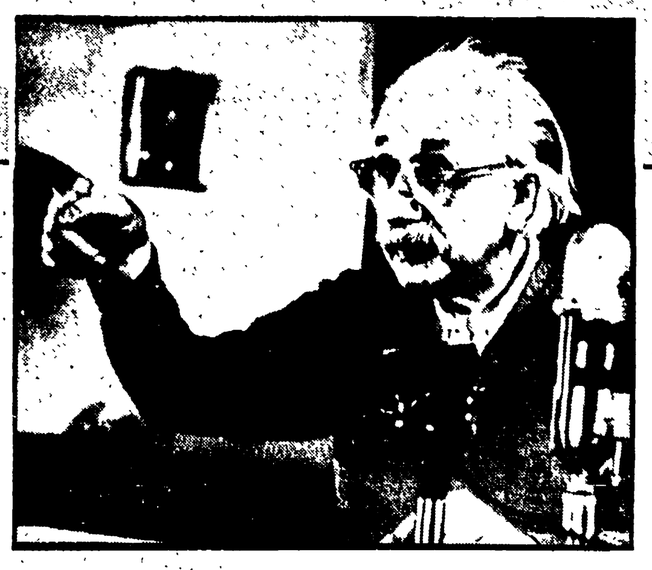
Il 18 aprile 1955 moriva a Princeton il fisico più geniale della nostra epoca

Albert Einstein, dieci anni dopo



Una delle ultime foto di Albert Einstein

Nato il 14 marzo 1879 a Ulm, Albert Einstein trascorse l'infanzia e l'adolescenza a Monaco di Baviera dove la sua famiglia si era trasferita. Nel 1894 un rovescio di fortuna costrinse la sua famiglia a trasferirsi in Italia ed Einstein sospese gli studi per seguirla. Ripresi gli studi, frequentò il Politecnico di Zurigo laureandosi nel 1901; nello stesso anno assunse la cittadinanza svizzera e si impiegò all'Ufficio Brevetti di Berna.

L'anno 1905 vide la pubblicazione dei fondamentali lavori sulla teoria della relatività e sull'effetto fotoelettrico che gli fruttarono la nomina a libero docente all'Università di Berna. La fama di Einstein cresce rapidamente: nel 1909 è professore all'Università di Zurigo, l'anno dopo è professore di fisica teorica all'Università tedesca di Praga, nel 1912 è professore di fisica teorica al Politecnico di Zurigo. Nel 1913 Einstein si trasferisce a Berlino come membro ell'Accademia di Prussia.

A Berlino resterà circa vent'anni, fino a che il nazismo non lo costringerà a cercare rifugio prima nel Belgio e poi negli Stati Uniti; durante il periodo berlinese, Einstein porta a termine il lavoro sulla teoria della relatività generale (1916). Nel 1921 riceve il premio Nobel, ufficialmente assegnatogli per la sua teoria sull'effetto fotoelettrico.

Dimessosi dall'Accademia di Prussia (1933) Einstein diventa professore all'Istituto di Studi Superiori di Princeton. In questo periodo si intensifica l'impegno sociale di Einstein in particolare contro la barbarie nazista (in questo quadro si inserisce la famosa lettera al presidente Roosevelt per indurlo a prendere in considerazione i progetti di produzione della bomba atomica) e, nel dopoguerra, per l'uso pacifico dell'energia nucleare. Lasciò l'insegnamento nel 1945 senza interrompere i suoi studi sulla «teoria unitaria»; morì a Princeton il 18 aprile 1955.

Intervista con Marcello Cini, ordinario di fisica teorica all'Università di Roma

L'opera scientifica e l'azione per la pace

Ancora aperti molti dei problemi ai quali il grande scienziato-filosofo dedicò la sua indagine per mezzo secolo L'impegno civile contro il fascismo e l'uso delle «atomiche»

Albert Einstein mentre concede un'intervista. Negli ultimi anni della sua vita, lo scienziato si battè a fondo per auspicare un accordo tra le nazioni che mettesse al bando l'arma atomica

● A dieci anni di distanza dalla morte di Einstein, come può essere giudicato il suo contributo allo sviluppo della fisica moderna?

