

# Videogiochi e Fisica Quantistica

Elio Fabri

*Nota:* Lo scritto che segue è nato in occasione del cinquantenario della Sezione AIF di Pisa, che ricorreva nel 2024. Difficoltà organizzative costrinsero a posticipare la celebrazione, che ebbe luogo il 13 gennaio 2025.

Mi era stato chiesto un contributo, ma per ragioni di salute non me la sentivo di presenziare a lungo e tanto meno di presentare un intervento orale. Proposi perciò di portare un breve intervento scritto, che poteva essere mostrato e letto.

La mia scelta è caduta sul tema del titolo, che esprime alcune mie riflessioni su un fenomeno che ritengo in sviluppo e prevedo avrà conseguenze gravissime sull'insegnamento della Fisica.

Quelle che potrete leggere sono opinioni del tutto personali e non elaborate (soprattutto estremamente sintetiche), aventi prima di tutto lo scopo di stimolare una discussione, nella Sezione e in tutta l'Associazione. Come tale lo trovate nel mio sito:

<https://fabri.sagredo.eu/varie/tiqtaqtoe.pdf>

dove chiunque pu leggerlo e citarlo liberamente.

E. Fabri, 9-5-2025

\* \* \*

## **Perché questo strano titolo?**

Perché voglio parlare di un tema di bruciante attualità, di qualcosa che potrebbe pesare sull'insegnamento della fisica nell'immediato futuro.

L'idea (l'occasione) mi è stata data da un articolo apparso sul numero 4/2022 di *La Fisica nella Scuola*. [1] L'articolo s'intitola "Fisica quantistica e videogiochi."

## **Due brevi citazioni dall'introduzione**

*Perciò, in un mondo in cui le tecnologie ed i computer quantistici sono emergenti, diviene sempre più importante garantire alle persone la consapevolezza di cosa ne sta alla base. Si pone quindi il problema di rendere loro accessibili i concetti fondamentali della fisica quantistica.*

*[...] i videogiochi, oltre a superare l'ostacolo della controintuizione, permettono non solo di sperimentare in modo pratico i vari argomenti, ma anche di utilizzare l'intelligenza visiva, che per molti risulta prevalente rispetto a quella logicomatematica.*

Non ho spazio per commentare queste asserzioni, che ritengo profondamente errate.

La prima, perché enuncia un obiettivo irrealizzabile. Questo è ampiamente dimostrato dalla grande quantità di oggetti e strumenti della tecnica che maneggiamo comunemente, a cominciare dagli smartphone, senza avere la minima idea di come funzionino.

La seconda, perché sostiene la tesi che una non meglio definita “intelligenza visiva” possa sostituire quella “logicomatematica.” Ognuno vede le conseguenze di tale tesi, se si affermasse, sull’insegnamento scientifico nella scuola secondaria e anche nell’università.

Un altro motivo per non approfondire una critica a questo articolo è che l’autrice mi pare abbia dedicato al tema in questione la sua tesi di laurea triennale. La discussione andrebbe quindi fatta con ricercatori più anziani, tanto più che se capisco bene esiste un gruppo internazionale che ha lavorato al progetto su cui l’articolo riferisce.

## TiqTaqToe

Il titolo richiama subito un noto gioco (tic-tac-toe, “tris” in italiano) con le “q” che intendono suggerire “quantistico”: il gioco pretende di essere una “versione quantistica” del tic-tac-toe.

Sommario telegrafico del tic-tac-toe: due giocatori su una scacchiera di 3 caselle per 3, vince chi per primo riesce ad allineare 3 delle sue pedine.

Il TiqTaqToe si gioca anch’esso su una scacchiera 3x3. La differenza è che i giocatori dispongono di mosse di altri due tipi, oltre a quella di posare una pedina su una casella vuota:

- Trascinare una propria pedina su una casella libera. Questo non sposta la pedina, ma crea una “sovrapposizione”: la pedina è in uno stato sovrapposizione tra gli stati rappresentati dalle due caselle.
- Trascinare la pedina su una casella occupata da una pedina avversaria. Questo crea uno stato “intrecciato” del sistema delle due pedine.

