

Ernesto Graziani

Lezione 12 (04/11/2013) sulla

Teoria delle grandezze conservate di P. Dowe

Teoria delle grandezze conservate

Phil Dowe (2000), *Physical Causation*

Conserved Quantity Theory (CQ Theory):

- **riduzione empirica** della causalità mediante nozioni tratte dalla **fisica**, in particolare mediante la nozione di grandezza (fisica) conservata (*conserved quantity*);
- formulata sfruttando il quadro teorico dello **spaziotempo relativistico**;
- focus della lezione: tema del **fondamento** della relazione causale (ciò che distingue sequenze di eventi causalmente connessi da sequenze di eventi causalmente disconnessi): capp. 4 e 6.

Due nozioni chiave:

- ***Processo causale***: linea di mondo di un oggetto che possiede una grandezza conservata.
- ***Interazione causale***: intersezione di linee di mondo che comportano lo scambio (*exchange*) di una grandezza conservata.

Contestualizzazione delle due nozioni chiave:

- **processo**: linea di mondo di un oggetto;
 - **linea di mondo** (*world line*) o linea di universo: insieme ordinato dei punti spaziotemporali che costituiscono la “storia” di un oggetto;
 - **oggetto**: sia gli oggetti del senso comune (p.e., sedie, palazzi, persone) sia gli oggetti della fisica (p.e., particelle, onde, campi);
 - **grandezza conservata** (*conserved quantity*): grandezza fisica il cui comportamento è governato dalle leggi di conservazione; p.e., carica elettrica, energia-massa, momento lineare (quantità di moto);
 - **(leggi di conservazione**: descrivono la conservazione di una grandezza fisica in un sistema fisico isolato).
-
- **possesso di una grandezza conservata in una certa quantità (*amount*) da parte di un oggetto** (p.e., un momento lineare pari a 3 N·s posseduto da una palla da biliardo): metafisicamente, l'istanziamento di una certa proprietà *determinante* (la quantità) di una proprietà *determinabile* (la grandezza) da parte dell'oggetto; analogamente all'esemplificazione del *rosso* (determinante) da parte della palla da biliardo *colorata* (determinabile).

Processi causali (e non causali)

- **Processo causale:** linea di mondo di un oggetto che possiede (*possesses*) una grandezza conservata.

Non ha rilevanza che la grandezza conservata sia *trasmessa*, né che sia posseduta in un quantità *costante*; conta soltante che la grandezza conservata in questione sia correttamente attribuita all'oggetto.

- **Processo non causale** o (pseudo-processo): linea di mondo di un oggetto che non possiede una grandezza conservata.

P.e., l'evoluzione di un'**ombra** attraverso lo spaziotempo: istanzia proprietà come forma e velocità ma non possiede grandezze conservate.

- Corrispondente distinzione tra **oggetti** e **pseudo-oggetti**.

Interazioni causali

Interazione causale: intersezione di linee di mondo che comportano lo scambio (*exchange*) di una grandezza conservata – dunque, è la sovrapposizione di due o più processi causali.

Lo **scambio di una grandezza conservata** occorre quando si ha che almeno un processo entrante e almeno un processo uscente subiscono un cambiamento nella grandezza conservata, ovvero un cambiamento nella quantità in cui una grandezza è posseduta da un oggetto.

Il fondamento della relazione causale nella CQ Theory

Ridurre la causalità significa formulare un bicondizionale del tipo:

x causa y sse P,

dove *P* – l'*analysans* – è un enunciato complesso che deve specificare, in particolare,

(i) condizioni concernenti le **relazioni spaziali e temporali** (o spaziotemporali) intercorrenti tra gli eventi fungenti da causa e da effetto,

e

(ii) la *base* o ***fondamento*** della relazione causale, ovvero quel qualcosa che contraddistingue le sequenze di eventi causalmente connessi rispetto alle sequenze di eventi causalmente disconnessi.

Stando alla **CQ Theory**, ***x causa y sse*** tra *x* ed *y* vi è un filo (*thread, string*) continuo di processi o interazioni causali.

Relata causali: eventi strutturati (Kim, Armstrong)

La distinzione tracciata da Dowe tra *fatti* ed *eventi* corrisponde perfettamente alla distinzione tra eventi *statici* e *dinamici* (Varzi, Orilia)

- **Evento statico (fatto):** possesso di una grandezza conservata da parte di un oggetto ad un certo istante o attraverso un certo intervallo temporale;
rappresentato (trascurando la componente temporale) mediante la formula: “ $q(a)=x$ ” (“l'oggetto a ha una quantità x di una grandezza conservata q ”) o più concisamente con “ $q(a)$ ”.
- **Evento dinamico (evento):** mutamento – realizzantesi attraverso un intervallo temporale – della quantità in cui una grandezza conservata è posseduta da un oggetto.
rappresentato mediante la formula: “ $\Delta q(a)=x$ ” (“l'oggetto a ha una grandezza conservata q che muta di una quantità pari a x ”) o più concisamente con “ $\Delta q(a)$ ”.

Per semplicità, Dowe definisce la relazione causale prendendo in considerazione il caso in cui i relata siano eventi statici.

