

Un possibile esempio storico di *slittamento gestaltico* in fisica delle particelle elementari

Giuseppe Iurato

University of Palermo, IT

E-mail: giuseppe.iurato@unipa.it

Sunto. La risoluzione del famoso *enigma* θ - τ della fisica delle particelle elementari tramite l'introduzione della *legge di non conservazione della parità* da parte di T.D. Lee e C.N. Yang nel 1956, può epistemologicamente essere considerato un possibile caso storico in gran parte spiegabile tramite quel particolare aspetto della generale teoria kuhniana delle rivoluzioni scientifiche invocante gli *slittamenti gestaltici* come eventuali patterns psicologici il cui cambiamento di paradigma in essi coinvolto è posto in analogia a quelli inerenti le scienze naturali (*slittamenti paradigmatici*). Da questa disamina, poi, sarà possibile delineare ulteriori elementari considerazioni epistemologiche.

Abstract. The resolution of the celebrated θ - τ *enigma* of elementary particle physics through the introduction of the *parity violation law* by T.D. Lee and C.N. Yang in 1956, may be epistemologically considered as a possible historical instance mostly explainable by means of that particular aspect of Kuhnian theory of scientific revolutions invoking the *Gestalt switches* as possible psychological patterns whose paradigm's change is puts into analogy with those inherent the natural sciences (*paradigm switches*). From what said, then, it will be possible to outline further elementary epistemological considerations.

1. Alcune premesse di epistemologia e psicologia della forma

1.1 Introduzione epistemologica. Il famoso lavoro di Thomas S. Kuhn sulla struttura e la logica delle rivoluzioni scientifiche, per la prima volta esposto nella celebre opera (Kuhn 1962), ha segnato, come suol dirsi, una *pietra miliare* nell'epistemologia delle scienze naturali e non solo. In (Kuhn 1978, Cap. VIII), per quanto riguarda proprio le scienze naturali, è riferito che un *cambio di paradigma* scientifico (*slittamento paradigmatico*) ha, per lo più, luogo quando si viene a presentare un'anomalia fra un dato paradigma, già costituito, e la realtà fenomenica che la *scienza normale* non è più in grado di risolvere, aggirare od eliminare; allora, essa verrà riconosciuta come tale dalla collettività scientifica, dando, così, inizio alla *scienza straordinaria*. Durante questa fase critica di transizione, che richiede comunque un superamento di tali anomalie per ripristinare nuovamente lo stato di scienza normale, prende, appunto, forma un cambio di paradigma (*slittamento paradigmatico*). Tra le altre cose, per suffragare le sue idee a proposito, Kuhn prende in esame alcuni precedenti lavori epistemologici e di storia della scienza in merito a ciò, in particolare quelli che hanno proposto una certa somiglianza fra quanto accade lungo questo cambiamento di paradigma scientifico e quello relativo ad un cambiamento psicofisico di *Gestalt* visiva. All'uopo, egli cita soprattutto i precedenti lavori di Norwood Russell Hanson (1924-1967) in epistemologia e storia della scienza, testimoniati da altrettanto importanti sue opere fra le quali qui ricordiamo (Hanson 1958, 1963, 1970, 1971). Kuhn, però, si limita solo al cambio del campo percettivo globale relativo solo alla visione propriamente fisica, proprio quello trattato da Hanson, senza cercare approfondimenti, generalizzazioni e possibili estensioni a cui può sottostare tale notevole nozione psicologica, non relegata al solo campo visivo, nonostante questo sia stato quello storicamente più studiato. Invero, dopo la notevole opera svolta dalla psicologia della forma (di cui in seguito accenneremo), la nozione di Gestalt ha assunto una portata un po' più ampia rispetto a quella iniziale, relegata al solo campo visivo. A tal proposito, difatti, lo stesso Kuhn, subito dopo aver detto ciò, ammonisce contro facili parallelismi ed estensioni rispetto a tale particolare cambio di paradigma psicofisico: egli dice che gli scienziati non vedono qualcosa *come* qualcos'altro, perché,

al contrario, semplicemente lo vedono come un *che*, rifacendosi, in ciò, alla nota distinzione fra “vedere *che*” e “vedere *come*” secondo L. Wittgenstein che si rifà proprio ai fenomeni percettivi della *Gestalttheorie* (vedi Hanson (1978, Cap. I, B., C. e D.)). Qui Kuhn si riferisce all’osservazione sperimentale diretta di uno sperimentatore che, sulle prime, non può interpretare ma solo prendere atto diretto, con metodo scientifico, dell’evenienza fenomenica quale essa si manifesta (vedere *che*). Solo dopo può interpretare (vedere *come*), sempre con razionalità e conformemente al metodo scientifico, secondo le sue conoscenze di scienza normale già esistente. Tuttavia, quando si parla di estensione della nozione di Gestalt visiva, ci si deve riferire ad una certa *visione mentale* generale, che ha a che fare più con l’intuizione che con la visione propriamente intesa. A tale scopo, è sufficiente riportare un esempio, tratto dalla filosofia della fisica, che chiarisce in quale senso esteso deve intendersi la nozione di Gestalt. Seguendo quanto dice Reichenbach (1977, Cap. III, B., § 39) in merito alla duplice trattazione topologica e metrica delle varietà riemanniane modellanti lo spazio-tempo, una volta accertata o stabilita quale struttura topologica assegnare alla varietà (topologica) dello spazio-tempo, subentra la problematica di assegnare ivi una ulteriore struttura metrica tramite la matrice $\|g_{ij}\|$ dei coefficienti metrici che determineranno la *metrica fondamentale* per mezzo della *forma quadratica fondamentale* $ds^2 = g_{ij}dx^i dx^j$. Nel particolare caso di uno spazio bidimensionale, tale matrice aggiunge una sovrastruttura metrica in più a quella topologica e Reichenbach afferma che la forma dei coefficienti g_{ij} diventa importante per quella che viene comunemente indicata come *Gestalt* dello spazio (bidimensionale, nella fattispecie, cioè un piano), e che suol riferirsi a ben definite proprietà che questi coefficienti debbono avere per garantire l’invarianza dell’elemento metrico fondamentale ds^2 rispetto a cambiamenti di coordinate del tipo $x \rightarrow x'$, cioè rispettare l’equazione fondamentale di covarianza $ds^2 = g_{ij}dx^i dx^j = g'_{ij}dx'^i dx'^j$. Reichenbach vuol intender riferirsi al fatto che la vista (mentale) di tale relazione fondamentale, sarà alla base, in un certo qual modo, del conseguente cambiamento della Gestalt del piano inerente al cambiamento (topologico) di coordinate $x \rightarrow x'$. In certo qual modo, ciò rinvia pure ad alcune espressioni, tipiche della teoria della relatività, da prendere con la dovuta cautela ed inerenti la determinazione di equazioni relativisticamente invarianti, in cui si afferma che talune relazioni sono *covarianti a vista*, tal altre no. Ecco, forse ciò può rendere meglio l’idea di quale senso esteso possa darsi alla nozione di Gestalt, partendo dal caso particolare di quella visiva. Quindi, da un punto di vista epistemologico, l’idea kuhniana di mettere a paragone un cambio gestaltico di visione con quello avente luogo in un cambio di paradigma scientifico, potrebbe esser meno soggetto a critiche se il primo viene inteso in un senso più ampio, come nel caso sopra discusso da Reichenbach. D’altra parte, già Hanson stesso parlava di *Gestalt concettuale*, in (Hanson 1978, Cap. IV, B.), a proposito della formazione di una teoria fisica che, tra l’altro, organizza i fenomeni della realtà fenomenica in sistemi concettuali aventi le tipiche condizioni (*d’après* C.G. Hempel) di *explanans* ed *explanandum*, in modo tale che, all’interno di essi, i dati appaiano intellegibili.

Nonostante tutto ciò avrebbe potuto¹ dirimere i dubbi metodologici posti e rimasti irrisolti da parte dello stesso Kuhn nel suo ammonimento di cui sopra, egli continuerà, a più riprese, a considerare l’analogia epistemologica fra un cambio di paradigma scientifico ed un cambiamento di Gestalt, pian piano pervenendo egli stesso, a posteriori, ad una estensione della nozione di cambio di Gestalt, da un punto di vista filosofico. Ad esempio, in (Kuhn 1978, Cap. X), l’autore afferma che, durante una rivoluzione scientifica, gli scienziati vedono cose nuove e diverse anche quando guardano con gli strumenti tradizionali nelle direzioni in cui avevano già guardato prima: è come se la comunità degli specialisti fosse stata improvvisamente trasportata su un altro pianeta dove gli oggetti familiari fossero ora visti sotto una luce differente e venissero accostati ad oggetti insoliti. A tal proposito, Kuhn ricorda il caso della scoperta del pianeta Urano, che si presta bene ad

¹ Invero, quanto sopra riportato da Reichenbach, si riferisce ad una sua opera pubblicata già nel 1958, con precisione (Reichenbach 1958), tradotta in italiano nel 1977 – vedi (Reichenbach 1977). Quindi, era già nelle disponibilità di Kuhn prima di scrivere il suo testo del 1962, così come lo era il testo di Hanson (1958), ampiamente citato in (Kuhn 1962).

