempo stesso, trattare alcuni argomenti di matematica in maniera astratta, senza la naturale implicazione fisica, non faccia cogliere in maniera rilevante che le più belle idee matematiche spesso sono nate dalla fisica.

La presentazione dell'attività di Mariarosaria Cuomo ha avuto l'intento di evidenziare i due aspetti fondamentali già citati nel titolo del convegno: il ruolo fondamentale della matematica nell'insegnamento della fisica e viceversa. L'attività ha riguardato un'esperienza di laboratorio povero, in una seconda classe del liceo scientifico tradizionale; in particolare, gli studenti, attraverso una passeggiata guidata, hanno avuto modo di osservare e constatare, con la realizzazione di grafici, il legame tra la retta nel piano cartesiano ortogonale e il moto rettilineo uniforme.

Rossano, nella sua proposta didattica inerente al decadimento radioattivo e alla forza nucleare debole, ha discusso su Richard Phillips Feynman, fisico teorico e divulgatore scientifico statunitense Premio Nobel per la fisica nel 1965, per l'elaborazione dell'elettrodinamica quantistica e, attraverso esempi di realtà quotidiana, ha illustrato come la forza elettrica è incommensurabilmente più intensa della forza gravitazionale.

### **3 - La ricerca e i risultati recenti**

La Seconda sessione, *La ricerca ed i risultati recenti*, presieduta dal prof. Giovanni Vincenzi, ha visto come relatori i proff.ri Ferdinando Casolaro - *Il contributo scientifico lasciato dal prof. Alberto Trotta* -, Vittorio De Falco - *La Scuola Superiore Meridionale e le Scienze dello Spazio* -, Canio Noce - *La correlazione quantistica può essere considerata un concetto base della meccanica quantistica* -, Vincenzo Tibullo - *Dal corpo rigido al corpo deformabile: un'introduzione alla meccanica dei continui* -.

Casolaro ha centrato il suo intervento su alcune riflessioni del prof. Trotta, già segretario della rivista "Periodico di matematica" dalla sua rinascita nel 2019, nonché attivo divulgatore di questioni di fisica moderna. In particolare, ha condiviso la riflessione secondo cui la fisica Moderna è la frontiera del sapere e la base delle tecnologie di oggi; studiarla significa mettersi al passo con i tempi e un docente di matematica e fisica non può ignorare una discussione, o eventuali richieste di chiarimento da parte degli allievi, sugli eventi scientifici odierni, seppur complessi.

Nell'intervento successivo, De Falco ha fornito una breve panoramica sulla Scuola Superiore Meridionale di Napoli, ufficialmente accreditata come istituto di eccellenza per studi umanistici e scientifici. Ha illustrato la struttura della scuola e le attività formative a livello di allievi ordinari, di dottorandi e ricercatori, concentrandosi in particolare, sull'area di ricerca "Cosmology, Space Science & Space Technology" e illustrandone l'attività didattica e di ricerca.

La relazione di Canio Noce, dal titolo *La correlazione quantistica* può essere considerata un concetto base della meccanica quantistica", è stata un omaggio al prof. Trotta.

Noce ha discusso sul concetto di "entanglement", introdotto da Schroedinger e ripreso, poi, nel famoso paradosso EPR. In particolare, si è soffermato sui diversi test sperimentali rivolti a stabilire quantitativamente le relazioni di complementarità nei sistemi quantistici, al fine di comprendere meglio il concetto di entanglement.

Partendo dai risultati di questi esperimenti, ha rivisto criticamente il concetto di "entanglement", evidenziando come questa quantità sia una caratteristica distintiva dei

sistemi quantistici e che, quindi, può essere considerata un concetto di base della meccanica quantistica, alla stregua della funzione d'onda e del dualismo onda/corpuscolo.

Tibullo ha presentato la relazione dal titolo *Dal corpo rigido al corpo deformabile: un'introduzione alla meccanica dei continui*, introducendo il concetto di "corpo rigido" e di seguito il concetto di "corpo deformabile", approfondendo in qualche dettaglio la sua cinematica, ovvero il formalismo matematico utilizzato per descrivere le sue configurazioni e il suo moto. Inoltre, ha introdotto diverse entità matematiche tramite le quali è possibile descrivere le caratteristiche salienti di un corpo deformabile e del suo moto. Successivamente, ha fornito una breve introduzione alla dinamica del corpo deformabile, estendendo ad esso le equazioni di bilancio della quantità di moto e ricavando la forma totale di tali equazioni, dette equazioni indefinite del moto, affrontando il problema della loro insufficienza a determinare il moto del corpo deformabile.

