

REGIONE
TOSCANA



Un'avventura della filosofia: la relatività

di Ilaria Settesoldi con Antonio Mercogliano e la classe quinta DLS

Grado scolastico: Secondaria di secondo grado- Liceo

Area disciplinare: Filosofia

I.S.I.S. Gramsci-Keynes di Prato

Realizzato con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito del progetto

Rete Scuole LSS a.s. 2020/2021

Motivazione del Percorso effettuato

Nel quinto anno di Liceo Scientifico gli sviluppi della riflessione epistemologica del Novecento, spesso, vengono trattati al termine dell'anno scolastico o talvolta non vengono trattati.

Ritenendo fondamentale l'argomento da affrontare in un liceo Scienze applicate, si è deciso di anticiparne la trattazione nella prima parte dell'anno scolastico.

Scelta piuttosto azzardata poiché ha implicato la trattazione della filosofia «canonica» della seconda metà dell'Ottocento a gennaio, nel pentamestre.

Scelta motivata però poiché il docente di Fisica ha programmato, per i primi mesi di scuola, un percorso di ricostruzione storica della formulazione della relatività ristretta.

Motivazione del Percorso effettuato

All'interno del Gruppo LSS, nei primi giorni di settembre 2020 è emersa la volontà di riprendere il percorso di Epistemologia effettuato nell'a.s.2014/ 2015 e di modificarlo per renderlo più snello (visto che occupava tre mesi di lezione con tre ore di filosofia alla settimana) e nel contempo più aderente al percorso parallelo che gli alunni facevano a Fisica.

E' nato un percorso un po' avventuroso durante il quale gli alunni hanno sperimentato una filosofia che non è lo studio di un filosofo che critica il precedente che a sua volta ha criticato un altro e così via, bensì hanno scoperto che:

- la filosofia è attività di scoperta del mondo e attività di riflessione e interpretazione critica di ciò che, di volta in volta, viene considerato il «mondo vero»
- la filosofia nasce e si nutre dal confronto/scontro con visioni «altre» della realtà.

Collocazione nel curricolo verticale

Il curriculum verticale esplicitato nelle Indicazioni Nazionali (Allegato F) prevede all'ultimo anno la trattazione della filosofia contemporanea dalle filosofie posthegeliane fino ai giorni nostri.

Dopo aver trattato autori quali Schopenhauer, Kierkegaard, Marx, Nietzsche e il Positivismo, le Indicazioni Nazionali propongono di trattare almeno quattro autori o problemi della filosofia del Novecento, indicativi di ambiti concettuali diversi scelti tra i seguenti: 1) Husserl e la fenomenologia; 2) Freud e la psicanalisi; 3) Heidegger e l'esistenzialismo; 4) il neoidealismo italiano; 5) Wittgenstein e la filosofia analitica; 6) vitalismo e pragmatismo; 7) la filosofia d'ispirazione cristiana e la nuova teologia; 8) interpretazioni e sviluppi del marxismo, in particolare di quello italiano; 9) temi e problemi di filosofia politica; 10) gli sviluppi della riflessione epistemologica; 11) la filosofia del linguaggio; 12) l'ermeneutica filosofica.

Collocazione nel curricolo verticale

E' stato deciso, in questa quinta, di cominciare a settembre con la trattazione dell'ambito concettuale n. 10) gli sviluppi della riflessione epistemologica usando come cassetta degli attrezzi l'ambito concettuale n. 5) Wittgenstein e la filosofia analitica.

La **cassetta degli attrezzi** perché?

Gli alunni avevano terminato il quarto anno con lo studio di Berkeley e delle sue posizioni convenzionaliste sui concetti di spazio, tempo e di «legge fisica» ma il salto concettuale e temporale che li separava dai temi di Popper e di Kuhn era troppo ampio per essere compiuto in modo diretto, quindi, si è reso necessario «costruire» tutta una rete di concetti e di termini che li avrebbe preparati a capire l'epistemologia del Novecento.

Obiettivi essenziali di apprendimento

- Acquisire consapevolezza del valore culturale delle discipline coinvolte e della loro evoluzione storica ed epistemologica;
- elaborare l'analisi critica dei fenomeni considerati, la riflessione metodologica sulle procedure sperimentali e la ricerca di strategie atte a favorire la scoperta scientifica;
- analizzare i modelli utilizzati nella ricerca scientifica;
- individuare le caratteristiche e l'apporto dei vari linguaggi (storico-naturali, simbolici, logici, matematici, formali, artificiali);
- comprendere gli elementi caratterizzanti un nodo fondamentale dello sviluppo del pensiero nella sua dimensione storica;
- individuare i nessi tra i metodi di conoscenza propri delle scienze fisiche e quelli propri dell'indagine di tipo umanistico.

Elementi salienti dell'approccio metodologico

L' approccio metodologico impiegato mira a:

- a) considerare alcuni nodi concettuali di una disciplina scientifica come risultato di un processo storico e inseriti in un contesto teorico/filosofico;
- b) trarre considerazioni di carattere epistemologico partendo dalle conoscenze pregresse degli alunni sulle esperienze laboratoriali effettuate e sulle teorie studiate in Fisica;
- c) esplicitare alcuni aspetti dell' interazione tra la filosofia, la matematica e la fisica limitatamente a parte dei contenuti delle medesime discipline nella programmazione didattica del quinto anno di Liceo Scientifico;

Elementi salienti dell'approccio metodologico

d) esplicitare le conseguenze epistemologiche di scoperte scientifiche e di elaborazioni teoriche tenendo presenti sia le direttrici del dialogo sia quelle dello scontro tra la scienza moderna e la filosofia contemporanea;

e) procedere nella costruzione di concetti filosofici fondamentali quali paradigma, legge naturale, scoperta, giustificazione e verità come risultato di un processo di contestualizzazione e problematizzazione.

Materiali, ambienti e tempi

Materiali impiegati: libro di testo, dispense fornite dall'insegnante, fotocopie delle letture.

Ambiente in cui è stato sviluppato il percorso: aula reale e virtuale (in DAD sono stati utilizzati gli strumenti di G-Suite)

Tempo impiegato:

- a) messa a punto preliminare nel Gruppo LSS: 3 ore;
- b) progettazione specifica e dettagliata nella classe: 25 ore (analisi e studio della ricostruzione storica del percorso che ha portato alla formulazione della relatività ristretta, elaborato dal docente di fisica nell'estate del 2020, scelta autori da trattare sulla base degli obiettivi prefissati, ricerca testi adeguati allo scopo documentazione pedagogico-metodologica);
- c) tempo-scuola di sviluppo del percorso: 20 ore (da metà settembre a metà novembre);
- d) documentazione del Percorso: 30 ore.

Nella cassetta degli attrezzi

La svolta linguistica, Russell, Wittgenstein e la filosofia analitica.

L'inizio del percorso d'avventura, il 19 settembre del 2020, è già tutto un programma: chiedo agli alunni di prendere il libro di testo a pag. 545 e di leggere la seguente citazione, tratta dall'autobiografia di Bertrand Russell, sui giorni del Congresso internazionale di Filosofia a Parigi del 1900.

«Lo conoscevo [Peano] già di nome e avevo letto alcune delle sue opere, ma non mi ero preso la briga di assimilare i suoi simboli. Durante le discussioni del Congresso mi resi conto che era più preciso di tutti gli altri e che in tutte le discussioni risultava invariabilmente il più brillante. Con il passare dei giorni mi convinsi che questo doveva dipendere dalla sua logica matematica e pertanto mi feci dare da lui tutte le sue opere e non appena il Congresso si chiuse mi ritirai a Fernhurst per studiare in tutta tranquillità ciò che lui e i suoi discepoli avevano scritto.»