Quando si raggiunge una situazione in cui non è più possibile alcuna mossa, ha luogo automaticamente una misura: sia le sovrapposizioni sia gli intrecci collassano a caso su una delle due possibilità. Se la configurazione così ottenuta dà la vittoria a un giocatore, la partita è finita; altrimenti prosegue con le stesse regole.

Non farò qui una critica di quanto il gioco sia lontano dalla m.q. e sia quindi una mistificazione didattica. Credo che sia in corso di pubblicazione su *LFnS* un articolo di R. Urigu che ne fa un’analisi dettagliata.

Mi limito a due sole osservazioni. Quando si parla di sovrapposizione non si dice che quella fatta nel gioco è sempre un’unica e sola, la  $|x\rangle + |y\rangle$  (tralascio il fattore di normalizzazione). L’allievo non può sapere che in m.q. le possibili sovrapposizioni sono infinite, per es  $|x\rangle - |y\rangle$  oppure  $|x\rangle + i|y\rangle$ , ecc. (importantissimo che i coefficienti possano essere anche complessi, altrimenti non si

ottengono tutti gli stati di polarizzazione di un fotone, né tutti gli stati di spin di un elettrone).

Inoltre la “misura” nel gioco è sempre e solo la misura di un’unica osservabile: quella che ha come autostati le 9 posizioni delle pedine. Viene quindi a mancare un’altra informazione cruciale circa la struttura della m.q.: la presenza di osservabili incompatibili.

Spero che nessuno veda queste come delle utili semplificazioni, senza conseguenze serie, perché è vero l’opposto: quella simulata nel gioco è qualcosa che con la vera m.q. non ha niente a che vedere. Non solo dal punto di vista della fisica, ma anche da quello dell’informatica quantistica.

### **Quale obiettivo?**

Al di là delle valutazioni strettamente scientifiche, c’è ancora altro da dire.

Quando si presenta un progetto didattico, va sempre indicato l’obiettivo del progetto: ciò che ci si propone di raggiungere in termini di conoscenze e formazione degli allievi. L’articolo su questo è troppo vago.

Qualcosa si può però ricavare leggendo le pagine dedicate alla valutazione dei risultati (pag. 232 e seguenti). Non ho potuto capire a fondo quello che è solo un veloce riassunto di altri articoli, citati nella bibliografia e che non ho letto; tuttavia mi hanno colpito alcune affermazioni.

*Quello che risulta da una prima analisi concettuale delle risposte riportate nei questionari è come le ragazze e i ragazzi abbiano saputo individuare i concetti essenziali della fisica quantistica, che erano stati presentati loro durante il primo incontro.*

Invito chi mi legge a consultare l’articolo per il seguito, troppo lungo per citarlo per esteso. Mi limito alla frase finale a pag. 233:

*Inoltre è stata ritenuta adeguata la spiegazione del principio di sovrapposizione come somma di stati, riportata dalla maggior parte degli studenti.*

Adeguata?

Inoltre non sappiamo come sono stati scelti i ragazzi partecipanti (19, di terza, quarta e quinta del L. Sc. Statale di Treviso). Se capisco bene, si è trattato di un webinar della durata di circa due ore (?). Forse leggendo direttamente la pag. 232 dell’articolo riuscirete a capirne di più.

### **Perché ho parlato di “bruciante attualità”?**

Ricopio le righe scritte all’inizio:

“Voglio parlare di un tema di bruciante attualità, che potrebbe pesare sull’insegnamento della fisica nell’immediato futuro.”

Sappiamo tutti che nel quadro della ricerca tecnologica l’informatica quantistica occupa oggi un posto di primissimo piano. Applicazioni come:

- computer quantistici, capaci di prestazioni che i supercomputer attuali nemmeno si sognano
- trasmissione d'informazioni a distanza, con segretezza garantita a livelli assai superiori a quelli attuali (comunicazione quantistica, crittografia quantistica).

