

Non località e concetto di relazione

ALDO STELLA

Università degli Studi di Perugia – Università per Stranieri di Perugia
aldo.stella@unipg.it – aldo.stella@unistrapg.it

TIZIANO CANTALUPI

Università di Camerino (Gruppo di Ottica Quantistica)
tcantalupi@libero.it

DOI: 10.57610/cs.v8i12.431

Abstract: *Bell's theorem* shows that predictions of quantum mechanics are incompatible with the concept of locality. Quantum mechanics is therefore a substantially non-local theory and *entangled* particles (even if placed at a great distance) must in fact be considered *not separated* from each other. In this article we intend to show that understanding this inseparability requires that it is not thought of as *unification*, that is, as an ordinary relationship, which is a mono-dyadic construct, but as the act of referring of each particle to the other. In this act, which is unique and equal for both terms, the difference is neutralized and disappears, so that only *unity* emerges.

Keywords: Act, Bell's Theorem, Non-locality, Relation, Unity.

Riassunto: Il *teorema di Bell* mostra che le previsioni della meccanica quantistica sono incompatibili con il concetto di località. La meccanica quantistica è quindi una teoria sostanzialmente non locale e le particelle *entangled* (anche se poste a grande distanza) devono essere considerate *non separate* le une dalle altre. In questo articolo intendiamo mostrare che per comprendere questa inseparabilità è necessario che essa non venga pensata come una *unificazione*, cioè come una relazione ordinaria, che è un costrutto mono-diadico, ma come l'*atto* del riferirsi di ciascuna particella all'altra. In questo atto, che è unico e medesimo per entrambi i termini, la differenza si neutralizza e scompare, per far emergere solo l'*unità*.

Parole chiave: Atto, Non-località, Relazione, Teorema di Bell, Unità.

1. Introduzione

Il *Teorema di Bell*, come è noto, ha avuto e continua ad avere un'importanza fondamentale in fisica quantistica. Numerosissimi studi si sono incentrati su di esso, analizzandone aspetti particolari.

Il presente lavoro ha un preciso obiettivo: partendo da una formulazione essenzializzata di detto *Teorema*¹, si intende mostrare come il concetto di *relazione* svolga un ruolo cruciale per la sua comprensione nonché per la comprensione del *non localismo* che esso fa valere. Si tratta, dunque, di un lavoro che ruota intorno ad un tema di fisica teorica, ma che usa una prospettiva filosofica, e in particolare teoretica, per cercare di penetrarne il senso.

Il nostro intendimento è quello di prendere avvio dal concetto di non località, che è costitutivo della meccanica quantistica e che, in ultima istanza, consegue dal *principio di sovrapposizione*. Tale principio distingue la fisica quantistica dalla fisica classica e presenta una realtà fatta di sovrapposizioni di stati quantici (onda-corpuscolo, spin su-spin giù, etc.) per i quali è impossibile specificare le caratteristiche fisiche di un'entità quantistica. Quest'ultima, e questo è il nodo, risulta una sintesi (relazione) di stati opposti e per tale ragione si parla di sovrapposizione di stati. Solo nel momento in cui si esegue una misurazione, le particelle interessate dalla sovrapposizione assumono, con la riduzione della funzione d'onda, una configurazione definita.

Ebbene, la non località mette capo alla non separabilità delle particelle *entangled* (cioè delle particelle che hanno avuto una origine comune o che hanno interagito nel passato e che ora si trovano in uno stato sovrapposto) e questa non separabilità, a nostro giudizio, non può non venire interpretata nel senso dell'*unità* di siffatte particelle.

Proprio su tale unità si incentra la nostra riflessione, la quale può venire introdotta dalla seguente domanda: le particelle *entangled* costituiscono un'unificazione, cioè una sintesi, oppure, di contro, una vera e propria unità?

Se, infatti, l'unificazione è una relazione, intesa in senso ordinario – e cioè come un costrutto mono-diadico –, l'unità invece deve venire intesa come il venir meno della dualità, ossia come *ablatio alteritatis*.

Gioverà ricordare, a questo proposito, che il formalismo matematico della meccanica quantistica (il formalismo che rappresenta anche gli stati sovrapposti) descrive le particelle *entangled* con un'unica funzione d'onda e, quindi, come un unico sistema. Finché non viene eseguito un esperimento, le due particelle potrebbero bensì trovarsi a distanze siderali; tuttavia, esse continuano a formare un'unità inseparabile.

È precisamente il senso di questa loro inseparabilità che costituisce il tema in ordine al quale intendiamo fornire il nostro contributo filosofico, che possa permettere una comprensione ulteriore del *Teorema* in oggetto, volto a

1. Il fisico Henry Stapp, in uno studio finanziato dall'*U.S. Energy Research and Development Administration* e pubblicato sulla rivista internazionale *Nuovo Cimento*, ha definito il *Teorema di Bell* come “la più profonda scoperta della scienza” (*Bell's Theorem and World Process*, p. 271).

mostrare come, anche con l'aggiunta di variabili nascoste, le predizioni della meccanica quantistica restano incompatibili con la località.