esemplificare l'evenienza di un tale cambio paradigmatico: infatti, trattasi di un caso storico in cui, in almeno diciassette occasioni differenti, tra il 1690 ed il 1781, numerosi astronomi, compresi parecchi fra i più eminenti osservatori europei, avevano visto una stella nelle posizioni che oggi supponiamo siano state occupate a quel tempo dal pianeta Urano. Dalle sue prime osservazioni con un nuovo telescopio appositamente da lui approntato, lo stesso William Herschel dapprima, anche se con qualche dubbio, concluse che si trattava di una cometa. Successivamente, sulla base di tali osservazioni, A.J. Lexell e J.E. Bode invece proposero verso l'ipotesi che si trattasse di un pianeta piuttosto che di una cometa. Dopodiché, universalmente si accettò l'idea che si trattava di un pianeta e non di una stella o di una cometa. Perciò, un corpo celeste che era stato osservato saltuariamente per quasi un secolo, fu poi visto in modo del tutto differente dopo il 1781 perché non rientrava, o non poteva più essere ridotto, alle categorie percettive di stella e cometa, fornite dal precedente paradigma. Questo piccolo cambiamento paradigmatico contribuì, poi, alla scoperta di molti altri corpi celesti. Allo stesso modo, Kuhn riferisce di altri simili casi storici in cui interviene, come dire, un 'cambio di visione', tratti dalla fisica, dall'astronomia e della chimica, rimandando al suo testo per i dettagli. Quindi, Kuhn ribadisce l'analogia epistemologica fra una rivoluzione scientifica ed un riorientamento o spostamento della Gestalt visiva, nuovamente rifacendosi ad Hanson ed alla sua ricerca in storia della scienza, le cui concezioni, impennate sulle dimostrazioni gestaltiche, Kuhn stesso dice siano molto simili alle sue. Secondo Kuhn, i paradigmi non si lasciano correggere dalla scienza normale che, al più, può solo portare al riconoscimento di anomalie e crisi le quali, a loro volta, non possono risolversi in forza di una riflessione maggiore od una nuova interpretazione, ma solo in virtù di un evento relativamente improvviso ed impreveduto, inconscio dice Kuhn, analogamente a quanto avviene nel riordinamento gestaltico. Gli scienziati perciò parlano spesso di "un velo che casca dagli occhi" o di "un lampo che illumina" un rompicapo precedentemente oscuro, mostrando così i suoi elementi sotto una luce nuova che, per la prima volta, permette di giungere alla soluzione. Secondo Kuhn, è più frequente il caso in cui non viene coscientemente intravista in anticipo nessuna struttura che possa sostituire il vecchio paradigma che, al contrario, emergerà tutt'ad un tratto, talvolta nel buio più completo (quindi, dal subconscio), nella mente di uno scienziato profondamente immerso nella crisi. Quale sia, poi, la natura dello stadio finale, come avvenga, cioè, che un individuo inventi (o trovi di aver inventato) un nuovo modo di dare ordine ai dati raccolti ora tutti assieme, rimane per ora inscrutabile se non riconducibile al regno inconscio. Possiamo però, dice ancora Kuhn, notare senz'altro una cosa in proposito: coloro che riescono a fare questa fondamentale invenzione di un nuovo paradigma, sono quasi sempre o molto giovani oppure nuovi arrivati nel campo o settore governato dal paradigma che essi modificano, in quanto, proprio perché scarsamente condizionati dalle regole tradizionali della scienza normale da parte della precedente attività, hanno maggiore probabilità di vedere che quelle regole non servono più a definire problemi risolvibili e di concepire, perciò, un altro insieme di regole che possano sostituirle. Ed il caso studio trattato in questo lavoro, rientra in pieno nel quadro ora delineato.

In merito alle sopradette idee di Kuhn, alcuni fisici dissentono, ma non in maniera totale e radicale. Per esempio, riportiamo, seguendo (Weinberg 1998), alcune frasi tratte da una recensione di Steven Weinberg del testo di Kuhn (1962), circa il suo modello epistemologico delle rivoluzioni scientifiche messo a confronto con le idee gestaltiste. Secondo Weinberg

«[...] the Kuhnian shift from one paradigm to another seems more like a religious conversion than an exercise of reason. He argued that our theories change so much in a paradigm shift that it is nearly impossible for scientists after a scientific revolution to see things as they had been seen under the previous paradigm. Kuhn compared the shift from one paradigm to another to a gestalt flip, like the optical illusion created by pictures in which what had seemed to be white rabbits against a black background suddenly appear as black goats against a white background. But for Kuhn the shift is more profound; he added that

‘the scientist does not preserve the gestalt subject’s freedom to switch back and forth between ways of seeing’».

Weinberg, poi, in alcuni casi, riconosce valida l’impostazione kuhniana, in altri no, per cui sembra ragionevole dirimere la questione ponendosi da una prospettiva gnoseologicamente più *relativista*, vale a dire, in storia della fisica, esistono casi di cambiamento di paradigma che rientrano nel quadro epistemologico kuhniano che fa riferimento alla psicologia della Gestalt, mentre per altri non è così immediata una tale collocazione. In questo lavoro, appunto, vorremo solo individuarne uno di questi precipui casi storici, tratto dalla fisica delle particelle elementari, che, come vedremo, si presta, per molti versi, ad essere epistemologicamente caratterizzabile secondo le molte delle anzidette idee kuhniane. D’altra parte, come già detto sopra, l’opera kuhniana, di cui nessuno seriamente può metterne in discussione la portata, ha avuto influenze anche in altri contesti epistemologici, come, per esempio, in quello delle scienze psicologiche. Invero, Carotenuto (1991, Parte I, Introduzione) dedica un’ampia ed interessante introduzione al suo notevole trattato di psicologia, alla esposizione delle basi epistemologiche della sua disciplina, menzionando, tra l’altro, proprio Kuhn e la sua opera. Precisamente, sulla base del predetto lavoro kuhniano, egli ribadisce che² «nella scienza [...], la novità emerge soltanto con difficoltà ed in modo discontinuo, che si manifesta attraverso la resistenza, in contrasto con un sottosfondo costituito dall’aspettazione. All’inizio, si percepisce soltanto ciò che si aspetta e che è usuale, persino in circostanze nelle quali più tardi l’anomalia viene ad essere rilevata. Una osservazione successiva però permette di rendersi conto che c’è qualcosa di sbagliato o collega l’effetto con qualcosa che era sbagliato prima. Tale presa di coscienza apre un periodo in cui le categorie concettuali vengono riadattate, finché ciò che inizialmente appariva anomalo sia diventato qualcosa che ci si aspetta. A questo punto la scoperta è stata compiuta». Il progresso in un dato ambito culturale è causato da fasi rivoluzionarie in cui viene a costituirsi uno specifico *paradigma*, che assume l’ufficio di definire i problemi ed i metodi legittimi in un particolare campo di ricerca per numerose generazioni di scienziati. La fase paradigmatica organizza e riordina sotto il predominio di determinati concetti i periodi antecedenti, in cui lo sviluppo della conoscenza procede in modo anarchico (P. Feyerabend), ed ogni teoria è in competizione con le altre. Dunque, un paradigma è un quadro di pensiero, un orientamento teorico e/o metodologico su cui si può constatare, nella comunità scientifica, un certo grado di consenso; esso è, pure, un insieme di idee e di concetti validi per un certo periodo, che servono come griglia teorica per spiegare gli esperimenti che in quell’ambito vengono effettuati. Nel momento in cui si verifica un’anomalia che non si può più inquadrare in quello schema, la teoria vacilla e, se il fenomeno viene confermato, il paradigma deve essere riadattato in maniera più o meno radicale. Le analogie strutturali con gli slittamenti gestaltici sono evidenti, come apparirà manifesto in seguito.

D’altra parte, dice Hanson (che, a sua volta, si rifà alla psicologia della forma³ – vedi (Hanson 1978, Cap. I, B.)), da un punto di vista più propriamente psicofisico, il contenuto di quanto percepito (e formante l’*oggetto fenomenico*) non corrisponde affatto a quanto immediatamente rilevato dai nostri sensi (dagli stimoli direttamente promananti dall’*oggetto reale*), a causa delle inevitabili ed ineliminabili modificazioni che questo composito contenuto subisce dal proprio personale vissuto dell’osservatore o da fattori esterni⁴ che, nel complesso, costituiscono una sorta di *multigriglia* – che formerà lo *sfondo* su cui inciderà l’esperienza reale-attuale – attraverso cui filtrare e trasdurre il contenuto sensoriale e percettivo. Quest’ultima nozione, quella di sfondo

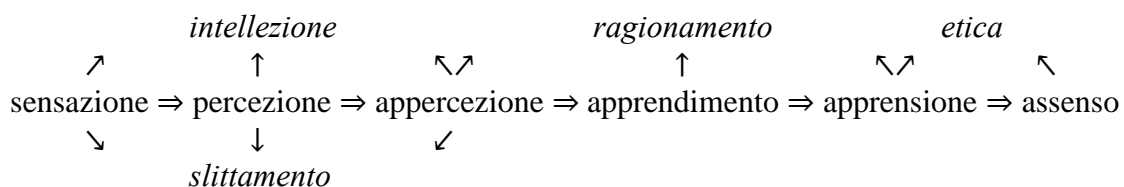
² Riportiamo, qui, solo quanto possa essere di nostro interesse, rimandando alla fonte principale per una più vasta ma specialisticamente orientata trattazione relativa alla metodologia ed all’epistemologia delle scienze psicologiche.

³ A tal proposito, si può compendiosamente consultare Galimberti (2006).

