

ragnar granit

scoperta e comprensione*

traduzione italiana dell'articolo precedente a cura di Ugo Rovigatti

Spinto dalla necessità di trovare un argomento di interesse generale, mi sono ricordato dello stato d'animo con cui trascorsi l'inizio della primavera 1941 dopo un incidente di bicicletta in cui mi ero rotto un ginocchio. La lettura non poteva assorbire tutto il mio tempo; si aggiungeva inoltre alla costrizione che provavo il fatto di essere confinato in forzata solitudine, mentre, per tutto quel periodo, lo stimolo creativo esigeva una qualche forma di espressione. In questa triste situazione, mi tornò alla mente una mia vecchia conferenza, tenuta davanti ad un corpo accademico di studenti, dal titolo: « Giovane di talento cerca un maestro », e ciò mi spinse allora a scrivere una raccolta di saggi, *Ung mans väg till Minerva* ⁽¹⁾ (Il cammino dei giovani verso Minerva) che fu pubblicata quell'autunno. Il mio libro precedette di qualche anno quello di Cannon *The Way of an Investigator* (Il cammino di un ricercatore) ⁽²⁾. Quando apparve quest'opera, la lessi avidamente, trovandovi molte coincidenze con miei punti di vista ed entusiasmi. Da allora,

molte altre opere sono state scritte sul medesimo argomento — libri più sistematici, meglio documentati e che abbracciano l'intero campo (per es. da Beveridge ⁽³⁾). Così, fu con un senso di paura che cercai il mio antico scritto. Rileggendolo e riflettendovi su, vi ritrovai in effetti il libro di un uomo più giovane di me rivolto a ragazzi ardenti di entusiasmo per una vita dedicata alla scienza. Il professore, di qualche anno maggiore dei suoi ascoltatori, parla loro della corte di Minerva: narra l'incostanza apparente e la reale austerità di lei, il suo giudizio sull'ambizione ed il successo, e molto ancora, senza tralasciare di ricordare il suo radioso sorriso nelle rare occasioni in cui essa lo concede. Vi era in questi Saggi un senso di intimità alimentato dalla convalescenza. Mi era stato chiesto da un editore di tradurre il libro in inglese, ma non mi fidai di rendere in un'altra lingua un testo così legato allo stile personale dell'autore. Ora, a distanza di trent'anni, torno su questi argomenti con uno stato d'animo più distaccato. Molti considerano il distacco

* Pubblicato annual Review of Physics, 34, 1972.

(1) R. Granit, *Ung mans väg till Minerva*, Stockholm, Norstadt, 1941.

(2) W.B. Cannon, *The Way of an Investigator*, New York, Norton, 1945.

(3) W.I.B. Beveridge, *The Art of Scientific Investigation*, London, Heinemann, 1961.

una grande virtù, ma probabilmente non porta a quella creatività scientifica che per il giovane autore di *Minerva* era la vita stessa. Passione sarebbe il termine più adatto a descrivere questo atteggiamento: i giovani si proiettano all'esterno, per « scoprire », per vedere qualcosa che gli altri non hanno visto; si accontentano di un'analisi poco approfondita, perché vi è sempre qualche altra cosa dietro l'angolo da osservare — forse qualcosa di nuovo, del tutto inaspettata, entusiasmante ed importante, in ogni caso una tentazione a cui difficilmente si può resistere. Più avanti nella vita, si può sentire meno irresistibile il fascino della scoperta: si preferisce piuttosto imparare a comprendere i processi naturali in un più ampio contesto. Allora inizia il distacco, e si capisce che è realmente una virtù: la virtù di chi ha da soppesare e giudicare. Con questo stato d'animo, ho deciso di presentare alcune considerazioni su « scoperta e comprensione ». In generale, mi limiterò alla biologia sperimentale.

Col termine « scoperta » intendiamo in primo luogo un risultato sperimentale che sia nuovo. In un senso meno tecnico, la maggior parte dei risultati sono nuovi, in quanto comportano sempre una « conoscenza » di qualche tipo. Praticamente, quando leggo una pubblicazione mi chiedo: è conoscenza o *reale conoscenza*? Allo stesso modo ci si può chiedere: questo risultato è nuovo, o *realmente nuovo*? Solo se *realmente nuovo*, è una scoperta, ed una scoperta porta alla rottura del carapace dogmatico che avvolge una conoscenza già acquisita, così come il bombardamento con particelle pesanti tende a disgregare il nucleo di un atomo. In questo tipo di scoperta vi è una parte di sorpresa. Uno degli esempi più noti è la scoperta di Röntgen, che giunse del tutto inaspettata sia a lui che al resto del mondo scientifico.

Vi è un secondo tipo di scoperta, parimenti fondamentale; l'acquisizione di evidenze sperimentali per una teoria che è probabile, anche se non dimostrata, poiché i dati di-

sponibili non avevano ancora escluso possibili alternative. Un esempio di questo secondo tipo è la teoria della trasmissione chimica a livello delle sinapsi, formulata da T. R. Elliot nel 1905, ma dimostrata solo molto più tardi (Loewi, Dale). È questo il tipo di scoperta più frequente: la conferma mediante evidenze sperimentali di una teoria fra un certo numero di ipotesi alternative.

Ambedue i tipi di scoperta, per conservare questo vocabolo, devono avere delle conseguenze a lungo termine, come nei casi citati. Fino a che non sia soddisfatto questo criterio, non potremo usare un termine ambizioso come « scoperta »; piuttosto, parleremo modestamente di nuovo risultato, più o meno interessante a seconda dei casi.