Nella cassetta degli attrezzi

La *speaker*, Alice, già brontola: «Prof, ma come a pag.545? E le cose prima? Non si fanno?»

E subito dopo, Filippo: « Prof.... la matematica???...anche qui?»

E con queste due domande non proprio filosofiche comincia la nostra avventura nell'epistemologia del Novecento.

Si cerca di rispondere alle domande dei due alunni illustrando come, da Aristotele in poi, si sia cercato, a volte senza successo, di rendere sempre più chiaro il linguaggio naturale. Gli studenti citano, a tale proposito, Leibniz e il suo progetto di *ars characteristic*.

Alcuni filosofi, infatti, hanno proposto la costruzione di linguaggi ideali costituiti da formule e simboli per rendere più precise le loro affermazioni e univoci i riferimenti linguistici.

Nella cassetta degli attrezzi

Si illustra la teoria di Gottlob Frege sulla distinzione tra DENOTAZIONE e SENSO facendo leggere e analizzare il seguente testo che rielabora alcune frasi contenute nell'opera fregeana *Senso e denotazione*, in A. Bonomi (a cura di) La struttura logica del linguaggio, Bompiani, Milano, 1973:

«Gli enunciati “Espero è uguale ad Espero” e “Espero è uguale a Fosforo”, pur denotando lo stesso oggetto (il pianeta Venere), ci forniscano valori informativi molto differenti.

A seconda delle posizioni orbitali di Venere e della Terra, Espero può essere visto nel cielo mattutino orientale per circa un'ora prima che il Sole si alzi e lo oscuri, o (come la stella della sera) nel cielo serale occidentale per circa un'ora dopo il tramonto del sole, quando poi tramonta la stessa Venere.»

Nella cassetta degli attrezzi

Cominciamo l'analisi: il primo enunciato non ci dice nulla di nuovo, mentre il secondo reca con sé un importante valore informativo poiché rappresenta una scoperta astronomica di notevole importanza (Fosforo ed Espero, rispettivamente il primo pianeta a comparire la sera e il primo a comparire la mattina, in realtà sono lo stesso pianeta, cioè Venere).

Appare dunque chiaro che la parola non esaurisce il suo significato nel denotare l'oggetto per cui sta, ma porta in sé qualcosa che è appunto responsabile della differenza di valore informativo.

Frege nella sua terminologia distinguerà, appunto, la denotazione (*Bedeutung*), ossia l'oggetto per cui la parola sta, dal senso (*Sinn*), ossia dal suo valore informativo e applicherà questa distinzione a tutte le categorie di espressioni linguistiche (termini singoli, enunciati e predicati).

Nella cassetta degli attrezzi

Nel progetto fregeano di costruzione di un linguaggio chiaro e perfetto, il valore di verità delle proposizioni è dato unicamente dal loro significato, cioè dalla loro denotazione. Si hanno così tre conseguenze importanti:

- 1) si ha un criterio generale per definire in che cosa consiste il significato di un'espressione;
- 2) si identifica il significato di un enunciato nel suo essere vero o falso;
- 3) si mostra che nel linguaggio possano esistere enunciati che hanno senso ma che sono privi di significato.

Tali conseguenze portano ad una demarcazione che sarà il presupposto di tutta la filosofia analitica del Novecento: **le proposizioni scientificamente valide sono soltanto quelle in cui ogni nome proprio ha un riferimento concreto o denotazione.**

Nella cassetta degli attrezzi

Russell, ispirato dal lavoro di Peano, arriverà a definire che sia possibile ricondurre il linguaggio naturale al linguaggio rigoroso della logica matematica, basandosi sulla teoria dell'atomismo logico, secondo la quale esistono due tipi di proposizioni, quelle atomiche e quelle molecolari.

Le proposizioni atomiche sono formate da soggetto e predicato.

Le proposizioni molecolari sono costituite da proposizioni atomiche legate da connettivi logici (e, perché, a causa di, se allora).

Il valore di verità delle proposizioni molecolari dipende da quello delle proposizioni atomiche.

Il valore delle verità delle proposizioni atomiche dipende dalla corrispondenza della proposizione ad un FATTO (cioè un singolo evento semplice).

Nella cassetta degli attrezzi

Si propone la lettura di un brano di B. Russell tratto da *L'analisi della mente* (Giunti, Firenze 1967, pp.244-246):

«La questione della verificabilità delle credenze solleva un gran numero di problemi:...le nostre credenze non sono tutte esatte e vi sono casi di credenza che non sono casi di conoscenza. Ma se la ricerca di un criterio assoluto è un'impresa chimerica, possiamo ammettere la possibilità di criteri relativi, suscettibili di accrescere la probabilità di verità... Quando il fatto, producendosi, ci dà l'impressione di essere proprio in presenza di ciò che ci attendevamo, e quando la nostra attesa ci rende capaci in anticipo di agire in modo appropriato al fatto atteso, possiamo dire di essere in possesso di tutti gli elementi di verifica.»

Nella cassetta degli attrezzi

Si chiede quindi agli alunni di fornire esempi a loro conosciuti, di credenze verificate secondo il criterio proposto da Russell.

C'è chi cita Galileo, rispolverato in Fisica, e si discute sulla differenza tra esperimento reale e esperimento mentale.

Durante la discussione viene fatta la seguente domanda: «Ma la filosofia, Prof., dov'è?»

A tale domanda alcuni rispondono che non c'è, altri dicono che per forza ci deve essere altrimenti per quale motivo staremmo noi a parlare di Russell...e, Martina commenta: «Alla fine è come un po' per Aristotele, la filosofia STA nell'analisi del linguaggio...»

Si scoprono, quindi, le carte e si svela il «segreto» di questa parte iniziale: la filosofia per Frege e Russell è esclusivamente analitica, analisi del linguaggio ordinario e trasformazione in un linguaggio rigoroso e formale.

Nella cassetta degli attrezzi

Per dare ragione a Martina e ai nostalgici aristotelici presenti in classe, si proietta alla LIM una citazione di L. Wittgenstein, tratta dalle incompiute *Ricerche filosofiche*:

« Qual è il compito della filosofia? Indicare alla mosca la via d'uscita dalla bottiglia.»