Una valutazione del ruolo fondamentale che Einstein ha avuto nello sviluppo della fisica, a dieci anni di distanza dalla sua morte, non differisce sostanzialmente da quella unanimemente condivisa da tutti i fisici ormai da alcuni decenni. E' noto che alcune delle idee base su cui poggia l'intero edificio della fisica moderna (i principi della relatività e il concetto di fotone) sono state esposte da Einstein in lavori che risalgono al 1905.

Lo sviluppo di queste idee, alle quali Einstein stesso diede contributi importanti negli anni successivi, ha veramente trasformato la nostra civiltà, non solo per quel che riguarda l'interpretazione della realtà del mondo fisico, ma anche per le applicazioni pratiche cui ha dato luogo, in modo più o meno diretto. L'esempio più drammatico di questa incidenza è quello della bomba atomica.

● Einstein è specialmente e generalmente noto per la teoria della relatività; tu hai accennato come a cosa fondamentale all'introduzione del concetto di fotone, essenziale per lo sviluppo delle teorie quantistiche. Quale è stato l'ulteriore apporto di Einstein in questo campo?

Dopo essere stato uno dei fondatori della teoria dei quanti (la sua teoria dei calori specifici è un altro importante contributo in questo campo), Einstein non condivise l'interpretazione indeterministica delle leggi della fisica, resa necessaria da esigenze di coerenza interna della teoria che si sviluppò in diverse formulazioni (meccanica ondulatoria e quantistica) per opera essenzialmente di Bohr, de Broglie, Schrödinger e Heisenberg, dalle premesse gettate da Planck e Einstein stesso.

Einstein infatti, pur accettando la nuova teoria come descrizione provvisoria dei fenomeni su scala atomica, non la riteneva concettualmente soddisfacente, essendo convinto che essa fosse una descrizione approssimata di tipo statistico di una realtà, su scala subatomica, governata da leggi essenzialmente deterministiche.

Pertanto, a partire dal 1925 il contributo di Einstein fu essenzialmente una acuta critica dei vari aspetti della descrizione dei fenomeni atomici, critica che lo stesso Bohr, massimo esponente della scuola cui si deve la definitiva elaborazione della meccanica quantistica giudicò «un incentivo del massimo valore», sia pure allo scopo di chiarire l'importanza degli strumenti di misura».

Per esempio l'interpretazione ... della meccanica quantistica oggi comunemente accettata tentativi di una formulazione deterministica secondo le idee di Einstein sono stati compiuti anche recentemente fra gli altri da de Broglie pur senza pervenire a risultati positivi.

● Quali sviluppi ha avuto di recente la teoria della relatività generale e il tentativo di Einstein di formulare una teoria unitaria che abbracciasse tutti i fenomeni fisici finora noti?

Anche se gli ultimi venti anni di vita di Einstein sono stati dedicati a questo tentativo, non si può dire che esso abbia avuto successo.

Occorre premettere anzitutto che la teoria unitaria che Einstein cercava di costruire doveva abbracciare l'insieme dei fenomeni elettromagnetici e gravitazionali, escludendo tutti i fenomeni atomici e nucleari. Pur restando nel campo dei fenomeni che rientrano nell'ambito della fisica classica, l'ipotesi einsteiniana che elettromagnetismo e gravitazione abbiano un'origine comune manca di qualsiasi prova diretta o indiretta e rappresenta solo un'idea sulla cui fondatezza è impossibile oggi pronunciarsi.

La stessa teoria della *relatività generale*, forse la più geniale elaborazione teorica di Einstein, teoria che ha avuto alcune significative conferme sperimentali, è ancor oggi oggetto di discussioni e controversie soprattutto dal punto di vista della interpretazione fisica della sua formulazione matematica. Per fare un esempio, l'esistenza di onde gravitazionali è tuttora in discussione, così come molte delle implicazioni cosmologiche della teoria.

● Oltre che per la sua opera scientifica, Einstein è noto per la viva consapevolezza della funzione e della responsabilità dello scienziato che egli ha sempre dimostrato. Questo suo atteggiamento ha un seguito, e in quale misura, fra gli scienziati di oggi?

