

Brevi percorsi di fisica quantistica

Giovanni GIULIANA¹, Irene MARZOLI², Umberto SCOTTI DI UCCIO³, Italo TESTA³, Mariarosaria ROMANO⁴

¹*School of Advanced Studies, University of Camerino*

²*Scuola di Scienze e Tecnologie, Università degli Studi di Camerino*

³*Dipartimento di Fisica “E. Pancini”, Università Federico II, Napoli*

⁴*Istituto d’Istruzione Secondaria Superiore “Giancarlo Siani”, Casalnuovo di Napoli (NA)*

e-mail di riferimento: giovanni.giuliana@unicam.it

Abstract

Nell'ambito del Piano Lauree Scientifiche Fisica dell'Università Federico II, è stata tenuta una serie di seminari di meccanica quantistica per i ragazzi dell'ultimo anno dei licei.

Sono stati trattati 3 argomenti in 4 seminari con due obiettivi: rendere consapevoli gli studenti della valenza sociale ed economica delle applicazioni della meccanica quantistica, e cercare di eliminare alcune misconcezioni. Ciascun seminario, tenuto in più giorni, ha avuto un numero di ore variabile da 6 a 9. Gli studenti partecipanti erano tra 30 e 40 a seminario e provenivano da diverse parti di Napoli e provincia grazie alla DAD. L'approccio seguito ha seguito la metodologia dell'inquiry-based learning [1], utilizzando la piattaforma Microsoft TEAMS. Le attività di gruppo sono state sia condotte utilizzando app appositamente preparate e/o già esistenti sia guidate da schede realizzate con Microsoft FORMS e somministrate ai partecipanti utilizzando la funzionalità delle break-out rooms disponibile nella piattaforma.

Il primo seminario di 6 ore, suddiviso in due incontri, uno più teorico l'altro più pratico, ha trattato il qubit [2]. La sequenza didattica è stata: caratteristiche di un'onda elettromagnetica sovrapposizione e intensità delle onde; polarizzazione e la Legge di Malus; concetto di quantone; interpretazione dal punto di vista quantistico della legge di Malus; il fotone come qubit; sfera di Bloch. Gli studenti arrivano a dedurre i vantaggi di un computer quantistico rispetto a quello basato sul bit classico. La metodologia di tipo inquiry, attraverso l'utilizzo di applet e lavagna, ha permesso una partecipazione attiva, numerose e proficue sono state le domande.

Il secondo seminario anch'esso di 6 ore sul classico esperimento della doppia fenditura, ha avuto come obiettivo il chiarimento di alcune misconcezioni come, ad esempio, il significato di dualità onda-particella, i fotoni, differenza tra energia di un fotone e intensità di un'onda, ruolo della misura in m.q.. La sequenza didattica è stata: caratteristiche di un'onda elettromagnetica sovrapposizione e intensità delle onde; esperimento della doppia fenditura; concetto di quantone; la funzione d'onda del fotone, il fotone e l'esperimento della doppia fenditura. Sono state utilizzati video, applet e un foglio Excel preparato per la simulazione del fenomeno, grazie al quale gli studenti dovevano intuire il ruolo dei vari parametri in gioco e il legame tra numero di fotoni e intensità, confrontando la figura di interferenza con il diagramma dell'intensità.

Infine il terzo seminario, di 9 ore in 3 giorni, tenuto due volte per 2 gruppi distinti di studenti, ha riguardato il led e la stabilità degli orbitali atomici [3]. È stato somministrato un test sia in entrata che in uscita. I risultati sono stati confrontati con i gruppi di controllo costituiti dagli studenti che avevano partecipato ai seminari precedenti.

Il seminario è stato suddiviso in 3 argomenti: il led. La sequenza didattica è: l'importanza del led e il ruolo della m.q. nel suo funzionamento; la costante di Planck e la differenza tra oggetti macroscopici e microscopici: concetto di Azione; gli orbitali: significato, rappresentazione e

stabilità. Il primo incontro è iniziato con un dibattito sulle ragioni della diffusione dei led oggi. Una semplice domanda ha animato il dibattito: i led sono di colori differenti perché sono colorati? Da cui sono conseguite ulteriori domande: le lampadine classiche sono colorate? Cosa cambierebbe se i led fossero colorati? Una volta conclusa la fase di brainstorming, durante la quale sono stati approfonditi alcuni aspetti storici (i primi led e successiva diffusione in tutti i campi), teorici e tecnologici (il led blu, come si ottiene la luce bianca? Come si interpreta la sovrapposizione dei colori?) è stato simulato l'esperimento con i led per il calcolo di h , e introdotto il suo significato fisico. Nel secondo incontro è stato approfondito il significato fisico di h attraverso il concetto di azione e lo spazio delle fasi. Infine, nel terzo, partendo dal principio di indeterminazione, è stato trattato l'orbitale. Per far comprendere tale concetto è stata utilizzata la rappresentazione grafica; mentre per comprenderne la stabilità è stato utilizzato il principio di indeterminazione.

[1] Bybee R W 2006 In L B Flick & N G Lederman (Eds) *Scientific inquiry and nature of science* (Dordrecht: Springer) 1–14

[2] Michelini M., Stefanel A. 2011 Avvicinarsi alla teoria della meccanica quantistica, *Progetto idifo - proposte didattiche sulla fisica moderna strumenti per una didattica laboratoriale* 228-232

[3] Scotti di Uccio U., Colantonio A., Galano S., Marzoli I., Trani F., & Testa I., 2020 Development of a construct map to describe students' reasoning about introductory quantum mechanics. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.* 16, 01014