L'informatica quantistica è un campo dove investono enormi capitali tutti i big dell'informazione: Apple, Microsoft, Google, Meta. . .

Come sottoprodotto, sono in corso molte ricerche per assicurare una preparazione all'informatica quantistica nelle giovani generazioni.

Una direzione di queste ricerche è proprio l'insegnamento attraverso videogiochi. I progetti per creare videogiochi miranti a "insegnare" la m.q. sono numerosi nel mondo, e anche in Italia.

Ce ne sono di più seri, forzatamente complessi e secondo me di efficacia didattica a dir poco problematica.

Ce ne sono di più semplici, che come giochi funzionano, ma non hanno niente a che vedere con la m.q., come *TiqTaqToe*.

C'è da aspettarsi che in un prossimo futuro nasca anche un progetto ministeriale mirato allo stesso scopo, con finanziamenti e anche con interventi nei quadri curricolari.

Dato che la meccanica quantistica è indiscutibilmente fisica, potrebbe darsi che nelle Indicazioni Nazionali appaia l'obbligo di dedicare parte del tempo della materia "fisica" alla m.q. attraverso i videogiochi.

Ma perché solo la m.q.? Se vogliamo fare della fantadidattica, si potrebbe pensare che l'elettromagnetismo non sia meno ostico allo studente medio, sempre per via della carente "intelligenza logicomatematica." E perché non la meccanica? Per non parlare della termodinamica...

Ne seguirebbe che i corsi di laurea in Fisica dovrebbero attivare un nuovo "indirizzo videodidattico," per formare insegnanti preparati alla bisogna...

Lascio a chi mi legge altri possibili sviluppi. . .

## **Riassumendo**

Da quello che sono riuscito a capire, mi sembra trasparire una visione dell'insegnamento della fisica (e più in generale dell'insegnamento scientifico) assai distante da quella che ho sempre cercato di spiegare e diffondere in tutti questi anni di lavoro.

Per me la fisica è parte essenziale della cultura tout court, non della cultura scientifica. Studiare fisica significa imparare come l'uomo è riuscito a spiegare pian piano il mondo che lo circonda, e come questo lavoro proceda senza sosta.

Qui vedo invece la tendenza a dare all'istruzione scientifica (alla fisica in particolare) solo una funzione applicativa: visto che l'informatica quantistica è

il nostro futuro, bisogna che i ragazzi ne abbiano delle nozioni. Se i videogiochi funzionano (?) ben vengano i videogiochi, con buona pace dell'intelligenza logicomatematica. Quali possano essere le acquisizioni degli allievi in senso culturale, è cosa di scarso interesse.

Lo scopo di questo intervento è stato duplice:

- Di mettervi sull'avviso: prima di far spendere soldi dell'Istituto in acquisti avventati, o d'impegnare ore di lezione per “giocare” con questi aggeggi, pensateci bene e controllate la qualità del prodotto!
- Di ricordarvi la dignità del vostro mestiere, che si ritrova appunto in quanto ho detto sopra circa la fisica come cultura.

### **Ruolo dell'AIF**

Visto che siamo una Sezione AIF, c'è qualcosa da dire anche sulla posizione dell'Associazione, che al momento mi sembra assente.

Dico apertamente che un articolo come quello da cui è partita la mia esposizione non andava pubblicato.

Ma all'AIF dobbiamo chiedere un ruolo più attivo. Non uno dei soliti convegni senza effetto pratico, ma un'ampia discussione tra i soci, per mezzo di strumenti informatici più rapidi della rivista (a patto di saperli trovare...).

La mailing list “sagredo” è ovviamente aperta a tutti i contributi, ma non dimenticate che “sagredo” è del tutto indipendente dall'AIF. Su “sagredo” possiamo parlare di quello che vogliamo per quanto tempo vogliamo, ma l'AIF ha un'altra dimensione e un'altra responsabilità, scritta nell'art. 1 dello Statuto.

Grazie dell'attenzione.

[1] R. Porta: “Fisica quantistica e videogiochi”; *La Fisica nella Scuola* **56** (2022), 228.