Negli ultimi decenni, in effetti, si è scritto molto sul *Teorema di Bell*² anche perché, con la *disuguaglianza*³ in esso contenuta, è stato possibile dirimere sperimentalmente il contenzioso che ha opposto i sostenitori della località ai sostenitori della non località; con questi ultimi usciti vincitori dalla disputa. È noto, inoltre, che a partire dal 1982 – anno in cui sono stati eseguiti i test di Aspect e colleghi⁴ – quasi il cento per cento degli esperimenti condotti hanno dimostrato come la natura manifesti aspetti non locali.

Secondo quanto affermato precedentemente, partendo quindi dalla *non località*, si arriva alla *non separabilità* – che *Schrödinger* battezza *entanglement*⁵ – e da quest'ultima si perviene all'*unità*: ribadiamo che questo è l'itinerario filosofico che intendiamo delineare. L'inseparabilità – ecco il nodo – vale come la stessa indicazione dell'unità se, e solo se, non si parla di *due* inseparabili. In questo caso, infatti, la separazione di fatto è già avvenuta. E ciò, a nostro giudizio, dimostrerebbe che le due particelle *entangled* vengono bensì dette *due*, ma in effetti costituiscono un'unica e medesima realtà.

Infine, nella parte conclusiva del lavoro, sposteremo la riflessione sulle determinazioni (cose) che appartengono al *macro-mondo* e ci chiederemo se esse stesse possano venire veramente prese le une separatamente dalle altre o se, invece, l'identità dell'una non rinvii strutturalmente all'identità dell'altra. Il punto cui perverremo, e che varrà come conclusione dell'intera ricerca, sarà la consapevolezza che anche a livello macroscopico la relazione non va tanto pensata come sussistente *tra* le cose (determinazioni), ma *nella* costituzione intrinseca di ciascuna di esse, in modo tale che ognuna risulta in sé rinvio immediato a tutte le altre.

2. Si vedano, per un approfondimento, i seguenti lavori, che tra quelli recenti ci sembrano i più significativi: D. W. Belousek, *Bell's Theorem, Nonseparability, and Spacetime Individuation in Quantum Mechanics*, pp. S28-S46; G. Cavalcanti, *Causation, Decision Theory, and Bell's Theorem: A Quantum Analogue of the Newcomb Problem*, pp. 569-597; P. W. Evans et al., *New Slant on the EPR-Bell Experiment*, pp. 297-324; M. Esfeld, *Bell's Theorem and the Issue of Determinism and Indeterminism*, pp. 471-482; M. Zych et al., *Bell's Theorem for Temporal Order*, pp. 1-10; E. Keming Chen, *The Quantum Revolution in Philosophy*, pp. 302-308.

3. All'interno del suo *Teorema*, Bell formula una *disuguaglianza algebrica* tra due quantità misurabili, che in linea di principio devono rispettare tutte le teorie che comprendano, nella loro formulazione, elementi di realtà locale e che, invece, risultino proibite dalle previsioni teoriche della meccanica quantistica.

4. A. Aspect, J. Dalibard, G. Roger, *Experimental tests of Bell's Inequalities Using Time-Varying Analyzers*, pp. 1804-1807.

5. E. Schrödinger, *Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik*, pp. 807-844; Id., *Discussion of Probability Relations between Separated Systems*, pp. 555-563.

2. Il paradosso EPR e il Teorema di Bell

La prima cosa che occorre precisare è che il *Teorema di Bell* trova una significativa anticipazione in un famoso articolo, scritto quasi novanta anni fa, dai fisici Einstein, Podolsky e Rosen⁶, i quali formularono quello che è stato definito il *paradosso EPR* (dove EPR sta, appunto, per Einstein, Podolsky e Rosen). In tale articolo si sottolinea criticamente l'incompletezza della meccanica quantistica e vengono indicati alcuni assunti, che sono stati sintetizzati in modo esemplare da Redhead⁷.

Tali assunti sono rappresentati da tre condizioni che non possono non venire richieste dal punto di vista EPR: 1) una condizione sufficiente per un elemento di realtà fisica: se, cioè, possiamo predire con certezza, ossia con probabilità 1, il risultato di una misurazione di una quantità fisica (al tempo t), allora (al tempo t) esiste un elemento di realtà corrispondente alla quantità fisica che ha un valore uguale al risultato della misurazione; 2) una condizione necessaria per la completezza di una teoria fisica: ogni elemento di realtà fisica deve avere una controparte nella teoria fisica; 3) una condizione di località: gli elementi di realtà fisica di un sistema non possono essere influenzati da misurazioni effettuate a distanza su un altro sistema.

Ciò che emerge dagli argomenti implicati in queste assunzioni è la seguente alternativa: o la meccanica quantistica esprime un realismo locale oppure un non localismo. EPR non sono disposti ad abbandonare la condizione di località e avanzano l'idea che la meccanica quantistica debba essere completata da variabili nascoste, le quali restituirebbero in un sol colpo a tale teoria sia la causalità sia la località.

In sintonia con quanto fatto valere in numerose pubblicazioni, anche noi abbiamo unito il termine *realismo* e il termine *locale*, formando così la locuzione *realismo locale*. Tale locuzione può essere così interpretata: gli elementi di realtà fisica posseduti obiettivamente da un sistema non possono venire influenzati (istantaneamente) a distanza.

