

REGIONE
TOSCANA



**Prodotto realizzato con il contributo della Regione
Toscana nell'ambito dell'azione regionale di sistema**

Laboratori del Sapere Scientifico

Percorso di Epistemologia contemporanea

*Un confronto tra la filosofia
contemporanea e la fisica moderna*

Percorso di apprendimento
per una classe quinta Liceo Scientifico

Collocazione del percorso effettuato 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.

Obiettivi essenziali di apprendimento

In relazione alla scelta di trattare la proposta delle Indicazioni Nazionali sugli sviluppi della riflessione epistemologica nel Novecento si è deciso di riformulare tale trattazione abbandonando un'impostazione storicistica e per autori, adottandone invece una che consentisse il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

A) chiarire il rapporto tra la scienza moderna e la filosofia contemporanea prendendo in considerazione alcune concezioni fondamentali presenti nell'empirio-criticismo, nel neopositivismo, in Popper e nei post-popperiani (Kuhn, Lakatos, Feyerabend);

B) illustrare dal punto di vista epistemologico la natura delle teorie fisiche in relazione alle correnti e agli autori precedentemente citati;

C) stimolare gli studenti ad operare confronti tra saperi diversi.

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) introdurre 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 le direttrici del dialogo più che 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 (quest'ultima limitatamente alla Fisica) 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

Tempo impiegato:

a) messa a punto preliminare nel Gruppo LSS: 3 ore;

b) progettazione specifica e dettagliata nella classe: 25 ore (raccordo programmi di Fisica e Filosofia, ricerca testi adeguati allo scopo, scelta autori da trattare sulla base degli obiettivi prefissati, documentazione pedagogico-metodologica);

c) tempo-scuola di sviluppo del percorso: 25 ore (dalla seconda metà di febbraio a fine aprile);

d) documentazione del Percorso: 30 ore.

Gli studenti vengono invitati ad esporre quanto appreso durante le lezioni in Fisica delle settimane precedenti riguardo gli studi sull'elettricità e il magnetismo di Faraday e di Maxwell.

Viene espressa la convinzione che tali studi avviano una riflessione profonda in relazione alle convinzioni della scienza dell'epoca basata sulla centralità della meccanica classica nella ricerca fisica.

In relazione alla scoperta di Faraday che un campo magnetico fa ruotare il piano di polarizzazione della luce, gli studenti rammentano le considerazioni fatte in Fisica dopo aver visto un video sull'esperimento della polarizzazione della luce curato dal FirST (Museo di Scienza e Tecnica di Firenze, link <https://www.youtube.com/watch?v=UFEVvsbvlkA>).

Viene fatto notare che per Faraday l'elettricità, il magnetismo, la luce, la gravità sono manifestazioni di un'unica forza; da ciò emerge che questa considerazione di Faraday consiste in una premessa metafisica.

Gli studenti citano poi Maxwell che elabora la teoria del campo elettromagnetico dove si sostiene che variazioni del flusso del campo magnetico inducono un campo elettrico e che variazioni di flusso del campo elettrico inducono un campo magnetico.

Si mette in evidenza, quindi, la presenza di un dualismo tra una teoria meccanica delle onde elettromagnetiche basata sull'esistenza postulata, ma non provata, dell'etere come mezzo di propagazione materiale delle onde stesse e la teoria newtoniana basata sull'interazione diretta a distanza di due cariche.

Viene osservato che tra queste due teorie vi è un'incompatibilità teorica: l'esistenza dello spazio e del tempo assoluti sostenuta da Newton ma contraddetta da Maxwell (esclusione azione diretta di due cariche senza l'etere, non istantanea).

Si richiama l'attenzione degli studenti su altre esperienze scientifiche studiate, che mostrino le criticità dell'estensione delle leggi della meccanica a tutti i fenomeni fisici (per interpretarli e prevederli).

Alcuni alunni citano l'esperienza di Ørsted (trattata in Fisica) che mostra l'esistenza di una forza (elettromagnetica) che:

- a) è di natura diversa da quella meccanica;
- b) non agisce lungo la retta congiungente i corpi interessati ma è perpendicolare ad essa;
- c) non dipende solo dalla distanza tra i corpi ma anche dall'intensità della corrente che circola nel filo.

Sulla base delle conoscenze scientifiche emerse e delle considerazioni effettuate, si cercano di mettere in evidenza le caratteristiche della concezione meccanicistica della natura facendo riferimento alle conoscenze filosofiche pregresse degli studenti.

Emerge che la “piattaforma” comune su cui si muovono le ricerche fisiche nell'Ottocento può essere denotata dalle seguenti caratteristiche:

a) l'universo è statico ed eterno;

b) il tempo e lo spazio sono concetti intuitivi definiti da Kant come “strutture a priori della sensibilità” e secondo Newton sono concetti assoluti;

c) la luce si propaga in linea retta con le stesse leggi delle onde meccaniche e per essa vale il principio di composizione delle velocità;

d) il supporto meccanico per la propagazione della luce è l'etere, particolare sostanza immobile di cui l'universo è totalmente permeato;

e) l'interazione tra corpi agisce lungo linee che collegano i corpi stessi e dipende dalla loro distanza (forza di gravità, elettrica e magnetica).

