



L'entanglement nelle mappe connettografiche¹

di Danila Spinacara

Napoli 2020

È ormai qualche anno che il nostro gruppo scientifico sta studiando una rappresentazione fenomenologica di nuovo tipo, maggiormente esplicativa della realtà dinamica degli eventi e della integrazione di 4 dimensioni logiche².

La ricerca parte dalla consapevolezza che, di fronte alla grande mutazione sociale e cognitiva dell'avvento della società della comunicazione, abbiamo bisogno di strumenti logico-interpretativi all'altezza della realtà. Il geografo Franco Farinelli, nella conclusione del suo saggio *“L'invenzione della Terra”*³ sosteneva che *“non è più possibile contare, nel rapporto con la realtà, sulla potentissima mediazione cartografica che, riducendo ad un piano la sfera terrestre, ha fin qui permesso di evitare di fare i conti con la Terra così come davvero essa è”*: un globo!

Nel mondo dei network occorrono altre logiche ed altri modelli interpretativi in grado di rappresentare e valutare le *reti connettive*, fatte di poli e flussi, percorsi e circuiti, che possono essere anche connotate per problemi scientifici visualizzabili come *“calze”* avvolgenti il globo secondo uno schema dinamico di sovrapposizioni, intrecci e grovigli (le connessioni) e, quindi, a morfologia variabile.

In base a questa impostazione metodologica, più dettagliatamente descritta in altri testi, il nostro gruppo scientifico LIS presso l'Università Federico II di Napoli ha elaborato un progetto per la realizzazione di *Mappe Connettografiche** sul territorio, articolato e concepito in 3 strutture: tecnologica, metodologica e logica.

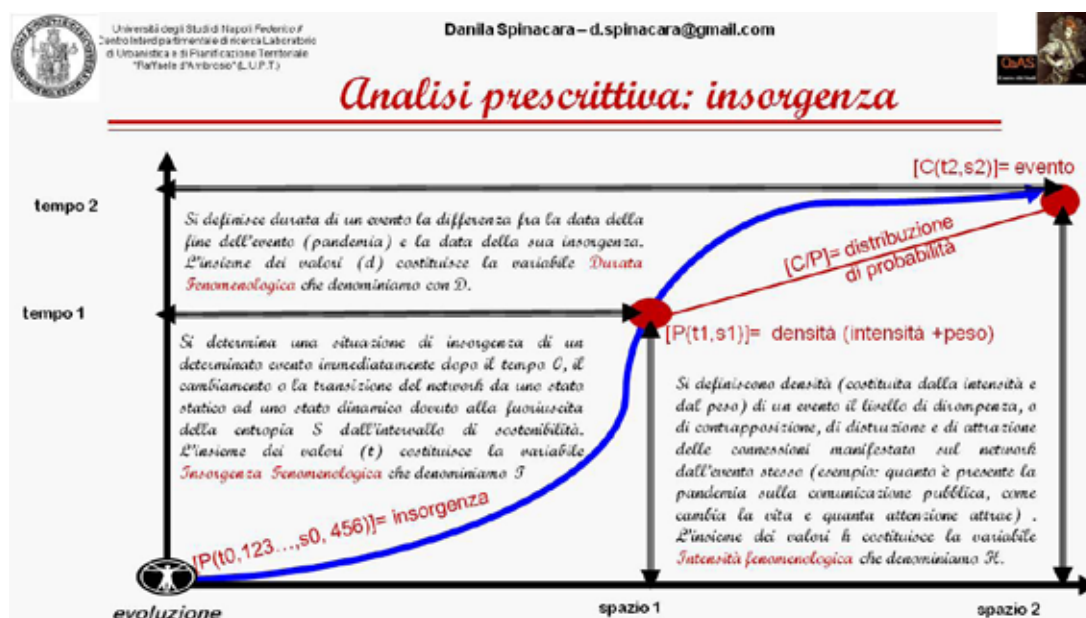
La struttura tecnologica riguarda la rete neurale, i processori e gli algoritmi necessari per la gestione delle informazioni. La struttura logica attiene a 4 dimensioni (endofasica, formale, computazionale e quantistica) in cui i dati possono essere diversamente interpretati. La struttura metodologica riguarda un criterio di decostruzione e di separazione delle informazioni tramite funzioni *cluster* di dati matematicamente connessi che abbiamo denominato COMP (Complex Order Multiphasic Program) che consente analisi situazionali sui punti di crisi e previsionali in base alle alterazioni.

tanglement, come possibile soluzione al problema della **ponderazione** delle connessioni, in quanto presupposto per la definizione di una ipotesi evolutiva **probabilistica**.