Può anche accadere che lo sperimentatore stesso non comprenda a fondo quello che vede, pur intuendo che si tratta di qualcosa di completamente nuovo e probabilmente assai importante. Così, per esempio, quando Frithiof Holmgren nel 1865 inserì un elettrodo nella cornea ed un altro nell'estremità recisa del nervo ottico, registrando una risposta nei momenti di inizio e di interruzione dell'illuminazione, attribuì questo fenomeno alla « variazione negativa » di Du Bois-Reymond, cioè alle correnti di azione delle fibre del nervo ottico. Era quello che aveva ricercato e che pertanto si aspettava di trovare. Sei anni dopo, Holmgren iniziò a spostare i suoi elettrodi intorno al bulbo e subito capì che la distribuzione della corrente ottenuta implicava che la risposta avesse origine nella retina stessa. Dewar e M'Kendrick riscoprirono indipendentemente l'elettroretinogramma, basandosi entrambi sulla supposizione, ugualmente falsa, che la retina dovesse manifestare l'effetto fotoelettrico, a quel tempo scoperto da poco da Willoughby Smith. In ambedue i casi l'elettroretinogramma fu l'inaspettato risultato di una cosa già prevista. Fu un'importante scoperta, la prima prova di un processo elettrochimico gene-

rato mediante stimolazione di un organo di senso: la prova che qualcosa di oggettivo collegava a uno stimolo fisicamente determinato l'esperienza sensoriale. Assai giustamente Holmgren intitolò la sua prima pubblicazione *Metodo per oggettivare l'effetto di uno stimolo luminoso sulla retina*. Ciò dunque soddisfa il criterio che una scoperta debba avere degli effetti a largo raggio. Di tre dei quali io stesso mi occupai: la scoperta dell'inibizione nella retina, la dimostrazione che un'importante componente dell'adattamento alla luce e all'oscurità era di origine elettrica e non dovuta soltanto a fotopigmenti e lo sviluppo della teoria che i potenziali generatori stimolano la scarica dei nervi sensoriali. Altri studiosi in questo campo potrebbero facilmente estendere la lista, se fossero necessarie ulteriori prove della sua importanza.

Assai interessante è il « tempo di latenza » fra la scoperta dell'elettroretinogramma ed una prima elementare comprensione del suo significato. In questo contesto, la « latenza » sta ad evidenziare come « scoperta » e « comprensione » siano concetti realmente differenti e non distinti in maniera arbitraria. La scoperta ha un carattere di unicità legato ad un particolare momento nel tempo, mentre la comprensione procede per diversi livelli di penetrazione e di approfondimento, ed è quindi un processo che dura anni, in molti casi tutta la vita dello scopritore.

Il giovane scienziato sembra spesso dividere col profano l'opinione che il progresso scientifico può essere considerato come un lungo filo di perle fatto di piccole scoperte. Quest'opinione compare nel testamento di Alfred Nobel, che ebbe l'ingegno di un inventore pieno di buone idee pratiche. Il suo grande Premio in campo scientifico presuppone scoperte che si possano definire tali. Quanto segue sono le sue stesse parole tratte dal testamento: « La più importante scoperta o invenzione nel campo della fisica », « La più importante scoperta nella sfera della fisiologia o della medicina »,

« La più importante scoperta o perfezionamento in chimica ». Solo per la chimica, nel cui campo egli aveva un'esperienza personale come inventore della polvere senza fumo e della dinamite, stabilì che un Premio Nobel potesse essere assegnato anche per un « perfezionamento ». È ben noto che uno dei suoi maggiori contributi all'invenzione della dinamite fu sostanzialmente un perfezionamento; egli rese l'uso della dinamite abbastanza semplice aggiungendo farina fossile all'originale nitroglicerina (nitroglicerolo), che si era dimostrata in pratica così pericolosa. Questi risultati possono averlo reso cosciente che vi sono invenzioni e scoperte che devono essere perfezionate, prima che si possa stabilire la loro portata. Ci si potrebbe variamente addentrare in queste sottili distinzioni. Posso pensare a Premi Nobel per la chimica assegnati per « perfezionamenti », ma non ricordo mai, nei trent'anni dell'Accademia, che essa abbia votato legittimando alcuna sua motivazione su questo termine. Si comprende facilmente il rilievo, o piuttosto l'eccessivo rilievo, dato alla scoperta quale scopo effettivo della ricerca scientifica. Secondo la definizione che ne è stata data qui, una scoperta ha importanti conseguenze e segna l'inizio di una nuova linea di sviluppo: attira l'attenzione, e al giorno d'oggi viene posta in piena luce dalle varie riviste di divulgazione scientifica — talvolta anche dai giornali. Quando ero giovane, all'università di Lund eravamo molto colpiti da un filosofo, Hans Larsson (che, credo, scrisse solo in svedese): ricordo una sua teoria sulle conseguenze del fatto che il nostro pensiero cerca di raggiungere punti che dominano la visuale. In campo scientifico, le scoperte sono spesso torri di avvistamento di questo tipo. Lo scopritore stesso non sempre riesce a scalare la sua torre fino in cima: altri hanno fretta di raggiungerla e lo superano. Molti finiscono per giungervi, i più tentando di fare la stessa cosa. Si può dunque comprendere che sia proprio lo scopritore, allora, a desiderare un ritiro

tranquillo, dove possa fare qualche altra cosa e costruirsi chetamente un'altra prospettiva.

Non possiamo qui cercare di dare una classificazione sistematica dei vari tipi di scoperta, e ci limiteremo perciò ad alcune osservazioni. Vi sono, ad esempio, le scoperte che si accavallano sull'onda di un progresso tecnico. Nel momento in cui è divenuto possibile stimolare i nervi elettricamente, si è aperta la possibilità di scoprire qualunque tipo nuovo e importante di meccanismo di controllo nervoso. Non c'è da meravigliarsi molto che il grande fisiologo tedesco Karl Ludwig dicesse ai suoi allievi: « wer nur arbeitet, findet immer etwas » (solo che uno lavori, sempre qualcosa trova). Altrettanto ottimista era Helmholtz, quando, professore di fisiologia a Heidelberg, diceva che era semplicemente necessario dare un colpo profondo con la spada, per trovare qualcosa di nuovo ed interessante. Dando credito a queste opinioni piene di spirito di Ludwig e Helmholtz, riportate sino ai nostri giorni dal loro allievo Frithiof Holmgren, ci si potrebbe aspettare, per esempio, che ognuno dei componenti la larga ed attiva schiera dei neurofisiologi compia scoperte. Ma è realmente così? La domanda è retorica.

Oggi vi è molto meno tempo per sfruttare il meglio di una nuova tecnica di quanto ve ne fosse negli anni intorno al 1860. Accade spesso di trovare che quei ricercatori che si basano soprattutto su di una innovazione specificamente tecnica, perdono in breve la propria creatività, anche se possono aver avuto un ruolo degno nello sviluppo della tecnica da loro usata.