Per sistematizzare quanto emerso precedentemente a proposito delle caratteristiche presenti nella concezione meccanicistica della natura si introduce il concetto di “paradigma”.

Si utilizza la definizione proposta da Kuhn: un paradigma è un “modello esplicativo vigente” composto da teorie, modelli di ricerca e pratiche sperimentali.

Il paradigma caratterizza un determinato periodo storico chiamato da Kuhn “scienza normale”.

Il paradigma entra in crisi a causa di anomalie crescenti (eventi nuovi e inaspettati) inspiegabili con i modelli e le teorie esistenti.

Tale crisi origina la “scienza rivoluzionaria”, un nuovo sistema cioè fatto di quadri concettuali completamente diversi.

Si stabilisce una correlazione tra quanto osservato precedentemente a proposito della concezione meccanicistica della natura e il paradigma del meccanicismo fisico.

Si evidenzia come gli studi di Ørsted, Ampere, Faraday e Maxwell possano essere considerati “anomalie” nell'accezione del termine fornita da Kuhn.

Si nota come anche in astronomia l'anomalia inspiegabile del moto di Mercurio sia un'evidenza empirica contro le leggi di Keplero (base empirica originaria del paradigma newtoniano).

(Si rimanda, a proposito della concezione di Kuhn, la trattazione del concetto di incommensurabilità tra paradigmi, una volta esplicitate le caratteristiche dell'epistemologia popperiana.)

Dai risultati degli esperimenti di Maxwell e Faraday prende il via la riflessione epistemologica dell'empiriocriticismo di Ernst Mach:

1) si sostiene che la ricerca scientifica adatti i pensieri ai fatti attraverso l'osservazione e che successivamente adatti poi i pensieri tra loro attraverso la teoria;

2) l'osservazione e la teoria non sono separabili epistemologicamente;

3) il fondamento ultimo della conoscenza è “il fatto” che però non è una realtà ultima ma si risolve in sensazioni (elementi originari);

4) il concetto è una reazione all'attività sensibile, cioè ne è un'estensione e un arricchimento;

- 5) la creazione e l'uso dei concetti sono determinati dal principio dell'economia: l'uomo è portato a classificare i fatti attraverso concetti perché vi è una differenza quantitativa tra le reazioni biologicamente importanti (meno numerose) e tutto ciò che esiste;
- 6) il concetto ha quindi la funzione di richiamare l'insieme (classe) di tutte le reazioni relative ad un oggetto scelto;
- 7) i concetti scientifici sono immagini o rappresentazioni con le quali è più facile maneggiare l'esperienza; essi sono segni riassuntivi e indicazioni delle reazioni possibili dell'organismo umano ai fatti;
- 8) la scienza è descrizione dei fatti (come Newton) e individuazione di leggi (ciò che nei fatti è uniforme e costante) intese come strumenti di previsione.

Dai risultati degli esperimenti di Maxwell e Faraday prende il via la riflessione epistemologica di Pierre Duhem:

- 1) una teoria fisica non è una descrizione e non è una spiegazione, ma ha carattere convenzionale;
- 2) una teoria fisica è un sistema di proposizioni matematiche (dedotte da alcuni principi) che hanno lo scopo di rappresentare nel modo più semplice, completo e esatto, un insieme di leggi sperimentali;
- 3) una teoria fisica ha carattere classificatorio e simbolico;
- 4) la scienza in generale viene definita come un insieme di proposizioni connesse tra loro ma non verificabili singolarmente.

Segue che: non si può controllare sperimentalmente un'ipotesi fisica da sola, isolata dalle supposizioni o da altre ipotesi sulle quali si fonda l'intera scienza fisica.

L'intero sistema della teoria fisica, quindi, va confrontato con l'insieme delle leggi sperimentali ed è necessario valutare se il secondo insieme è rappresentato dal primo in maniera soddisfacente.

Preso un qualunque insieme di fenomeni esistono sempre due teorie compatibili con questo insieme ma tra loro diverse.

Concludendo: non esistono esperimenti cruciali. Nessuna teoria che sostituisce un'altra ha la garanzia di non essere smentita a sua volta. Nessun esperimento è pura osservazione.

Per mostrare come il confronto tra la filosofia del Novecento e le scoperte delle discipline scientifiche sia costante e costitutivo della riflessione epistemologica, si prendono in esame alcuni dei significati filosofici delle geometrie non euclidee:

1) messa in crisi dell'idea dell'esistenza di assiomi veri di per sé (sfiducia verso l'intuizione), indubitabili e autoevidenti;

2) gli assiomi si trasformano da principi fondanti a punti di partenza convenzionali. Quindi:

2.1) si scinde il concetto di verità geometrica in:

a) verità matematica (conseguenza logica degli assiomi);

b) verità empirica (scaturisce dal rapporto della teoria con la realtà).