⁴ Emblematico di ciò è la nota esperienza relativa alla (apparentemente) diversa percezione delle dimensioni della Luna se osservata rispetto a differenti punti della sfera celeste (per esempio, allo zenit ed all’orizzonte), nonostante essa, come oggetto reale, abbia dimensioni invarianti.

cioè, appartiene alla *psicologia della Gestalt* (o *psicologia della forma*): infatti, seguendo Zinker (2001, Cap. 4, § 3), uno dei concetti fondamentali di questo corpo di dottrina psicologica strettamente, fondamentalmente basata sui fenomeni percettivi e la loro strutturazione, è quello del *fenomeno figura-sfondo*, descritto da W. Köhler, K. Koffka e M. Wertheimer intorno agli anni 40', in relazione al fenomeno percettivo-cognitivo. Questi autori scoprirono che quando sperimentiamo visivamente l'ambiente, scegliamo sempre un centro di interesse che si distinguerà o prevarrà su uno sfondo sfumato, per la sua tendenza unitaria e globale a configurarsi come un'entità individuale: ciò che si distingue viene chiamato *figura*, mentre il resto costituirà lo *sfondo*. Nella normalità, di solito c'è una certa capacità di distinguere fra figura e sfondo, cosa che, invece, viene a mancare nelle patologie. Queste nozioni, inizialmente tratte dalla psicofisiologia e psicofisica, furono poi estese all'ambito cognitivo: così, lo sviluppo della consapevolezza può essere paragonato all'insorgere di una figura chiara e nitida da un precedente sfondo concettuale, mentre il relativo stadio dell'assimilazione e di ritiro è simile al dissolvimento della figura in uno sfondo più o meno omogeneo. Così, la sensazione, la consapevolezza ed il ciclo del contatto costituiscono il *processo creativo* attraverso il quale fluidamente si svilupperà la figura, e che la psicologia della Gestalt principalmente sfrutta nella sua prassi terapeutica. L'impostazione psicodinamica della Gestalt che vede, nell'esperienza personale, assegnare un ruolo predominante alla incessante dinamica figura-sfondo, è fondamentalmente dovuta a F.S. Perls (vedi Galimberti (2006)).

Come abbiamo già detto, la psicologia della Gestalt ha le sue basi nella fenomenologia della percezione⁵ umana. Secondo questo indirizzo di ricerca, i processi mentali della conoscenza prendono le mosse dai dati dell'esperienza percettiva che si organizzeranno in configurazioni unitarie la cui totalità è qualitativamente differente dalla somma dei singoli elementi componenti ed irriducibile ad essi. Tale modificazione ha luogo lungo l'esplicazione delle prime tre fasi della seguente successione stadiale attraverso cui si realizza un generale *atto umano di pensiero morale*, e cioè



dove⁶ l'*assenso* è l'atto finale dell'interiore ed eticamente personale adesione a qualche entità (reale o puramente possibile), presupponendo l'apprensione ed il giudizio morale sull'oggetto (concetto, proposizione oppure dato o qualità sensibile) appreso; l'*apprensione* è l'atto con cui un termine viene razionalmente assunto come oggetto su cui non implica giudizio etico alcuno; l'*apprendimento* (o *acquisizione*) è un processo od una tecnica di modificazione-associazione, simbolica od emotiva, della appercezione prima e del comportamento poi, dovuti all'esperienza col mondo esterno e regolamentato dal rapporto individuo-ambiente; l'*appercezione*⁷ è l'entrata

⁵ Quest'ultimo termine non è casuale. Infatti, negli anni '60, M. Merleau-Ponty proporrà un proprio indirizzo di pensiero filosofico prendendo le mosse dalla psicologia della forma per cercare una sintesi fra fenomenologia ed esistenzialismo, e che, per l'appunto, lo denominerà *fenomenologia della percezione*.

⁶ Per il significato di questi termini, ci riferiamo ad Abbagnano (1998) e Brezzi (1994).

⁷ L'appercezione è nozione introdotta da G.W. Leibniz come *primeva potenza riflettente*, ed è il primo atto mentale che veramente distingue l'uomo dall'animale. Fu poi ripresa prima da C. Wolff, che la definì come l'attività per la quale noi percepiamo noi stessi come soggetti percipienti, distinguendoci dalla cosa percepita, poi da I. Kant che distingue fra un'appercezione *empirica*, corrispondente a quella di Leibniz e di Wolff e che dà luogo alle varie rappresentazioni mentali, da un'appercezione *trascendente* o *pura* (*l'io penso*), che accompagna e coscientemente sintetizza le suddette rappresentazioni verso l'autocoscienza. Pure J.F. Herbart considera l'appercezione come il fondamento per intendere il meccanismo basilare delle rappresentazioni mentali, tipiche dell'uomo. Il termine, nella filosofia contemporanea, è oramai caduto in disuso, a nostro avviso ingiustamente, vista la pregnanza e la capacità esplicativa che esso ha.

nel campo di coscienza del contenuto percettivo sulla scorta del suo vissuto generale (emotivo-affettivo e cognitivo) o *Erlebnis*; la *percezione* è strutturazione ed organizzazione dell'esperienza sensibile secondo fattori personali, costituzionali ed acquisiti, quindi la prima base della coscienza percettiva od empirica; ed, infine, la *sensazione* è intesa come esperienza elementare prepsichica ed indivisibile, prodotta da stimoli capaci di modificare lo stato psicofisico di organi recettori⁸. L'*intelletto* è l'atto primario della mente (*intellectus*) capace di cogliere intuitivamente ed emotivamente l'*intellegibile*, cioè l'oggetto dell'intelletto, mentre il *ragionamento* è la facoltà secondaria (cognitiva) mentale (*ratio*) del pensiero discorsivo (quindi dialettico) quale processo conoscitivo o dimostrativo e di mediazione, sopra un contenuto intelligibile, considerata inferiore all'intelletto nel pensiero antico e medioevale, mentre tale valutazione esattamente si inverte nel pensiero moderno, alla cui accezione noi, qui, ci riferiamo. Comunque, dato ormai assodato è l'indivisibilità di *intellectus* e *ratio*, e ciò indipendentemente da qualsiasi possibile reciproco rapporto gerarchico si voglia considerare. I processi psichici di base della psicologia della forma sono i primi tre, con l'unica variante dell'identificazione di sensazione e percezione.

Ritornando al discorso Kuhniano ed alle fonti cui si riconduce la sua impostazione, abbiamo sopra rammentato come, fra queste, un ruolo fondamentale è svolto dal precedente lavoro di Hanson che, seguendo (Bevilacqua 1983), a sua volta si rifà alla summenzionata distinzione di Wittgenstein fra "vedere *che*" e "vedere *come*" (a tal proposito, vedi Maccanti (2006) e Boncompagni (2011)), ponendoli in corrispondenza rispettivamente con il momento della sensazione e quelli della percezione e dell'appercezione. Il "vedere come" dovrebbe corrispondere al senso gestaltico del vedere, strutturantesi fra le fasi di sensazione, percezione ed appercezione, e che, peraltro, gioca un ruolo fondamentale nella storia della scienza, come avremo modo di dire in seguito, dalla prospettiva gestaltista. Hanson suggerì che una rivoluzione concettuale nella scienza è gnoseologicamente analoga ad uno *slittamento* o *spostamento gestaltico* (*Gestalt switch* or *shift*), in cui i fatti rilevanti vengono ad essere 'visti' in un nuovo modo. A scopo esemplificativo, Hanson fa riferimento alle note figure ambigue di W. Köhler, E.G. Boring e di E. Rubin (soprattutto a quella dell'«anatra o coniglio», assieme a quella della «giovane e la suocera», quella dei «vasi e profili», etc), come particolari modelli figurativi di slittamenti gestaltici strettamente connessi all'illusione. È, dunque, necessario passare ad un breve, ancorché sistematico, accenno ai primi concetti base della psicologia della Gestalt.

1.2 Cenni elementari di psicologia della forma. Seguendo Zerbetto (1998, Capitolo 2), come peraltro già detto sopra, un concetto fondamentale della psicologia della Gestalt (nella concezione psicodinamica di F. Perls) è quello di *figura/sfondo* in cui due distinte realtà sono dinamicamente interconnesse fra loro ma diversamente percepite all'interno del campo percettivo dell'osservatore (così come fu organizzato, per la prima volta, da Edgar Rubin). In esso, la *figura* emergente suol essere contraddistinta da contorni definiti, rappresentando, così, il focus dell'attenzione, e caricata di una maggiore energia di relazione con l'osservatore. Lo sfondo, al contrario, rappresenta il resto del campo visivo ed è caratterizzato da attributi inversi a quelli menzionati per la figura emergente. Soprattutto⁹ l'esperienza passata (vissuto o *Erlebnis*) dell'osservatore, nell'investire di connotati affettivi gli elementi del campo osservato, determineranno la prevalenza di un elemento sull'altro come *focus* dell'attenzione. Il contatto con lo sfondo deve restare, nella normalità, aperto e fluido per evitare l'irrigidimento su figure che perdono di significato evolutivo in modo da consentire, al contrario, l'emergere, dal fondo stesso, di realtà che, in un flusso continuo di ridistribuzione energetica, vanno successivamente acquisendo significato storico. Le figure ambigue, appunto, ne sono esemplificazioni.

⁸ La psicologia della forma sussume le sensazioni nelle percezioni, mentre una loro distinzione sussiste sia a livello filosofico che nell'ambito della psicofisiologia (vedi Galimberti (2006)).

⁹ Potendo anche influire l'intermezzo ambientale fra osservato ed osservatore, come nel caso dell'illusione nell'osservazione della Luna, sopra ricordata.