Si propone qui una sintesi scientifica del lavoro svolto e una ipotesi risolutiva rispetto al problema posto.

Mappe Connettografiche

La *connettografia* è stata proposta al mondo scientifico dal voluminoso saggio di Parag Khanna come tentativo di superare le rappresentazioni geografiche tradizionali, per poter rivedere la rete del mondo, un nuovo meta-schema: “*il punto focale della sintesi di scienze ambientali, politica, economia, cultura, tecnologia e sociologia- un curriculum che si consegue con lo studio delle connessioni anziché delle divisioni*”⁴. Ora, dopo quattro anni d'in-



Nell'ambito dello svolgimento di questa ricerca scientifica, dedicata alla realizzazione di *Mappe Connettografiche*, è emerso un problema apparso immediatamente determinante per la definizione e per la valutazione delle connessioni da un polo all'altro, della loro curvatura, della loro tendenza.

In termini meno teorici e più applicativi, la definizione della valutazione qualitativa e quantitativa delle connessioni è fondamentale nell'ambito del progetto “*Mappe Connettografiche della Pandemia*”, proposto dal Laboratorio di Intelligence e Sicurezza (nell'ambito della LUPT) della Università Federico II di Napoli.

Nel momento in cui abbiamo redatto il progetto, ci è apparsa subito impellente l'esigenza di integrare la ricerca fin qui svolta con l'introduzione del concetto di *En-*

tensi studi, sappiamo molto di più. La *connettografia* è, per Khanna, una rappresentazione della complessità, definibile come un criterio metodologico di rappresentazione su *mappe* delle connessioni di tipo logistico siano esse azioni, fatti, comportamenti, processi ecc... e addirittura le connessioni stesse.

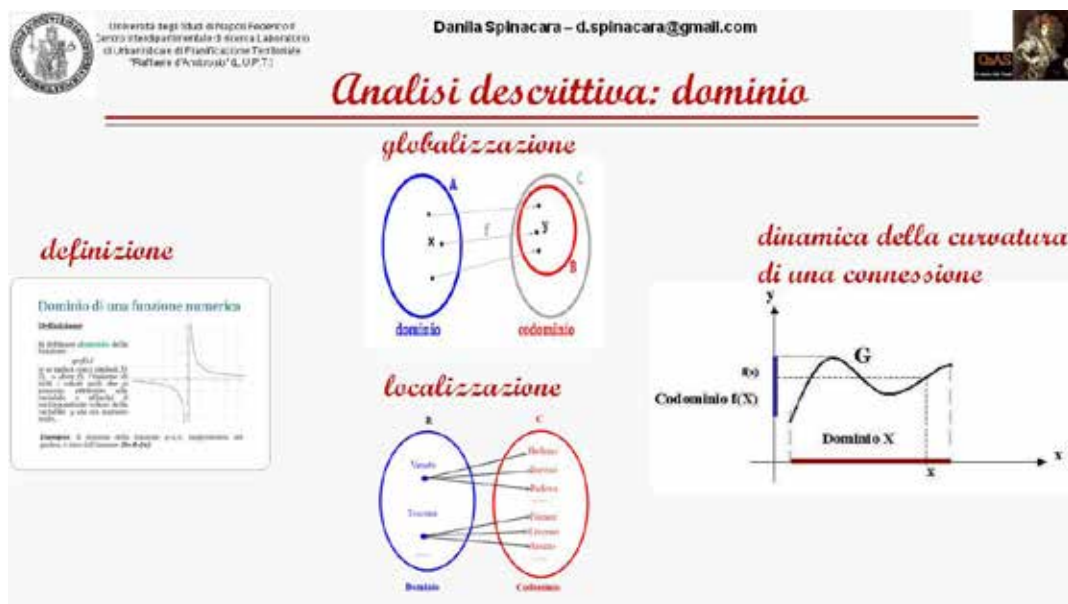
Noi definiamo *connettività*, invece, come “*la potenziale capacità di connessione*”, che consiste nel collegamento o nella comunicazione tra *poli*. Questa distinzione è estremamente significativa perché ci permette di definire i *flussi* multidimensionali che determinano la dinamica della rete connettiva che si costituisce grazie alle infrastrutture materiali e immateriali: corridoi autostradali e ferroviari, correlazioni politiche ed economiche, rotte marittime e aeree, comunicazioni e informazioni, reti elettriche, gasdotti, cavi di fibra ottica, ecc..