Coloro i quali partono da un problema e sviluppano una tecnica per risolverlo, possono aspirare col tempo a migliori risultati. Può essere presa ad esempio l'utilizzazione fatta da Erlanger e Gasser dei raggi catodici appena scoperti per misurare le velocità di conduzione delle fibre componenti il tronco dei nervi. Sulla base dell'equazione di W. Thompson per la conduzione elettrica del

cavo, Göthlin nel 1907 aveva eseguito dei calcoli che gli fecero formulare la teoria secondo la quale la velocità di conduzione nelle fibre nervose più spesse doveva essere superiore a quella delle fibre più sottili. Circa quindici anni dopo, Erlanger e Gasser, comprendendo che l'amplificazione rendeva possibile l'utilizzazione dei raggi catodici privi di inerzia per affrontare questo problema, compirono gli sforzi necessari per superare le deficienze dei primi tubi a raggi catodici e, come è ben noto, risolsero il problema della velocità di conduzione nelle fibre nervose di diametro differente.

Questo è un esempio interessante di un tipo di scoperta piuttosto comune; quando cioè si capisce sin dall'inizio che si può certamente scoprire qualcosa, purché possano essere risolte le difficoltà tecniche. Ciò presuppone che lo sperimentatore riesca a formulare una domanda ben definita e che comprenda quale tipo di ostacoli ha impedito ad altri ricercatori prima di lui di pervenire ad una soluzione. Nel caso di Erlanger e Gasser, difficilmente si potrebbe dire che il loro risultato principale era inaspettato. Nonostante ciò, la maggior parte dei neurofisiologi tende a classificare i propri risultati come un'importante scoperta, alcuni forse solamente perché essa ha avuto conseguenze a largo raggio in fisiologia sperimentale. Io lo faccio per un motivo ulteriore; diversi fatti possono essere previsti con un discreto grado di probabilità, ed in tutti i buoni laboratori circolano, in certo numero, tali previsioni, alcune effimere, altre invece realmente importanti. Il mio rispetto e la mia ammirazione vanno a coloro i quali riescono a riformulare tali nozioni in termini sperimentali e che realizzano il difficile apparato per poterle dimostrare. Sono questi i veri scopritori. L'altro giorno vidi in un giornale studentesco della Royal Technical University di Stoccolma il mio punto di vista espresso in forma moderna: « È abbastanza facile *dire* Alleluia, ma tu piuttosto va avanti e agisci! ».

Si è già brevemente accennato all'effetto

infecondo di una tecnologia fossilizzata in routine. Ciò che quindi accade è che coloro i quali si trovano a loro agio nella routine, facilmente diventano produttori di quantità e non di qualità. Naturalmente è possibile un rinnovamento. Un buon esempio è quello della tecnica della coltura di tessuti, che è rimasta per lungo tempo in un particolare stato di sterilità scientifica, ma che ha ritrovato ora la sua importanza. Nel mio campo di lavoro, la neurofisiologia, sembra che la tecnica dei potenziali di massa evocati oscilli in un limite piuttosto stretto di pertinenza funzionale, correndo sempre il rischio di divenire semplicemente una nozione complementare all'anatomia. Benché questa sia in sé una scienza degna di rispetto, la fisiologia dovrebbe avere scopi differenti, per poter restare anch'essa degna di rispetto nella propria sfera d'indagine. Non vi dovrebbe essere in un campo scientifico troppa gente interessata principalmente a ciò che può essere risolto tecnicamente e non a ciò che veramente merita di essere risolto. Non proseguiremo tuttavia su questo argomento ora, benché ve ne sarebbe la tentazione. La maggior parte dei ricercatori, col passare degli anni, si rende conto che esiste un certo tipo di demarcazione fra chi è interessato ad una particolare tecnica come strumento per produrre articoli che gli facciano ottenere sovvenzioni e chi la considera come un metodo utilizzabile in sostegno a progetti di lunga durata.

« Devo ammettere », diceva Helmholtz nei suoi *Vorträge und Reden*, « che i campi di studio a cui mi sono dedicato con sempre maggiore interesse sono quelli in cui non si è costretti a ricorrere a coincidenze fortunate o a supposizioni fantastiche ». Con questo atteggiamento di fondo riguardo a una vita dedicata alla scienza, non vi è altra alternativa che quella di capire qualche concetto fondamentale sulle strutture biologiche e le loro funzioni, e cioè promuovere le possibilità di comprensione. Progressivamente, la comprensione maturerà in capacità di penetrazione. Non si può negare

che per qualche tempo le « coincidenze fortunate e le supposizioni fantastiche » possono avere un valore che altrimenti non avrebbero, e questo quando si aprono nuove possibilità grazie ad una innovazione tecnica. Ma durerà per tutta la vita questa specie di ispirazione? Ritengo che Helmholtz avesse ragione quando sosteneva che bisogna lavorare partendo da una base di comprensione.

Questo tipo di atteggiamento nei confronti della ricerca scientifica ha il vantaggio di far sì che i ricercatori possano dedicarsi tranquillamente al proprio lavoro, senza riempire le varie riviste di note preliminari per arrivare prima degli altri. Uno svantaggio è, naturalmente, la difficoltà pratica di convincere le varie fondazioni e consigli di ricerca che il proprio lavoro ha una certa importanza nel nostro mondo attuale. Sto dicendo che non sempre si possiede il metro di giudizio necessario per valutare il tipo di progresso. Vi è un ben noto esempio nella biografia di Harvey Cushing scritta da Fulton: dopo aver visitato Sherrington a Liverpool nel 1901 Cushing scrisse nel suo diario: « Per quanto io posso vedere, il motivo per cui egli è così citato non è che egli ha realizzato cose particolarmente grandi, ma è che ne hanno compiute di così modeste prima di lui i suoi predecessori ». Sherrington, come tutti sappiamo, aveva un buon programma a lungo termine, e Cushing non era uno sciocco. Si può solo concludere che può essere molto difficile far sì che altri comprendano gli scopi di programmi a lungo termine — e tanto meno, che li sostengano. Sono tanti gli esempi di scoperte che hanno portato ai più importanti progressi, che si è costretti a domandarsi se non sia del tutto impossibile contribuire in maniera veramente importante alla biologia sperimentale senza il sostegno di una scoperta eccezionale. La vita e l'opera di Sherrington fanno luce su questo argomento: la maggior parte dei neurofisiologi non esiterebbe a riconoscere in lui uno dei principali pio-