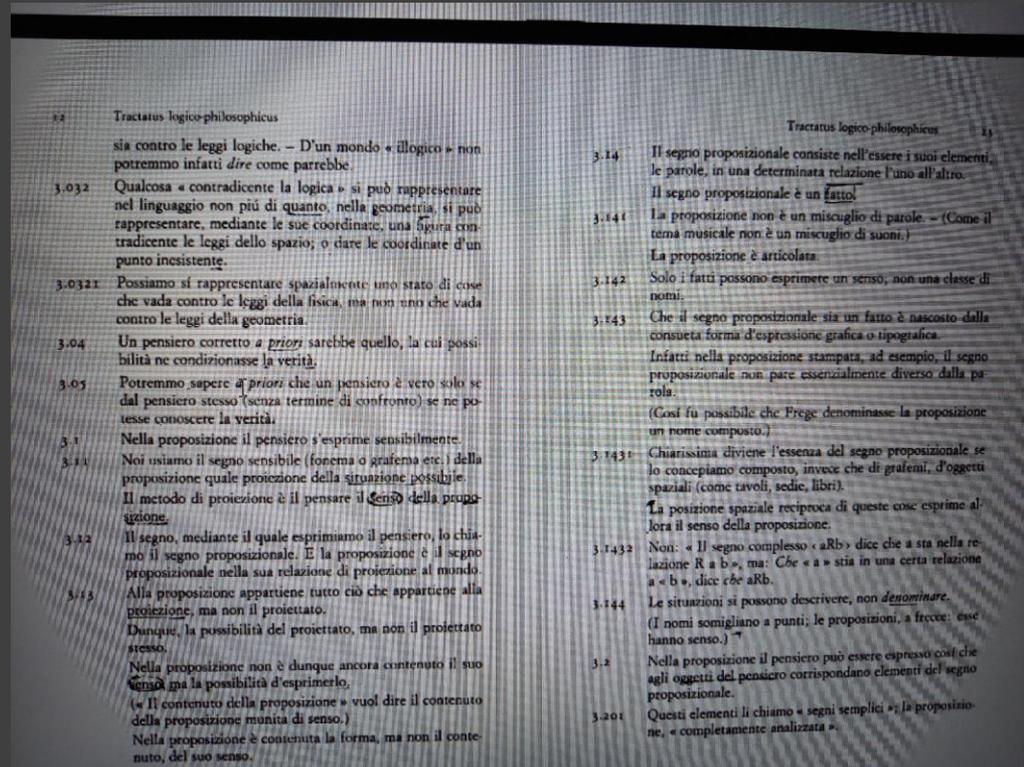
Si spiega che la filosofia, dunque, dovrebbe insegnare alla mosca, vale a dire al linguaggio, come uscire dalla bottiglia, cioè dalla trappola in cui è finito nei suoi usi metafisici.»

Ma, per Wittgenstein, se la filosofia deve indicare la via d'uscita, uscire è compito di ciascuno.

Compito del filosofo è quello di portare ad una riflessione autonoma, perché non vi è una meta da raggiungere ma solo un percorso da seguire (un metodo da praticare).

Nella cassetta degli attrezzi

Si mostra alla classe la struttura dell'unica opera pubblicata in vita da Wittgenstein, Il *Tractatus logico-philosophicus*, per far vedere come si configura un testo scritto in un linguaggio ritenuto formale dall'autore.



Nel frattempo in Fisica...

La classe aveva affrontato:

- lo studio delle trasformazioni di Galileo e delle grandezze invarianti;
- il problema di dire in quale SR la velocità della luce è proprio c ;
- la posizione di Newton sul tempo assoluto e spazio assoluto e le posizioni contrarie di Huygens, Berkeley (proposta adozione stelle fisse come SR assoluto), Leibniz, Mach;
- la natura ondulatoria della luce e il problema dell'etere;
- la misura della velocità della luce e la previsione teorica di Maxwell;
- il problema di dire in quale SR la velocità della luce è proprio c (per Maxwell tale SR è quello in cui l'etere è in quiete; quest'ultimo SR viene in pratica a coincidere, con caratteristiche diverse, con quello assoluto di Newton).

Nella cassetta degli attrezzi

Si spiega che Wittgenstein, ingegnere aeronautico, nel 1911 si reca a Jena per studiare matematica con Frege e che consigliato da lui, si trasferisce a Cambridge per studiare con Russell al Trinity College.

Wittgenstein arriva a sostenere che soltanto le proposizioni delle scienze naturali abbiano senso perché soltanto esse sono immagini dei fatti.

Si propone l'analisi del brano di Wittgenstein (tratto da L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus e Quaderni 1914-1916*, Piccola Biblioteca Einaudi, 2009) dove si esplicitano le caratteristiche filosofiche della meccanica newtoniana, viste dal punto di vista della filosofia analitica.

Nella cassetta degli attrezzi

«6.341 La meccanica newtoniana, ad esempio, riduce la descrizione del mondo in forma unitaria. Pensiamo ad una superficie bianca, con sopra delle macchie nere irregolari. Noi diciamo ora: qualunque immagine ne nasca, sempre posso avvicinarmi quanto io voglia alla descrizione dell'immagine, coprendo la superficie con un reticolato di quadrati rispondentemente fine e dicendo d'ogni quadrato che è bianco o nero. A questo modo avrò ridotto la descrizione della superficie in forma unitaria. Questa forma è arbitraria, poiché avrei potuto impiegare con eguale successo una rete di maglie triangolari o esagonali. Può essere che l'uso di d'una rete di triangoli rendesse la descrizione più semplice, cioè che noi potessimo descrivere la superficie più esattamente con una rete di triangoli più grossa che con una più fine di quadrati (o viceversa), e così via. Alle diverse reti corrispondono diversi sistemi di descrizione del mondo. La meccanica determina una forma di descrizione del mondo dicendo: tutte le proposizioni della descrizione del mondo devono ottenersi da un certo numero di proposizioni date (gli assiomi della meccanica) in un modo dato.»

Nella cassetta degli attrezzi

«Così essa fornisce le pietre per la costruzione dell'edificio della scienza e dice: qualunque edificio voglia tu innalzare, lo devi costruire con queste pietre e con queste soltanto»

E si commenta anche il passo successivo:

«6.342 E ora vediamo la posizione reciproca di logica e meccanica. (Si potrebbe far consistere la rete anche di figure eterogenee, per esempio di triangoli ed esagoni). Che un'immagine, come quella menzionata or ora, possa descriversi mediante una rete di forma data, non enuncia *nulla* intorno all'immagine. [...] Ma ciò che caratterizza l'immagine è che essa possa descriversi *completamente* mediante una determinata rete di finezza *determinata*. Così pure nulla enuncia intorno al mondo la possibilità di descriverlo mediante essa proprio *così* come appunto lo si può descrivere. E dice qualcosa intorno al mondo anche la possibilità di descriverlo più semplicemente mediante l'una meccanica che mediante l'altra.»

Nella cassetta degli attrezzi

Dalla discussione tra gli alunni emergono alcune considerazioni sul significato dei termini usati nei brani analizzati: raffigurare, spiegare, descrizione, forma arbitraria. Si prosegue poi nella lettura piuttosto ardua per gli alunni e si scopre un'affermazione sul tempo molto interessante.

Ma ciò non si può certo dire: ciò mostra sé.

6.36I Nella terminologia di Hertz, si potrebbe dire: Solo connessioni *conformi a una legge* sono pensabili.

6.36II Non possiamo confrontare alcun processo con lo « scorrer del tempo » – esso non v'è –, ma solo con un altro processo (ad esempio, con il movimento del cronometro).

Quindi la descrizione del decorso temporale è possibile solo se ci basiamo su un altro processo.

Analogamente per lo spazio. Ove, ad esempio, si dice che nessuno di due eventi (che s'escludono l'un l'altro) può avvenire, in quanto *non* vi ha *causa* perché l'uno debba avvenire piuttosto che l'altro, in realtà è che non si sa affatto descrivere *uno* dei due eventi se non esiste una qualche asimmetria. E *se* una tale asimmetria *esiste*, la possiamo concepire quale *causa* dell'avvenire dell'uno e del non avvenire dell'altro.

6.36III Il problema kantiano della mano destra e della sinistra,

Nella cassetta degli attrezzi

Alcuni alunni notano, quindi, che per Wittgenstein le caratteristiche del tempo non ricalcano quelle della definizione newtoniana, dove il tempo viene considerato:

- assoluto ed esistente indipendentemente dall'esistenza di corpi materiali (esiste in sé, non è un sistema di relazioni fra corpi);
- dotato di proprietà indipendenti dall'interazione con la materia (non ha cioè caratteristiche dinamiche);
- definito indipendentemente dalle misure e dalle osservazioni che si possono fare sugli oggetti;
- indicante un fluire eterno, sciolto dallo spazio ed esistente indipendentemente dalla sua misura volgare in ore, giorni e anni.