Secondo Fritz S. Perls, uno dei padri fondatori¹⁰ della *psicologia della gestalt* (nell'indirizzo psicodinamico), primo piano e sfondo della diade fondamentale «figura/sfondo», devono essere interscambiabili fra loro secondo le esigenze dell'essere, prendendo il modello dei fenomeni percettivo-visivi come esempio da estendere al più generale rapporto uomo-ambiente, quest'ultimo potendo essere interno od esterno all'osservatore medesimo. Seguendo Zerbetto (1998, Capitolo 5), l'attitudine di cogliere la realtà che scaturisce da un iniziale quadro percettivo è caratterizzata dall'emersione di quegli elementi che sono stati, in un primo momento, maggiormente caricati di significato emotivo-affettivo e di energia, permettendo all'osservatore di concentrare, su di essi, le proprie funzioni attentive ma in modo da permettere, nella normalità, sempre la realizzazione di un successivo scambio dinamico di elementi fra quelli inizialmente emersi in primo piano perché più pregnanti ed altri, dello stesso quadro percettivo, che, al contempo, furono, in quel preciso lasso di tempo, presi in poca considerazione ancorché percepiti, cioè passati, come suol dirsi, in secondo piano, ma che, tuttavia, possono, nondimeno, ricaricarsi di nuove valenze energetiche, in un secondo tempo, passando, dunque, in primo piano e lasciando sullo sfondo i primi che, perciò, risulteranno ora essere meno significativi. È questa, in poche parole, l'essenza di uno *slittamento gestaltico*, cioè di un cambio di organizzazione nella dinamica del campo percettivo. Nella fattispecie delle figure reversibili (e.g. figura/sfondo), lo scambio fra un elemento (figura) ed un altro (sfondo) implica sempre un cambiamento di *pregnanza* degli elementi corrispondenti, quindi dei significati loro attribuiti, per cui qualsiasi slittamento gestaltico comporta necessariamente una variazione semantica. Seguendo Galimberti (2006), per quanto concerne i processi intellettivi, il punto di vista classico distingueva fra *termini e rapporti (o relazioni)*, attribuendo i primi alla percezione, ed i secondi all'intelligenza che li coglieva attraverso processi simbolici e di astrazione. La psicologia della forma ha mostrato, invece, che la percezione delle relazioni fra termini è più facile della percezione dei termini al di fuori delle loro relazioni e che, inoltre, la strutturazione del campo (Gestalt) non avviene dopo aver esaminato i vari elementi bensì precede la loro ricognizione.

La dinamica inerente la coppia figura/sfondo, tuttavia, è sussunta nella generale dinamica relativa alla *dialettica creativa* (J.C. Zinker) insita nelle coppie d'opposizione (quali figura/sfondo, individuo/ambiente, mondo interno/mondo esterno, conscio/inconscio, etc) i cui elementi sono sempre ed inscindibilmente dinamicamente intercorrelati fra loro ed operanti verso una sintesi integrativa e globale che risulterà estrinsecarsi tramite un armonioso processo di cooperazione ed unificazione olistica (Gestalt) tramite l'avvicendamento di processi percettivi primari (inconsci o preconsoci) e processi intellettivi secondari (cognitivi). Dalla trasvalutazione della struttura e della dinamica del paradigma figura/sfondo nell'organizzare ed integrare quella pletera di elementari sensazioni e percezioni che caratterizzano il *campo* (percettivo) individuale (coscienza senso-percettiva), dunque, è stato possibile pervenire alla nozione generale di *slittamento gestaltico (Gestalt Switch or Shift)* inteso quale generale cambiamento dell'organizzazione del suddetto campo preposto alla percezione strutturale di *forme (Gestalten)* ben differenziate a partire da stadi primitivi dinamici dette *preforme (Vorgestalten)*, le quali sono immediatamente percepibili nella normalità (vedi Delay & Pichot (1965, Capitolo IV)). La

¹⁰ Friederick Salomon Perls (1893-1970) fu caposcuola dell'integrazione delle tecniche psicoanalitiche con i principi sperimentali della psicologia della forma nata con i lavori pionieristici di Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka (vedi, per esempio, (Wertheimer 1983, Capitolo 13) e (Mueller 1978, Capitolo XXI, § 3)). Da qui, il suo approccio psicodinamico alla Gestalt. Inoltre, in questa sede, preme sottolineare un aspetto dello studio condotto da Wertheimer proprio sul pensiero creativo: seguendo Mecacci (1994, Capitolo II, § 3), nei processi più complessi, tra cui quello creativo, il pensiero opera una sorta di strutturazione di parti sconnesse ed apprese separatamente; a tal proposito, Wertheimer, nel formulare le sue idee sulla creatività, prese le mosse dai processi di pensiero seguiti da persone comuni e da scienziati, come Galilei e Gauss, per risolvere problemi. Collega ed amico di Einstein, Wertheimer applicò le sue teorie gestaltiche per cercare di spiegare la genesi della teoria della relatività nella mente del grande fisico, nel celebre libro *Il pensiero produttivo*, del 1945. Sulla stessa linea si muoverà Kurt Lewin, anch'egli amico ed allievo di Einstein, con la sua *teoria del campo*, facendo ricorso proprio a metodi e concetti della matematica (quali la topologia) e della fisica (quali la teoria dei campi fisici): a questo riguardo, vedi Kaufmann (1968) e Marrow (1969).

strutturazione del campo ha poi luogo secondo un ben definito insieme discreto di leggi basilari di organizzazione. Fondamentali sono, poi, i rapporti d'interazione fra il campo percettivo e la personalità dell'osservatore. Il paradigma delle figure reversibili è stato storicamente alla base della nascita e dello sviluppo della *teoria della Gestalt* (o *psicologia della forma*) a partire dagli anni '30 e tuttora ne è modello di ricerca ed ispirazione. Questa corrente della psicologia è stata più o meno assimilata da altri orientamenti che debbono molto al suo iniziale impianto teorico, per lo più essendo confluita, non senza modificazioni sostanziali, nelle scienze cognitive.

2. L'enigma θ - τ e la sua risoluzione

Dopo l'affermazione della meccanica quantistica, come nuovo corpo di dottrina natural-filosofico, a seguito del suo successo nella previsione e nella spiegazione delle principali inavese questioni sperimentali rilevate dalla fisica atomica di inizio XX secolo, e sancita con la pressoché definitiva formulazione matematica datagli da P.A.M. Dirac negli anni '30, quindi con l'istituzione della *elettrodinamica quantistica* (QED) quale primo paradigma formale della teoria quantistica dei campi (QFT) inerente la quantizzazione del campo elettromagnetico, ebbe inizio la fisica delle particelle elementari, poi fisica delle alte energie (dopo l'avvento degli acceleratori), la cui fenomenologia, all'epoca, era soprattutto costituita dalla sperimentazione sui raggi cosmici, fin quando la nuova fisica degli acceleratori di particelle prese man mano il sopravvento. Fra gli anni '30 e '50, tuttavia, la fisica fondamentale era soprattutto volta a spiegare quell'enorme messe di dati provenienti dalla suddetta sperimentazione sui raggi cosmici, allora l'unica sorgente naturale disponibile di particelle elementari ad alta energia. Seguendo Segrè (1976, Capitolo XII), dopo la scoperta del *positrone* da parte di C.D. Anderson e collaboratori nel 1937, sulle prime si pensò che tale particella fosse proprio quella prevista teoricamente da H. Yukawa nel 1935 quale quanto del campo nucleonico, cosa che si rivelò, poi, essere non possibile a seguito dei pionieristici lavori di M. Conversi, E. Pancini ed O. Piccioni dei primi anni 40', secondo cui la particella individuata da Anderson e collaboratori era altra da quella prevista da Yukawa. Con il lavoro di Anderson, si diede evidenza sperimentale ai *mesoni*¹¹ che, per le successive esperienze di Conversi, Pancini e Piccioni ed altri, furono inizialmente distinti in due classi, quella dei *mesoni* μ (poi detti *muoni*) e quella dei *mesoni* π (poi detti *pioni*), la particella individuata da Anderson ricadendo nella prima classe, quella di Yukawa nella seconda. Muoni e pioni saranno collettivamente denominati *mesoni L*. Successivamente, intorno alla seconda metà degli anni '40, grazie al miglioramento delle tecniche sperimentali di indagine sui raggi cosmici, fu possibile determinare, grazie ai lavori del gruppo di Bristol guidato da C.F. Powell, altri tipi di mesoni oltre i muoni ed i pioni, molto più pesanti di questi, e denominati *mesoni K* ed *iperoni*. Poi, nel 1947, G.D. Rochester e C.C. Butler a Manchester, determinarono tutta un'altra serie di nuove particelle nei raggi cosmici, inizialmente chiamate *particelle A* (per via delle tipiche tracce da loro lasciate nelle camere a nebbia) ma, poi, variamente denominati in base ai diversi tipi in cui queste potevano classificarsi, fra cui le cosiddette *particelle* θ e τ , rientranti nella classe dei mesoni pesanti (o mesoni *K*). Proprio quest'ultime furono all'origine dell'enigma oggetto di discussione della presente nota.

Inizialmente, a causa delle pressoché identiche (entro gli errori sperimentali) carica e vita media delle particelle θ e τ , sembrava che esse fossero la stessa particella nonostante la loro distinta parità intrinseca; inoltre, esse decadevano, per interazione debole, secondo processi distinti, precisamente del tipo $\tau^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$ (indicato con¹² $K_{\pi 3}$) e $\theta^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^0$ (indicato con $K_{\pi 2}$) dando, così,

¹¹ Così denominati perché aventi massa intermedia fra quella del protone e quella dell'elettrone.