nieri del loro campo. Eppure, egli non fece nessuna scoperta; si basò in maniera abile e sistematica sui tipi noti di riflesso, per esemplificare le sue idee sull'azione sinaptica e sulle funzioni della colonna vertebrale. L'innervazione reciproca era nota già prima che Sherrington se ne occupasse, la rigidità da decerebrazione era stata descritta e noti erano molti altri riflessi; era stata inoltre scoperta l'inibizione, lo shock spinale era familiare — almeno al gruppo di Goltz a Strasburgo — ed era stato formulato il problema generale dei recettori muscolari. Sherrington non fece altro che contribuire con l'elemento di « comprensione » necessario; e ciò, naturalmente, non stando seduto alla sua scrivania, ma dimostrando sperimentalmente una serie di idee che andavano maturando lentamente e che egli riuscì così a correggere e perfezionare. Ciò accadde nello spazio di parecchi anni, un'intera vita ad essere precisi. Raggiunse da ultimo un notevole grado di precisione concettuale nella definizione dell'eccitazione ed inibizione sinaptica, nozioni queste che potranno servire come basi per il progresso scientifico che si è svolto in questi ultimi trent'anni. Questi suoi concetti sono tuttora per noi validi, perfettamente coerenti con l'approccio attuale a questi problemi.

Il grado di comprensione che da ultimo Sherrington raggiunse può certamente essere chiamato « scoperta », ma utilizzando il termine in una accezione contraria all'uso comune. Nelle scienze sperimentali, il termine « scoperta » non viene applicato a teorie formulate con un simile processo conoscitivo, anche se lo stesso sperimentatore, dopo un certo periodo di sperimentazione, può aver avuto la sensazione di attimi di comprensione simili al lampo della scoperta.

Un altro esempio che può illustrare il lento maturare di intuizioni fondamentali è quello della vita e dell'opera di Darwin. Tornato in Inghilterra dopo il lungo viaggio sulla Beagle, egli si mise all'opera. « Iniziai il mio primo quaderno di appunti » egli disse

« nel luglio 1837. Lavorai secondo rigidi principi baconiani, e senza alcuna teoria preconcepita raccolsi una gran quantità di dati, riguardanti soprattutto la varia produzione domestica, basandomi su inchieste già pubblicate, su conversazioni con allevatori sperimentati e giardinieri, e su vaste letture. Intuii subito che la selezione era la chiave di volta dei successi ottenuti dall'uomo nella produzione di razze utili di animali e di piante. Ma mi rimase ancora sconosciuto per qualche tempo il modo in cui la selezione potesse operare su organismi viventi allo stato selvatico » (4). Il saggio di Malthus sulla *Popolazione*, un libro che si fa ancor oggi leggere, gli fornì la « teoria su cui lavorare », poiché, come egli stesso disse, era « ben preparato a valutare l'importanza della lotta per l'esistenza », che tende a conservare le variazioni favorevoli e a distruggere quelle dannose.

Darwin descrisse quei lampi di intuizione nel suo lavoro — come potrebbe fare qualunque scienziato — ma il suo fu essenzialmente il duro lavoro di vent'anni, nell'attenta disamina delle prove a favore delle proprie idee, prove che infine ne diedero una chiara dimostrazione. Nel 1858 pubblicò una nota preliminare insieme a Wallace, che era arrivato indipendentemente a conclusioni simili; nel 1859 apparve il suo *Origine delle specie*. L'idea dell'evoluzione era nient'affatto nuova; sua nipote Nora Barlow sottolineò che « per Charles Darwin quello che importava era il corpo di prove a favore della teoria evolutivista, ed egli sapeva che era quello il suo personale contributo ».

Forse si può dire senza sbagliare che oggi è più difficile seguire la lunga, stretta e tortuosa via che porta alla reale conoscenza. Di fronte alle numerosissime distrazioni, è divenuto sempre più difficile per il singolo ricercatore conservare la propria identità. E ciò è tuttavia necessario, se egli intende migliorare e maturare in qualche branca scientifica. Ciò che io voglio puntualizzare è che quello che noi leggiamo, che

(4) N. Barlow (editor), *The Autobiography of Charles Darwin*, London, Collins, 1958.

ricordiamo attivamente o che noi stessi contribuiamo a fornire ai nostri campi di studio riesce a costruire assai lentamente all'interno di noi delle strutture mentali vitali e creative. Non sappiamo come il cervello operi riguardo a questo; non meglio di quanto sappiamo su come la vista ritorni lentamente normale, dopo che per un attimo abbiamo usato gli occhiali al contrario. La nostra conoscenza delle operazioni mentali è tra le più scarse: dobbiamo semplicemente ammettere che procedono in questa maniera.

Con l'espressione « conservare l'impronta della propria identità », intendo: coltivare la capacità di sapere ascoltare i propri processi mentali, saper discernere le principali linee del proprio pensiero dalle digressioni di minore importanza e sapere accettare con un atteggiamento di gratitudine ciò che il meccanismo segreto di una creazione spontanea fa nascere. Posso ben capire che molte persone non abbiano una grande opinione di questa mia idea e la considerino come una delle mie personali idiosincrasie. Altri, che in là negli anni riconsiderino la loro propria attività, possono essere sicuri di trovare qualcosa almeno nella scelta dei loro temi di ricerca che appare come la linea essenziale, l'itinerario, della loro personalità. Probabilmente molti miei colleghi concluderanno su questo punto. Ma io intendo dire qualcosa di più quando sostengo che una mente attiva è autofeconda nella maniera che ho indicato. Sono sicuro che, se uno s'interessa della propria personalità, ciò a sua volta comporterà un'attenzione al proprio sviluppo scientifico.

