

“QTris: impariamo la meccanica quantistica giocando”. Un corso di aggiornamento per docenti della scuola secondaria di II grado

Alessandro Amabile¹, Maria Bondani², Immacolata De Simone¹, Alioscia Hamma¹, Michela Nazzaro¹, Michele Viscardi¹

1. Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Fisica “E. Pancini”, Via Vicinale Cupa Nuova Cintia, 26, 80126, Napoli, Italia

2. Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, IFN-CNR, Via Valleggio 11, I-22100, Como, Italia

Abstract: In questo contributo descriveremo un corso di aggiornamento per docenti della scuola secondaria di II grado basato sull'utilizzo del gioco da tavolo QTris e la proposta didattica sull'insegnamento della meccanica quantistica ad esso sottostante.

Dal 14 novembre al 19 dicembre 2024 si è tenuto il corso di aggiornamento per docenti della scuola secondaria di II grado intitolato “QTris: impariamo la meccanica quantistica giocando!”, a cura del National Quantum Science and Technology Institute (Spoke 9, linea di attività 9.1). L'obiettivo del corso è stato fornire ai docenti partecipanti gli elementi di base della meccanica quantistica nella prospettiva della quantum information theory, utilizzando come strumento didattico il gioco da tavolo QTris [1]. La proposta didattica sottostante il corso prevede una rivisitazione di alcune parti del curriculum scolastico di matematica e fisica con l'obiettivo di fornire agli studenti gli strumenti matematici e concettuali per comprendere e risolvere problemi reali di meccanica quantistica, integrando la trattazione storico-fenomenologica già prevista dalle Indicazioni Nazionali. Sul medio-lungo periodo è prevista la pubblicazione di un libro di testo di meccanica quantistica per la scuola secondaria di secondo grado che implementa tale proposta integrando l'utilizzo di QTris.

QTris è una versione modificata del tradizionale Tris in cui le 9 caselle del tabellone di gioco rappresentano dei qubit. L'idea alla base di QTris è riprodurre sotto forma di gioco la struttura generale di un esperimento quantistico su un sistema di 9 qubit. Ogni partita si divide dunque in tre fasi: *preparazione*, *operazioni* e *misure*. Nella fase di *preparazione* si distribuiscono sulle 9 caselle del tabellone delle tessere che rappresentano lo stato iniziale del qubit in questione; nella fase delle *operazioni* i giocatori utilizzano a turno delle carte mosse che hanno il potere di modificare lo stato delle caselle su cui agiscono, imitando l'effetto di operatori unitari come X, Y, Z e H; nella fase delle *misure* si utilizzano dei dadi per realizzare una misura (quantistica) del colore delle tessere, che può essere bianco o nero. Al termine delle misure si assegnano i punti ai giocatori in base a quanti allineamenti del proprio colore sono riusciti a realizzare. In definitiva, l'obiettivo dei giocatori è utilizzare le carte mosse in modo da massimizzare le loro probabilità di allineamento a valle delle misure. In questo modo, gli studenti possono familiarizzare (1) con la struttura concettuale di un esperimento quantistico e (2) acquisire capacità di analisi e problem-solving in ambito quantum.

Il corso si è svolto online sulla piattaforma Microsoft Teams ed è stato suddiviso in 6 lezioni, ciascuna della durata di 150 minuti. Il programma del corso è stato il seguente:

1. Lezione 1: esperimenti di Stern-Gerlach e regolamento base di QTris
2. Lezione 2: formulazione astratta del regolamento base di QTris (meccanica quantistica di singolo qubit)
3. Lezione 3: regolamento avanzato di QTris
4. Lezione 4: formulazione astratta del regolamento avanzato di QTris (operazioni unitarie generiche e meccanica quantistica a due qubit)
5. Lezione 5: stati puri, stati misti e probabilità
6. Lezione 6: storia, fondamenti e applicazioni della MQ

Al termine di ogni lezione sono stati fornite delle dispense di studio e degli esercizi. All'inizio e alla fine del corso sono stati somministrati dei questionari di ingresso e di uscita per valutare l'impatto e la spendibilità didattica dei contenuti e delle metodologie proposte.

Riferimenti

[1] M. Bondani, S. Caprara, F. Chiarello, M. Dabbicco, A. Hamma, M. Malgieri, I. Marzoli, M. Nazzaro, E. Paladino, “QTris: a quantum game”, Proc. SPIE 12993, Quantum Technologies 2024, 129930O (10 June 2024); <https://doi.org/10.1117/12.3029532>