Per realismo locale, non di meno, si può intendere altresì l'idea molto naturale secondo la quale due oggetti separati da grande distanza hanno realtà oggettiva indipendentemente l'uno dall'altro, nel senso che un'azione compiuta su uno di essi non modifica in modo sensibile le proprietà oggettive dell'altro.

6. A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen, *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?*, pp. 777-780.

7. M. L. G. Redhead, *Incompleteness. Nonlocality and Realism: A Prolegomenon to the Philosophy of Quantum Mechanics*, p. 85.

Orbene, il *Teorema di Bell*, illustrato in un articolo del 1964⁸, intende invece mettere in evidenza la *non località*, che caratterizza la fisica quantistica, e, pertanto, si oppone proprio al realismo locale. Per chiarire questo punto, che è fondamentale nel discorso che andiamo svolgendo, riportiamo un passo dell'articolo sopracitato (il quale compare in un libro del 1987 che raccoglie i lavori più importanti di Bell), nel quale appunto viene riassunto in modo esemplare il tema della non località in meccanica quantistica. Nello stesso articolo viene inoltre indicata quella *disuguaglianza*, che consente di verificare sperimentalmente l'esistenza di effetti non locali in natura. Scrive Bell:

Il paradosso di Einstein, Podolsky e Rosen fu proposto come argomento a sostegno della tesi che la meccanica quantistica non era una teoria completa, ma avrebbe dovuto essere integrata da variabili aggiuntive, le quali avevano il compito di ristabilire in essa la causalità e la località. In questa nota, tale idea sarà formulata matematicamente e si rivelerà incompatibile con le predizioni statistiche della meccanica quantistica. La difficoltà fondamentale è costituita dalla condizione di località, o più precisamente dalla richiesta che il risultato di una misura effettuata non sia influenzato da operazioni su un sistema distante con il quale abbia interagito in passato⁹.

Bell fa spesso riferimento a quelle che chiama variabili aggiuntive. Tali variabili non sono altro che le variabili nascoste di Einstein e di altri fisici *localisti*. Come detto, i sostenitori del realismo locale ritengono che l'incompletezza della meccanica quantistica possa venir superata soltanto aggiungendo informazioni aggiuntive (al momento non conosciute) alla descrizione della realtà fisica. Siffatte informazioni aggiuntive risulterebbero essere appunto presenti in forma di variabili nascoste. Se i fisici conoscessero i valori delle variabili nascoste, potrebbero prevedere e descrivere con precisione i risultati di determinate misurazioni e non dovrebbero accontentarsi della probabilità e della non località manifestati dalla meccanica quantistica.

Per Bell, invece, la meccanica quantistica, anche con il supporto di variabili aggiuntive, è incompatibile con la località e in particolare, se si considera un sistema composto da due particelle *entangled*, queste, a prescindere dalla loro distanza, devono continuare a influenzarsi a vicenda. Si potrebbe dire, pertanto, che non località e influenza reciproca, indipendentemente dalla distanza che sussiste tra le particelle, indicano una medesima condizione.

I sostenitori della fisica quantistica, quindi, affermano che la non località è un fenomeno inconfutabile, che viene certificato da una molteplicità di

8. J. S. Bell, *On the Einstein Podolsky Rosen Paradox*, pp. 195-200.

9. Id., *Dicibile e Indicibile in Meccanica Quantistica*, p. 20.

esperimenti. Rimane così confermato il *Teorema di Bell*, il quale in sostanza afferma che nessuna teoria a variabili nascoste locali può fornire gli stessi risultati della meccanica quantistica, che i fotoni *entangled*, pertanto, devono influenzarsi a distanza e infine che, prima di una qualsiasi misura, essi devono ritenersi un unico sistema.

A proposito di quest'ultimo punto, che è centrale nell'economia del presente discorso, non possiamo non tenere presente quanto icasticamente viene affermato da Zeilinger nel suo testo *Einsteins Schleier. Die neue Welt der Quantenphysik*. Nella traduzione italiana di questo testo, si trova il seguente passo che è decisivo: "Nel 1935, subito dopo il lavoro di EPR, Bohr avanzò l'idea che le due particelle *entangled*, a prescindere dalla loro distanza, continuano a costituire un'unità, un sistema. La misurazione di una delle due particelle modifica lo stato dell'altra; le due particelle non hanno cioè un'esistenza autonoma"¹⁰.

Precisamente su tale passo di Zeilinger, che riprende il punto di vista di Bohr, intendiamo ora svolgere un'attenta riflessione, onde pervenire alla chiave ermeneutica che, a nostro giudizio, consente di spiegare il fenomeno della non località: il *concetto di relazione*. L'analisi del concetto di relazione, inoltre, ci consentirà di rispondere alla faticosa domanda, che tante volte è stata avanzata trattando il fenomeno dell'*entanglement*¹¹, e cioè come possano le particelle *entangled* essere distanti, pur non essendo veramente distinte.

3. Il concetto ordinario di relazione

Se si intende risolvere l'antinomia di due entità distanti, ma non distinte, allora ci si deve chiedere che tipo di relazione si deve configurare come sussistente tra queste due entità.

Diciamo subito che il modo ordinario di intendere il concetto di relazione lo descrive come un costruito mono-diadico, ossia come un nesso (un termine medio) che si instaura tra due termini estremi. Questo modo di intendere la relazione è anche il modo in cui ordinariamente si pensa il rapporto che sussisterebbe tra le due particelle *entangled*.