2.2) compaiono i seguenti problemi in relazione all'intero sistema geometrico: coerenza, completezza sintattica, completezza semantica, indipendenza. Da qui ha origine il programma di Hilbert.

Si avranno quindi: la geometria pura (scienza assiomatica che utilizza la logica formale per trattare entità astratte) e la geometria fisica (scienza sperimentale che utilizza strumenti matematici per analizzare lo spazio).

Quindi, da un punto di vista epistemologico più generale, un risultato “tecnico” di una disciplina scientifica quale la geometria ha influenzato la teoria filosofica della conoscenza in relazione all'uomo come soggetto conoscitivo.

Si assiste perciò alla trasformazione dell'uomo da soggetto conoscitivo capace di scoprire/individuare verità assolute ad un uomo capace di elaborare verità smentibili o convenzioni.

Si riprendono concetti presenti nelle riflessioni epistemologiche di Mach e Duhem e si decide di trattare la concezione convenzionalista di Jules-Henri Poincaré.

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 le seguenti premesse di 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.

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

Per Poincarè:

- 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)

Le proposizioni evidenziate nel brano trascritto indicano i punti di partenza della ricostruzione dal testo di quanto sostenuto da Poincaré sulla necessità di operare una distinzione tra le varie branche della ricerca (aritmetica, geometria e fisica) in relazione al rapporto che esse hanno con l'esperienza.

Dall'analisi del testo emerge che:

- a) l'aritmetica fornisce “giudizi sintetici a priori” e l'esperienza non svolge alcun ruolo;
- b) la geometria è composta da definizioni camuffate, cioè da convenzioni;
- c) la meccanica (e le teorie fisiche in generale) è composta da leggi sperimentali (che possono diventare principi assoluti cioè leggi naturali non falsificabili) e da ipotesi indifferenti.

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 la legge di Michell per i magneti e l'esistenza dell'etere come esempi di ipotesi falsificate.

Si riprende il tema di un possibile confronto tra la fisica moderna e la filosofia contemporanea cercando di mettere in luce il rapporto tra alcune tesi centrali dell'epistemologia di Popper e le scoperte di Einstein.

Viene preso in considerazione lo studio di Einstein pubblicato nel 1905 *Sull'elettrodinamica dei corpi in movimento*, dove viene enunciata la teoria della relatività ristretta, teoria risolutiva del contrasto tra quella di Maxwell e quella di Newton.

Viene proposta la lettura del passo contenente il nucleo centrale della teoria spiegata agli alunni in Fisica la settimana precedente.

<<I fenomeni dell'elettrodinamica come quelli della meccanica, non possiedono proprietà corrispondenti all'idea di una quiete assoluta. Essi suggeriscono piuttosto che le stesse leggi dell'elettrodinamica e dell'ottica siano valide per tutti quei sistemi di riferimento per cui valgono le equazioni della meccanica. Innalzeremo questa congettura [...] allo stato di postulato che è soltanto apparentemente inconciliabile con il primo, e cioè che la luce si propaga sempre nello spazio vuoto con una velocità definita che è indipendente dallo stato di moto del corpo emittente.>>

Spontaneamente emergono considerazioni, da parte degli alunni, sui termini “congettura” e “postulato” e vengono richiamate la definizione di “legge sperimentale” di Poincaré e quella di “fatto” di Mach.

Gli studenti citano i teoremi della teoria della relatività ristretta, studiati precedentemente in Fisica, facendo notare il contrasto fra tali teoremi e l' “esperienza comune”:

- 1) la durata di un fenomeno per un osservatore in movimento è maggiore di quella dello stesso per un osservatore in quiete;
- 2) due fenomeni simultanei rispetto ad un osservatore possono non esserlo rispetto ad un altro e viceversa;
- 3) la lunghezza di un regolo si riduce nella direzione del suo movimento;
- 4) la massa inerziale di un corpo aumenta con la sua velocità;
- 5) la massa equivale ad una quantità di energia data dalla formula $E=mc^2$.

Si osserva come il concetto di “verità fisica” si caratterizzi in modo diverso rispetto alla fisica classica.

Si propone la trattazione di alcuni aspetti della riflessione epistemologica di Popper che affermò d'essere stato fortemente influenzato nella sua concezione filosofica dagli studi di Einstein.

A tale proposito Popper sostiene che:

1) Einstein ha formulato previsioni rischiose programmaticamente organizzate non in vista di facili conferme (o verificazioni) ma in vista di possibili smentite (o falsificazioni);

2) le teorie scientifiche non sono verità assolute ma ipotesi e congetture destinate a rimanere tali.