¹² Qui, K denota la particella madre del decadimento, mentre il deponente $\pi 3$ vuol indicare i tre pioni di decadimento di questa. In entrambi i modi di decadimento sopra considerati, abbiamo denotato con K la stessa particella poiché, come si vedrà, i due mesoni θ e τ sono, in realtà, la stessa particella (che, appunto, verrà denotata con K).

luogo ad un vero e proprio *nodo gordiano*¹³ e, a tal proposito, R.H. Dalitz, in (Dalitz 1953), parlò di *enigma θ - τ* . Dalitz condusse importanti studi in fisica delle particelle: fra questi, la formulazione dell'*enigma θ - τ* , in (Dalitz 1953), portò alla scoperta della violazione della parità nelle interazioni deboli, come ora vedremo; per relative notizie storiche, vedi, per esempio, Aitchison et al. (2006) e Króblewski (2008). Fin dal XIX secolo si ebbe consapevolezza dell'importanza svolta dalle leggi di simmetria in fisica matematica, in fisica teorica e nelle scienze (vedi per esempio il celebre lavoro di D'Arcy Thompson (1992), per la prima volta pubblicato in Inghilterra nel 1917, nonché la breve ma completa ricognizione storica di Weyl (1962), la cui prima edizione americana è del 1952), da cui ne seguì la richiesta formale di invarianza delle leggi fisiche rispetto a trasformazioni di simmetria. Da quel periodo in poi, la fisica teorica si vide attraversata dalla cosiddetta *gruppenpest*, come ironicamente venne soprannominato da J.C. Slater e W. Pauli l'avvento dell'uso dei metodi gruppali in meccanica quantistica e teoria dei campi che, dopo l'opera pionieristica di H. Weyl and E.P. Wigner, divenne uno degli strumenti formali più efficaci in fisica teorica. Dunque, soprattutto dopo il lavoro di E. Nöther degli anni 1915-1918, le leggi di simmetria ebbero un ruolo fondamentale nel costruire l'impianto teorico della fisica teorica, cosicché l'invarianza rispetto a trasformazioni di simmetria assunse l'ufficio di principio teorico universale, finché, nel 1956, il lavoro teorico di T.D. Lee e C.N. Yang e quello sperimentale di C.S. Wu e collaboratori sulla violazione di parità nelle interazioni deboli, non ridimensionò notevolmente la portata generale di questo principio il cui carattere, inizialmente ritenuto universale, tra l'altro aveva già scartato la precedente teoria di H. Weyl sull'esistenza del neutrino (vedi Yang (1969)), da egli teoricamente prevista fin dal 1929, giacché prevedeva la violazione della simmetria fra destra e sinistra. Dopo il 1957, numerosi esperimenti confermarono quanto previsto da Weyl, riabilitandone, dunque, l'iniziale teoria. Anche questo sarà, quindi, un altro esempio di *mancata* scoperta per i motivi che saranno più chiari dopo la discussione della prossima sezione.

Proprio per quanto riguarda il caso storico qui discusso, ricordiamo come la simmetria di parità fu scoperta da Louis Pasteur intorno alla metà del XIX secolo, nello studio delle proprietà fisiche dell'isomeria ottica dei composti chimici otticamente attivi levogiri e destrogiri (vedi D'Arcy Thompson (1961)), che, da allora in poi, si ritenne essere una legge universale della fisica e della chimica. In meccanica quantistica tale simmetria fu formalizzata nell'operatore di *parità* introdotto da E.P. Wigner nel 1927 generalizzando i risultati conseguiti da O. Laporte nel 1924 nello studiare le proprietà di simmetria della funzione d'onda (*regole di selezione di Laporte*) nell'ambito della spettroscopia atomica (vedi Weyl (1950, Chapter IV, § 2)). Egli assunse l'invarianza di parità come legge universale della natura, deducendo le regole di selezione di Laporte come casi particolari dell'invarianza di parità delle interazioni elettromagnetiche (vedi Wigner (1959, Chapters 17 and 18)), nel discutere del modello vettoriale dell'atomo. La parità P è intesa, dunque, come operatore moltiplicativo di inversione spaziale del tipo $\vec{x} \rightarrow -\vec{x}$ avente autovalori in $\{-1, +1\}$; la parità totale di un dato sistema quantistico a molti corpi è data dal prodotto delle parità delle singole particelle componenti, pari a $(-1)^l$ dove l è il momento angolare totale del sistema.

Perciò, se, con Wigner, si assume come legge di natura quella di conservazione di parità, anche per le varie interazioni fondamentali si doveva supporre valida tale legge, interazioni deboli comprese, ciò spiegando perché Dalitz parlò di *enigma θ - τ* : invero, stanti i processi di decadimento debole di cui sopra per i suddetti mesoni pesanti θ e τ , non si riusciva a capire come mai una medesima particella potesse avere distinta parità intrinseca e decadere secondo distinti processi. Tuttavia, per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, si invocava una spiegazione già adottata in altri casi: per esempio, era noto come uno stesso nucleo atomico poteva decadere sia emettendo particelle α che elettroni, per cui uno stesso ente fisico può essere suscettibile di differenti processi fisici a seconda delle sottostanti condizioni sperimentali. La parte centrale ed insormontabile della suddetta questione riguardava invece l'inspiegabile diversità di parità intrinseca a cui tali distinti

¹³ Il termine non è nostro, ma tratto da (Weinberg 1999, Capitolo 3, § 3.3, p. 139), in cui si afferma che furono proprio Lee e Yang a sciogliere questo 'nodo gordiano', cioè risolvere l'*enigma θ - τ* . Riprenderemo questa discussione alla prossima sezione.

decadimenti deboli dava luogo. Invero, la legge di conservazione della parità proibiva il decadimento debole di una medesima particella talvolta in due pioni talaltra in tre pioni: infatti, giacché la parità intrinseca di sistemi di molte particelle varia moltiplicativamente¹⁴ e poiché la parità intrinseca dei pioni valeva (-1) , ne seguiva che, nel decadimento $K_{\pi 2}$, il mesone θ doveva avere parità intrinseca $(-1)^2 = 1$, mentre il mesone τ doveva avere parità intrinseca $(-1)^3 = -1$, da cui il sopradetto *dilemma di Dalitz* nell'ipotesi di validità della legge di conservazione della parità pure per le interazioni deboli ed ammessa come vera l'ipotesi che il mesone θ e quello τ fossero la stessa particella¹⁵.

Lo stesso Dalitz aveva avanzato dubbi sulla validità della conservazione della parità nelle interazioni deboli, ma non insistette più di tanto visto il generale consenso in tale legge di conservazione che, non si sa per quale motivo, ci si ostinava a voler perpetuare a considerare valida universalmente (a questo punto, vedi la discussione della prossima sezione). Dopo un'accurata analisi dei dati sperimentali allora disponibili, gli unici ricercatori coraggiosi che furono disponibili a propendere per una possibile non validità della parità nelle interazioni deboli, furono T.D. Lee e C.N. Yang che, nel pionieristico lavoro del 1956 (vedi (Lee & Yang 1956)), insistettero fortemente nella eventualità di una violazione di tale legge di conservazione nel caso delle interazioni deboli, visto anche il fatto che, allora, non esistevano sufficienti ragioni teoriche né altrettanti valide motivazioni sperimentali per sostenere l'una o l'altra delle ipotesi. In quel lavoro, gli autori auspicavano, delineandone pure possibili principi del metodo, l'opportunità di effettuare ulteriori verifiche empiriche a tal riguardo, proposta che venne coraggiosamente subito accolta da C.S. Wu e collaboratori (vedi Wu et al. (1956)) che, nel medesimo anno, prontamente fornirono evidenza sperimentale alle asserzioni di Lee e Yang. Ed altre prove sperimentali vennero, in seguito, realizzate con successo, ad ulteriore conferma. Dunque, semplicemente ammettendo una violazione della parità nelle interazioni deboli, si riusciva, di netto e nel modo più semplice possibile, a risolvere tale enigma θ - τ ; bastava solo guardare allo stesso quadro concettuale da un altro punto di vista, per dirimere la questione. Per questi loro lavori, nel 1957 fu subito assegnato il premio Nobel per la Fisica a Lee e Yang. Tuttavia, la semplice e quasi immediata soluzione proposta da Lee e Yang trovò inizialmente una forte opposizione da parte della comunità scientifica dell'epoca, prima che le inconfutabili evidenze sperimentali non dessero loro ragione, fatto, questo, che risulterà chiaro da quanto si dirà qui appresso.

3. Considerazioni conclusive

Col *senno di poi*, ci si stupisce della sussistenza di un tale enigma, tanto 'ovvia' sembrava la sua soluzione. Ma la storia della scienza è piena di casi analoghi, della cui "ovvietà" è possibile dire solo a posteriori: il libro di Kuhn (1962) ampiamente tratta di simili casi storici su cui si erige buona parte dell'edificio di una scienza, ragion per cui Kuhn stesso, più volte, fa riferimento al detto baconiano secondo cui "la verità emerge piuttosto dall'errore che dalla confusione". Nel suo poscritto del 1969 al testo (Kuhn 1962), l'autore puntualizza su alcuni aspetti sociologici di un paradigma scientifico, evidenziandone la necessaria approvazione socio-istituzionale che esso deve avere all'interno di una data comunità scientifica come condizione preliminare al suo riconoscimento ufficiale e pressoché unanime. È un dato assodato il fatto che una rivoluzione scientifica abbia luogo solo quando il nuovo paradigma che dovrebbe rimpiazzare il vecchio si pone in una posizione, diciamo, sovversiva (cioè non istituzionalmente riconosciuta o non sociologicamente omologata) rispetto a quest'ultimo, dovendo necessariamente, anche se

¹⁴ Ciò è essenzialmente legato al fatto che l'operatore di parità è strettamente correlato alle rappresentazioni irriducibili e relativi caratteri del gruppo delle rotazioni e riflessioni, per cui, nel caso di sistemi composti, essa si computa secondo il prodotto di tali rappresentazioni gruppali.