E' noto che negli ultimi anni della sua vita Einstein, che aveva avuto una parte di primo piano nello spingere il presidente Roosevelt a prendere la decisione di produrre le prime bombe atomiche quando pareva che i nazisti potessero giungere per primi al possesso di queste armi, impegnò decisamente il suo grande prestigio nel nobile tentativo di spingere ad un accordo fra i governi delle nazioni in possesso di armi nucleari, che portasse ad una loro messa al bando.

Anche se tale tentativo, a dieci anni di distanza dalla morte di Einstein, è ben lontano dal successo, è giusto riconoscere al movimento di opinione al quale egli diede l'apporto della sua autorità un peso determinante nella conclusione dell'accordo di Mosca sulla interdizione degli esperimenti di armi nucleari.

Proprio in questi giorni, gli scienziati del movimento di Pugwash, ispirato da Einstein e da Russell, si riuniscono a Venezia per il settimo convegno annuale, per discutere, fra l'altro, dei metodi possibili di controllo di eventuali accordi di disarmo nucleare e generale. L'azione che questo gruppo svolge è di notevole importanza non solo per la particolare competenza dei suoi componenti, ma anche per l'influenza che essi esercitano sui governi e sull'opinione pubblica dei rispettivi paesi. Essa deve richiamare gli scienziati, dalla cui opera direttamente o indirettamente deriva lo sviluppo dei mezzi di distruzione di massa che minacciano oggi l'umanità, alla consapevolezza della loro responsabilità e alla necessità di un loro impegno contro l'uso di queste armi.

Sarebbe tuttavia ingenuo e illusorio pensare che il problema del disarmo si riduca a un problema meramente tecnico, dimenticando che si tratta di un problema essenzialmente politico, la soluzione del quale è legata in modo determinante al successo della lotta che i popoli di tutto il mondo conducono per spezzare il ricatto che l'equilibrio del terrore fa pesare su ogni moto di emancipazione e di progresso.

Einstein in italiano

Numerose sono le pubblicazioni in lingua italiana sulla vita e sull'opera di Albert Einstein.

Una delle opere di maggior respiro è quella di Leopold Infeld, per moltissimi anni collaboratore e amico personale di Einstein (Infeld: Albert Einstein. L'uomo e lo scienziato La teoria della relatività e la sua influenza sul mondo contemporaneo (Piccola Biblioteca Einaudi, 1962, pp. 150, lire 500).

Una agile biografia romanzata è quella di Elma Ehrlich Levinger (Albert Einstein, Biblioteca Moderna Mondadori, L. 250).

Utilissima, per una maggiore comprensione della vastità di interessi di Einstein, la raccolta antologica, a cura di P. A. Schilpp, intitolata Albert Einstein, scienziato e filosofo, edita da Einaudi nel 1958. Si tratta di una raccolta di saggi scritti da illustri scienziati in occasione del settantesimo compleanno di Einstein; il grosso volume (670 pagine) comprende anche l'unica autobiografia dello scienziato e una completa bibliografia dei suoi scritti.

Per quanto riguarda il valore scientifico delle scoperte einsteniane, raccomandiamo l'opera di Wolfgang Pauli intitolata La teoria della relatività edita da Borinhieri nel 1959. Consigliabile anche la lettura, per chi ha una certa preparazione specialistica, della raccolta di saggi di autori vari intitolata Cinquanta anni di relatività, edita da Giuntini e Sansoni nel 1956.

Fra i volumi dedicati alla divulgazione delle teorie scientifiche un posto di primo piano occupa L'evoluzione della fisica Sviluppo delle idee dai concetti primitivi alla relatività e ai Quanti (ed. Einaudi, 1948).

Per quanto riguarda i testi fondamentali sulla teoria della relatività e sui suoi significati nella fisica moderna, sempre in lingua italiana, consigliamo a chi abbia una solida preparazione matematica Il significato della relatività, di Albert Einstein, ed. Einaudi, 1950.

g. c.

L'EFFETTO FOTOELETTRICO

La scoperta per la quale ebbe il Nobel

Timore di polemiche e limitazioni del regolamento impedirono che il premio Nobel fosse assegnato ad Einstein per la teoria della relatività

Il nome di Einstein è legato nella mente della maggior parte delle persone, oltre che alla sua figura di saggio buono e un po' bizzarro, alla parola «relatività».