Si riflette sulla citazione riportata nel libro di testo Abbagnano Fornero, *Percorsi di Filosofia*, vol 3 B, Ed.Paravia, p.53, trascritta di seguito:

<<Se la teoria di Newton che era stata controllata nel modo più rigoroso ed era stata confermata meglio di quanto uno scienziato si sarebbe mai potuto sognare, era poi stata smascherata come ipotesi malsicura e superabile, allora era cosa disperata l'aspettarsi che una qualsiasi altra teoria fisica potesse raggiungere qualcosa di più che non lo stato di un'ipotesi.>>

Da tale considerazione di Popper si esplicita il principio di falsificabilità nei due possibili sensi:

1) accezione logico-tecnica: falsificabilità come possibilità di controllo. Si basa sulle relazioni logiche tra la teoria e gli asserti di base;

2) accezione empirica: falsificabilità come possibilità che la teoria in questione possa essere falsificata definitivamente e accantonata.

Da qui si evince che:

a) ogni teoria scientifica valida è una proibizione nel senso che preclude l'accadimento di certe cose (tante più cose preclude tanto migliore risulta);

b) una teoria che non può venire confutata da alcun evento concepibile non è scientifica (l'inconfutabilità di una teoria non è un pregio ma un difetto);

- c) ogni controllo genuino di una teoria è un tentativo di falsificazione (la controllabilità coincide con la falsificabilità);
- d) una teoria risulta falsificabile se e solo se, esiste almeno un falsificatore potenziale (almeno una possibile asserzione di base) che entri logicamente in conflitto con essa;
- e) una teoria temporaneamente non-falsificata è detta corroborata;
- f) vi è un'asimmetria tra verificabilità e falsificabilità dovuta al fatto che più conferme non verificano una teoria, mentre basta un solo caso per smentirla.

Per chiarire il rapporto verificabilità/falsificabilità si enuncia la posizione di Schlick sul principio di verifica: una questione è di principio risolvibile se possiamo immaginare le esperienze che dovremmo avere per darle una risposta.

Si contestualizza l'enunciazione del principio di verifica enunciando le linee programmatiche del Circolo di Vienna:

- 1) formulazione di una scienza unificata (fisica, scienze naturali, psicologia);
- 2) adozione del metodo logico di analisi (Peano, Frege, Russell);
- 3) eliminazione della metafisica;
- 4) chiarificazione dei concetti e delle teorie della scienza empirica e dei fondamenti della matematica.

Si cercano di chiarire i motivi che inducono i neopositivisti a sostenere che le proposizioni metafisiche siano prive di senso:

- a) un enunciato è sensato quando esistono procedure empiriche atte a verificarne o falsificarne la validità;
- b) la metafisica, non offrendo un metodo per la verifica empirica dei propri enunciati, risulta senza senso.

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 da queste posizioni anti-metafisiche nascerà la 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.

Si riflette sul significato del termine “metafisica” richiamando la concezione di Aristotele e proponendo la lettura di due brani di Einstein *Fisica e realtà* e *Il mistero della comprensione del mondo* tratti da *Pensieri degli anni difficili*, Anno 1936.

Trascrizione del brano analizzato in classe di Einstein *Fisica e realtà* tratto da *Pensieri degli anni difficili*, Anno 1936.

<<Spesso si è detto, e certamente non senza una giustificazione che l'uomo di scienza è un filosofo mediocre. Non sarebbe allora meglio che i fisici lasciassero ai filosofi il filosofare? Questa invero potrebbe essere la cosa migliore in un'epoca in cui il fisico credesse di avere a propria disposizione un solido sistema di concetti e leggi basilari così ben fondate da essere inaccessibili al dubbio; ma non può essere la cosa migliore in un'epoca, in cui, come in quella attuale, gli stessi fondamenti della fisica sono diventati problematici. In un'epoca come la presente, in cui l'esperienza ci obbliga a cercare un nuovo più solido fondamento, il fisico non può semplicemente lasciare al filosofo la considerazione critica dei fondamenti teorici; è lui infatti che sa meglio e sente più nettamente dove la scarpa fa male. Nel cercare un nuovo fondamento, egli deve sforzarsi di chiarire a sé stesso fino a che punto i concetti che egli usa sono fondati e costituiscono qualcosa di insostituibile.

Tutta la scienza non è altro che un raffinamento del pensiero comune. È per questa ragione che il pensiero critico del fisico non può verosimilmente venir ristretto all'esame dei concetti del suo campo specifico. Egli non può procedere senza considerare criticamente un problema molto più difficile: quello di analizzare la natura del pensiero comune.>>

<<Io credo che il primo passo verso una descrizione sistematica di un “mondo reale esterno” sia la formazione dei concetti di oggetto corporeo e di oggetti corporei di varia conformazione. Dalla moltitudine delle nostre esperienze sensoriali noi preleviamo, mentalmente ed arbitrariamente, certi complessi di impressioni sensoriali che si presentano a più riprese [...], e attribuiamo loro un significato, il significato di oggetto corporeo. Considerato da un punto di vista logico, questo concetto non si identifica con la totalità delle impressioni sensoriali cui si riferisce, ma rappresenta una creazione arbitraria della mente umana (o animale). D'altra parte, questo concetto trae il proprio significato e la propria giustificazione esclusivamente dalla totalità delle impressioni sensoriali che noi gli associamo.