Se non che, è da rilevare che già Platone, il quale per primo aveva parlato di questo modo di intendere la relazione usando il concetto di *partecipazione*

10. A. Zeilinger, *Il velo di Einstein*, p. 78.

11. Per un approfondimento in ordine agli aspetti che qui non sono stati trattati, si rinvia ad A. Stella, T. Cantalupi, G. Ianulardo, *The Concept of Relation and the Explanation of the Phenomenon of Entanglement*, pp. 430-452.

(*metessi*) e affermando che tale relazione sussiste tra le idee e le cose che di esse partecipano, aveva messo in guarda dall'assumere tale forma di *relatio* come se fosse effettivamente intelligibile.

Egli, infatti, fa notare che, se la relazione vale come medio tra due estremi, A e B, allora a rigore il termine medio, da un certo punto di vista, unisce A e B; ma, da un altro punto di vista, divide A da B. Se questo *quid medium* lo indichiamo con la lettera C, allora si vengono a configurare due nuove relazioni, e cioè quella intercorrente tra A e C e quella intercorrente tra C e B. Con questa importantissima conseguenza: dalle due nuove relazioni originano due nuovi medi, e così via all'infinito.

Ebbene, proprio l'inconcludenza di un *regressus in indefinitum* viene evidenziata da Platone nel *Parmenide*, allorché l'Eleate prende in considerazione la relazione che intercorre tra i modelli ideali e le cose¹². Successivamente Aristotele, nella *Metafisica*, accenna più volte all'argomento del *terzo uomo*, intendendo il carattere aporetico del concetto platonico di partecipazione¹³, in quanto esso – ci sentiamo di aggiungere – venga ridotto al concetto ordinario di relazione.

La domanda che ci poniamo è la seguente: nel caso della relazione, intesa come costruito mono-diadico, si ha a che fare con un'aporia o, piuttosto, con un'antilogia, cioè con una contraddizione vera e propria?

Prima di procedere con l'argomentazione, ricordiamo che la contraddizione deve venire intesa nel senso del *dicere et non dicere* (non nel senso del *dicere contra*, che configura una contrapposizione, piuttosto che una contraddizione). Un costruito, pertanto, risulta contraddittorio quando toglie ciò che pone: più precisamente, quando toglie nel porre.

Ricordiamo, inoltre, che la contraddizione deve venire distinta, secondo quanto indicato dallo stesso Aristotele sempre nella *Metafisica*, dalla contrarietà. Lo Stagirita svolge un'analisi sul concetto di opposizione e rileva che contrari sono quei termini che ammettono termini intermedi (ad esempio, il bianco e il nero, che ammettono una gradazione di grigi), laddove contraddittori sono quelli che non li ammettono (ad esempio, bianco/non bianco).

Ciò che ne consegue è che i contraddittori danno luogo a un'alternativa che divide in due sezioni quello che potrebbe venire definito il campo del reale, dal momento che una qualunque determinazione cade necessariamente o nell'uno o nell'altro dei due campi¹⁴.

12. Platone, *Parmenide*, 130 e-132 d.

13. Aristotele, *Metafisica*, I, 9, 990 b, 1-18.

14. Cfr. Aristotele, *Metafisica*, X, 7, 1057 a, 18-32.

L'alternativa, pertanto, è una relazione disgiuntiva esclusiva (*aut, aut*) e la conciliazione dei termini è impossibile. Tale conciliazione costituisce non altro che una contraddizione, la quale è proprio la conciliazione di inconciliabili.

Per rispondere, dunque, alla domanda dianzi formulata, muoviamo dalla seguente considerazione: la relazione postula l'identità dei relati (A e B) e la postula secondo la forma in cui l'identità viene ordinariamente concepita e cioè tale che tanto A quanto B risultino ciascuno identico con sé stesso e per questo differente da ogni altro.

A e B, quindi, sono due identità, cioè due realtà che paiono esibire ciascuna una propria autonomia e autosufficienza, tant'è che possono venire assunte l'una a prescindere dall'altra. Se così non fosse, se ciascuna identità non potesse venire considerata per la sua autonomia, non potrebbe nemmeno venire codificata e non si potrebbe dire A né si potrebbe dire B. Se dico A, insomma, allora con tale lettera indico un'identità che si pone indipendentemente da altro e lo stesso vale per B.

Se non che, è proprio a muovere da questo punto che si configura il problema. La relazione, infatti, viene a conciliare due esigenze che non possono non escludersi reciprocamente: da un lato, essa postula l'*identità* dei relati; dall'altro, richiede che l'identità dell'uno non sia chiusa, cioè autonoma e autosufficiente, ma sia *aperta* all'identità dell'altro, onde giustificare il loro vincolo. Ma è bene il vincolo che non si concilia con l'autonomia delle identità, nel senso che, se A è A perché è autonomo, nel momento in cui entra in relazione con B perde la sua autonomia e, dunque, cessa di essere A. Se non venisse meno come A, nessuna relazione si sarebbe instaurata.

Su questo aspetto insiste lo stesso Duns Scoto, il quale afferma che, se l'unione di A e B esprime non altro che gli stessi A e B assoluti, cioè autonomi e autosufficienti, allora il composto di A e B non differisce in nulla da A e B separati, così che non è un composto affatto: la relazione, insomma, non si è effettivamente instaurata¹⁵.