#### **4 - Approccio sperimentale**

La Terza sessione, *Approccio Sperimentale*, presieduta dal prof. Andrea Lanzillo, ha visto come relatori i proff. Angela Donatiello - *Regressione lineare: un metodo per il fitting di dati sperimentali* -, Bonaventura Paolillo - *Gli esperimenti fisici come strumenti per l'indagine matematica: un approccio didattico* -, Vincenzo Parente - *Laboratorio di Cinematica nella classe 2.0* -, Emilio Polverino - *Dalle curve al moto, dal moto alle curve. Esperienze didattiche* -, Matteo Tanferna - *Strumenti matematici minimi per la fisica moderna*.

Donatiello, attraverso il suo intervento, ha voluto mettere in evidenza, una possibilità di approccio alla regressione lineare nella scuola secondaria di II grado con la ricerca della retta dei minimi quadrati, sia con l'uso di materiale povero come riga e carta millimetrata, sia con l'ausilio di strumenti digitali che vanno dal semplice Foglio di Calcolo tipo Excel ad applicazioni open source come StatPlus, mostrando come il metodo possa essere agevolmente presentato a studenti del primo biennio e fino al quinto anno, con diversi livelli di approfondimento.

Dopo un breve excursus storico e teorico, ha condiviso alcune esperienze didattiche nate in collaborazione con il Piano Lauree Scientifiche del Dipartimento di fisica dell'Università degli Studi di Salerno, in cui gli studenti sono stati chiamati a costruire fitting di dati sperimentali e a valutarne la bontà con la verifica dei coefficienti statistici di riferimento. Ha sottolineato, inoltre, come l'analisi statistica dei dati sia un luogo privilegiato in cui la matematica applicata e la fisica si incontrano, favorendo negli studenti lo sviluppo del senso di autoefficacia nei confronti della matematica e della fisica e promuovendo una nuova visione delle due discipline, grazie anche ad un'azione sulla dimensione emotiva, fortemente stimolata dall'approccio esperienziale, secondo il modello tridimensionale dell'atteggiamento di Di Martino e Zan.

Successivamente, Paolillo si è soffermato sul significato di esperimento fisico e su come questo possa essere utilizzato per fornire una convalida a teoremi o a risultati di carattere prettamente matematico. Ha evidenziato come, partendo da



contesti derivanti da scienze sperimentali, si cercano modelli matematici utili a descrivere e a simulare determinati comportamenti ma a tempo stesso, negli ultimi decenni, si è assistito ad un percorso inverso, in cui i risultati o le equazioni matematiche possono essere descritti e convalidati, seppur teoricamente, da esperimenti o congegni di tipo fisico; tale percorso, riprende in qualche misura i metodi empirici che trattava già il grande Archimede. Infine, ha proposto alcune schede didattiche per gli allievi, menzionando anche la dimostrazione fisica del teorema di Pitagora.

Di seguito Parente, dopo una breve introduzione sull'ambiente didattico innovativo, che permette di rendere centrale il Learning by Doing su base quotidiana, ha presentato l'attività di laboratorio con cui introduce la cinematica ai suoi studenti, ma che rappresenta anche il *modus operandi* con cui nel primo biennio ha scelto di introdurre, passo dopo passo, tutti i moti sia in una che in due dimensioni. Sono state illustrate e discusse le fasi dell'esperienza, dalla presa dati all'elaborazione degli stessi, prestando particolare attenzione ai software utilizzati in ciascuna fase.

Polverino ha presentato alcune attività sperimentate con gli studenti relative agli aspetti grafici nello studio del moto. L'attività è stata oggetto di apprezzamento della direzione Scolastica Regionale che, nel 2015, la divulgò ai dirigenti scolastici del territorio.

La sessione di lavori si è chiusa con l'intervento di Tanferna che ha argomentato su *Strumenti matematici minimi per la fisica moderna* ed ha riassunto le idee e le considerazioni sviluppate

in una micro-sperimentazione effettuata in un Liceo Scientifico Tecnologico. Nello specifico, ha introdotto l'algebra delle derivate fin dai primi anni di corso, senza fare riferimenti ai concetti topologici ma appoggiandosi alla definizione puramente algebrica di derivazione sugli anelli, provando a verificare se ciò apportava qualche vantaggio nell'affrontare lo studio della fisica in generale e lo studio dell'analisi matematica dell'ultimo anno di corso.