Il secondo passo consiste nel fatto che nella nostra concezione teorica (che è quella che determina le nostre previsioni) noi attribuiamo a questo concetto di oggetto materiale un significato in gran parte indipendente dalle impressioni sensoriali che hanno presieduto al suo sorgere. Questo è ciò che intendiamo quando attribuiamo all'oggetto corporeo “un'esistenza reale”. La giustificazione di una tale costruzione riposa esclusivamente nel fatto che, mediante tali concetti e le loro mutue relazioni mentali, noi siamo in grado di orientarci nel labirinto delle impressioni sensoriali. Queste nozioni e relazioni, per quanto siano libere convenzioni della nostra attività intellettuale, ci appaiono più solide e inalterabili della stessa esperienza sensoriale individuale, di cui non è mai completamente garantito che non sia il prodotto di un'illusione o di un'allucinazione. D'altra parte, questi concetti e relazioni, anzi la costruzione degli oggetti reali e in generale l'esistenza del “mondo reale”, posseggono una giustificazione solo in quanto sono collegati con le impressioni sensoriali tra le quali essi stabiliscono una connessione mentale.>>

Trascrizione del brano analizzato in classe di Einstein *Il mistero della comprensione del mondo* tratto da *Pensieri degli anni difficili*, Anno 1936.

<<Il fatto stesso, che la totalità delle nostre esperienze sensoriali sia tale che mediante il pensiero [...] essa può venir ordinata, ci lascia pieni di stupore, ed è un fatto che non riusciremo mai a spiegarci. Si potrebbe dire che "l'eterno mistero del mondo è la sua comprensibilità".

Una delle grandi scoperte di Immanuel Kant fu il riconoscimento che la costruzione di un mondo esterno reale sarebbe priva di senso senza la sua comprensibilità.

Nel parlare qui di "comprensibilità", l'espressione viene usata nel suo significato più ristretto. Essa, in generale, implica la produzione di un qualche tipo di ordine tra le impressioni sensoriali, tale ordine essendo prodotto dalla creazione di concetti generali, dalle relazioni fra questi concetti, e dalle relazioni tra i concetti e l'esperienza sensoriale, relazioni determinate in ogni maniera possibile. È in questo senso che il mondo delle nostre esperienze sensoriali è comprensibile. Il fatto che sia comprensibile è davvero un miracolo. Secondo me non si può dire nulla riguardo al modo in cui i concetti devono essere costruiti, e collegati, e al modo in cui noi dobbiamo collegarli con le esperienze.

Il successo dei risultati rappresenta il fattore determinante che ci guida nella creazione di un tale ordine fra le esperienze sensoriali. >>

<<Tutto ciò che è necessario è l'enunciazione di un gruppo di regole, poiché senza tali regole l'acquisizione della conoscenza nel senso desiderato sarebbe impossibile.

Si può paragonare tale situazione a quella di un giuoco: se pur le regole sono arbitrarie, solo il loro rigore e la loro inflessibile applicazione rende possibile il giuoco. La loro determinazione, tuttavia, non sarà mai definitiva. Essa risulterà valida solo per un particolare campo di applicazione (in altre parole, non esistono categorie definitive nel senso di Kant). [...]

Comprendiamo ora con particolare chiarezza come si trovino in errore quei teorici che credono che la teoria provenga induttivamente dall'esperienza. Neppure il grande Newton riuscì a liberarsi da questo errore (“Hypotheses non fingo” - “Non formulo ipotesi”). [...] Non esiste alcun metodo induttivo che possa condurre ai concetti fondamentali della fisica. Il mancato riconoscimento di questo fatto ha rappresentato l'errore filosofico sostanziale di moltissimi studiosi del diciannovesimo secolo. Questa fu probabilmente la ragione per cui la teoria molecolare e la teoria di Maxwell poterono affermarsi solo in data relativamente recente. Il pensiero logico è necessariamente deduttivo: esso si basa su concetti e assiomi aventi valore ipotetico. >>

<<La fisica costituisce un sistema logico di pensiero che si trova in uno stato di evoluzione, e le cui basi non si possono ottenere attraverso una distillazione delle esperienze vissute mediante un qualsiasi metodo induttivo, ma esclusivamente attraverso la libera invenzione.

La giustificazione (il contenuto di verità) del sistema sta nella dimostrazione di utilità dei teoremi derivati sulla base delle esperienze sensoriali, mentre le relazioni di queste ultime con i primi possono venir comprese soltanto intuitivamente.

L'evoluzione procede nella direzione di una crescente semplicità dei fondamenti logici. Per avvicinarci sempre più a questa meta, dobbiamo rassegnarci ad accettare il fatto che i fondamenti logici si allontanano in maniera sempre più accentuata dai fatti dell'esperienza, e che il cammino del nostro pensiero dalle basi fondamentali a questi teoremi derivati, riferentisi all'esperienza sensoriale, diventa continuamente più difficile e più lungo.>>

Dalle proposizioni sottolineate nella trascrizione dei brani analizzati in classe, si conduce gli studenti a riflettere sui concetti di “ordine”, “stupore”, “meraviglia”.