Pongo l'accento su tutto ciò perché oggi ci sono moltissimi motivi che distolgono gli scienziati dalla serenità e dall'equilibrio necessari per entrare in sintonia con la propria vita creativa. Le città e le università stanno divenendo più inquiete e gli « uomini dell'organizzazione » con i loro scritti importuni pieni di questionari e di regolamenti aumentano di numero, mentre diminuisce il numero degli insegnanti rispetto a

quello degli studenti. Questo tipo di sviluppo tende a generare una schiera clientelare e antiscientifica di studenti che pretendono sempre e ancora di più dall'università e sempre e ancora meno da se stessi. I ricercatori si isolano in istituti di ricerca separati — incrementando il deterioramento del grado d'insegnamento e del mondo degli ideali intellettuali in quelle stesse facoltà che furono le nostre antiche Scuole. La scienza ha un bisogno disperatamente reale di istituti di ricerca pura, ma le facoltà universitarie, abbandonate a se stesse ed interessate esclusivamente all'insegnamento, possono ormai difficilmente essere chiamate Università: esse dovrebbero realmente seguire l'« idea di un'università », nel senso datole una volta dal cardinale Newman nel suo ben noto libro.

Per ogni lavoro creativo è necessaria una grande quantità di tempo per esercitare la capacità di saper ascoltare se stessi, spesso più utile di quella di saper ascoltare gli altri e, in ogni caso, un importante complemento alla vita dei simposi e dei congressi: oggi, forse, questo tipo di vita è eccessivamente sviluppato. Vi sono oggi tanti di questi *meetings*, che la gente può lasciarsi trasportare intorno al mondo e venir presto svuotata di ciò che è più facile perdere che ritrovare. La mia difesa di una dimensione di « contatto con se stessi » è in realtà la medesima del poeta e saggista Abraham Cowley (1618-1667), quando disse che un primo ministro nel disbrigo degli affari dello Stato non ha tanto da fare quanto un saggio nella sua solitudine. Se alcuni non sentono nulla, quando cercano di ascoltare se stessi, questo non significa necessariamente una carenza congenita. Possono non essere stati abituati a questo o esser stati troppo pigri nel recepire quelle conoscenze ed esperienze di cui la mente ha bisogno per fare la sua parte.

Rispetto a queste considerazioni di fondo si può sollevare la questione se tutta l'originalità creativa nel campo della scienza sia necessariamente una dote congenita, o se vi

sia anche una certa possibilità di acquisizione di questa preziosa capacità. Penso che la maggior parte della gente condivida la mia opinione che un'originalità creativa di alto livello sia per l'uomo dote ereditaria. Ma in cinquant'anni di attività scientifica ho avuto la possibilità di osservare lo sviluppo scientifico di molti miei colleghi, sia coetanei che più giovani. Penso che un attento esame di queste esperienze — senza fare alcun nome — può fornire una risposta alla domanda o almeno un'opinione. Sembra dunque che taluni di quelli che da giovani non dimostravano una grande originalità, benché senz'altro capaci degli sforzi intellettuali necessari, hanno poi contribuito in maniera originale alla loro scienza. Come si può interpretare una tale osservazione? Naturalmente, posso essermi sbagliato. D'altra parte, è difficile sbagliarsi sulla vera originalità — a prescindere del tutto dal fatto che la vera originalità spesso insiste fino a quando non viene riconosciuta. Io non credo che la categoria di persone di cui sto ora parlando sia stata dapprima valutata in maniera errata. Sono invece convinto che siano proprio quelle persone che hanno saputo esaminare senza difficoltà le proprie risorse mentali, al punto di poterle poi sfruttare adeguatamente. Hanno avuto la capacità di saper ascoltare con pazienza la propria mente e i buoni consigli altrui, e hanno così potuto crescere, sbocciare e dare frutti.

Queste conclusioni ci appariranno più evidenti, se consideriamo il progresso di ciascuna singola branca scientifica. È ben noto che in ciascuna fase di sviluppo le medesime idee circolano in molti laboratori del mondo scientifico più attivo. Mi sembra necessario aggiungere alcuni esempi, anche se ne sono già stati riportati due assai calzanti: quello di Holmgren, Dewar e M'Kendrick e quello di Darwin e Wallace. Lo stesso Newton disse di essere stato sulle spalle di un gigante. Quando io seguivo regolarmente lo scrutinio delle candidature per il premio Nobel (che richiedeva un

attento studio delle priorità), vi era spesso modo di osservare che scoperte indipendenti ma analoghe venivano utilizzate a sostegno di candidature in differenti campi. Ciò è ben lungi dal sorprenderci. Perché persone con una buona preparazione e che hanno letto pressappoco la stessa quantità di studi e monografie non dovrebbero arrivare a conclusioni simili, rispetto ad un passaggio conseguente in una sequenza logica? Poiché è spesso difficile prevedere quali passaggi successivi implichi un certo dato, è anche possibile che delle conclusioni parallele portino in alcuni casi a contributi del tutto originali basati sulla conoscenza e sulla perseveranza.

Infine, l'avanguardia della ricerca scientifica è costituita da quelle menti il cui sforzo comune rappresenta più o meno esattamente l'intimo carattere dello sviluppo logico di un determinato periodo. Molti scienziati di professione hanno una buona conoscenza intuitiva delle principali linee di questo sviluppo. Ciò si sottintende quando si afferma che qualcosa riflette la « nota caratteristica di quel periodo ». L'elemento di originalità in ciò che chiamiamo « originale » è la capacità di comprendere, in maniera intuitiva o logica, quale sia un importante passo avanti in una particolare branca scientifica. Uno scienziato dotato di creatività ha dei contatti più numerosi, meglio sviluppati e più esatti con gli aspetti caratteristici della sua epoca, e può quindi, se non gli mancano salute e costanza, contribuire in maggior misura di altri.

Penso di aver parlato a sufficienza a favore della mia tesi sul fatto che può esistere un'originalità acquisita. Per ottenerla è necessario un intenso esercizio — preferibilmente in una sfera particolare di problemi — e, naturalmente, doti intellettuali sufficienti per apprendere con una certa rapidità. Ho sempre ritenuto che la maggior parte delle persone abbia un talento sufficiente per occuparsi di ricerca scientifica, per lo meno lavorando in una *équipe*, e che i fallimenti sono dovuti ad altri fattori, che

penso non sia necessario enumerare in questo contesto.