4. Il costrutto relazionale e la necessità di rendere dinamico uno status

Per trovare una soluzione al problema indicato, e cioè per evitare che il costrutto risulti contraddittorio, si potrebbe ipotizzare che A è A prima di entrare in relazione con B e diventa A₁ dopo essere entrato in tale relazione (e lo stesso vale per B, che diventa B₁). In questo caso, tuttavia, si riproporrebbero due nuove relazioni: quella tra A e A₁ e quella tra B e B₁. Così, la difficoltà

15. Cfr. Duns Scoto, *Opus Oxoniense*.

precedentemente rilevata tornerebbe a riproporsi, perché tanto A quanto B dovrebbero valere come due identità che, pur essendo richieste come autonome, non potrebbero evitare di porsi in forza del rapporto ad altro.

La relazione, pertanto, richiede i termini come se fossero due identità distinte e autonome (A non è B), ma, insieme e contraddittoriamente, come se l'un termine si fondasse sull'altro (A c'è perché c'è B; A non può stare senza B). Che è come dire: il costruito mono-diadico concilia l'*indipendenza* dei termini con la loro *reciproca dipendenza* e, cioè, concilia ciò che è in sé inconciliabile.

Come uscire dalla difficoltà? L'unica possibilità sembrerebbe questa: intendere tanto l'indipendenza quanto la dipendenza dei termini in senso relativo.

Assumere l'autonomia e l'autosufficienza dei termini in senso assoluto, infatti, è precluso non solo dal fatto che essi sono in relazione, ma anche dal fatto che A e B sono determinati e ogni identità si determina solo perché si differenzia (su questo punto torneremo più avanti). Non di meno, una qualche forma di indipendenza dei termini deve venire mantenuta, se si intende distinguere A da B. La soluzione, come detto, parrebbe quella di considerare l'indipendenza solo relativa.

Reciprocamente e scambievolmente, anche la dipendenza dei termini non può valere come assoluta. Se fosse assoluta, allora l'un termine si capovolgerebbe immediatamente nell'altro, si con-fonderebbe con l'altro, così che entrambi verrebbero meno, venendo meno la determinatezza di ognuno (che poggia sulla loro identità e che consente di distinguerli), e verrebbe meno, *a fortiori*, anche la relazione. Se ne conclude che anche la dipendenza andrebbe intesa in senso relativo.

A questo livello di indagine, dunque, il costruito relazionale viene mantenuto postulando che la relativa indipendenza dei termini possa venire conciliata con la loro relativa dipendenza. Su questa conciliazione ci proponiamo, pertanto, di riflettere.

Essa può venire espressa anche così: i termini devono differenziarsi, ma la condizione del loro differenziarsi è precisamente il nesso che li vincola, stante che la differenza è essa stessa una relazione; i termini, inoltre, devono relazionarsi, ma la condizione del loro connettersi è precisamente il loro mantenersi distinti, il loro essere irriducibili l'uno all'altro, stante che, solo se permangono due, la relazione può configurarsi come medio.

In sintesi, e per quanto possa apparire paradossale: la relazione vincola perché distingue e distingue perché vincola. Questa è la problematicità del suo *status*. La conciliazione della relativa indipendenza e dipendenza dei termini non può non venire assunta, pertanto, come la *dinamicità intrinseca del costruito relazionale*.

Ma, ecco il punto, se si parla di dinamicità intrinseca, allora si deve abbandonare l'idea del costrutto mono-diadico. Il costrutto, infatti, si pone tra i termini relati, laddove la dinamicità è intrinseca, cioè vale come la struttura stessa di ciascun termine. Ciascun termine è il suo *intrinseco riferirsi* all'altro termine.

Questo significa che mantenere la relazione in forza della conciliazione della relativa indipendenza e dipendenza dei termini equivale a pensarla ancora come estrinseca rispetto all'identità, perché solo così è possibile mantenere l'ordine empirico-formale, cioè quell'ordine che si fonda sull'identità del dato (fatto) pensata nel senso dell'immediatezza e su una mediazione intesa come una relazione intercorrente tra i dati (fatti).

5. Il concetto di identità

La domanda che deve venire posta, giunti a questo punto dell'indagine, è la seguente: che cosa si intende, propriamente, allorché si parla di identità? Per esaminare il concetto di identità, prendiamo avvio da come essa viene ordinariamente intesa. Ebbene, il *principio di identità* afferma che ogni cosa è identica a sé stessa e proprio per questa ragione è diversa da ogni altra.

Per esprimere in forma più chiara un tema così rilevante, consideriamo la definizione di identità che ci viene offerta da Aristotele nel V libro della *Metafisica*: "L'identità è una *unità d'essere* o di una molteplicità di cose, oppure di una sola cosa, considerata però come una molteplicità: per esempio come quando si dice che una cosa è identica a sé stessa, nel qual caso essa viene considerata appunto come due cose"¹⁶.