Si invitano gli studenti a riportare il pensiero a tale proposito di Aristotele, Parmenide, Cartesio e Kant.

Dalla discussione in classe riemergono le considerazioni fatte in precedenza a proposito del valore dell' “ipotesi” per Poincaré.

Si confronta quanto sostenuto da Poincaré con quanto affermato da Einstein notandone affinità e divergenze.

Si propone la lettura di un breve passo dove è presente una considerazione di Popper a proposito dello stesso Einstein e della funzione delle ipotesi.

Trascrizione del brano analizzato in classe di Popper tratto da *La teoria della scienza*, conferenza radiofonica, 7 marzo 1972.

<<L'interrogativo: dove è che sta la differenza decisiva tra l'ameba ed Einstein, può dunque ricevere la seguente risposta: l'ameba fugge davanti alla falsificazione: la sua aspettazione è una parte di sé, e i portatori prescientifici di aspettative o ipotesi vengono spesso annientati dalla contraddizione dell'ipotesi. Einstein invece ha oggettivato la sua ipotesi. L'ipotesi è qualcosa fuori di lui; e lo scienziato può annientare la sua ipotesi per mezzo della sua critica, senza distruggere se stesso. Nella scienza noi facciamo morire le nostre ipotesi al posto nostro.>>

Viene ripresa l'analisi del testo di Einstein *Fisica e realtà* esplicitando le seguenti considerazioni:

- 1) si mette in luce il tentativo einsteiniano di definizione del concetto di “oggetto corporeo” e si approfondisce la posizione di Mach richiamando quanto emerso precedentemente;
- 2) dalla considerazione einsteiniana della convenzionalità dell'attribuzione al concetto di oggetto materiale di un certo significato, si fa riferimento alla posizione di Duhem;
- 3) si approfondiscono le posizioni di Mach e di Duhem sul rapporto tra filosofia e scienza: la filosofia ha un suo ruolo soltanto come analisi del linguaggio;

4) dall'osservazione einsteiniana sul rapporto tra fisica e filosofia:

<<In un'epoca come la presente, in cui l'esperienza ci obbliga a cercare un nuovo più solido fondamento, il fisico non può semplicemente lasciare al filosofo la considerazione critica dei fondamenti teorici>>

si approfondisce la considerazione di Popper secondo cui:

<<Esistono problemi esclusivamente filosofici, cioè quelli in relazione alla comprensione del mondo in cui viviamo (e anche dell'uomo stesso) ma tali problemi non possono essere proprietà esclusiva dei filosofi>>;

5) si delinea la posizione di Popper sul ruolo propulsivo e stimolante della metafisica (questioni di senso e valore) all'interno dell'attività dei singoli scienziati e in generale della scienza soprattutto in relazione al contesto della scoperta e della giustificazione.

Si illustra la concezione di Popper a proposito della ricerca scientifica che inizia con problemi da risolvere.

Per risolvere tali problemi occorre l'immaginazione creatrice di ipotesi e congetture ma è necessario distinguere tra due contesti:

1) contesto della scoperta: le idee scientifiche non hanno fonti privilegiate (origini metafisiche, oniriche, mitiche...);

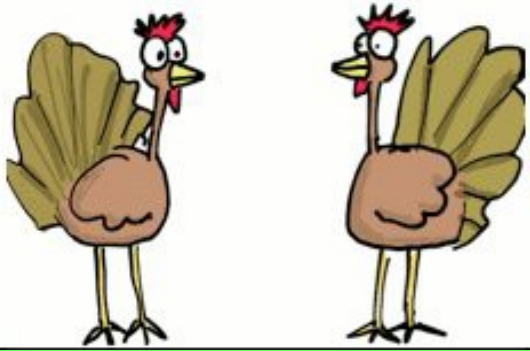
2) contesto della giustificazione: le teoria scientifiche necessitano del controllo di principio.

Si ritorna all'analisi del brano di Einstein, *La comprensibilità del mondo*, approfondendo la seguente considerazione:

<<Non esiste alcun metodo induttivo che possa condurre ai concetti fondamentali della fisica.>>

Si riprende quindi la trattazione di Popper in relazione alla sua critica all'induzione: l'induzione come procedimento di giustificazione di una teoria scientifica non esiste.

Ciò viene illustrato citando la vicenda del tacchino induttivista raccontata da Bertrand Russell (in A.F.Chalmers, *Che cos'è questa scienza?*, Mondadori, Milano 1979, p.24) e si propone un fumetto che la esplicita.



HEY READY TO GO GET FED BY THE FARMER?

I DUNNO, I HAVE A FUNNY FEELING THAT MAYBE WE SHOULD JUST STAY AWAY FROM THE FARMER TODAY.

WHAT ARE YOU TALKING ABOUT? THE FARMER IS OUR FRIEND, HE GIVES US DELICIOUS GRAIN EVERY DAY! WHAT ARE YOU SO WORRIED ABOUT?

IT JUST SEEMS LIKE THINGS MIGHT BE DIFFERENT TODAY FOR SOME REASON...