Tutto ciò implica che in un'epoca, come è quella attuale, di rapide comunicazioni attraverso numerosi canali, il singolo scienziato ha solo una parte nel processo di scoperta e comprensione: anche se abbandona il proprio campo di ricerca, il suo sviluppo continuerà, anche se forse in una maniera leggermente diversa o ad un ritmo un po' più lento.

È utile considerare da questo punto di vista le dispute circa la paternità delle idee, dispute che creano solo danno e fastidio. Le idee, le nozioni, le intuizioni emergono soprattutto dalle discussioni fatte nei convegni o nei laboratori e cadono talvolta su di un terreno fertile. Chi ne ha quindi la paternità? Chi ha suggerito una certa idea può avere avuto o meno l'intenzione di trarne qualcosa. Resto ancora dell'avviso che l'unica persona a cui si possa attribuire per definizione la paternità di un'idea è chi sviluppa quest'idea da un punto di vista sperimentale, o la espone in un'ipotesi definita e ben formulata, di modo che possa essere saggiata sperimentalmente.

Mai le lotte per la priorità sono così violente come quando è in gioco una scoperta. Ciò è ben noto, e, se ricordo brevemente questi argomenti, è solamente per puntualizzare quanto sia dannoso porre troppo l'accento sulla necessità di fare una scoperta, e per contrapporvi la vita tanto più serena di chi si propone un approfondimento di comprensione — senza per questo guardare con sospetto alla « scoperta » e alle particolari ricompense che ad essa possono seguire.

Ho iniziato paragonando il tipo di attività di un giovane con quella di un uomo abbastanza in là negli anni da non poter essere più chiamato giovane, e cercando di dimostrare per mezzo di due esempi famosi che è tutt'altro che necessario fare scoperte per eccellere in campo scientifico. Non voglio sottovalutare le scoperte, ma solamente porre l'accento sul fatto che in realtà

è la comprensione che gli scienziati cercano, anche quando fanno delle scoperte. Queste sono o possono essere poco interessanti finché restano semplicemente dei dati; tali dati devono essere compresi, almeno in maniera generale, ed una comprensione di questo tipo implica il loro riordinamento in una struttura unica, in cui essi possano chiarire un importante passaggio successivo o costituire il sostegno di idee già note nell'ambito della struttura.

Dato che la comprensione o l'approfondimento sono lo scopo reale delle nostre ricerche, perché mai si fa tanto rumore sulle scoperte? Forse perché queste causano una eccitazione immediata — facendo esclamare l'*eureka*, la cui eco udiamo riflessa attraverso i secoli, e per il fatto che esse offrono le ricompense immediate date dalla stima dei colleghi, dell'opinione pubblica, dei largitori di benemerienze. L'altra alternativa, il lento sviluppo di un mondo di comprensione concettuale alla maniera di un Darwin o di uno Sherrington, è naturalmente assai più difficile da seguire. Se è importantissimo avere delle buone idee quando si vuole scoprire qualcosa, è assolutamente necessario averle se si ha l'intenzione di seguire quella lunga strada il cui scopo finale è la delucidazione di principî fondamentali che guidino lo sviluppo della conoscenza in ogni campo.

Questo secondo tipo di ricerca nel campo della scienza non si confà sempre alla passione impaziente del giovane, spinto da ambizioni che reclamano un appagamento immediato, ma un po' più in là negli anni dà un senso di fiducia e di soddisfazione nel proprio lavoro. Il piacere di vivere sino a poter vedere una sintesi matura, dopo anni di fatica, aiuta il ricercatore a conservare un atteggiamento più generoso verso i risultati altrui e a menzionare più liberamente i nomi di quei colleghi le cui scoperte hanno contribuito ad arrivare infine alla comprensione. La ricerca diviene meno competitiva e l'atmosfera di un laboratorio più cordiale. Il valore di un simile atteggiamen-

to è particolarmente apprezzabile in quegli istituti di ricerca, in cui i ricercatori devono difendere la propria reputazione presentando dei dati e non hanno la possibilità di rifugiarsi nell'insegnamento o nel-

l'amministrazione. Il programma a lungo termine dà una garanzia al singolo ricercatore e lo porta ad un tipo di penetrazione che rende prive di senso le dispute sulla « proprietà intellettuale ».

Due diversi atteggiamenti spingono l'uomo alla ricerca della scoperta o della comprensione; il primo è un atteggiamento tipico dei giovani, può essere definito una passione, quello di trovare qualcosa di nuovo; il secondo nasce più avanti nella vita ed è caratterizzato dal distacco dai singoli dati sperimentali, per quanto « nuovi » essi siano, per comprendere piuttosto i processi naturali in un ampio contesto. Si possono distinguere due tipi di scoperta: il primo è caratterizzato dall'acquisizione di un dato « nuovo » e del tutto « inaspettato »; il secondo, dalla ricerca di evidenze sperimentali che confermino una teoria già formulata. Ambedue i tipi di scoperta, comunque, implicano delle conseguenze a lungo termine nelle conoscenze scientifiche. Non sempre scoperta e comprensione coincidono (in una persona; o in un periodo); un chiaro esempio è il caso dell'elettroretinogramma, scoperto indipendentemente da Holmgren e da Dewar e McKendrick: in questo caso, nessuno degli scopritori comprese il reale significato della scoperta, pur intuendo che si trattava di qualcosa di nuovo e con delle implicazioni a lungo termine (cioè di una « scoperta »). È comunque un errore comune l'identificare la scienza con la sequenza delle singole scoperte: lo stesso Nobel ha istituito il suo premio per le più importanti scoperte, invenzioni, perfezionamenti nei vari campi scientifici. Scopo della scienza e della ricerca scientifica non è la scoperta: questa è una specie di punto di osservazione nel campo della conoscenza. Vi sono scoperte realizzate solo grazie ad un perfezionamento tecnico ed in effetti, con gli strumenti oggi a disposizione, è possibile scoprire sempre qualcosa. Il vero scienziato non fa della tecnica una routine, ma la utilizza invece come strumento per affrontare un problema conoscitivo.