L'identità esprime, dunque, o che una cosa è identica a un'altra (*A id. B*, *A è B*) o che una cosa è identica a sé stessa (*A id. A*, *A è A*). Nell'un caso come nell'altro il punto nodale, che deve essere messo bene in evidenza, è il seguente: l'identità si costituisce come identità tra due termini. Ciò consente di mettere in luce un aspetto decisivo: l'identità si fonda sulla relazione o, detto con altre parole, la relazione è costitutiva dell'identità. L'alterità (non-*A*), infatti, non può non venire richiesta, anche se viene richiesta per venire negata, affinché risulti la medesimezza sostanziale dei due termini che la forma, invece, presenta come distinti.

Ciò vale anche quando si afferma l'identità della cosa con sé stessa. Anche questa identità, infatti, si esprime nella forma *A è A*, ossia come una relazione, sancita dalla copula *è*, e tale relazione altro non è che un'identità proprio per la ragione che il primo termine coincide con il secondo. D'altra parte, però, è da

16. Aristotele, *Metafisica*, V, 9, 1018 a, 11-12.

rilevare che, se i termini non si disponessero come due, non si potrebbe rilevare – né si potrebbe affermare – il loro essere un medesimo. Con questa conclusione: la relazione funge e opera nel concetto di identità. Solo per la ragione che i termini sono due, di essi può dirsi l'identità.

Per affermare lo *idem*, o l'unità, si deve insomma comunque presupporre la differenza, così che, anche quando si afferma l'identità della cosa con sé stessa, si è costretti a sdoppiarla, a reduplicarla, ossia a introdurre una relazione nel suo essere, onde inscrivere la molteplicità all'interno dell'unità. Per questa ragione Aristotele afferma che una cosa viene considerata come due cose.

Che sia effettivamente così lo si comprende anche svolgendo un altro ragionamento. Se, quando parliamo di un'identità, intendiamo un'identità determinata, allora non possiamo dimenticare che ciò che la de-termina, cioè la rende finita, è precisamente il limite. Se non che, il limite è tale solo per la ragione che ha due facce: una che guarda verso il limitato e una che guarda verso il limitante. Ciò spiega il fatto che l'identità determinata si pone in forza del suo differenziarsi, ossia del suo contrapporsi ad altra identità: *A è A perché non è non-A*, così che il principio di identità si traduce nel principio di non contraddizione.

Solo l'identità dell'assoluto, quindi, non necessita della relazione e proprio per questa ragione è definito assoluto: *ab-solutum*, infatti, indica ciò che è sciolto da vincoli, da relazioni. Ma per questa ragione l'assoluto è, a rigore, indeterminato e indeterminabile. Di contro, se si parla di un'identità determinata, la relazione oppositiva alla differenza risulta essenziale e costitutiva (intrinseca) dell'identità.

Con questa formidabile conseguenza: se la relazione è essenziale al costituirsi dell'identità, allora non si potrà evitare di mettere in discussione la rappresentazione sensibile che dispone non-A fuori da A. La rappresentazione, infatti, induce la convinzione che una certa indipendenza possa continuare a sussistere, dal momento che A e non-A occupano spazi diversi, anche nell'enunciato.

Di contro, affermare che concettualmente non-A è essenziale al costituirsi di A (e viceversa) non può non significare che la differenza viene riconosciuta come intrinseca e costitutiva dell'identità e ciò impone di andare oltre l'ordine empirico-formale, che pone le identità estrinsecamente le une rispetto alle altre.

La relazione, questo è il punto cruciale, non può venire pensata come intercorrente tra A e B, ma come immanente ad A e a B, secondo quanto indicato da Hegel nella *Wissenschaft der Logik*, là dove egli distingue la relazione estrinseca (*äußerliche Beziehung*) dalla relazione intrinseca (*immanente Synthesis*)¹⁷. La

17. Cfr. G. W. F. Hegel, *Scienza della logica*, pp. 87-109.

prima coincide con il costruito mono-diadico e assume l'identità come autonoma dalla differenza; la seconda, invece, fa valere il principio, che Hegel riprende da Spinoza, per il quale *omnis determinatio est negatio*: ogni determinazione è negazione, ma non negazione di altro, bensì negazione di sé medesima.

Se, infatti, si perviene alla consapevolezza che A e B sono due identità che si pongono solo in forza del loro inviarsi l'una all'altra, allora tale invio non può venire pensato come successivo alla costituzione dell'essere di A e di B, ma come coincidente con l'essere di entrambi: A è relazione a B, e viceversa, perché A senza B non può stare, così che B entra nella costituzione intrinseca di A e la relazione risulta una *immanente Synthesis*.

Chi ha ripreso l'indicazione hegeliana, e l'ha portata alle sue estreme conseguenze, è stato Bradley, il quale in *Appearance and Reality* perviene a questo punto fondamentale:

Una relazione indipendente dai suoi termini è un'illusione. Se essa deve essere reale deve esserlo in un certo senso a spese dei termini o, per lo meno, deve essere qualcosa che si manifesta in loro o a cui essi appartengono. Una relazione tra A e B implica realmente un fondamento sostanziale in loro. [...] La nostra conclusione sarà, in breve, la seguente: la relazione presuppone la qualità [i termini], e la qualità la relazione; nessuna delle due può esistere indipendentemente dall'altra né in sua compagnia e il circolo vizioso nel quale entrambe si avvolgono non può essere l'ultima parola sulla realtà¹⁸.