In ogni fenomeno esistente (es.: attentato terroristico,

evento sismico, idrogeologico, rivolte sociali, pandemie, alluvioni...) infrastrutture e connessioni sono in simbiosi tra di loro e l'habitat con il quale scambiano osmoticamente energia. La distinzione tra *connessioni* e *connettività* indica anche una differenza tra la concezione di Khanna e la concezione emersa dai nostri studi. Per Khanna l'influenza (per noi l'egemonia) di un paese (o di un problema, comunque di un polo) è direttamente proporzionale alla sua connettività. Nella nostra impostazione invece l'importanza di un polo **egemone è funzione del "peso" più che del "dominio" delle sue**

all'altro, i *percorsi* e i *circuiti*, quelle *catene di distribuzione* che Khanna chiama *supply chain*; per noi, invece *transmission⁶ chain*; nonché il trend fondamentale d'inversione di un processo quando si ha l'esigenza di una riconversione. Nel complesso possiamo rappresentare la morfologia variabile di una *rete connettiva globale* del fenomeno preso in esame.

Il punto è: come si fa ad entrare nelle connessioni e valutarle, specie se si ha l'ambizione di definire il trend fenomenologico in termini probabilistici e previsionali? La difficoltà è accentuata dalle possibili trasformazioni,



connessioni; e, dunque, determina un "intorno" maggiormente concavo⁵.

Una *Mappa Connettografica* è una rappresentazione della geografia delle connessioni. Per Khanna le connessioni del globo passano essenzialmente nell'intorno della ubicazione geografica delle infrastrutture. Noi abbiamo esteso questo concetto. Le infrastrutture materiali o immateriali sono i poli di un network e i collegamenti tra poli rappresentano delle connessioni. In questo modo è possibile disegnare una morfologia di qualsiasi network. Naturalmente si tratta di morfologie variabili perché le connessioni, come le sinapsi del cervello, si accendono e si spengono continuamente in funzione delle esigenze di sviluppo, della frequenza di applicazione e delle potenziali correlazioni che quantitativamente vanno valutate. La variazione di una morfologia a tempo t_1 e una morfologia a tempo t_2 è una prima assunzione di conoscenza del trend del network. Come vedremo però, gli elementi di analisi dell'andamento di un determinato fenomeno sono molteplici. Tutti partono dai collegamenti o connessioni tra gli elementi o poli appartenenti ad un determinato dominio. Inoltre, con le mappe connettografiche è possibile analizzare i *flussi* o/e le *direzioni* delle connessioni che passano da un *polo*

articolazioni, modificazioni dinamiche del network, dalle variazioni rapide e frequenti della sua morfologia. L'immagine riportata nella fig. 2, naturalmente, indica ancora una iniziale insiemistica in cui la *mappa*, in termini del tutto generici, è la rappresentazione su una qualunque superficie bidimensionale semplificata di una porzione di territorio (spazio tridimensionale) con la messa in evidenza di connessioni tra gli elementi in essa riportati; le connessioni sono definite a seconda delle finalità richieste dalle problematiche analizzate, come ad esempio la loro localizzazione territoriale e i limiti amministrativi, politici, geografici ecc....