Un'altra tendenza sbagliata è quella di ricorrere o affidarsi a coincidenze fortuite e supposizioni prive di una base approfondita. La conoscenza dei principi scientifici fondamentali è il vero scopo dello scienziato, senza preoccupazioni estranee, quale ad es. quella di pubblicare molti risultati. La valutazione degli altri resta comunque, soprattutto al giorno d'oggi, un problema importante per il ricercatore, anche perché è spesso molto difficile esser giudicati con un giusto metro. La vita e l'opera di Charles Darwin, il suo lungo studio dei meccanismi naturali che potessero spiegare il fenomeno dell'evoluzione, sono un altro esempio evidente di un processo conoscitivo che ha anche i suoi lampi di intuizione, ma che è caratterizzato soprattutto da un lento maturare. Oggi questo tipo di studio e ricerca è certo più difficile da raggiungere, poiché ad esso è necessaria molta concentrazione e riflessione, e questi sono atteggiamenti sempre meno frequenti, anche nelle università, che diventano sempre più elargitrici di titoli e sempre meno luoghi di vera conoscenza. Una tale capacità di concentrazione viene acquistata con gli anni e i suoi frutti sono la « vera » creatività e originalità, doti non esclusivamente congenite — come è opinione diffusa —, ma ottenute spesso con un intenso esercizio. Fa vera opera di conoscenza scientifica non tanto chi formula ipotesi più o meno sostenibili, ipotesi che generalmente sono presenti contemporaneamente in numerosi laboratori d'avanguardia, ma chi queste ipotesi riesce a rielaborare in proposizioni sperimentabili. Si capisce con ciò l'inutilità di tante dispute sulla paternità delle idee e si comprende anche come, con la saggezza degli anni, la scoperta perda il suo ruolo di meta appagante le ambizioni.

Zwei verschiedene Einstellungen bewegen den Menschen zur Suche nach Entdeckungen oder Erkenntnissen: die erste ist eine für die Jugend typische Einstellung und kann als die Leidenschaft bezeichnet werden, etwas Neues zu finden; die zweite bildet sich erst später im Leben aus und ist gekennzeichnet durch den Abstand zu den einzelnen experimentellen Tatsachen, so « neu » sie auch sein mögen, um vielmehr die natürlichen Prozesse in einem weiteren Zusammenhang zu begreifen. Man kann zwei Arten von Entdeckungen unterscheiden: die erste ist gekennzeichnet durch die Auffindung einer « neuen », völlig « unerwarteten » Tatsache, die zweite durch die Suche experimenteller Evidenz, die eine bereits formulierte Theorie bestätigt Beide. Arten der Entdeckung schliessen jedoch langfristige Konsequenzen für die wissenschaftlichen Erkenntnisse ein. Nicht immer fallen Entdeckung und Erkenntnis zusammen (bei einer Person, in einem Zeitraum); ein deutliches Beispiel ist der Fall des Elektroretinogramms, das unabhängig von Holmgren und von Dewar und Mc Kendrick entdeckt wurde: in diesem Fall erkannte keiner der Entdecker die tatsächliche Bedeutung des Fundes, auch wenn sie sich bewusst waren, dass es sich um etwas Neues handelte (nämlich um eine Entdeckung). Es ist jedoch ein weit verbreiteter Irrtum, die Wissenschaft mit der Reihe der einzelnen Entdeckungen zu identifizieren; selbst Nobel hat seinen Preis für die wichtigsten Entdeckungen, Erfindungen, Vervollkommnungen auf den verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten gestiftet. Zweck der Wissenschaft und der wissenschaftlichen Forschung ist nicht die Entdeckung: diese ist eine Art Beobachtungspunkt auf dem Gebiet der Erkenntnis. Manche Entdeckungen werden nur dank einer technischen Perfektionierung realisiert, und in der Tat ist es mit den heute verfügbaren Instrumenten möglich immer etwas zu entdecken.

Beim echten Wissenschaftler wird die Technik nie zur Routine, sondern er bedient sich ihrer als Instrument, um Probleme der Erkenntnis anzugehen.

Eine andere verfehlte Tendenz ist es, sich auf zufällige Zusammentreffen und auf Mutmassungen ohne stichhaltige Grundlage zu berufen und zu verlassen. Die Kenntnis der grundlegenden wissenschaftlichen Prinzipien ist das eigentliche Ziel des Wissenschaftlers, ohne sich um Äusserlichkeiten zu kümmern, wie z.B. die, möglichst viele Ergebnisse zu veröffentlichen. Die Beurteilung der anderen bleibt jedoch, vor allem in unseren Tagen, ein wichtiges Problem für den Forscher, auch weil es oft sehr schwierig ist, nach gerechten Massstäben beurteilt zu werden. Das Leben und Werk Charles Darwins, sein langwieriges Studium der natürlichen Mechanismen, das eine Erklärung des Evolutionsphänomens ermöglichte, sind ein anderes Beispiel für den Erkenntnisprozess, in dem es wohl auch Geistesblitze gibt, der aber vor allem durch eine langsame Reifung charakterisiert wird. Heute ist diese Art Studium und Forschung sicher schwieriger zu erreichen, da sehr viel Konzentration und Nachdenken dazu nötig sind, und diese Einstellung wird immer seltener, sogar an den Universitäten die immer mehr zu Austeilern von Titeln und immer weniger zu Stätten wahrer Erkenntnis werden. Eine solche Konzentrationsfähigkeit wird im Laufe von Jahren erworben, und ihre Früchte sind die «echte» Kreativität und Originalität, Talente, die nicht — wie weithin angenommen wird — ausschliesslich angeboren sind, sondern meistens durch intensive Übung erlangt werden. Echte wissenschaftliche Erkenntnisse macht nicht der, der mehr oder weniger haltbare Hypothesen aufstellt — Hypothesen, die gewöhnlich bei mehreren Wissenschaftlern der Avantgarde gleichzeitig auftreten —, sondern wer imstande ist, diese Hypothese in experimentellen Festsetzungen zu erarbeiten. Damit wird die Überflüssigkeit vieler Diskussionen über die Urheberschaft der Ideen deutlich und man versteht auch, dass mit der Weisheit der Jahre die Entdeckung ihre Rolle als Mittel zur Befriedigung des Ehrgeizes verliert.