LOOK, IT'S SIMPLE INDUCTIVE REASONING. EVERY DAY FOR THE PAST SEVERAL MONTHS WE GO SEE THE FARMER, AND EVERY DAY HE FEEDS US. THEREFORE IT'S REASONABLE TO INFER THAT THE SAME THING WILL HAPPEN TODAY. AND IN FACT THE INDUCTIVE INFERENCE THAT HE WILL FEED US IS STRONGER TODAY THAN IT HAS BEEN ON ANY DAY BEFORE!

HMM, WELL WHEN YOU PUT IT THAT WAY... ALRIGHT, LET'S GO GET US SOME FOOD!

Trascrizione del passo presente in A.F.Chalmers, *Che cos'è questa scienza?*, Mondadori, Milano, 1979.

<<Fin dal primo giorno questo tacchino osservò che, nell'allevamento dove era stato portato, gli veniva dato il cibo alle 9 del mattino. E da buon induttivista non fu precipitoso nel trarre conclusioni dalle sue osservazioni e ne seguì altre in una vasta gamma di circostanze: di mercoledì e di giovedì, nei giorni caldi e nei giorni freddi, sia che piovesse sia che splendesse il sole. Così, arricchiva ogni giorno il suo elenco di una proposizione osservativa in condizioni le più disparate. Finché la sua coscienza induttivista fu soddisfatta ed elaborò un'inferenza induttiva come questa: "Mi danno il cibo alle 9 del mattino". Purtroppo, però, questa conclusione si rivelò incontestabilmente falsa alla Vigilia di Natale, quando, invece di venir nutrito, fu sgozzato.>>

A questo punto, dando uno sguardo d'insieme agli elementi, enunciati precedentemente, dell'epistemologia popperiana siamo in grado di mostrare che la scienza per Popper non possa essere raffigurata come un edificio stabile basato su una solida roccia ma come un edificio eretto su palafitte in una palude:

- 1) la base empirica delle scienze oggettive non ha il carattere dell'assolutezza;
- 2) le palafitte vengono conficcate non in un terreno solido, in una base naturale data ma nella palude;
- 3) i tentativi di conficcare le palafitte sempre più a fondo testimoniano la ricerca che non ha fine.

Si approfondisce il carattere di congettura per le teorie fisiche riferendosi a quanto precedentemente sostenuto a proposito della posizione convenzionalista di Poincaré.

Per mostrare come la riflessione epistemologica del Novecento si caratterizzi in concezioni molto diverse tra loro, si decide di trattare alcuni temi di Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Paul Feyerabend.

Kuhn sostiene che:

- 1) le teorie scientifiche sono strutture definite da paradigmi;
- 2) gli elementi teorici sono generalizzazioni simboliche;
- 3) la base empirica è costituita da applicazioni (esemplari concreti);
- 4) il rapporto tra gli elementi teorici e la base empirica è determinato dal fatto che le generalizzazioni sono operanti in tutte le applicazioni;
- 5) lo sviluppo della scienza è caratterizzato da rotture rivoluzionarie.

Kuhn, inoltre, elabora il concetto di incommensurabilità tra paradigmi: i criteri metodologici e teoretici di un paradigma non possono in alcun modo essere condivisi dal paradigma rivoluzionario.

Successivamente Kuhn elabora una versione attenuata dell'incommensurabilità tra paradigmi sostenendo che l'obiettivo dei ricercatori deve essere quello di diventare buoni traduttori e di cercare cioè d'elaborare contesti simbolici dove sia possibile costruire uno sfondo accettato e condiviso dalla comunità scientifica.

Si introduce il pensiero di Lakatos esplicitando che:

1) lo sviluppo della scienza viene inteso come confronto tra programmi di ricerca diversi;

2) ogni programma consta di nucleo, cintura protettiva, euristica negativa e positiva;

2.1) il nucleo centrale non è falsificabile;

2.2) la cintura protettiva è costituita da ipotesi ausiliarie che salvaguardano il nucleo da possibili falsificazioni;

2.2) l'euristica negativa consiste nelle regole metodologiche che indicano vie di ricerca da evitare;

2.3) l'euristica positiva consiste nelle regole metodologiche che indicano vie di ricerca da seguire.

Si osserva che un programma di ricerca così definito, per Lakatos, combina stabilità e mutamento: le ipotesi ausiliarie consentono al nucleo di permanere anche in presenza di anomalie.

Un programma di ricerca, inoltre, viene valutato nei termini di slittamento-di-problema progressivo o regressivo. Quindi possiamo avere:

1) uno slittamento-di-problema-regressivo quando la crescita teorica rimane indietro rispetto alla crescita empirica e quindi esso produce soltanto spiegazioni posteriori di scoperte casuali o di fatti anticipati da un programma rivale;

2) uno slittamento-di-problema-progressivo quando la crescita teorica anticipa la crescita empirica continuando a predire fatti nuovi con qualche successo.

Per Lakatos, di conseguenza, vengono superate sia la posizione convenzionalista sia quella falsificazionista.