Nella cassetta degli attrezzi

Il tempo e lo spazio assoluti, per Wittgenstein, visti dal punto di vista della filosofia analitica sono termini vuoti, che non hanno nulla a che fare con la spiegazione o raffigurazione del mondo che la scienza newtoniana pretende di descrivere attraverso le sue leggi.

Quindi, si chiede alla classe: cosa raffigura la scienza con i termini e le proposizioni che usa? Le risposte sono varie:

- la scienza raffigura la realtà;
- la scienza risponde alle nostre domande;
- la scienza raffigura il mondo;
- la scienza dice quello che noi sappiamo.

Nel frattempo in Fisica...

La classe affronta lo studio della natura ondulatoria della luce e il problema dell'etere secondo la seguente scansione:

1. La diffrazione e l'interferenza
2. L'esperimento delle due fenditure di Young e la misura della lunghezza d'onda della luce (esperimento fatto in classe)
3. La misura della velocità della luce: Galileo, Roemer, Fizeau
4. Il problema dell'etere
5. Posizioni di G .G. Stokes e Fresnel
6. Ipotesi del vento d'etere.

Adesso siamo pronti: incontriamo Poincaré

Il Congresso di Filosofia del 1900, a Parigi, rappresenta un evento fondamentale non soltanto per Russell (come abbiamo già visto) ma anche per Poincaré.

In quella circostanza enuncia «il principio del movimento relativo» che poi esporrà nei capitoli 6 e 7 dell'opera *La scienza e l'ipotesi*: «il movimento di un sistema qualsiasi deve obbedire alle stesse leggi, che lo si riferisca ad assi fissi o ad assi mobili, animati da un movimento rettilineo uniforme.»

Il libro verrà letto con molta attenzione da Albert Einstein ed entrambi, pochi anni dopo, elaboreranno due teorie della relatività con presupposti notevolmente diversi.

Poincaré

Poincaré fonda la sua teoria su tre ipotesi:

- a) il tempo locale (dipendente dall'osservatore);
- b) la contrazione delle lunghezze (intesa come modifica della struttura elettromagnetica dei corpi);
- c) la massa crescente con la velocità (anch'essa legata alla struttura della materia).

Inoltre, ammette l'etere come parte integrante della teoria.

Si decide di trattare alcune concezioni di Poincaré in relazione alla natura delle leggi fisiche, partendo dall'analisi di alcuni passi del capitolo *Principi, ipotesi e leggi in La scienza e l'ipotesi*, a cura di C. Sinigaglia, Bompiani, Milano, 2003.

Per far comprendere meglio le problematiche del testo agli studenti senza però anticiparne i contenuti attraverso una trattazione sistematica, si evidenziano alcune proposizioni.

Poincaré

Per Poincaré:

1) il fatto scientifico è un fatto bruto tradotto in un linguaggio che lo rende controllabile e ripetibile;

2) una teoria scientifica individua un sistema di relazioni espresse attraverso funzioni matematiche;

3) l'oggettività della scienza riposa nelle relazioni tra enti e non negli enti stessi.

Vengono scritte alla lavagna due domande alle quali gli studenti dovranno cercare di rispondere sulla base di ciò che emergerà durante la lettura del testo proposto.

a) quale percorso porta una legge scientifica basata sull'esperienza a diventare un principio generale e un postulato?

b) quale differenza sussiste tra scienza sperimentale (meccanica) e scienza convenzionale (geometria)?

Trascrizione del brano analizzato in classe *Principi, ipotesi e leggi* tratto da *La scienza e l'ipotesi*, a cura di C. Sinigaglia, Bompiani, Milano, 2003.

«I principi della meccanica si presentano, dunque, sotto due aspetti differenti. Da una parte, sono verità fondate sull'esperienza e verificate in maniera molto approssimativa per quanto concerne i sistemi pressoché isolati. Dall'altra, sono postulati applicabili all'insieme dell'Universo e considerati come rigorosamente veri.

Se questi postulati possiedono una generalità e una certezza che fanno difetto alle verità sperimentali da cui sono ricavati è perché si riducono in ultima analisi a una semplice convenzione che abbiamo il diritto di fare in quanto siamo certi in anticipo che nessuna esperienza verrà a contraddirla.

Questa convenzione non è però del tutto arbitraria: non è frutto di un nostro capriccio; l'adottiamo perché alcune esperienze ci hanno mostrato che sarà comoda.

Si spiega in tal modo come l'esperienza abbia potuto edificare i principi della meccanica, e perché tuttavia non li potrà rovesciare. Facciamo un confronto con la geometria. Le proposizioni fondamentali della geometria, come per esempio il postulato d'Euclide, non sono che convenzioni, e cercare di appurar se siano vere o false è tanto irragionevole quanto chiedersi se il sistema metrico sia vero o falso.

É lecito solo dire che queste convenzioni sono comode, e questo ce lo insegnano alcune esperienze.»

«Di primo acchito, l'analogia è completa; il ruolo dell'esperienza pare il medesimo. Si sarà dunque tentati di dire: o la meccanica deve essere considerata come una scienza sperimentale, e allora deve essere lo stesso per la geometria: oppure, al contrario, la geometria è una scienza deduttiva, e allora si può dire altrettanto della meccanica,

Una conclusione del genere sarebbe illegittima. Le esperienze che ci hanno condotto ad adottare, in quanto più comode, le convenzioni fondamentali della meccanica vertono su oggetti che nulla hanno in comune con quelli che studia la geometria[...]. I principi convenzionali e generali sono la generalizzazione naturale e diretta dei principi sperimentali e particolari.

[...] I principi sono convenzioni e definizioni camuffate. Sono, però, ricavati da leggi sperimentali; per così dire, queste leggi sono assurte a principi a cui il nostro intelletto attribuisce un valore assoluto.

Alcuni filosofi hanno generalizzato troppo, hanno creduto che i principi fossero tutta la scienza e che, di conseguenza, tutta la scienza fosse convenzionale. Questa dottrina paradossale, che è stata chiamata nominalismo, non regge alla disamina. Come può una legge divenire un principio? Essa esprimeva una relazione tra due termini reali A e B. Ma non era rigorosamente vera, era solo un'approssimazione. Noi introduciamo arbitrariamente un termine intermedio C più o meno fittizio e C è *per definizione* ciò che ha con A esattamente la relazione espressa dalla legge.»

«La nostra legge è allora scomposta in un principio assoluto e rigoroso che esprime la relazione di A con C e in una legge sperimentale approssimata e suscettibile di revisione, che esprime la relazione di C con B. E chiaro che, per quanto lontana si spinga questa scomposizione, resteranno sempre delle leggi.

[...] Ogni generalizzazione è un'ipotesi; l'ipotesi ha dunque un ruolo necessario che nessuno ha mai contestato. Solo che l'ipotesi va sempre sottoposta a verificaione, al più presto e il più presto possibile. È ovvio che se non resiste a questo controllo, essa va abbandonata senza ripensamenti. In genere lo si fa, anche se talvolta con riluttanza. Ebbene, tale riluttanza non è giustificata; il fisico che ha appena rinunciato a una delle sue ipotesi dovrebbe essere al contrario, felice di essersi imbattuto in un'insperata possibilità di scoperta. La sua ipotesi, presumo, non era stata adottata alla leggera; essa teneva conto di tutti i fattori noti che sembravano poter intervenire nel fenomeno. Se la verificaione fallisce, vuol dire che vi è qualcosa di inatteso, di straordinario; vuol dire che si è sul punto di trovare qualcosa di sconosciuto e di nuovo.