Anche chi non si occupa di scienza sa che Einstein è il padre di quella cosa difficile e un tantino misteriosa che è la teoria della relatività, ma non molti sanno che al di fuori della elaborazione della teoria della relatività l'opera scientifica di Einstein è di tale importanza da assicurargli un posto eminente nella storia della fisica: fondamentali sono i suoi classici lavori sulla teoria dell'effetto fotoelettrico, sulla teoria dei moti browniani, sui calori specifici.

Un'idea della portata di questi lavori è data dal fatto che quando la fama di Einstein divenne vastissima e parve una stranezza che un tale scienziato non avesse ancora ricevuto il Premio Nobel, l'Accademia Svedese che non poteva assegnare il suo riconoscimento ad Einstein per la teoria della relatività, a causa della limitazione del regolamento del Premio (che non prevedeva che qualcuno creasse dalle fondamenta una nuova fisica) e probabilmente timorosa di arrallare una teoria che accendeva violente polemiche nel mondo scientifico e fuori di esso, non trovò alcuna difficoltà a motivare ufficialmente l'assegnazione del Premio Nobel per la corretta teoria dell'effetto fotoelettrico.

Ben Shahn, ritratto di Einstein

L'effetto fotoelettrico consiste nel fatto che una superficie metallica investita da una radiazione luminosa di opportuna lunghezza d'onda o, reciprocamente, di opportuna frequenza emette elettroni (intendendosi per lunghezza d'onda la distanza fra due creste d'onda successive e per frequenza il numero di vibrazioni al secondo). Questo effetto era stato osservato fin dalla fine dell'Ottocento ma la fisica classica non era stata in grado di formulare una corretta interpretazione teorica nell'ambito della teoria ondulatoria della luce. Date le caratteristiche del fenomeno pareva logico concludere che la radiazione cedesse energia agli elettroni, imprimendo loro una certa velocità: se l'energia acquistata dagli elettroni è superiore all'energia che li tiene legati agli atomi, si ha espulsione di elettroni.

Secondo la concezione delle onde luminose della fisica classica, era logico attendersi che una radiazione luminosa di qualsiasi colore, purché di sufficiente intensità — e cioè capace di cedere la necessaria quantità di energia agli elettroni — potesse provocare l'effetto fotoelettrico. Inoltre, era logico aspettarsi che quanto più grande era l'intensità della radiazione impiegata, tanto maggiore doveva essere la velocità degli elettroni espulsi. Ma queste conclusioni che sembravano logiche e ragionevoli, cozzarano contro i dati sperimentali. Una luce rossa (che è quella che ha maggiore lunghezza d'onda e pertanto minore frequenza) per quanto intensa non provoca in genere emissione di elettroni, mentre una luce violetta (che ha la più piccola lunghezza d'onda e pertanto la maggior frequenza), o meglio ultravioletto, anche debole provoca l'effetto fotoelettrico. Ma vi era di più: irradiando un dato metallo con luce di una data frequenza, tutti gli elettroni emessi avevano la stessa energia; se si aumentava l'intensità della radiazione incidente, cresceva proporzionalmente il numero degli elettroni emessi, ma la loro energia restava invariata. I risultati sperimentali erano dunque in netto contrasto con le previsioni teoriche.

A questo punto si inserisce l'opera teorica di Einstein. Con la spregiudicatezza e l'originalità che caratterizzano il suo genio, egli propose una radicale trasformazione di tutte le idee allora correnti sulla natura della luce. Elaborando in modo originale una idea avanzata da Planck nel 1900, secondo la quale l'energia è formata da «granuli» o quanti, Einstein riviluzionò le idee che si avevano sulla natura della luce. Molto sommariamente, l'idea di Einstein fu di ritenere che la luce anzichè essere formata da onde continue è formata da «granuli» (o quanti) di energia, detti fotoni. L'energia di ogni fotone è data da

$$E = h\nu$$

dove h è la costante di Planck e ν è la frequenza della radiazione. Da questa formula risulta chiaro che ad ogni frequenza delle radiazioni corrispondono quanti (o fotoni) di una ben definita energia e che tale energia è tanto maggiore, quanto maggiore è la frequenza della radiazione. Risulta perciò evidente che i fotoni di luce rossa (bassa frequenza) hanno energia minore di quelli della luce violetta (elevata frequenza). Partendo da questa immagine della luce (e più in generale di tutte le radiazioni elettromagnetiche), l'interpretazione dell'effetto fotoelettrico diviene semplice ed elegante.