¹⁵ Il calcolo della parità intrinseca di un sistema composto, pari a $(-1)^n$, con n numero naturale, si fonda sulle usuali regole algebriche dei segni che, quindi, ricevono ulteriore giustificazione pragmatica (fisica) da quanto qui detto: a tal proposito, vedi la nota critica (Iurato 2013).

paradossalmente, porsi su un piano alquanto antitetico rispetto ad esso, altrimenti rientrerebbe nella scienza normale e non ci sarebbe alcuna ragione per un cambio paradigmatico. Questa condizione di iniziale contrapposizione ed antagonismo rispetto alla *paideia*¹⁶ del momento (in cui rientra la scienza normale) è un elemento sia strutturale che sociologico fondamentale a ché avvenga un tale slittamento paradigmatico in qualsiasi settore conoscitivo (a tal proposito, vedi quanto dice Erich Fromm in (Fromm 1984, I)). Come abbiamo sopra ricordato, seguendo Kuhn (1962), ciò è possibile solo se si è in una posizione o condizione di non completo *vincolamento* al sopradetto *status quo* socio-strutturale della scienza normale. Come si vedrà, quasi tutte queste caratteristiche or ora discusse saranno, più o meno quasi tutte presenti nel complessivo quadro contestuale riguardate il caso storico qui trattato, inerente la fisica, sì, ma, come avremo modo di mostrare, analogo a molti altri contesti culturali, a denotare, dunque, un comune caso riguardante la generale dinamica sociologica della cultura umana.

Infatti, seguendo quanto dice Emilio Segrè in (Segrè 1976, Capitolo XII), la risoluzione dell'enigma θ - τ da parte di Lee e Yang potrebbe metaforicamente essere paragonata alla famosa fiaba danese intitolata *I vestiti nuovi dell'imperatore* e scritta da C.H. Andersen¹⁷ circa nel 1837. Segrè menziona di sfuggita questa allusione, che noi qui, invece, vogliamo approfondire, anche arricchendola di ulteriori dettagli, nonché mettendola a confronto con altri racconti simili tratti dalla storia e dalla letteratura. La fiaba narra di un egoista e vanaglorioso imperatore, solo dedito alla cura del proprio aspetto esteriore, in particolare del suo abbigliamento. Per ogni occasione ne aveva uno, ma non era mai soddisfatto, a tal punto da far saltare i nervi a qualsiasi sarto di buona volontà. Saputo ciò, alcuni furbi ciarlatani, giunti nella città del regno in cui egli dimorava, capziosamente sparsero la voce di essere abili tessitori e di avere a disposizione un unico, speciale e prezioso tessuto avente la peculiarità di risultare invisibile agli stupidi, agli ingenui, agli stolti e agli indegni, e visibile solo alle persone intelligenti! In questo modo, c'era sempre un valido motivo nell'eventualità venisse scoperta la farsa: invero, chi mai avrebbe avuto il coraggio di negare l'esistenza del suddetto vestiario se non per venir considerato scemo? Insomma, agli occhi della gente e della benpensante società, nonostante l'evidenza, nessuno avrebbe mai osato smentire la fondatezza di tale strabiliante effetto stilistico. A tal uopo, alcuni cortigiani, per accondiscendere piaggiatamente al vezzo reale, riferirono di ciò al Re che immediatamente ordinò loro di recarsi presso costoro per commissionargli uno di tali abiti, il migliore, i quali, ovviamente, si resero subito disponibili a darne prova, anche se non riuscirono a vedere alcuno degli speciali vestiti da loro propagandati. I cortigiani, tuttavia, per non deludere il Re, forse intimoriti da eventuali ritorsioni, o meglio ancora, per non passare per inetti o stupidi, lusingatamente riferirono all'imperatore della effettiva magnificenza del tessuto e della veridicità di quanto propagandato, persuadendo l'imperatore a farsi commissionare un abito di tale manufatto, che solamente una persona speciale e regale come lui poteva esser degno di indossare. Quando questo gli venne consegnato, però, l'imperatore medesimo non riuscì, in effetti, a percepire alcunché ma, parimenti a quanto fatto dai suoi cortigiani, decise anch'egli di simulare per non passare per scemo, fino al punto di auto convincersi della reale presenza di un abito sempre cangiante, mostrandosi entusiasta ed attonito del lavoro fatto, lodando gli artigiani tessitori. Così, pervicacemente fece annunciare di voler, in pompa magna, sfilare cerimoniosamente per la città col nuovo vestito passandovi in corteo per le vie principali innanzi ad una folta calca di cittadini appositamente convocati a presenziare a tale

¹⁶ *Paideia* è un termine greco, utilizzato da Cicerone e Marco Terenzio Varrone (vedi Riera Matute (1970, I.1)), che indica, in un dato periodo storico, la complessiva formazione civica e culturale dell'uomo vincolata ad una verità fondata sulla conoscenza filosofica generale, quest'ultima vista come la forma di conoscenza più alta e meritevole. Noi, qui, la intendiamo in senso esteso ad indicare il patrimonio tutto di conoscenze che una persona riesce a possedere in un dato momento storico e relativamente ad un certo contesto socio-culturale ed istituzionale in cui egli si trova (*Zeitgeist*). Il corrispondente termine latino è *humanitas*. Vedi pure Brezzi (1994) e Abbagnano (1998).

¹⁷ Hans Christian Andersen (1805-1875) fu uno scrittore e poeta danese di fama mondiale, uno dei maggiori narratori per l'infanzia e la gioventù. Di questa bella e altamente significativa favola, esiste pure una versione leggermente rimaneggiata da E.J. Gold che, sostanzialmente, non modifica il contenuto metaforico di quella originale. Vedi Andersen & Rowe (2006).

cerimonia. Anche loro applaudirono, acclamarono e lodarono a gran voce la sontuosa ed ostentata eleganza del sovrano, ancora, ovviamente, per non essere classificati come appartenenti ad una delle abbiette categorie sociali sopra menzionate. La farsa, però, venne smascherata da un bambino che, strabuzzando gli occhi da incredulo, gridò sinceramente ed innocentemente “ma non ha niente addosso, è nudo”! Tutti, per un momento, restarono attoniti, senza parole, per poi rimediare dicendo che si trattava ancora di un innocente bambino, quindi ingenuamente non avvezzo alle regole della benemerita società. Ma, ciononostante, il sovrano continuò imperterrito a sfilare con verecondia, come se nulla fosse stato. Da qui il celebre motto “il Re è nudo”, che potrebbe erigersi quasi ad aforisma visto il significato filosofico-morale di cui è pregno¹⁸. La significativa trama è facilmente trasportabile, per analogia metaforica, ad aspetti del caso storico qui trattato, e, precisamente, in riferimento alle caratteristiche sociali che sottostanno ad un generale cambiamento di paradigma relativamente ad una data istituzione culturale: invero, nella fattispecie del sopradetto enigma θ - τ , tutta la comunità scientifica dell’epoca si era incaponita ‘a voler vedere’ dappertutto come universalmente valida la legge di conservazione della parità anche laddove l’esperienza poneva dubbi su ciò, impanicandosi, dunque, nel renderne conto. Ed il caso è proprio simile alla scoperta di Urano di cui sopra. In effetti, quando si presentò tale enigma, non c’era, come preventivamente e cautamente appurarono Lee e Yang, alcuna ragione o motivazione (soprattutto sperimentale) sufficiente per considerare valida tale legge di conservazione pure per le interazioni deboli, bensì sussisteva solamente una inveterata abitudine ad esser scrupolosamente ligi alle varie regole, prescrizioni e consuetudini della scienza normale nonché nel ritenere aprioristicamente valide certe estensioni teoriche non adeguatamente suffragate da riscontri sperimentali che, dunque, potrebbero rilevarsi essere indebite, come si risultò essere nel nostro caso. Infatti, da quanto emergeva dai dati empirici relativi ai mesoni θ e τ , era evidente¹⁹, come “nell’ingenuità od innocenza di un bambino”, supporre non valida tale legge di conservazione della parità per le interazioni deboli, anziché intestardirsi nel contrario. Ma nessuno dei fisici di allora ebbe il coraggio di affermare ciò, appunto per quanto sopra detto, nonostante l’evidenza della suddetta violazione, proprio come nella fiaba di Andersen, cioè per non essere preso per stolto o stupido. Solo due *giovani* ricercatori, cioè Lee e Yang, ebbero la temerarietà, l’innocenza giovanile e la caparbieta di affermare sinceramente come stavano *effettivamente* le cose a proposito di tale enigma, a scapito di urtare (come effettivamente avvenne) contro la comunità di allora. Come era naturale, quindi, non immediatamente vennero accettate tali loro idee dalla comunità scientifica di allora.

Inoltre, non a caso abbiamo sopra parlato dell’enigma θ - τ anche come di un *nodo gordiano* per la cui storia mitologica, ed il relativo significato metaforico che a noi interessa, seguiremo quanto riportato da Infantino (2007) e Pozzoli et al. (1824-29). Spesso l’esperienza, e la breve discussione sopra fatta in merito alla psicologia della forma supporta ciò, se non viene correttamente percepita ed interpretata, può indurre ad adottare soluzioni vecchie per problemi nuovi, continuando sovente ad andare avanti così senza capire che la scoperta della natura è interminabile, dinamicamente e creativamente dialettica, nonché sempre proponitrice di nuove sfide; difficilmente la si può incastonare, in modo definitivo, entro un unico, immobile quadro. Ora, ritornando alla storia ed alla mitologia, nell’antica Grecia, un carrettiere di nome Gordio fece un nodo talmente complicato che nessuno era capace di scioglierlo. Nacque allora la famosa leggenda che chi fosse riuscito a snodarlo, sarebbe stato il più potente degli uomini. Molte persone vi tentarono, finché il giovane Alessandro passò per il Tempio in cui si trovava tale nodo. Provò e riprovò, vide che non sarebbe riuscito a disfarlo, ed allora fermamente prese la sua spada e lo tagliò a metà. Pochi anni dopo, Alessandro divenne il signore supremo del più vasto impero che il mondo abbia conosciuto, e fu definito il Grande. Ma “così non vale”, avrà sicuramente sentenziato qualcuno vedendo Alessandro tagliare il nodo senza remore. E per quale motivo non dovrebbe valere? Chi ha stabilito che doveva

¹⁸ Essa è comunemente adoprata per indicare “la verità vista con gli occhi di un innocente” che non deve compiacere ad alcuna autorità meno che mai ad alcun ordine fideistico o precostituito. Per il suo significato sociologico e relative implicazioni, vedi pure Perrone (2012, Cap. 7).