L'ipotesi che ha subito un tale rovescio è stata dunque sterile? Nient'affatto, si può dire che ha reso servigi più di un'ipotesi vera; non solo è stata l'occasione dell'esperienza decisiva, ma se si fosse fatta questa esperienza per caso, senza avere fatto l'ipotesi non se ne sarebbe ricavato nulla; non vi si sarebbe visto nulla di straordinario, si sarebbe solo catalogato un fatto in più, senza dedurne la minima conseguenza.»

«[...] Si deve aver cura di distinguere tra i differenti tipi di ipotesi. Vi sono anzitutto quelle che sono completamente naturali e alle quali è praticamente impossibile sottrarsi. È difficile non supporre che l'influenza di corpi molto distanti sia del tutto trascurabile, che i piccoli movimenti obbediscano a una legge lineare, che l'effetto sia una funzione continua della sua causa. Direi altrettanto delle condizioni imposte dalla simmetria. Tutte queste ipotesi formano, per così dire, lo sfondo comune di tutte le teorie della fisica matematica, sono le ultime a dover essere abbandonate.

Vi è una seconda categoria di ipotesi che qualificherò come indifferenti. Nella maggior parte dei problemi, l'analista può supporre, all'inizio del proprio calcolo, o che la materia sia continua o, al contrario che sia formata da atomi. Se invece di fare una cosa avesse fatto l'altra, i suoi risultati non sarebbero cambiati; avrebbe fatto solo più fatica per ottenerli, e questo è tutto. Se l'esperienza conferma le sue conclusioni, penserà allora di avere dimostrato, poniamo, l'esistenza reale degli atomi? [...]

Le ipotesi indifferenti sono sempre innocue, purché non se ne fraintenda il carattere. Possono essere utili, o come artifici di calcolo o per sostenere il nostro intelletto con immagini concrete, per fissare le idee, come si suol dire. Non è dunque il caso di condannarle.

Le ipotesi della terza categoria sono le vere e proprie generalizzazioni. Sono queste che l'esperienza deve confermare o infirmare. Verificate o condannate, potranno comunque essere feconde.»

«Ci si può chiedere perché nelle scienze fisiche la generalizzazione assuma così volentieri la forma matematica. La ragione è ora facile da vedere; non solo perché si devono esprimere leggi numeriche; è perché il fenomeno osservabile è dovuto alla sovrapposizione di un grande numero di fenomeni elementari tutti simili fra loro; si introducono così in maniera del tutto naturale le equazioni differenziali.

Non basta che ogni fenomeno elementare ubbidisca a leggi semplici, è necessario che tutti quelli che dobbiamo combinare ubbidiscano alla medesima legge. È solo allora che l'intervento della matematica può essere utile; infatti la matematica ci insegna a combinare il simile con il simile. Il suo scopo è quello di indovinare il risultato di una combinazione, senza dover rifare questa combinazione pezzo per pezzo. Se si deve ripetere più volte una stessa operazione, la matematica ci consente di evitare tale ripetizione, facendone conoscere in anticipo il risultato tramite una sorta di induzione.

Ma per far ciò, occorre che tutte queste operazioni siano simili fra loro; in caso contrario, bisognerebbe evidentemente rassegnarsi a farle effettivamente una dopo l'altra e la matematica diventerebbe inutile.

È dunque grazie all'omogeneità approssimativa della materia studiata dai fisici che la fisica matematica ha potuto nascere.

Nelle scienze naturali non si trovano più queste condizioni: omogeneità, indipendenza relativa delle parti lontane, semplicità del fatto elementare; ed è per questa ragione che i naturalisti sono costretti a ricorrere ad altre modalità di generalizzazione.»

(Da J.-H. Poincaré, *La scienza e l'ipotesi*, a cura di C. Sinigaglia, Bompiani, Milano, 2003)

Poincaré

Da quanto esposto precedentemente emerge che, per Poincaré, le leggi naturali sono assolute nel senso che riescono a prevedere i fenomeni ma, quando cessano d'essere feconde, la relazione tra i fatti che loro affermano non è più reale. Conseguentemente a ciò tali leggi cessano d'essere considerate tali.

Si riflette sul termine “convenzione” e sulla critica operata da Poincaré al nominalismo nel brano analizzato.

Si approfondisce il rapporto tra “scienza fisica” e “forma matematica” richiamando conoscenze pregresse sulla Rivoluzione scientifica del Seicento e in particolare sulle “sensate esperienze e necessarie dimostrazioni” delineate da Galileo Galilei.

Si cercano esempi di come un'ipotesi “falsificata” abbia «reso servigi più di un'ipotesi vera». Gli studenti citano l'esistenza dell'etere come esempi di ipotesi falsificate.

Nel frattempo in Fisica...

La classe affronta lo studio dei seguenti argomenti: dall'esperimento di Michelson e Morley alla relatività ristretta:

- Il primo tentativo di Michelson di misurare la velocità del vento d'etere è del 1881, quindi precedente alla scoperta delle onde elettromagnetiche (fatta da Hertz nel 1886). La nostra scelta di trattare la relatività prima dello studio dell'elettromagnetismo non costituisce quindi una limitazione così pesante.
- La spiegazione di Lorentz, la contrazione delle lunghezze, il tempo locale.
- Lorentz suppone un etere immobile, quindi un SR assoluto.
- La critica per una spiegazione ad hoc, il fattore di contrazione è proprio quello che consente di annullare il ritardo tra i due raggi dell'interferometro.
- Chi si contrae? La materia oppure la luce si propaga non su superfici sferiche ma ellissoidali? Per Poincaré le due sono interscambiabili e la questione non è in realtà interessante. La postfazione al libro di Lorentz si chiude con un commento fantastico: la teoria di Lorentz che conserva l'etere deve essere preferibile ai catastrofismi di Einstein!
- La correzione di Poincaré e il convenzionalismo.
- La soluzione di Einstein, la dilatazione dei tempi.
- Significato della simultaneità in Einstein e Poincaré.

L'avventura diventa seria...

Si approfondisce la teoria convenzionalista di Poincaré esaminandone le sue implicazioni epistemologiche: quando consideriamo vero il principio di relatività, cioè lo consideriamo valevole per le equazioni esatte dell'universo, esso cesserà di essere un fatto sperimentale ma diventerà una convenzione che adottiamo per motivi di convenienza e che non può essere confutata.

La classe rumoreggia: che la matematica e la geometria potessero, in qualche modo, essere convenzionali non aveva causato reazioni ma considerare il principio di relatività una convenzione appare agli alunni alquanto improponibile.

Compaiono altri personaggi...anzi IL personaggio

Si prende in esame la considerazione esplicitata da Poincaré durante il Convegno degli scienziati tedeschi del 1908: «Il principio di relatività non impone una nuova visione dello spazio e del tempo. I fisici che la adottano lo fanno perché la ritengono più comoda»

Sulla visione del tempo «comoda» alcuni alunni ammettono che possa essere possibile.