La nostra realtà, però, riguarda il mondo globale, il mondo cioè in cui perfettamente locale e globale sono simbiotici. Quando connessioni ed interconnessioni locali e globali sono contemporaneamente presenti a diverse dimensioni logiche, appare evidente che la geografia dei confini e dei limiti non trovi adeguata compatibilità e rappresentatività morfologica; non è, quindi, esaustiva. La soluzione che proponiamo è quella di prendere in considerazione (e praticamente di applicare alla struttura tecnologica, metodologica e logica del progetto scientifico *Mappe Connettografiche della Pandemia*) l'**Entanglement**.

Entanglement

In una bellissima scena del film *“Beautiful Mind”* di Ron Howard, John Nash si ferma a guardare un certo numero di piccioni che beccavano i frammenti di pane, per capire se fosse possibile descrivere un algoritmo per il loro comportamento alimentare, quali strategie razionali osservassero i singoli uccelli ed il gruppo per conquistare il cibo.

Ciò che era percepito come una bizzarria di Nash, si è capito nel 2011 sui pettirossi. Gli uccelli che volano in stormi regolari con comportamento individuale, riescono a far riferimento al campo magnetico terrestre per orientarsi durante le migrazioni. Per molti anni si è pensato che gli occhi di questi volatili fossero composti da particolari reazioni molecolari; cioè da una capacità organica degli animali.

Alcuni ricercatori delle Università di Oxford e di Singapore, hanno invece provato che l'orientamento degli uccelli è dettato da una *coerenza quantistica*.

Per *“coerenza quantistica”* s'intende quel fenomeno particolare per cui una serie di elementi (come le particelle, gli atomi o gli elettroni, ad esempio) si connettono tra loro e perdono la propria *“individualità”*, diventano una unica entità quantistica macroscopica. In questo modo si riesce, gli uccelli riescono in qualche modo ad *“intrappolare”* il campo magnetico della terra. Quella connessione è l'*entanglement*, una *correlazione quantistica*, connessioni della realtà che appaiono come *“intrecci e grovigli”*. Gli uccelli riescono a mantenere questo *entanglement* intrappolando il campo magnetico per un periodo di tempo più lungo. In questo modo si orientano tutti insieme tenendosi connessi in uno stato complessivo. *“Gli stati quantistici coerenti decadono molto rapidamente, e conservarli per un tempo sufficiente per studiarli è una vera e propria sfida. Le strutture molecolari della bussola magnetica degli uccelli sono evidentemente in grado di conservare questi stati per almeno 100 microsecondi, e forse più a lungo. Può sembrare un tempo molto breve, ma le migliori molecole artificiali possono essere conservate, a temperatura ambiente, solo 80 microsecondi. E nelle condizioni ideali di un laboratorio”*, ha aggiunto Simon Benjamin, co-autore dello studio⁷.

L'*entanglement* è un legame, appunto una connessione, che è insita nella funzione d'onda di un network, che consiste cioè nei valori che un evento esalta da solo e per se stesso e che possono costituire una previsione (ad esempio, il valore della efficienza ospedaliera che la pandemia ha enfatizzato è prevedibile che produca un mutamento delle strutture di cura e una mutazione della politica sanitaria territoriale). In una dimensione quantistica le connessioni sono possibili anche per distanze enormi, non visibili, non percepibili, ma verificate soltanto sul piano sperimentale.