## 5 - L'approccio didattico alla fisica moderna

La Quarta sessione, *L'approccio didattico alla fisica moderna*, presieduta dalla prof.ssa Loredana Biacino, ha avuto come relatori i proff. Valerio Bozza - *L'algebra complessa nella ricerca di pianeti extrasolari* -, Rodolfo Figari - *L'insegnamento della fisica moderna nelle Scuole Medie Superiori: difficoltà e nuove proposte* -, Andrea Lanzillo - *Una proposta didattica per l'insegnamento della relatività* -, Mario Innocenzo Mandrone - *La fisica atomica, la teoria della relatività' e la meccanica quantistica nei temi e test ministeriali per l'esame di stato*.

La sessione si è aperta con l'intervento di Valerio Bozza su "*L'algebra complessa nella ricerca di pianeti extrasolari*", riguardante alcuni fenomeni fisici che sono alla base di entusiasmanti scoperte di nuovi pianeti. Il microlensing gravitazionale si basa sulla deflessione della luce da parte di campi gravitazionali, secondo quanto predetto dalla Teoria della Relatività Generale di Einstein. Particolari algoritmi basati sull'algebra complessa sono alla base di sofisticati codici per l'analisi delle osservazioni di microlensing che conducono alla scoperta e alla caratterizzazione dei pianeti extrasolari.

Ha fatto seguito l'intervento di Figari su *"L'insegnamento della fisica moderna nelle Scuole Medie Superiori: difficoltà e nuove proposte"*. Molti libri di testo adottati negli ultimi anni della Scuola Media Superiore hanno recepito le indicazioni ministeriali sulla necessità di inserire nei programmi elementi di fisica Moderna.

L'esempio della Meccanica Quantistica è quello che mostra in maniera più chiara le difficoltà di aderire a queste indicazioni. Si tratta di una teoria che, in qualunque "versione" venga presentata, utilizza matematica sofisticata, normalmente appresa alla fine del curriculum di laurea triennale in matematica o in fisica. Inoltre, la sua evoluzione storica si è indissolubilmente legata a differenti punti di vista epistemologici e filosofici. Il prof. Figari ha indicato alcune proposte preliminari su come semplificare la matematica nell'analisi di sistemi semplici che mostrino però caratteristiche tipiche dell'evoluzione dei sistemi quantistici.

La proposta didattica di Lanzillo ha riguardato la teoria della relatività di Einstein e ha voluto rispondere a due questioni essenziali del Convegno: *cosa insegnare oggi, dopo l'evoluzione della matematica e della fisica negli ultimi 150 anni; quale ruolo deve avere "la matematica nell'insegnamento della fisica"; quale ruolo "la fisica nell'insegnamento della matematica"*. In particolare, nel suo intervento, il prof. Lanzillo ha mostrato come, a partire dalle trasformazioni galileiane e con una semplice ipotesi, si ricava il fattore gamma e quindi le trasformazioni di Lorentz, determinando le leggi della contrazione della lunghezza e della dilatazione dei tempi. Successivamente, dopo aver introdotto il principio di equivalenza, ha considerato il fenomeno della dilatazione dei

tempi in prossimità della massa e infine ha fornito un'applicazione ai satelliti GPS.

Mandrone, con la relazione su *La fisica atomica, la teoria della relatività e la meccanica quantistica nei temi e test ministeriali per l'esame di stato*, ha posto l'accento sull'evoluzione dell'insegnamento della fisica mediante la soluzione dei temi più significativi proposti agli esami di stato di liceo scientifico. Facendo riferimento al Decreto Ministeriale di gennaio 2015, che ha introdotto la fisica tra le materie caratterizzanti il corso di studio del L. S. in tutte le sue opzioni, ha presentato il volume *L'insegnamento della fisica nella Scuola secondaria*, redatto nel 2019, che raccoglie le lezioni tenute al Corso di Formazione docenti al Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli "Federico II". Mandrone ha concluso con l'auspicio che le tematiche relative alle conoscenze dei risultati della fisica pubblicati negli ultimi decenni, diventino oggetto di divulgazione da parte dei docenti agli studenti.

## 6 - Salotto didattico

Il pomeriggio della seconda giornata dei lavori è stato dedicato agli interventi dei docenti partecipanti, attraverso un "Salotto didattico" moderato dal prof. Umberto Salzano.

Il dibattito è stato introdotto dagli interventi dei proff.ri Carlo Toffalori e Luigi Tomasi, presentati dal prof. Emilio Polverino.

I paradossi di Zenone, ha sottolineato Toffalori, collegano logica e fisica, non solo perché investono concetti fondamentali come il tempo e la sua misura, gli infinitesimi e gli infiniti, il discreto e il continuo, ma anche perché

possiedono alcune intriganti versioni moderne, sia nella fisica quantistica che nella teoria della computazione. Tali aspetti possono incuriosire gli studenti delle scuole secondarie di secondo grado.