Si propone un'altra posizione sul tema, espressa nel 1921 da Albert Einstein durante una lezione all' Accademia prussiana delle Scienze: «...il problema se questo continuo [lo spazio-tempo] abbia una struttura euclidea, riemanniana, o qualsiasi altra, è propriamente un problema di fisica, cui deve rispondere l'esperienza e non un problema di convenzione da scegliersi sulla base di una mera opportunità»

Lo scontro e...altri personaggi

Le due posizioni, inconciliabili, dividono la classe.

La messa a punto delle due visioni sottese alle posizioni espresse è difficoltosa ma fa percepire agli alunni il valore della posta in gioco.

Non si tratta soltanto di dare ragione all'uno o all'altro bensì di capire le motivazioni e i presupposti che hanno portato i due studiosi ad affermare quanto studiato.

La ricostruzione del percorso storico della teoria della relatività ristretta che gli alunni hanno compiuto a fisica, sicuramente, ha fatto pendere l'ago della bilancia in favore del realismo.

Pertanto, si fa vedere come la filosofia interpreta la teoria della relatività einsteiniana proponendo variegati punti di vista: la posizione di Schlick, Popper, Kuhn e Bergson.

Schlick

Schlick scrive un libro nel 1915, intitolato *Il significato filosofico del principio di relatività* sul quale Einstein, dopo averlo letto, commenta: "Ieri ho ricevuto il suo saggio e l'ho già studiato attentamente. È una delle cose migliori che siano state scritte finora sulla relatività. In ambito filosofico sembra che non sia stato scritto nulla sul tema che anche soltanto vi si avvicini per chiarezza".

Il saggio analizza la teoria della relatività nel confronto con le concezioni filosofiche in circolazione basate sulla convinzione che ci fossero dati sperimentali e teorici già in possesso della comunità scientifica alla base di questa rivoluzionaria scoperta.

Schlick, invece, è convinto della portata epistemologica rivoluzionaria della teoria che costringe all'elaborazione di una teoria della conoscenza che riparta dalla critica rigorosa dei "concetti fondamentali della scienza".

Schlick

Schlick elabora, quindi, il principio di verifica: una questione è in principio risolvibile se possiamo immaginare le esperienze che dovremmo avere per darle una risposta e, di conseguenza afferma che il significato di una proposizione è il metodo della sua verifica.

Per Schlick la scienza ha una struttura simile ad una rete fluttuante sulla realtà:

- 1) i nodi rappresentano i concetti;
- 2) i fili rappresentano i giudizi (definizioni di concetti, giudizi empirici, giudizi conoscitivi).

Si osserva come queste posizioni anti-metafisiche costituiranno la base della filosofia della scienza intesa come nell'epoca moderna, cioè come una disciplina autonoma con l'obiettivo di esplicitare in modo sistematico il metodo e le condizioni di validità delle asserzioni scientifiche.

Popper

Viene introdotta la posizione di Popper: una teoria è scientifica solo se può venire smentita, in linea di principio, dall'esperienza, cioè quando può esibire possibili esperienze falsificanti.

Popper basa questa sua posizione sulla sua concezione del metodo scientifico, elaborato studiando gli scritti di Einstein.

Si spiega proponendo la lettura di un passo tratto da K. Popper, *Il mito della cornice*.

Difesa della razionalità e della scienza, Il Mulino, Bologna 1994, pag.138.

Popper

«Tutta la mia concezione del metodo scientifico può essere sintetizzata dicendo che consiste nei tre passi seguenti:

- 1) inciampiamo in qualche problema;
- 2) tentiamo di risolverlo, per esempio proponendo qualche nuova teoria;
- 3) impariamo dai nostri errori, in particolare da quelli su cui ci richiama la discussione critica dei nostri tentativi di soluzione, una discussione che tende a condurci a nuovi problemi.

O, per dirla in tre parole: problemi-teoria-critica. Credo che queste tre parole possano da sole riassumere l'intero modo di procedere della scienza razionale.»

Popper

Si chiede: quale visione della scienza deriva da questo metodo?

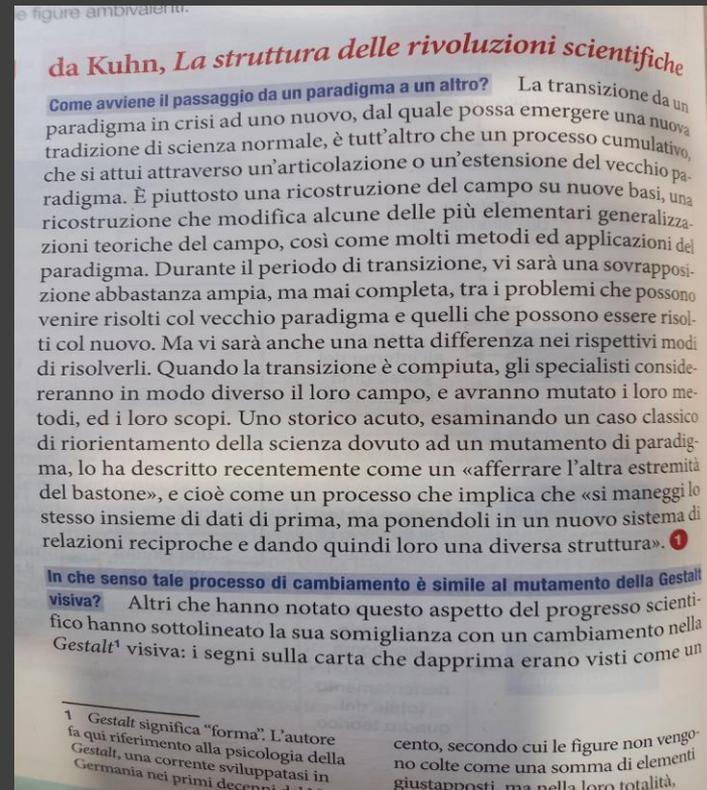
Gran parte degli alunni arriva a sostenere che il cammino della scienza sia cumulativo, alcuni usano il termine progressivo.

E, in effetti, per Popper davvero è così: il cammino della scienza è un processo selettivo in cui le teorie che non funzionano più vengono scartate a favore di altre teorie.

Kuhn

Ma DAVVERO il cammino della scienza è così come lo descrive Popper?

Si propone la lettura di un brano di Kuhn, tratto dal libro di testo.



Kuhn

Kuhn propone un nuovo strumento concettuale di analisi e interpretazione della teoria della relatività e della scienza in generale: il paradigma.

Si legge la definizione sul libro di testo (pag.688): modello concettuale entro cui opera la scienza normale, ovvero l'insieme delle teorie, regole e procedure accettate e praticate da una determinata comunità scientifica.

Si spiega come una rivoluzione scientifica per Kuhn avvenga quando un paradigma non riesce più a spiegare in modo soddisfacente i fenomeni nuovi che si presentano. Pertanto viene elaborato un nuovo paradigma incommensurabile con il precedente poiché in esso cambia anche la visione del mondo.

Discussione

Si chiede alla classe di fare qualche esempio di rivoluzione scientifica interpretabile attraverso i concetti di Kuhn: viene ricordata la rivoluzione copernicana e qualcuno prova a interpretare la teoria della relatività ristretta einsteiniana utilizzando il modello concettuale del paradigma.

Si accende una discussione tra alcuni studenti:

Erica sostiene: «La teoria di Einstein è una rivoluzione: cambia tutto»

E Martina commenta: «Non cambia tutto, tutto rimane quello che era, cambiano solo le formule»

Niccolò chiosa: « Il problema non è cosa cambia o cosa resta...con lui [Einstein] non si butta tutto via ma nemmeno si accumula col passato. Non so se mi sono espresso bene. Ha capito, Prof?»