Nella fisica moderna, per molti anni, si era pensato che

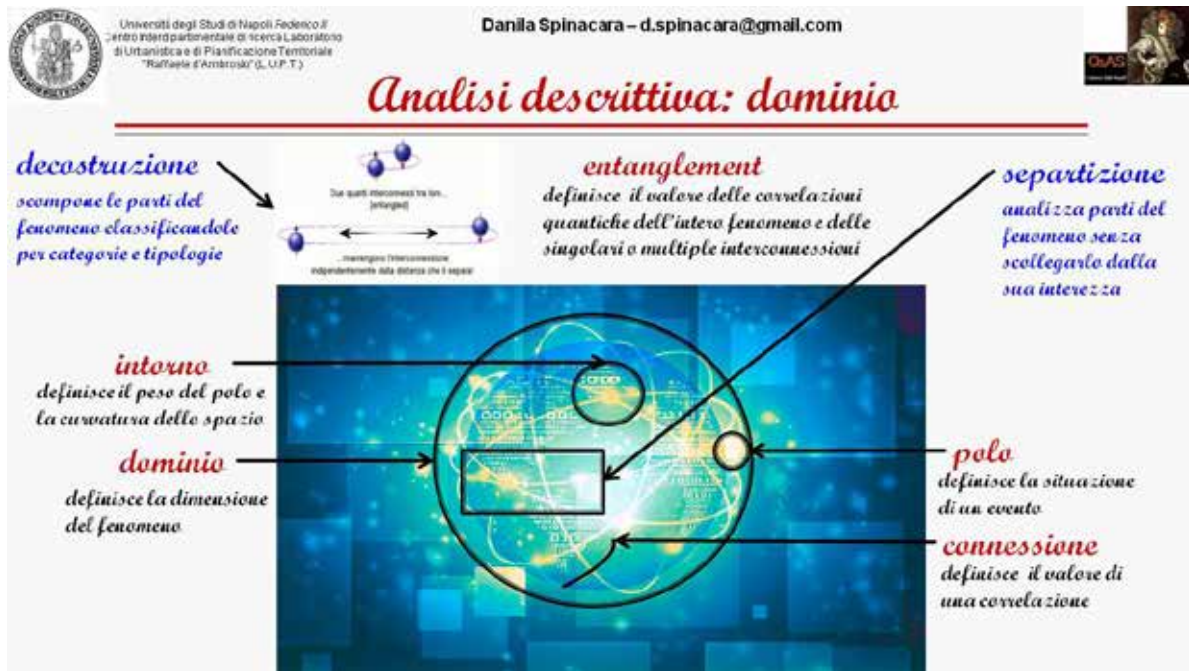
l'*entanglement* fosse la correlazione quantistica fra due particelle. Indipendentemente dalla distanza, modificare l'una significava anche modificare l'altra. Con questa correlazione biunivoca, l'*entanglement* a noi sarebbe stato inutile, perché una decisione previsionale non può riguardare una sola connessione tra due poli, ma popolazioni di connessioni per popolazioni di poli. Sennonché, il 23 febbraio del 2003 Jiming Bao, Andrea V. Bragas, Jacek K. Furdyna e Roberto Merlin, ricercatori dell'Università del Michigan, pubblicarono su *“Nature Materials”* i risultati di una ricerca in cui si dimostrava la correlazione quantistica (appunto l'*entanglement*) di tre elettroni. Il risultato era stato raggiunto con un impulso ottico ultraveloce e un pozzo quantico di un materiale magnetico semiconduttore⁸. È stata una svolta per accelerare la realizzazione di computer quantistici ed oggi troviamo procedure di *entanglement* alla base di tante tecnologie quotidianamente utilizzate come ad esempio il laser, le celle solari o alcuni dispositivi biomedicali, nonché la crittografia per rendere sicure le trasmissioni. Inoltre nel futuro, immagino, verrà sempre più utilizzato, tanto da indurci a passare dalla meccanica o fisica alla logica quantistica.

L'*entanglement* può essere utile alle nostre esigenze.

Noi abbiamo l'urgenza di decostruire e/o separare per decodificare i dati, quindi gli eventi da prevedere (sempre in termini probabilistici).

A noi l'*entanglement*, specie se applicabile alle interazioni di scambio tra un numero arbitrariamente grande di connessioni tra poli, interessa per 3 motivi essenziali: per la **velocità** con cui ci permette di lavorare su big data; per la possibilità che ci offre di **ponderare** le connessioni; perché ci permette, grazie alla capacità di influenza tra poli tra di loro correlati (anche non apparentemente interagenti) di **formulare** previsioni attendibili. Grazie all'*entanglement* noi oggi sappiamo che certamente ogni polo in un network è simbiotico allo stato di altri poli; e viceversa, lo stato di tutti i poli connessi è riscontrabile analizzando le proprietà di un solo polo. Allora, la misurazione di un polo, utilizzando la logica quantistica, permette la misurazione di tutti i poli interconnessi e la configurazione del dominio connettivo: così da mostrare la morfologia di un determinato fenomeno. Ciò evidenzia il limite del concetto di *“mappa”*⁹ che non può rappresentare le connessioni globali (locali e globali, visibili e invisibili (ma esistenti: entanglement), materiali e immateriali come in precedenza descritto.