SUMMARY

Two different attitudes drive man to pursue discovery and understanding. The first one is the typical attitude of young people; they want to find something new: passion is a good word to describe this attitude. The second one crops up later on in life; detachment from experimental data, however «new» they are, is its characteristic, to understand Nature's ways in a wider context. We can distinguish two types of discovery: the characteristic of the first one is the acquisition of a «new» and completely «unexpected» element (Röntgen's discovery is one of the best known examples); the second one is the delivery of experimental evidence for a view that is probable, yet not established. Anyway either type of discovery must have far-reaching consequences for science. Discovery and understanding does not always coincide in the same person or in the same period: a clear example is the case of the electroretinogram, that Holmgren, Dewar and McKendrick discovered separately: in this case no experimenter understood the real meaning of the discovery, though realizing that it was something new and of far-reaching importance (that is a discovery). Anyway it is a common misunderstanding to identify the scientific progress with the sequence of single discoveries. A. Nobel himself established his Prize for the most important discoveries, inventions, improvements in the various scientific fields. Discovery is not the aim of science and scientific research: it serves just as a viewing tower in the scientific field. There are, for instance, the discoveries that ride on the wave of a technical advance and with our modern instruments it becomes possible to discover always something.

The real scientist does not let technique become a routine, but uses it as an instrument to solve a cognitive problem. Another wrong tendency is to resort to happy coincidences and fancies. The true aim of the scientist is the understanding of fundamental scientific principles, leaving apart concerns not connected with science, that is, for instance, the concern to publish many results. It is anyway an important problem for the experimenter to persuade various foundations and councils that his work is of some importance in a world such as ours is at present, also because the right judgement may not always be at hand. C. Darwin's life and labours, his long study of the natural mechanisms that could explain the phenomenon of evolution are another example of a process of understanding through flashes of insight and through a hard labour scrutinizing the evidence for his thoughts.

One can say that today the long, narrow and winding road to real knowledge has become harder to follow, because it is necessary a lot of concentration and reflection. These attitudes are less and less frequent, also in the universities, which are becoming degrees' donors rather than centres of true knowledge. This power of concentration can be acquired through years of study and its result is «true» creativeness and originality, which is not necessarily inborn — as people believe — but often acquired through a hard exercise. To acquire true scientific knowledge does not mean formulating more or less convincing hypotheses, generally available at the same time in many advanced scientific laboratories, but to succeed in casting hypotheses in experimentable form. Discussions on attribution of ideas become therefore useless; wisdom and time prevent discovery from becoming a proper reward for ambitious fellows.

Deux attitudes diverses incitent l'homme à la recherche de la découverte ou de la compréhension; la première attitude est celle typique des jeunes, qui peut être définie comme une passion, celle de trouver quelque chose de nouveau; la deuxième attitude naît plus tard dans la vie et elle est caractérisée par le détachement de toutes les données expérimentales, pour « nouvelles » qu'elles soient, pour comprendre plutôt les procès naturels dans un large contexte. L'on peut distinguer deux types de découverte: le premier est caractérisé par l'acquisition d'une donnée « nouvelle » et absolument « inattendue »; le deuxième est caractérisé par la recherche d'évidences expérimentales qui confirment une théorie déjà formulée. Les deux types de découverte, de toute façon, impliquent des conséquences à long terme dans les connaissances scientifiques. Découverte et compréhension ne coïncident pas toujours (dans une personne, ou dans une période); un exemple bien évident en est le cas de l'électrorétinogramme, découvert, indépendamment les uns des autres, par Holmgren et par Dewar et McKendrick. Voilà un cas où aucun des chercheurs n'a compris le sens réel de la découverte, bien qu'ils aient compris par intuition qu'il s'agissait de quelque chose de nouveau et ayant des implications à long terme (c'est-à-dire d'une « découverte »). C'est de toute façon une erreur courante que l'identification de la science avec l'histoire des découvertes: Nobel lui-même fonda son prix pour les découvertes, inventions, perfectionnements les plus importants dans les différents domaines de la science. Le but de la science et de la recherche scientifique n'est pas la découverte: qui est au contraire une espèce de point d'observation dans le domaine de la connaissance. Il y a des découvertes réalisées seulement grâce à un perfectionnement technique, et en effet avec les instruments dont on dispose aujourd'hui il est possible de découvrir toujours quelque chose. Le vrai savant ne fait pas de la technique une routine, mais il s'en sert comme d'un instrument pour aborder un problème de connaissance.

Une autre fausse tendance est celle de faire appel ou de se fier aux coïncidences de hasard et aux suppositions dépourvues d'un fondement sûr. La connaissance des principes fondamentaux de la science est le vrai but du savant, sans autre préoccupation étrangère, telle que, par exemple, celle de publier un grand nombre de résultats. En tout cas l'appréciation des autres reste, aujourd'hui surtout, un problème important pour le chercheur, parce que souvent il est bien difficile d'être jugé objectivement. La vie et l'oeuvre de Charles Darwin, ses longues études des mécanismes naturels sur le phénomène de l'évolution, sont un autre exemple évident d'un processus de connaissance qui a encore des éclairs d'intuition, mais qui est caractérisé surtout par une lente maturation. Aujourd'hui ce genre d'étude et de recherche est certainement plus difficile à atteindre, parce qu'il requiert une grande concentration et beaucoup de réflexion, et il s'agit là d'attitudes toujours moins fréquentes, dans les universités aussi, lesquelles sont en train de devenir toujours davantage des lieux où l'on dispense des titres et toujours moins des lieux de véritable connaissance. Une telle capacité de concentration s'acquiert au cours des années, et ses fruits sont la « vraie » créativité et originalité, des dons, ceux-là, pas exclusivement congénitaux — ainsi que l'on croit généralement — mais, plutôt conquis par un exercice intense. Une véritable oeuvre de connaissance scientifique est faite non pas tant par celui qui formule des hypothèses plus ou moins soutenables, hypothèses généralement présentes en même temps dans plusieurs laboratoires d'avant-garde, mais plutôt celui qui réussit à élaborer de nouveau ces mêmes hypothèses en propositions à expérimenter. L'on peut comprendre avec ça l'inutilité de tant de disputes sur la paternité des idées, et l'on comprend aussi comment, par la sagesse de l'âge, la découverte perd son rôle de but qui satisfait les ambitions.