Tomasi, ha ribadito, come nella scuola superiore, anche quando è lo stesso docente a insegnare entrambe le materie, matematica e fisica rimangono spesso di fatto separate oltre che "sfasate" temporalmente per quanto riguarda gli argomenti da svolgere. L'insegnante spesso "si sdoppia", quasi si trattasse di due docenti diversi, che propongono metodi differenti e che inevitabilmente esprimono anche diverse concezioni relative alle due materie, anche se gli allievi capiscono subito quale delle due discipline il docente tende a "preferire". Gli allievi di solito apprendono le due materie in modo "separato", anche se hanno lo stesso docente di matematica e di fisica. Occorre, pertanto, secondo il prof. Tomasi, una didattica diversa delle due discipline e una formazione diversa degli insegnanti di matematica e fisica, sia dal punto di vista dei contenuti che della loro didattica. Nell'intervento sono stati proposti alcuni argomenti, anche con l'aiuto del software GeoGebra, che si prestano particolarmente per comprendere lo stretto legame tra matematica e fisica (in cui si vede quale può essere la "funzione della fisica nell'insegnamento della matematica" e, in alcuni casi, il viceversa.

Durante il "Salotto didattico" sono intervenuti alcuni docenti con significative osservazioni, delle quali ha preso appunti il referente del Comitato Scientifico, per successive riflessioni sull'organizzazione dei prossimi eventi.

## 7 - Conclusioni

Il Convegno si è chiuso con le conclusioni dei professori Ferdinando Casolaro, componente della Direzione dell'AFSU, e Aniello Buonocore, Presidente dell'Associazione Mathesis Napoli "Aldo Morelli".

Casolaro ha manifestato grande soddisfazione per la numerosa presenza (anche da remoto) di docenti da tante parti del territorio italiano; presenza che non è stata solo passiva, visto gli innumerevoli e significativi interventi nel dibattito promosso dal "Salotto didattico". Nella sua conclusione, ha puntato l'accento sulla esigenza di promuovere e valorizzare i contatti culturali tra docenti di Scuole diverse dell'intero territorio nazionale.

A tal proposito, ha ricordato che già ai Giochi matematici per la Scuola "Premio Aldo Morelli", attività per gli studenti dal 2007, partecipano circa cento scuole e sono coinvolte otto regioni (dal Friuli Venezia Giulia alla Sicilia), per cui ha invitato i partecipanti, sia in presenza che in remoto, ad aderire ai Giochi 2023.

Inoltre, ha sottolineato l'esigenza di dare continuità alle attività in collaborazione AFSSU-MathesisNapoli "A. Morelli" (Accademia/Filosofia/ScienzeUmane - matematica/fisica), per un dialogo educativo interdisciplinare, che potrà permettere di affrontare le problematiche del mondo che ci circonda.

A ciò contribuirà certamente l'approccio moderno della didattica STEAM che, secondo Casolaro, andrebbe ampliata anche alle Scienze Umane, in quanto ritiene che il disorientamento dei giovani, per una corretta analisi dei tragici eventi di oggi, sia dovuto anche alla non conoscenza di

quella parte di Storia degli ultimi settanta anni, totalmente ignorata dalla nostra Scuola.

Pertanto, una comunicazione che non isoli la disciplina che si insegna dalle altre, potrà aprire nuovi orizzonti alla formazione dei futuri studenti.

Buonocore ha concluso ritenendo che il convegno abbia fornito una conferma che il mondo della Scuola, inteso nell'accezione più generale possibile, possiede in sé un'enorme ricchezza; i relatori, chi con le proprie ricerche, chi con l'esplorazione delle tecnologie digitali, chi con le esperienze svolte sul campo, ne sono stati un'effettiva controprova.

Il Presidente ha comunicato che l'associazione Mathesis Napoli "Aldo Morelli" organizzerà il IV Congresso Nazionale della Federazione Italiana Mathesis, che si svolgerà a Napoli dal 30 novembre al primo dicembre e che aggiornerà, in itinere, docenti e dirigenti sulle varie fasi dell'organizzazione, con l'auspicio che ci possa essere la massima partecipazione possibile a tale evento.

## **Bibliografia**

I riferimenti bibliografici sono a calce dei singoli articoli pubblicati nel presente volume - numero 4 del 2022 - che raccoglie le tematiche presentate durante i lavori del Convegno.

GLI ADELPHI

*Richard P. Feynman*

Il piacere di scoprire