E' in primo luogo evidente che se l'energia dei fotoni della radiazione incidente non raggiunge un certo valore (valore soglia) caratteristico per il metallo irradiato e per le condizioni nelle quali si compie l'esperienza, non si avrà emissione di elettroni. Aumentare l'intensità della radiazione, cioè il numero dei fotoni, non serve a nulla; sarebbe come pretendere di scalfire una lastra di acciaio con una gragnuola di palline di bambagia. Per converso basta anche un solo fotone di sufficiente energia per provocare la emissione di un elettrone. Inoltre, impiegando radiazioni di una data frequenza, cioè fotoni di una data energia, gli elettroni emessi avranno la medesima energia; aumentando l'intensità della radiazione incidente, aumentando cioè il numero dei fotoni, non aumenterà l'energia degli elettroni emessi, ma il loro numero. Per aumentare l'energia degli elettroni emessi, occorre aumentare l'energia dei fotoni incidenti, cioè aumentare la frequenza della radiazione impiegata (per esempio, luce ultravioletta anziché luce violetta).

La teoria einsteiniana dell'effetto fotoelettrico permise una coerente interpretazione del fenomeno e diede un solido fondamento fisico all'idea della discontinuità dell'energia già prospettata da Planck, ma al tempo stesso aprì nuovi problemi derivanti dal fatto che la luce in alcuni fenomeni (diffusione, interferenza) si comportava come se fosse formata da onde, mentre in altri (effetto fotoelettrico) si comportava come se fosse costituita da corpuscoli. Questo dualismo onda corpuscolo fu risolto nell'ambito della meccanica ondulatoria, e della meccanica quantistica che di essa costituisce una formulazione equivalente, ammettendo che l'aspetto ondulatorio dei fenomeni fosse il manifestarsi del comportamento statistico di un gran numero di corpuscoli. Per quel che riguarda il singolo corpuscolo, l'intensità dell'onda indica la probabilità che esso si trovi in un determinato punto dello spazio. Si tratta di una interpretazione che per le sue implicazioni lasciara Einstein insoddisfatto, pur essendo l'unica che consenta una soddisfacente descrizione dei fenomeni su scala atomica.

Dino Platone

Il quadro «Quattro personaggi», dipinto da Renato Guttuso nel 1960, raffigura Albert Einstein (il primo a sinistra in alto), Sigmund Freud (in alto a destra), Lenin (al centro) e Pablo Picasso

MUTÒ IL VOLTO DEL PENSIERO SCIENTIFICO

Non sono certo numerose le innovazioni scientifiche che possono vantare una «popolarità» così vasta come quella goduta dalle teorie relativistiche di Einstein. Fin dal loro sorgere esse ebbero enormi ripercussioni anche in ambiti assai diversi da quelli dei fisici di mestiere. Per un certo periodo di tempo, anzi, si può dire che le interpretazioni e le estrapolazioni «filosofiche» nel senso più vago (e spesso anche squalificato) del termine pullularono.

Molte di queste erano dovute a uomini che della teoria della relatività avevano colto soprattutto la suggestiva denominazione e da questa avevano dedotto le più impensate conclusioni «relativistiche» nei più diversi settori della conoscenza e dell'attività umane. (Analogo destino toccherà qualche anno più tardi al principio di indeterminazione di Heisenberg).

Le banalità e i fraintendimenti non devono però far dimenticare la serietà e l'impegno di altri sforzi interpretativi attraverso i quali le teorie fisiche di Einstein concorsero, tra l'altro, in modo determinante a provocare quella trasformazione del pensiero scientifico contemporaneo che ognuno può constatare, sol che si dia la pena, in un qualsivoglia ambito, di istituire dei confronti.