La vera realtà, dunque, non può non emergere oltre la relazione, perché non può non emergere oltre la contraddizione. Proprio per salvare il mondo dell'esperienza ordinaria, invece, Russell, in consonanza con Moore, afferma il carattere estrinseco della relazione, la quale si disporebbe tra i dati e come tale darebbe luogo all'implicazione.

Cogliere il *valore costitutivo della relazione* non può non imporre un ripensamento del concetto di identità: ogni identità è in sé il riferimento ad altro da sé, come era emerso considerando il ruolo che il limite ha nella posizione dell'identità determinata. Ogni identità, pertanto, altro non è che una contraddizione: ciascun A è in sé altro da sé; è sé e la propria negazione; A è in sé non-A.

Questo punto risulta di enorme importanza. Esso mette in evidenza che il tentativo attuato per salvare la relazione dalla contraddizione risulta vano. Parlare di relativa indipendenza e relativa dipendenza dei termini della relazione non è più possibile: l'indipendenza dei termini, essenziale per mantenere la dualità, si dissolve, anche nella sua forma debole, cioè come indipendenza

18. F. H. Bradley, *Apparenza e realtà*, pp. 160-163.

relativa, in virtù della consapevolezza che ogni identità è in sé rinvio ad altro da sé. La differenza entra così nella costituzione intrinseca dell'identità e la loro differenziazione deve venire collocata ad un livello diverso rispetto a quello in cui vige il loro *intrinseco riferirsi*.

Se la differenza vale come esterna (estrinseca) rispetto all'identità, allora si impone quello che possiamo definire l'ordine empirico-formale; di contro, se vale il loro intrinseco riferirsi, allora si impone il superamento dell'ordine empirico-formale e tale superamento coincide con la mediazione dell'immediato, cioè con la consapevolezza che la relazione va intesa come *atto* e non come medio tra estremi.

6. La relazione come atto e l'unità delle particelle entangled

Riconoscere il valore intrinseco della mediazione non può non comportare la trasformazione dell'immediato, il quale non viene più inteso come un dato o un fatto, ma come l'atto del suo andare oltre sé stesso, l'atto del suo trascendersi (mediarsi).

Si potrebbe anche dire in questo modo, per riprendere quanto abbiamo affermato a proposito dell'identità determinata: poiché ogni determinazione è sé stessa in quanto si riferisce ad altra determinazione, essa è, in sé, sé e non sé, ossia è una contraddizione. Quando parliamo di contraddizione, non intendiamo indicare qualcosa-che-è, ma qualcosa che è tutt'uno con il suo negarsi. La contraddizione, insomma, non configura uno *status*.

Così come la relazione è l'atto del relazionarsi, la contraddizione è l'atto del contraddirsi. Ciò che abbiamo voluto emergesse con chiarezza è che, in effetti, si tratta di un *unico e medesimo atto*, stante che relazione e contraddizione sono due forme che indicano la medesima struttura: la struttura dell'immediato. Anche la relazione, pensata come medio, riproduce tale struttura e la riproduce come se, invece, se ne differenziasse, dal momento che si presenta come mediazione. Una mediazione, però, che non può venire considerata autentica, proprio perché estrinseca.

Se, insomma, l'immediato non può venire pensato come un'identità autonoma e autosufficiente, nonché compatta e monolitica, altrettanto intenderne la struttura nella forma del costruito relazionale significa riproporre quella stessa immediatezza, che, di contro, si intendeva oltrepassare. La relazione come medio, infatti, poggia sulla presunta immediatezza dei termini e si pone essa stessa come un nuovo termine.

Di contro, intendere la relazione come atto, l'atto del riferirsi di ciascun termine all'altro termine e, più in generale, l'atto del riferirsi di ogni identità ad altra identità, consente di cogliere ciascuna identità determinata come un *segno*: ogni entità è in sé il riferirsi ad altro da sé, è in sé il proprio oltrepassarsi. In questo unico e medesimo atto, che è lo stesso per ogni identità, la differenza tra le entità viene meno, si neutralizza, e l'unità, la vera unità, si impone.

Precisamente in questo senso ci sembra che domandi di venire interpretato il passo di Zeilinger che abbiamo citato in precedenza e che egli non si stanca di ribadire. Così scrive, infatti, a proposito delle particelle *entangled*: "queste due particelle costituiscono un'entità inseparabile"¹⁹.

La questione che abbiamo cercato di affrontare è come possano costituire un'entità inseparabile due particelle. Ci si chiede: se sono due, l'unità inseparabile non è stata già separata? Non è stata già divisa, così che le due particelle sono l'esito proprio della divisione dell'entità, che avrebbe dovuto valere come un'unità?

Ebbene, in base al discorso che abbiamo svolto sul concetto di relazione si è ora in grado di comprendere in quale senso si può parlare di inseparabilità delle particelle *entangled*. Le particelle appaiono due, ma in realtà sono un'unica e medesima realtà. Un'unica e medesima realtà della quale le due particelle costituiscono due sezioni astratte, ossia valgono come il prodotto dell'intervento astrante esercitato sulla realtà da parte del conoscere formale.

Le due particelle sono un'unità per la ragione che la posizione dell'una implica necessariamente, ossia strutturalmente, cioè intrinsecamente, la posizione dell'altra, in modo tale che esse risultano coesenziali. E se l'essere dell'una è essenziale al costituirsi dell'essere dell'altra, allora si tratta di un unico essere, di un'unità vera e propria, non di una *unificazione*, cioè di una sintesi, cioè di una relazione ordinaria.