Conosciuto il fenomeno del COVID 19 a Wuhan in Cina, è possibile prevedere una estensione della infezione in tutti i poli connessi con la città e con la Cina intera. Avremmo potuto saper subito, ad esempio, che si sarebbe trattato di una pandemia (perché le correlazioni erano oggettivamente moltissime) e tutti si sarebbero potuti attrezzare per accoglierla senza aspettare che esplodesse per gestirla.



Insomma l'*entanglement* ci dice che una decisione politica presa a Milano ha una influenza su una decisione politica presa a Napoli, se Napoli e Milano sono in qualche modo connessi.

Senza caricare troppo il testo introdurrò soltanto altri due concetti che permettono di comprendere appieno la utilità dell'*entanglement*. Tratteremo prossimamente altri problemi, altrettanto importanti, come ad esempio quello della ineliminabilità delle correlazioni quantistiche, significative per chi vuole prevedere ritorni storici e confluente.

In *conclusione* vorrei trattare il problema della informazione e quello dell'entropia, che sono concepibili in modo molto diverso con l'*entanglement* e che riguardano direttamente il caso tipico della mappatura connettografica della pandemia.

In tanti anni ci siamo stati abituati ai **bit** come unità di misura dell'informazione. I bit sono ancora il prodotto di una logica computazione in cui il valore attribuibile è solo 0 (corrispondente a: sbagliato o falso) o 1 (corrispondente a: giusto o vero). Con i **qubit** noi possiamo avere valutazioni **probabilistiche** intermedie. Se volessimo descrivere iconograficamente la differenza tra il *bit* e il *qubit*, normalmente la rappresenteremmo con l'immagine di una moneta lanciata in aria. Il bit cade o sul lato destro o sul lato sinistro inesorabilmente. Nel caso del *qubit* la moneta lanciata cade e continua a girare, cioè a ruotare su se stessa senza fermarsi mai fino a che qualcuno non decida di fermarla. Questo perché il *qubit* contegge lo stato intermedio di un **intervallo di possibilità** (va al 50% a destra e al 50% a sinistra e quindi resta a ruotare). Significa che, se le percentuali di possibilità non fossero le stesse il qubit ci direbbe quante probabilità abbiamo che la moneta cada sullo

stesso lato ad ogni lancio, come nel caso delle monete (o dei dadi) truccate. Ora, legata all'*entanglement*, il *qubit* ci trasmette una informazione essenziale. Le particelle di *qubit*, grazie all'*entanglement*, infatti, perdono la loro connotazione individuale. La correlazione quantistica le unisce in simbiosi e assumono una unità di coppia in cui si influenzano istantaneamente e reciprocamente. Capiamo così quanto è importante legare le news (real o fake) per costruire un *sentiment* collettivo pro o contro le decisioni politiche. I *qubit* in simbiosi producono un *sentiment* granitico che nessuno può smontare con rapidità. Nella politica italiana, specie in epoca di pandemia, questa è una situazione permanente.

Il fatto è che, per quanti input possiamo immettere nel mondo della comunicazione, il processo evolutivo di un network non è mai deterministico, cioè non evolve mai in modo predefinito. È sempre stocastico, va dove lo porta la connessione più pesante, non quella più intensa come afferma Khanna. Può essere anche, che il polo più pesante coincida con quello più connesso, ma è uno dei casi possibili. Sappiamo che i processi stocastici producono inevitabilmente entropia.

Ci aiutano Shannon e Von Neumann.

Di Shannon possiamo dire che la sua analisi sull'entropia ci permette d'individuare dove la carenza di informazione è più forte e determinante. Egli ci offre la possibilità di una misurazione d'informazione di una distribuzione probabilistica, cioè quanto una distribuzione di eventi correlati tra loro abbia probabilità di verificarsi in un determinato contesto.

Di Von Neuman non possiamo, ancora dire, perché ci porterebbe totalmente dentro un altro aspetto del nostro modello che riguarda la teoria dei giochi.

Di entrambi diremo meglio in un prossimo articolo.