Lakatos

Dopo questo commento altri prendono posizione in merito riferendo, ad esempio, i tentativi di Michelson e Morley per dimostrare l'esistenza di qualcosa che in realtà non esisteva. Interpretano questi tentativi come degli errori nel senso di Popper.

Si propone la lettura e l'analisi di una citazione di Imre Lakatos:

«La storia della scienza confuta sia Popper, sia Kuhn: a un esame accurato, sia gli esperimenti cruciali di Popper, sia le rivoluzioni di Kuhn risultano essere dei miti: ciò che di solito accade è che un programma di ricerca progressivo ne rimpiazza un altro»

La reazione degli alunni stupisce: il silenzio.

Si cerca di spiegare meglio la posizione di Lakatos.

Lakatos

Ogni programma di ricerca consta di nucleo, cintura protettiva, euristica negativa e positiva:

- il nucleo centrale non è falsificabile;
- la cintura protettiva è costituita da ipotesi ausiliarie che salvaguardano il nucleo da possibili falsificazioni;
- l'euristica negativa consiste nelle regole metodologiche che indicano vie di ricerca da evitare;
- l'euristica positiva consiste nelle regole metodologiche che indicano vie di ricerca da seguire.

Un programma è valido finché si mantiene progressivo, cioè fino a quando continua a predire fatti nuovi con un certo successo.

Lakatos

La proposta epistemologica di Lakatos a prima vista non convince nessuno degli alunni, viene giudicata «strumentale perché accomoda le cose» e si sostiene che così «si perde il succo della cosa».

Si cerca di spiegare che la posizione di Lakatos tiene presente i limiti di entrambe le teorie analizzate precedentemente e cerca di superarli tenendo d'occhio la pratica scientifica di chi la scienza la fa e non soltanto la studia.

Si scopre successivamente, durante le verifiche orali, che lo sconcerto iniziale per la posizione di questo filosofo è derivato soprattutto dal fatto che gli studenti sentivano le posizioni di Popper e Kuhn più radicali e vere rispetto a quella di Lakatos, sentita come troppo «accomodante».

Bergson

Si termina l'avventura con la trattazione della posizione di Bergson.

Si descrivono brevemente le motivazioni e i fraintendimenti che hanno portato allo scontro nel dibattito pubblico con Einstein in merito al tempo e anche qui, la reazione degli studenti è inaspettata.

Lorenzo esclama: «Finalmente un filosofo che dice la sua.»

Si descrive la concezione del tempo per Bergson, composta da:

- 1) un tempo quantitativo
- 2) un tempo qualitativo

Bergson

Il primo è il tempo della scienza: quantitativo, definito da un'omogenea e misurabile successione di istanti. Un tempo quindi meccanico, utile e necessario, ma che non riesce a rappresentare il nostro spirito e la nostra anima.

Il secondo è il tempo della coscienza: non composto da singoli istanti, ma rappresentato da un continuo flusso degli stati di coscienza in cui il presente, il passato, (grazie alla memoria) e il futuro (grazie all'anticipazione) si fondono e si compenetrano. È il tempo che ha durata e significato, che viene veramente vissuto e che permette di percepire il tempo scorrere più velocemente e più lentamente.

Verifiche

Il compito assegnato al termine del Percorso è stato il seguente:

Realizzare uno schema o una mappa con brani e/o concetti e/o teorie dei filosofi studiati (Frege, Russell, Wittgenstein, esponenti del Circolo di Vienna, Kuhn, Lakatos, Popper, Bergson) evidenziando eventuali argomenti collegabili di altre discipline studiate.

Esempi di verifiche

"Col trascorrere del tempo la filosofia non ci ha fermati dal commettere errori, ma ce li ha spiegati"

Tempo → Bergson

Lo considera il tempo "imprevedibile e inafferrabile", per lui la scienza non riesce a coglierne la continuità e il movimento reale della vita. Si sceglie che il tempo per la visione scientifica si privi di durata, cioè la caratteristica che ne definisce l'essenza. Il tempo della scienza è un tempo spazializzato e misurabile, dice che è utile per poter organizzare la propria vita, ha quindi un'utilità pratica. Lui trova il tempo della coscienza con l'uomo tra passato e presente si fondono insieme al futuro e non ha usi misurabili.

La idealistica la conoscenza con la memoria e la divide in 3 parti: il mondo puramente di fatti, il mondo che restano inalterati, il mondo immaginato il passato e correlato al presente, alcuni fatti del cervello e percezioni.

scoperta → Kuhn

Si rende conto che la scienza non procede per accumulazione ma attraverso i paradigmi scientifici che coprono i vecchi modelli. Nella storia della scienza si fa un alternarsi di periodi normali e rivoluzionari. Dal vecchio principio unificatore si passa ad un principio diverso.

Per lui la scienza normale (insieme dei vecchi risultati) è un paradigma consolidato. Un paradigma è l'insieme di leggi e regole con cui si spiegano i fenomeni. Lo scopo della scienza normale è quello di gestire le tecniche dimostrate le ha successi quindi risolvi i problemi con i paradigmi tradizionali.

Quando questo non è più utile avviene il processo rivoluzionario con cui si creano nuovi paradigmi. Dice anche che tra coloro che rimangono al vecchio paradigma e quelli che aderiscono al nuovo non c'è possibilità di dialogo perché la visione del mondo è troppo diversa.

riduzione scientificità → Einstein

In quel periodo scrisse vari articoli inerenti all'equiparimento di Meccanica e Maxwell e al suo fallimento. Einstein propone una soluzione rinviando la fisica con 2 principi:

1. tutti i sistemi di riferimento inerziali sperimentano la invarianza della luce.

2. l'idea rivoluzionaria di Einstein fu quella di negare l'esistenza di uno spazio e un tempo assoluti, affermando invece la loro relatività andando contro ai postulati di Newton.

conoscenza → Popper

Pensa che la conoscenza non sia definita in assoluto, le ipotesi, anche se affermate dalla scienza, possono essere falsificate. Lei dice che se gli uomini non avessero bisogno di studiare e conoscere le cose. I problemi sono la base dello sviluppo della conoscenza scientifica e nuova. Lei contrasta fra vecchio e nuovo. La scienza progredisce grazie agli sbagli.

paradigma → Lakatos

Per lui la funzione dei paradigmi di ricerca non è quello di verificare ma di falsificare, ma di fare previsioni. Questo è la dialettica della ricerca scientifica che premia il programma di ricerca migliore e coerente. In questo modo si entra nelle tecniche "maturo" in grado di anticipare le nuove tecniche deducibili da quelle già consolidate.

Quindi le rivoluzioni scientifiche non avvengono per irrazionali mutamenti di prospettiva o per la dimostrazione di un'incorrenza. Da programma viene abbandonato solo dopo le scelte dei ricercatori.

Filosofia → Circolo di Vienna

Era un associazione di pensatori che si riuniva per discutere di scienza, logica e filosofia. Loro concepivano la filosofia come un'attività logica a chiarire il senso degli enunciati. Per loro gli enunciati dotati di ogni fatto sono quelli descrittivi. Da questo loro ricavavano tipi di proposizioni analitiche e sintetiche. Quelle analitiche sono sempre vere e si nota dall'analisi del soggetto, sono le proposizioni della logica e della matematica. Sono considerate banali perché non aggiungono nulla di nuovo.