¹⁹ Col senno di poi, come sopra rammentato.

essere così e non altrimenti? Era solo una soluzione *nuova* per un problema antico. La storia mitologica del nodo gordiano, dunque, fa espresso riferimento ad un episodio risalente al tempo di Alessandro Magno, circa il IV secolo a.C., secondo cui

«[...] Gordio gli succedette, ma non immediatamente. Era questi dapprima un semplice particolare. Un giorno ch'ei lavorava il suo campo, un'aquila andò a posarsi sul di lui aratro: egli ne fu spaventato, e andò a consultare l'oracolo Telmisso in Lidia. Entrando in quella città, s'incontrò in una giovane di straordinaria bellezza, alla quale domandò la dimora di qualche indovino. Essa gli rispose, che istruita in quest'arte, quel presagio gli assicurava una corona, e gli offerse di sposarlo. Intanto i Frigi tormentati da mille dissensioni intestine, avevano consultato anch'essi un oracolo, e n'ebbero in risposta ch'era loro necessario un re, e che doveano scegliere il primo uomo che si avanzerebbe in carretta verso il tempio di Giove. Appena avuta questa risposta, videsi comparire Gordio, che in fatti fu proclamato re. Egli consacrò la sua carretta nel tempio di Giove. Attaccò al timone un nodo fatto con tanta arte, che il pregiudizio generale fece credere che chiunque arriverebbe a sciogliere quel nodo, sarebbe monarca di tutta la terra [...]».

Ovvero, Gordio, padre del leggendario re Mida, era un misero contadino che divenne re di Frigia. Si narra, infatti, che i Frigi, per la proclamazione del loro primo Re, si rivolsero, all'uopo, all'oracolo di Telmisso che vaticinò: il primo ad entrare in città su un carro trainato da buoi, sarebbe diventato Re dei Frigi. Ed il primo fu proprio un povero contadino, Gordio, che divenne Re di Frigia. Ancora secondo la profezia, il carro, anche in virtù di alcuni segni premonitori del volere degli Dei (come la posa di un'aquila sul carro di Gordio appena entrato in città), dovette esser legato permanentemente ad un palo, a simboleggiare la fedeltà e la permanenza del potere secolare dei successivi re di Frigia. Così, Gordio, il prescelto, con un intricato nodo di corteccia di corniolo, fissò il suddetto carro nel suo Palazzo, dedicandolo alla divinità Sabazio. Nuovamente secondo la profezia, chi avesse, poi, liberato il carro, sciogliendone il nodo vincolante, sarebbe diventato monarca di tutta l'impero (l'Asia minore, a quel tempo). Fu così che, nel 333 a.C. mentre svernava nella città, Alessandro il Grande – che conosceva la profezia – dopo aver provato inutilmente a sciogliere il nodo, lo recise con la propria spada, come ricorda Plutarco nel seguente brano

«[...] Soggiogò di poi quelli infra' Pisidi che se gli opposero, conquistò la Frigia, ove è la città di Gordio, abitazione, come dicono dell'antico re Mida; nel qual luogo vide quel carro tanto nominato, legato con la scorza di corniolo, e sentì quel detto di lui tenuto per vero da' barbari, che prometteva il destino la monarchia della terra abitata a colui che sciogliesse cotal legame. Dicesi per li più che non vedendosi i capi di questi legami rimessi l'uno nell'altro con ispesse e torte rivolte, Alessandro, non sapendo come fare a sciorgli, tagliò con la spada uno di que' nodi, talchè per la fessura si videro levarsi più capi. Ma Aristobulo!" scrive, che agevolissimamente snodò il legame, con l'aver levato prima il cavicchio che tien legato il giogo al timone, e poi spiccatone il giogo [...]».

Quindi, il condottiero provò a sciogliere il nodo ma, non riuscendovi, decise semplicemente di tagliarlo a metà con la spada, da cui, ancor oggi, si usa dire adottare una *soluzione alessandrina*²⁰ per indicare la risoluzione di un problema intricato in modo netto, semplice, rapido e deciso. In seguito, l'espressione ha assunto una valenza metaforica, andando ad indicare un problema di intricatissima soluzione, che si presta ad essere risolto, alla maniera di Alessandro, con un brutale ma semplice taglio. Da questo aneddoto derivano espressioni come «recidere, o tagliare, il nodo gordiano» con il significato di uscire dall'abitudine e di non limitarsi ad adottare "bovinamente" soluzioni o modi di fare. Da questo episodio si evince pure il significato figurato

²⁰ Ed il cui suo significato è, peraltro, molto simile a quello dell'aneddoto dell'uovo di Colombo.

del detto “tagliare il nodo”, ossia trovare una rapida ed inattesa soluzione ad un annoso problema: l’immagine che ne deriva connota una via semplice, veloce e radicale, per di più fuori dalle regole del gioco, per raggiungere lo scopo prefissato. L’esempio del nodo gordiano, insomma, rende bene l’idea di come un simbolo, pur racchiudendo in sé un concetto molto complesso, possieda la potenza e la forza di rendere un’immagine immediata e chiara a colui che ne possieda la chiave interpretativa e sia nella giusta predisposizione d’animo (o nell’acconcia Gestalt, noi diremmo) per accoglierla come tale. Ritornando, poi, al nostro caso storico tratto dalla fisica delle particelle, il ruolo di Alessandro Magno sarebbe stato simbolicamente svolto da Lee e Yang, che hanno reciso, in modo netto e, al contempo, semplice, l’abitudinarietà della prassi scientifica d’allora che voleva indebitamente estesa la validità della legge di conservazione di parità (quindi, di una prescrizione normativa) anche alle interazioni deboli, segnando, così, l’estinzione di un pregiudizio che si era arbitrariamente trasformato in un principio la cui universalità era basata su prove sperimentali insufficienti.

Insomma, in entrambi questi due casi, quello dello fiaba di Andersen e quello della leggenda del nodo gordiano, esemplificano metaforicamente alcuni salienti aspetti della vicenda vissuta da Lee e Yang nella scoperta della violazione della parità nelle interazioni deboli, una delle maggiori del XX secolo, e precisamente, la prima suol riferirsi alla necessità di avere nuovi e più liberi occhi per vedere in diverso modo le stesse cose, mentre la seconda sarebbe relativa alla semplicità e nettezza della soluzione adottata nel risolvere quella data problematica venutasi a creare. Queste situazioni, che riguardano la generale sociologia della conoscenza, sono tutt’altro che banali anche in ambito scientifico, come testimonia il fatto storico che, già nel 1928, il fisico americano R.T. Cox aveva probabilmente osservato la suddetta violazione della parità nel decadimento beta, ma era talmente convinto pregiudizialmente che il fatto fosse impossibile che ripeté gli esperimenti fatti inizialmente ma reimpostandoli quasi volutamente in modo tale da ristabilire quanto egli stesso voleva ottenere. Analogamente, abbiamo già detto come anche lo stesso Dalitz iniziò a sospettare una possibile non validità della conservazione della parità per le interazioni deboli, ma desistette “per evitar le strida dei beoti²¹”. E ciò per compiacere la comunità scientifica d’allora e la sua vigente mentalità. Un altro caso, dunque, di scoperta *mancata* perché era assente la giusta preparazione mentale o l’opportuna predisposizione ed apertura d’animo. Quindi, il summenzionato lavoro di Lee e Yang può, a tutti gli effetti, giustamente considerarsi come un nuovo, emblematico esempio di slittamento gestaltico in fisica²². In esso, poi, metaforicamente ritroviamo tutti i motivi salienti delle due storie mitologiche sopra ricordate. Come abbiamo sopra detto, e come Kuhn stesso ricorda, il trovarsi, quindi, in giovane età ed all’inizio della loro attività di ricerca, furono elementi essenziali alla riuscita della loro impresa scientifica, laddove altri, molto più anziani ed esperti esponenti della scienza normale, avevano sì intuito ma (con Andersen) non osato dire! Ciò potrebbe, d’altronde, pure spiegarsi con quel particolare carattere, detto *neotenia* (vedi Oliverio (1982, Capitolo 5, § 64)), tipico dell’essere umano, in cui persistono caratteri (per lo più psichici) infantili nell’adulto a causa del rallentamento dello sviluppo postnatale negli umani: l’uomo, cioè, conserva, per tutta la vita, una naturale tendenza al gioco, all’esplorazione del mondo esterno ed una notevole curiosità, elementi, questi, essenziali per qualsiasi attività umana creativa. Egli è più o meno potenzialmente

²¹ Questa incisiva espressione è di Gauss, riferita in merito allo scandalo che avrebbero potuto creare alcune sue nuove e pionieristiche idee di geometria presso la comunità scientifica. Comunque, questi fenomeni sono ben noti alla generale storia delle idee: per esempio, memorabili e di una certa gravità furono gli attacchi e le derisioni nei confronti dell’opera di Melanie Klein in psicoanalisi (vedi Carotenuto (1982, 1991)).