Va detto che non di rado queste interpretazioni giunsero a risultati tra loro contrastanti.

Una delle caratteristiche essenziali della relatività ristretta, ad esempio è costituita da un ripensamento dei concetti cinematici fondamentali (spazio e tempo) in termini delle operazioni necessarie alle loro determinazioni. La nuova cinematica può in certo senso venir interpretata non tanto quale opportuna convenzione astratta capace di superare le difficoltà emerse in particolare dallo sviluppo dell'elettrodinamica, ma piuttosto quale formulazione delle condizioni soddisfacibili dalle misurazioni dei concetti cinematici. L'accentuazione di di questo aspetto costituì la base per quel ripensamento operativistico della fisica al quale è indissolubilmente legato il nome di P. W. Bridgmann e che portò, tra l'altro, a considerare per certi versi il successivo passo einsteiniano e cioè il passaggio alla relatività generale quale un regresso almeno parziale.

La grandiosa sintesi teorica della relatività generale fu invece il punto di arrivo ideale per altre interpretazioni; per esempio per quella di H. Reichenbach, che potrebbe chiamarsi empirio-convenzionalista, la quale sottolineò la dimensione convenzionalistica del punto di vista einsteiniano in opposizione però da un lato all'eccessiva arbitrarietà del convenzionalismo che si ispirava a Poincaré (per il quale al limite la geometria da imporre all'esperienza era assolutamente arbitraria e dall'altra a quel tanto di soggettivistico e «privato» che caratterizza al limite la posizione operativistica.

Sarebbe errato ritenere che la diversità delle interpretazioni qui sfiorate e delle altre che dobbiamo passare sotto silenzio sia soltanto dovuta all'arbitraria accentuazione di aspetti che nell'opera di Einstein sono indubbiamente compresenti ma armonicamente fusi nelle superiori sintesi teoriche. La realtà è che nel pensiero einsteiniano questi diversi contrastanti aspetti non vengono sempre efficacemente mediati e che certe ambiguità di fondo non sono state veramente eliminate.

Dicendo questo non si sminuisce in alcun modo la grandezza e la profondità delle teorie einsteniane ma se ne illumina un aspetto che è caratteristico del pensiero scientifico così come proprio Einstein ci ha insegnato con la sua opera a concepirlo: provvisorio, condizionato e capace di ritrovare anche nel suo stesso seno teoretico le ragioni di ulteriore progresso.

Quest'ultimo aspetto va sottolineato. La dialettica del progresso scientifico è più articolata e complessa di quanto non lascino supporre certe semplificazioni — comode e utili per tanti versi — in termini del «ciclo» teoria-esperimento. Anche trascurando le determinazioni storiche più generali il cui intervento è spesso estremamente mediato resta come fattore assai visibile in ogni trasformazione di una certa consistenza l'intervento del momento più propriamente logico e filosofico.

Caduti — e in ciò l'opera di Einstein ha avuto una parte che è difficile sopravvalutare — i miti ottocenteschi della «oggettività pura» del sapere scientifico, il momento critico e metodologico nel senso più largo dei termini riacquista un'importanza vitale e con esso, automaticamente, il problema dei presupposti e delle implicazioni generali della teoria.

Che questa fosse sostanzialmente anche la convinzione di Einstein può constatarsi rileggendo i numerosi scritti che egli dedicò da un lato alla diffusione delle sue e altrui scoperte al di fuori della ristretta cerchia degli specialisti e dall'altro al tentativo di enucleare egli stesso dalla sua teoria quella che Reichenbach chiamava la filosofia implicita della fisica einsteiniana. Che questi ultimi tentativi non possano sempre considerarsi come i più felici non ha evidentemente, da questo punto di vista, particolare importanza. Quello che invece ne ha è proprio l'alta testimonianza che ce ne viene intorno al modo in cui debba essere inteso il significato oggettivo e soggettivo dell'uomo di scienza veramente moderno il quale — anche a prescindere dalla dimensione etica della questione, la quale però ebbe, come è noto, un enorme peso nella luminosa figura di Einstein — non può, nell'interesse stesso del pensiero scientifico, isolare se stesso nelle proprie tecniche teoriche e sperimentali.

Ettore Casari