Quelle sintetiche richiedono un'osservazione empirica per essere confermate o smentite, sono le proposizioni della scienza. Potrebbero acquisire nuove informazioni. Danno alla filosofia anche un campo loro propria perché davvero curare i mali del pensiero dichiarando senza significato i problemi della metafisica non sottoponibili a dei test di verificabilità.

proposizioni → Russell

Dice che il linguaggio ordinario è ridondante e quello della logica matematica è lo fa distinguendo 2 tipi di proposizioni: atomiche e molecolari.

Quelle atomiche non sono scomponibili e hanno soggetto e predicato, mentre quelle molecolari sono costruite da quelle atomiche legate con dei connettivi logici. Il loro valore di verità dipende dalle singole proposizioni atomiche.

fatti → Wittgenstein

Affermazione principale nel Tractatus è "il mondo è la totalità dei fatti". Se fosse costituito da singoli casi non conoscere sarebbe casuale. Lui divide i fatti in atomici e complessi. Quelli atomici sono definiti anche da casi semplici, non sono divisi e rappresentano la sostanza del mondo. Quelli complessi consistono dall'unione di più semplici e vengono chiamati anche fatti delle cose complesse. Nel linguaggio gli stati delle cose si riferiscono agli oggetti, delle proposizioni vere e false proposizioni false sono quelle in cui il nome proprio ha un riferimento concreto cioè una denotazione.

altro, solo loro sono immagini di fatti, cioè la riproduzione della forma logica degli oggetti. Le proposizioni scientifiche sono vere e false, quelle metafisiche non lo sono.

Esempi di verifiche

La **scienza** è un qualcosa in continua evoluzione, ogni scoperta scientifica può **rivoluzionare** il particolare ambito preso in esame. È una questione di **tempo** prima che una qualche **indagine scientifica** decreti **un prima ed un dopo** nel **linguaggio** della scienza, così come un cambiamento della **logica** e della percezione del mondo che ci circonda.

Scienza = Popper: Karl Popper dice che il metodo della scienza è fondato su congetture (definite anche ipotesi teoriche, le quale sono state fatte con lo scopo di risolvere i problemi) e le confutazioni (ovvero ciò che smentisce le ipotesi). A suo parere le teorie non possono essere verificate con il solo uso dell'esperienza. Lui afferma anche che la scienza ha due caratteristiche. La prima è che la ricerca scientifica tende a non avere mai una fine, dato che con ogni nuova scoperta si applica una modifica al nostro pensiero precedente, il quale varierà poi con una scoperta successiva (fallibilismo). La seconda è che la scienza ha un problema alla base, che non assicura mai certezze immutabili.

Rivoluzionare = Kuhn: Per Thomas S. Kuhn la storia della scienza è fatta di rivoluzioni scientifiche (insieme alla scienza normale e alla fase di crisi) quali tendono a cambiare i vecchi schemi per poterne creare di nuovi. Propone anche una similitudine tra rivoluzioni scientifiche e politiche, infatti in entrambe se c'è qualcosa che non va viene percepito da una parte del tutto e poi prontamente corretta.

tempo = Bergson: Per Henri Bergson il tempo ha due facce. La prima è il tempo della scienza, ovvero una successione di istanti (è anche chiamato tempo esteriore dato che è misurabile in egual modo da tutti). La seconda è il tempo della conoscenza, ovvero un flusso inarrestabile ed infinito di tempo (dato che può variare dalla percezione che ogni persona ha è definito tempo interiore). Secondo lui la conoscenza si ottiene grazie alla memoria, la quale può contenere tre diversi tipi di ricordo: il ricordo puro (la durata spirituale), il ricordo immagine (atto con il quale il passato si concretizza con il presente per arrivare all'azione) e la percezione (la facoltà che ci lega mondo esterno).

Esempi di verifiche

- Volendo fare un esempio pratico dello schema individuato da Kuhn, l'anomalia del XX secolo fu la *teoria della relatività* di Einstein. Ai tempi, ciò che aveva stravolto la visione del mondo fu la *teoria dei fenomeni elettromagnetici* di Maxwell, secondo cui l'elettricità, il magnetismo e la luce hanno uguale natura, ossia sono delle onde che si propagano in un mezzo elastico (l'*etere*); quindi, fu ipotizzata la variazione di velocità della luce, poi smentita dall'esperimento di Michelson e Morley. Einstein propose una soluzione basata sulla non esistenza dell'*etere*, la relatività legata al sistema di riferimento e la velocità della luce come invariante; tutto ciò portò a quella

che noi oggi consideriamo scienza normale, ossia la relatività di spazio e tempo, che andò sostituendo quelli assoluti concepiti da Newton.

Risultati ottenuti

Analisi critica in relazione agli apprendimenti degli alunni:

- a) in relazione alle conoscenze in senso stretto, gli alunni hanno appreso un numero minore di informazioni in relazione alle concezioni generali dei filosofi trattati, dato che il Percorso non consentiva una trattazione esaustiva o cronologico degli autori proposti;
- b) in relazione agli obiettivi del Percorso gli alunni hanno raggiunto una maggior consapevolezza della formazione e dell'evoluzione storico-filosofica di un concetto o di un problema;
- c) gli alunni hanno appreso come una determinata concezione filosofico-metafisica o filosofico-teorica possa essere stata premessa o conseguenza di determinate elaborazioni teorico-scientifiche o di risultati sperimentali;
- d) gli alunni hanno potuto vedere come da determinati esperimenti scientifici si sia arrivati alla concezione di teorie più generali di portata epistemologica;
- e) gli alunni hanno constatato come la Filosofia sia una disciplina viva, tesa al confronto dialogico con altri saperi rispettando le competenze e gli ambiti delle altre discipline.

Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

In sede di LSS dell' Istituto il Percorso è stato considerato efficace in relazione agli obiettivi proposti. Gli alunni hanno mostrato curiosità e interesse per gli argomenti trattati; nei momenti di ricostruzione delle esperienze e delle conoscenze pregresse, come nei momenti di approfondimento, hanno mostrato partecipazione e impegno.

Durante le verifiche, in alcuni elaborati di matematica e fisica dell'Esame di Stato e durante i colloqui orali, gli alunni hanno mostrato d'aver acquisito conoscenze e raggiunto competenze di rielaborazione e critica degli argomenti trattati nel percorso.

Gli argomenti della filosofia della scienza, dell'epistemologia, della filosofia della fisica e della matematica di cui sono pieni il libri di testo delle quinte Liceo, non sono facili ma si rendono necessari, comunque, da trattare: a nostro avviso però, alcune specifiche tematiche non possono essere comprese in modo adeguato dagli alunni senza prima aver fatto un percorso di ricostruzione storica delle teorie scientifiche sottese, effettuato nelle discipline scientifiche e d'indirizzo.

Bibliografia

- Manuali scolastici: Domenico Massaro, *La meraviglia delle idee*, vol.3, Paravia, 2016;
- Nicola Abbagnano e Giovanni Fornero, *L'ideale e il reale*, vol.3, Paravia, 2015.
- A. Bonomi (a cura di) *La struttura logica del linguaggio*, Bompiani, 1973.
- F. Laudisa, *Albert Einstein e l'immagine scientifica del mondo*, Carocci, 2015.
- J-H. Poincaré, *Ultimi pensieri*, Dedalo, 2016.
- P. Parrini, *Fare filosofia oggi*, Carocci, 2018.
- K. Popper, *Congetture e confutazioni*, Il Mulino, 2009.
- M. Schlick, *Forma e contenuto*, Bollati Boringhieri, 2008.
- L. Wittgenstein, *Tractatus logico-philosophicus e Quaderni 1914-1916*, Piccola Biblioteca Einaudi, 2009.