²² Il lavoro di Lee e Yang sulla violazione di parità nelle interazioni deboli, è stato considerato, da un punto di vista epistemologico, anche da altri autori, ma non dalla prospettiva qui presentata riguardante più propriamente gli slittamenti gestaltici. Per esempio, esso è menzionato dallo stesso Kuhn in (Kuhn 1985, Cap. XI), a proposito di alcune concordanze del suo pensiero con quello popperiano in merito alle discontinuità insite nei cambiamenti di paradigma, così come anche da Hafner & Presswood (1965) ma per quanto riguarda l’uso della nozione di *inferenza forte* in fisica, anche con interessanti confronti con la prospettiva sociologica. Infine, K. Popper, in (Popper 1972, Parte I^a, Cap. 10, IV), disquisisce di molti argomenti qui trattati, tra cui gli esperimenti sulla parità, a proposito delle confutazioni e corroborazioni delle teorie scientifiche, ma senza alcun ulteriore approfondimento.

predisposto a ciò perché ne è portatore, anche se, il più delle volte, a suo e generale detrimento, è la stessa soverchiante struttura socio-culturale ad inibire o depotenziare tali peculiari attributi.

D'altra parte, C.N. Yang stesso, in (Yang 1969, Capitolo 3), afferma che in tutti i campi di ricerca, quando si è alle prese con problemi che non rientrano nel dominio di esperienza già acquisito, l'esatta definizione del problema è spesso difficile. Per poter avanzare, si richiedono naturalmente ingegnosità ed abilità tecnica. Ma, e questo è quel che più importa, ci dev'essere soprattutto *indipendenza di giudizio*, che può venire solo dalla familiarità e dalla padronanza del vecchio sapere nonché dalla perseveranza e dall'audacia nella ricerca del nuovo; e tutto questo in piena coerenza con quanto sopra esposto. Non è facile conseguire ciò, né dovremmo aspettarci che lo fosse. In un articolo in commemorazione del settantesimo compleanno di Einstein, Philipp Frank narra che un giorno egli aveva parlato ad Einstein di un fisico che aveva avuto pochissimo successo nel suo lavoro di ricerca. Quest'uomo affrontava con metodo problemi che presentavano enormi difficoltà; egli adoperava un'analisi penetrante, ma riusciva solo a scoprire difficoltà sempre maggiori. Egli non era però molto considerato dai suoi colleghi. Einstein, secondo quanto racconta Frank, disse: «ammiro questo tipo d'uomo. Ho poca pazienza con quegli scienziati che prendono una tavoletta di legno, guardano dove è più sottile e fanno un gran numero di buchi nei punti dove la perforazione è più agevole». È senz'altro vero che, il più delle volte, l'insistere in un nuovo campo di ricerca porta soltanto a difficoltà sempre maggiori o dentro vicoli ciechi, ma proprio da questi, inaspettatamente arriverà la soluzione corretta. A tal proposito, Yang riporta l'analisi retrospettiva della storia dei primi modelli atomici, in particolare discute della nascita di un modello atomico (quello di Rutherford) più confacente alle risultanze sperimentali rispetto al precedente (quello di Thompson).

Referenze

Abbagnano, N. (1998), *Dizionario di filosofia*, Torino: UTET Libreria.

Aitchison, I.J.R., Close, F.E., Gal, A. and Millener, D.J. (2006), The scientific heritage of Richard Henry Dalitz, FRS (1925-2006), *Nuclear Physics A*, 771: 8-25.

Andersen, H.C. e Rowe, J.A. (2006), *I vestiti nuovi dell'imperatore*, Milano: Nord-Sud Edizioni.

Bevilacqua, F. (1983), Storia della Fisica e Didattica, in: Bevilacqua, F. (a cura di) (1983), *Storia della Fisica. Un contributo per l'insegnamento della Fisica*, Milano: Franco Angeli Editore, pp. 11-30.

Boncompagni, A. (2011), *Wittgenstein. Lo sguardo e il limite*, Collana Filosofie analitiche/Labont, n. 4, Milano-Udine: Mimesis Edizioni.

Brezzi, F. (1994), *Dizionario dei termini e dei concetti filosofici*, Roma: Newton Compton editori.

Carotenuto, A. (1982), *Discorso sulla metapsicologia*, Torino: Boringhieri Editore.

Carotenuto, A. (1991), *Trattato di psicologia della personalità*, Milano: Raffaello Cortina Editore.

Dalitz, R.H. (1953), On the Analysis of τ -Meson data and the Nature of the τ -Meson, *Philosophical Magazine, Series 7*, 44 (357): 1068-1080.

D'Arcy Thompson, W. (1961), *Crescita e forma*, Torino: Bollati Boringhieri editore.

Delay, J. e Pichot, P. (1968), *Compendio di psicologia*, Firenze: Editrice Universitaria G. Barbèra.

- Fromm, E. (1984), *Grandezza e limiti del pensiero di Freud*, Milano: Arnoldo Mondadori editore.
- Galimberti, U. (2006), *Dizionario di psicologia*, Torino: UTET Libreria.
- Hafner, E.F. e Presswood, S.S. (1965), Strong Inference and Weak Interactions, *Science*, 149 (3683): 503-510.
- Hanson, N.R. (1958), *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge (UK): Cambridge University Press (Traduzione Italiana: (1978), *I modelli della scoperta scientifica. Ricerca sui fondamenti concettuali della scienza*, Milano: Giangiacomo Feltrinelli Editore).
- Hanson, N.R. (1963), *The Concept of the Positron*, Cambridge (UK): Cambridge University Press (Traduzione italiana: (1989), *Il concetto di positrone*, Abano Terme (Pd): Piovani Editore).
- Hanson, N.R. (1970), *Perception and Discovery: An Introduction to Scientific Inquiry*, Belmont (CA): Wadsworth Publishing Company, Inc.
- Hanson, N.R. (1971), *Observation and Explanation. A Guide to Philosophy of Science*, New York: Harper & Row Publishers, Inc.
- Infantino, M.G. (2007), Il nodo gordiano. Psicologia della comunicazione non violenta come arma di mediazione, *Psychofenia – Ricerca ed Analisi Psicologia*, X (16): 35-60.
- Iurato, G. (2013), Alcune osservazioni su una regola algebrica, *Quaderni di Ricerca in Didattica, (Mathematics)*, 23: 1-14.
- Kaufmann, P. (1968), *Kurt Lewin. Une théorie du champ dans les sciences de l'homme*, Paris: Librairie Philosophique J. Vrin.
- Króblewski, A. (2008), The downfall of parity. The revolution that happened fifty years ago, *Acta Physica Polonica, B*, 38 (2): 251-264.
- Kuhn, T.S. (1962), *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: The University of Chicago Press (Traduzione italiana: (1978), *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, traduzione della 4ª edizione americana, Torino: Giulio Einaudi editore).
- Kuhn, T.S. (1977), *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Science*, Chicago: The University of Chicago Press (Traduzione Italiana: (1985), *La tensione essenziale. Cambiamenti e continuità nella scienza*, Torino: Giulio Einaudi editore).
- Lee, T.D. and Yang, C.N. (1956), Question of Parity Conservation in Weak Interactions, *Physical Review*, 154 (1): 254-258.
- Lund, M.R. (2010), *N.R. Hanson: Observation, Discovery, and Scientific Change*, Amherst (NY): Humanity Books Publisher.
- Maccanti, D. (2006), L'attenzione al vedere nella filosofia di Wittgenstein, *Segni e comprensione*, XX (59): 54-68.

- Marrow, J.A. (1969), *The Practical Theorist. The Life and Work of Kurt Lewin*, New York: Basic Books, Inc.
- Mecacci, L. (1994), *Introduzione alla psicologia*, Roma-Bari: Giuseppe Laterza & Figli.
- Mueller, F.L. (1978), *Storia della psicologia*, Milano: Arnoldo Mondadori editore.
- Oliverio, A. (1982), *Biologia e comportamento*, Bologna: Nicola Zanichelli editore.
- Perrone, F. (a cura di) (2012), *Anomalie del comportamento organizzativo. Individuare inefficienze e disfunzioni per crescere nella globalizzazione*, Milano: FrancoAngeli.
- Popper, K. (1972), *Congetture e confutazioni. Lo sviluppo della conoscenza scientifica*, 2 volumi, Bologna: Società editrice il Mulino.
- Pozzoli, G., Romani, F. e Perracchi, A. (a cura di) (1824-29), *Dizionario storico-mitologico di tutti i popoli del mondo*, Livorno: Tipografia Vignozzi.
- Reichenbach, H. (1958), *The Philosophy of Space and Time*, New York: Dover Publications, Inc.
- Reichenbach, H. (1977), *Filosofia dello spazio e del tempo*, Milano: Giangiacomo Feltrinelli Editore.
- Riera Matute, A. (1970), *Cultura y naturaleza*, *Anuario filológico*, 3 (1): 287-315.
- Weinberg, S. (1998), *The Revolution That Didn't Happen*, *The New York Review of Books*, XLV (15): 48-52.
- Weinberg, S. (1999), *La teoria quantistica dei campi*, Bologna: Zanichelli editore.
- Wertheimer, M. (1983), *Breve storia della psicologia*, Bologna: Nicola Zanichelli editore.
- Weyl, H. (1950), *The Theory of Groups and Quantum Mechanics*, New York: Dover Publications, Inc.
- Weyl, H. (1962), *La simmetria*, Milano: Giangiacomo Feltrinelli editore.
- Wigner, E.P. (1959), *Group Theory and Its Application to the Quantum Mechanics of Atomic Spectra*, New York: Academic Press, Inc.
- Wu, C.S., Ambler, E., Hayward, R.W., Hoppes, D.D. and Hudson, R.P., *Experimental test of parity conservation in beta decay*, *Physical Reviews*, 105(4): 1413-1415.
- Yang, C.N. (1969), *La scoperta delle particelle elementari*, Torino: Editore Boringhieri.
- Zerbetto, R. (1998), *La Gestalt. Terapia della consapevolezza*, Milano: Xenia Edizioni.
- Zinker, J.C. (1978), *Creative process in Gestalt therapy*, New York: Vintage Books (Traduzione Italiana: (2001), *Processi creativi in psicoterapia della Gestalt*, Milano: FrancoAngeli).