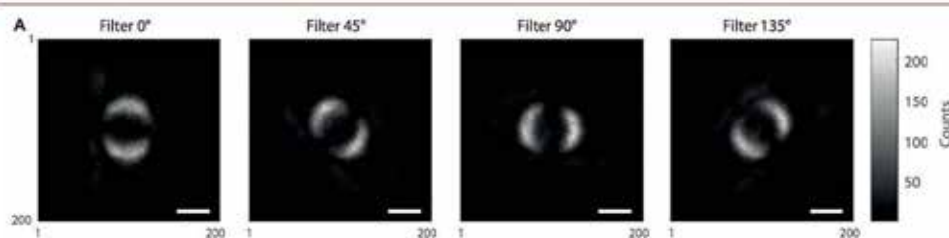


Università degli Studi di Napoli Federico II
Centro Interdipartimentale di ricerca Laboratorio
di Urbanistica e di Pianificazione Territoriale
"Matteo d'Ambrosio" (L.U.P.T.)

Danila Spinacara – d.spinacara@gmail.com



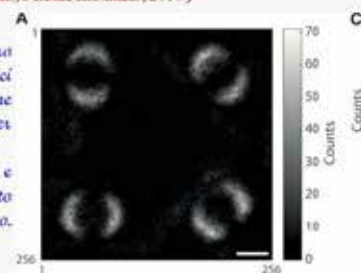
Analisi descrittiva: entanglement



Due fotoni entangled in 4 immagini che rappresentano 4 diverse transizioni di fase (foto: Hasegawa et al., Science Advances, 2019)

Nel 2019 abbiamo avuto per la prima volta l'immagine dell'entanglement quantistico che abbiamo finora citato. L'entanglement è stato fotografato per la prima volta da un team di fisici dell'università di Glasgow, nel Regno Unito. Il gruppo ha mostrato l'immagine della strana interazione fra le particelle che è alla base fenomeno e del funzionamento dei computer quantistici.

L'entanglement quantistico si manifesta quando due particelle sono intrinsecamente collegate e questa unione ha effetti sul sistema fisico. In questo caso gli autori hanno fotografato l'entanglement fra due fotoni che interagiscono e per un istante condividono lo stesso stato fisico. I risultati sono pubblicati su Science Advances.



Note di chiusura

¹ Nel presente articolo è ancora utilizzata la denominazione di "Mappe Connettografiche". Tuttavia, il termine "Mappe", non è sufficientemente rappresentativo della multidimensionalità analitica e non è perfettamente aderente a ciò che vogliamo rappresentare. Nelle prossime pubblicazioni troveremo una definizione più appropriata.

² CECI Elvio, *Le quattro dimensioni logiche*, Schegge di Filosofia Moderna XIV, Gaeta 2016

³ FARINELLI Franco, *L'invenzione della terra*, Sellerio, Milano 2007

⁴ KHANNA Parag, *Connectography. Le mappe del futuro ordine mondiale*, Fazi Editore, Roma 2016, p.28

⁵ Si tratta di spazi multidimensionali curvi o con singolarità che nei network sono i più difficili da analizzare a causa della presenza di vuoti che non hanno per definizione forma.

⁶ Per *transmission* intendiamo il trasferimento di dati e non un generica

informazione

⁷ "Il volo fluido degli stormi", in LE SCIENZE, 24 luglio 2014, https://www.lescienze.it/news/2014/07/28/news/stormo_storni_pagazione_informazione_fenomeni_critici-2226089/

⁸ Sul numero di marzo 2003 del Le Scienze, la notizia è riportata così "Il team di ricercatori ha usato impulsi laser di 50-100 femtosecondi e tecniche coerenti per creare e controllare stati di spin correlato in un set di elettroni non interagenti legati a donori in un pozzo quantico di tellururo di cadmio (CdTe). Il metodo, che si basa sull'interazione di scambio fra eccitoni localizzati e impurità paramagnetiche, potrebbe in linea di principio essere usato per correlare un numero arbitrariamente grande di spin".

https://www.lescienze.it/news/2003/03/01/news/correlazione_quantistica-588432/

⁹ sarebbe più aderente e significativa la dizione: *Highlight Global Connection*; su cui lavoreremo per un'aprossima pubblicazione