Due condizioni

(Più precisamente) vi è una relazione causale tra un evento statico $q(a)$ ed un evento statico $q'(b)$ sse vi è filo continuo di eventi tra $q(a)$ e $q'(b)$ tale che:

(1) ad ogni punto del filo vi è un oggetto che possiede una grandezza conservata, tale che qualsiasi cambiamento di oggetto da a a b e qualsiasi cambiamento della grandezza conservata da q a q' si verificano in una interazione causale che comporta i seguenti cambiamenti: $\Delta q(a)$, $\Delta q(b)$, $\Delta q'(a)$, $\Delta q'(b)$; e

(2) per qualsiasi scambio in (1) che comporta più di una grandezza conservata, i cambiamenti nelle grandezze sono governati da una singola legge di natura.

Due esempi per chiarire la condizione (1)

Esempio 1: scontro di due palle da biliardo.

Una palla da biliardo (a) si scontra con un'altra (b), in modo tale che il possesso di un certo momento da parte della palla a ad un certo tempo è la causa del possesso di un certo momento da parte della palla b ad un certo tempo successivo.

In questo caso, l'evento-causa e l'evento-effetto sono connessi da un filo che coinvolge in un primo tempo il possesso di un certo momento da parte di a ($q(a)$ a t_1); in un secondo tempo si realizza la collisione, ovvero un'interazione causale ($\Delta q(a)$, $\Delta q(b)$ a t_2), che comporta uno scambio di momento tra a e b ; da ultimo si verifica il possesso di un certo momento da parte della seconda palla b ($q(b)$ a t_3).

Esempio 2: decadimento radioattivo.

Un atomo instabile viene colpito da un fotone che ne incrementa il livello di energia, provocandone il successivo decadimento, ovvero la trasmutazione in un atomo stabile dotato di una quantità di energia inferiore.

Dove q corrisponde all'energia e q' alla carica, la causa $q(a)$ – cioè il possesso di una certa energia da parte del fotone incidente – è connessa all'effetto, $q'(c)$ – ossia l'esistenza di un atomo stabile che possiede la carica q' . I due eventi sono connessi da un filo che comporta in un primo tempo, il possesso di una certa energia q da parte del fotone a (**$q(a)$ a t_1**); in secondo tempo, una interazione causale con scambio di energia tra il fotone a e l'atomo b (**$\Delta q(a)$, $\Delta q(b)$ a t_2**); in un terzo tempo, una seconda interazione causale in cui l'atomo b diventa c , un oggetto diverso, con scambio di energia e carica tra b e c (**$\Delta q(b)$, $\Delta q(c)$, $\Delta q'(b)$, $\Delta q'(c)$ a t_3**); infine, si ha l'evento-effetto, il possesso di una certa carica q' da parte dell'atomo c (**$q(c)$ a t_4**).

Condizione (2)

Per qualsiasi scambio in (1) che comporta più di una grandezza conservata, i cambiamenti nelle grandezze sono governati da una singola legge di natura.

È preposta ad escludere i casi in cui **interazioni causali indipendenti** si verifichino **accidentalmente** nello stesso luogo e tempo, p.e. il caso in cui due palle da biliardo si scontrano e nello stesso istante una delle due emette una particella alfa.

Alcune caratteristiche della CQ Theory (pp. 94-96)

- **Riduzione empirica e contingente:** la determinazione di quali siano le grandezze conservate è compito della fisica; dunque, la validità CQ Theory è limitata a mondi dotati di leggi fisiche simili quelle del mondo attuale.
- **Concezione intrinseca:** il sussistere di una relazione causale tra due eventi dipende *esclusivamente* dalle proprietà degli eventi in esso coinvolti e dalla loro collocazione spaziotemporale (non da ciò che accade ad *altri* eventi collocati in *altre* regioni spaziotemporali).
- **Concezione singolarista:** i processi causali sono governati dalle leggi di natura e le leggi di natura sono necessarie per l'individuazione – ovvero la conoscenza – delle grandezze conservate, ma non costituiscono ciò che *rende* causale una sequenza di eventi.

Circolarità?

Una **grandezza conservata** viene definita come una grandezza fisica governata da una legge di conservazione, ma quest'ultima viene a sua volta definita come una legge che il comportamento di certe grandezze (che rimangono costanti) entro un ***sistema chiuso***, e un sistema chiuso non è nient'altro che un sistema *causalmente* isolato.

Retro-causalità (cap. 8)

La **direzione della causalità** (asimmetria di causa ed effetto) ***non*** è riconducibile alla **precedenza temporale** della causa sull'effetto.

Dowe ammette, infatti, la realtà della **retro-causalità** (*backward causation*), la quale sembra essere implicata dalla più promettente interpretazione dei fenomeni di Bell in meccanica quantistica: vi sono, dunque, casi in cui l'effetto precede temporalmente la causa.

Direzione (prevalente) della causalità spiegata in termini probabilistici e in particolare mediante una variante della **teoria della forchetta** (*fork-theory*) di Reichenbach (forchetta causale: insieme di tre eventi, ossia due effetti congiunti di una causa comune; p.e., esplosione di una bomba, ferimento della persona A, ferimento della persona B).