Ciò significa che le particelle *entangled* di cui si occupa la fisica quantistica offrono una occasione unica: cogliere il vero senso della relazione. Se, infatti, si tratta di due particelle intrinsecamente relate, allora non può destare meraviglia che il mutamento dell'una si traduca immediatamente nel mutamento dell'altra. Se ciò non accadesse, allora non sarebbero intrinsecamente vincolate, cioè non costituirebbero un'unica realtà.

L'*intreccio*, insomma, deve venire inteso in modo così radicale da indicare che l'una particella non può stare senza l'altra, così che esse possono bensì venire poste a distanza siderale e apparire indipendenti, ma indipendenti non sono, dal momento che l'una è in relazione strutturale all'altra e dal momento che la relazione è l'atto del loro reciproco riferirsi, che è unico per entrambe.

19. A. Zeilinger, *Il velo di Einstein*, p. 56.

Tra di esse – lo ripetiamo – non sussiste, dunque, una unificazione, che vale come una relazione ordinaria e mantiene la dualità dei termini relati, ma una vera unità, la quale può venire intesa soltanto nel senso dell’*ablatio alteritatis*.

7. Per concludere

Se la relazione tra le particelle *entangled* viene intesa come l’atto del riferirsi di ciascuna all’altra, allora in questo *unico e medesimo atto*, che vale per entrambe le particelle, la differenza viene neutralizzata e l’unità si impone come la vera realtà.

Del resto, poiché ogni identità determinata, anche le identità che appartengono al *macro-mondo*, si pone in forza del limite, che vincola intrinsecamente identità e differenza, se ne deve concludere che quell’atto, che rende un’unica realtà le due particelle *entangled*, costituisce quello stesso atto che impone di non arrestarsi all’esperienza del molteplice, che configura l’universo dell’*apparire*, ma di elevarsi al livello dell’unità, che è quello dell’autentico *essere*.

Solo l’essere, infatti, può valere come effettivo fondamento, il quale non può non essere l’unità perché solo l’unità è veramente intelligibile: solo essa, infatti, è veramente autonoma e autosufficiente.

Riferimenti bibliografici

- Aristotele, *Metafisica*, tr. it. di G. Reale, Rusconi, Milano 1978.
- Aspect A., Dalibard J., Roger G., *Experimental tests of Bell’s Inequalities Using Time-Varying Analyzers*, in «Physical Review Letters», 49(25), 1982.
- Bell J. S., *On the Einstein Podolsky Rosen Paradox*, in «Physics», 1(3), 1964.
- *Dicibile e Indicibile in Meccanica Quantistica*, tr. it. di G. Lorenzoni, Adelphi, Milano 2010.
- Belousek D. W., *Bell’s Theorem, Nonseparability, and Spacetime Individuation in Quantum Mechanics*, in «Philosophy of Science», 66(supplement), 1999.
- Bradley F. H., *Apparenza e realtà*, tr. it. di D. Sacchi, Rusconi, Milano 1984.
- Cavalcanti G., *Causation, Decision Theory, and Bell’s Theorem: A Quantum Analogue of the Newcomb Problem*, in «The British Journal for the Philosophy of Science», 61(3), 2010.
- Duns Scoto, *Opus Oxoniense* (1478), in Commissione scotistica diretta da C. Baliç (a cura di), *Opera omnia*, Typis Vaticanis, Città del Vaticano 1950.

- Einstein A., Podolsky B., Rosen N., *Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete?*, in «Physical Review», 47(10), 1935.
- Esfeld M., *Bell's Theorem and the Issue of Determinism and Indeterminism*, in «Foundation of Physics», 45(5), 2015.
- Evans P. W. et al., *New Slant on the EPR-Bell Experiment*, in «The British Journal for the Philosophy of Science», 64(2), 2013.
- Hegel G. W. F., *Scienza della logica*, tr. it. di A. Moni, Laterza, Roma-Bari 1974.
- Keming Chen E., *The Quantum Revolution in Philosophy*, in «The Philosophical Review», 129(2), 2020.
- Platone, *Parmenide*, tr. it. di A. Zadro, Laterza, Roma-Bari 1976.
- Redhead M. L. G., *Incompleteness. Nonlocality and Realism: A Prolegomenon to the Philosophy of Quantum Mechanics*, Clarendon Press, Oxford 1987.
- Schrödinger E., *Die gegenwärtige Situation in der Quantenmechanik*, in «Naturwissenschaften», 23(48), 1935.
- *Discussion of Probability Relations between Separated Systems*, in «Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society», 31(4), 1935.
- Stapp H., *Bell's Theorem and World Process*, in «Nuovo Cimento B», 29(2), 1975.
- Stella A., Cantalupi T., Ianulardo G., *The Concept of Relation and the Explanation of the Phenomenon of Entanglement*, in «Philosophical Investigations», 45(4), 2022.
- Zeilinger A., *Il velo di Einstein*, tr. it. di L. Lilli, Einaudi, Torino 2005.
- Zych M. et al., *Bell's Theorem for Temporal Order*, in «Nature», 10(3772), 2019.