Si propongono alcuni aspetti dell'epistemologia di Feyerabend:

- 1) il significato delle proposizioni osservative è determinato dalle teorie a cui esse sono connesse;
- 2) le teorie hanno un significato indipendente dalle osservazioni;
- 3) le proposizioni osservative non hanno significato a meno che non facciano riferimento esplicito a teorie.

In tale ambito si sostiene pertanto che i termini extralogici di una teoria empirica sono determinati dall'intero contesto teorico e cambiano al cambiare di tale contesto.

Nello specifico, i termini di forza e massa nella meccanica classica significano qualcosa di diverso che gli stessi termini nella relatività speciale di Einstein.

A tale proposito si sostiene l'anarchismo metodologico: non esiste il metodo scientifico "tutto va bene". Vengono semplicemente preferite le teorie scientifiche efficaci e di successo.

Al termine della trattazione di alcuni aspetti delle epistemologie post-popperiane emerge nella classe la consapevolezza che la diversità degli approcci epistemologici studiati non implichi l'impossibilità di trovare un accordo tra le teorie proposte.

Tale consapevolezza è rafforzata dalle considerazioni che alcuni alunni illustrano in relazione a ciò che è stato percepito come centrale all'interno del Percorso fatto: l'inesauribile istinto dell'essere umano di conoscere la realtà attraverso la razionalità e le sue molteplici espressioni.

Verifiche degli apprendimenti

Tipologie impiegate:

- a) verifiche orali *in itinere* e al termine del Pentamestre;
- b) verifiche scritte con domande a risposta aperta (max 10 righe)
Tipologia B Terza prova Esame di Stato.

Esempi di domande scritte:

- 1) Illustra sinteticamente la critica di Popper al principio di verifica. (25.04.15 Simulazione Terza Prova)
- 2) Spiega brevemente le caratteristiche della scienza secondo Schlick. (25.04.15 Simulazione Terza Prova)
- 3) Quale ruolo assegna Popper alla filosofia nell'ambito della scienza? (7.05.15 Verifica scritta)
- 4) Quale immagine usa Schlick per spiegare le caratteristiche della scienza? Descrivila. (7.05.15 Verifica scritta)

Esempio di verifica degli apprendimenti

Illustra sinteticamente la critica di Popper al principio di verifica.

Popper ^{di schiack} il principio di verificazione ~~è~~ sostituisce
il principio di falsificazione - Egli sostiene
che non basti un controesempio (o un singolo
esperimento) a rendere non vera e quindi
non applicabile una teoria. Anzi solo ~~il~~ ^{essendo}
falsificabile ~~è~~ una teoria può essere
considerata vera perché ~~è~~ ^è determinata
e definita e l'ambito dopo la applicazione,
garantendoci la sua validità o funzio-
nità entro questi limiti.

Esempio di verifica degli apprendimenti

Quale ruolo assegna Popper alla filosofia nell'ambito della scienza?

Popper, nella sua riflessione, ritiene che nella scienza non bastino più le specializzazioni dei singoli scienziati di laboratorio ma che essi necessitino di un orizzonte più ampio. Esso è rappresentato dalla metafisica, con cui Popper intende la filosofia in generale. La metafisica non è una scienza, in quanto non sottosta al principio di falsificazione. Essa è la forza propulsiva della scienza, da quale, da essa, attinge dei concetti su cui fondare le proprie teorie, come è l'idea di ordine nel mondo. Questa situazione in campo filosofico è l'equivalente di quella effettuata da Einstein in campo scientifico.

Esempio di verifica degli apprendimenti

Quale immagine usa Schlick per spiegare le caratteristiche della scienza? Descrivila.

Schlick presenta la scienza come una rete, formata dai nodi, che sono i concetti, e dai fili, che sono i giudizi. Quest'ultimi possono essere empirici o conoscitivi, oppure delle definizioni di concetti che possono essere a loro volta di quattro tipi. Ordinati, quando riguardano e specificano le caratteristiche di un fenomeno o di un oggetto, implicati, quando riguardano assiomi matematici; convenzionali, quando si applicano i giudizi implicati alle realtà; assertivi, dettati da una esperienza. Questa rete, e quindi la scienza, è in continuo movimento, poiché è in equilibrio sulle realtà.

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 in senso cronologico;
- 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 di determinate elaborazioni teorico-scientifiche o di risultati sperimentali;

Risultati ottenuti

- 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.

Inizialmente la metodologia usata ha disorientato gli alunni abituati ad una trattazione storicistica dei temi e degli argomenti di Filosofia, ma successivamente hanno mostrato un certo interesse per il nuovo modo di procedere.

Valutazione dell'efficacia del percorso didattico

In relazione alle conoscenze veicolate attraverso il Percorso e agli argomenti trattati è stata rilevata da parte del gruppo LSS la necessità di un approfondimento maggiore sulle problematiche della teoria della relatività con la disamina di altre concezioni filosofiche alternative a Popper e i post-popperiani.

Si è pensato, inoltre, di strutturare un eventuale nuovo Percorso che affronti anche alcune delle problematiche relative alla meccanica quantistica.