

La candela

A pochi metri dal mio terrazzo una coppia di rondini ha costruito il nido e lo abita; un'altra è occupata a fabbricarlo. Conosco pochissimo gli uccelli, ma stando a ciò che ho imparato da Andrea Romè, credo si tratti in realtà di balestrucci, non di rondoni come quelli che vedevo quando abitavo in centro. Nello spazio libero tra qui e l'Arno è tutto un ghirigoro di voli; mi sfrecciano a un metro dal naso mentre le guardo affaccendarsi, e penso a quanto poco sappiamo di quello che accade nei loro piccoli cervelli.

Lo so che vi state chiedendo dove voglio andare a parare... Prima di tutto ad attizzare la vostra curiosità; ma in realtà, e più seriamente, sto preparando il terreno per un discorso "serio," che non so neppure se saprò sviluppare come si deve.

Il tema è questo: la scuola italiana sta attraversando un periodo di forte trasformazione (un po' complicata dalla recente instabilità ministeriale, che temo si riprodurrà nel prossimo futuro). In questa trasformazione molti sono impegnati a ridefinire i "curricoli" delle diverse materie, o le materie stesse, con la solita girandola di voci e proposte in ordine ai quadri orari, ecc. Per mia fortuna, e anche per una certa mia scelta, non sono direttamente impegnato in questa attività, ma ciò non significa che me ne disinteressi totalmente; quindi leggo qua e là, e ogni tanto mi vengono alcuni pensierini, alcuni commenti da fare...

Ho letto per esempio il "curriculum di base delle scienze della natura," elaborato dal gruppo di ricerca ANISN, che mi è stato gentilmente inviato per e-mail, e ho letto alcuni documenti AIF su temi paralleli. Mi sono trovato a pensare se tra questi documenti c'erano punti di contatto o di divergenza, e confesso di non averlo ben capito. Ma qualcosa sono riuscito a vedere, e ora tenterò di esporre le mie personalissime opinioni.

Però metto subito le mani avanti: non vi aspettate una discussione sistematica e approfondita, perché non mi sento in grado di farla. Saranno solo spigolature, ispirate da qualche frase colta qua e là.

Comincerei da questa:

"Nell'insegnamento, a nostro parere c'è la necessità di una ricomposizione della frattura tra le scienze naturali, ovvero la fisica, la chimica, la biologia e le scienze della terra e quindi di individuare la possibilità di far riferimento ad un 'modello globale' per garantirne l'apprendimento."

Come si fa a non essere d'accordo? Ma forse bisogna proprio dubitare delle asserzioni con cui appare troppo facile concordare: o sono ambigue (nel senso che

ognuno può interpretarle come gli torna meglio) oppure sono troppo generiche, non impegnano il lettore, che può quindi facilmente dare il suo assenso.

Nel caso in questione, dato che il discorso è riferito soprattutto alla fascia dell'obbligo, avrei non tanto un'obiezione circa il "modello globale," quanto su ciò che sembra sottintendere. Inoltre la mia obiezione non si rivolge a chi ha scritto quella frase, ma piuttosto a chi ha voluto riorganizzare il sistema scolastico, senza un lavoro preliminare che a me sembrava assolutamente necessario.

Giustamente si dice: "È fondamentale imparare insieme 'le cose' e poi separarle, per cui occorre una formazione di base che dia ai giovani la possibilità di osservare e pensare in modo unitario." Ma questo lo si dice da decenni, e da decenni sta scritto nei programmi della scuola elementare e media. Se nella pratica le cose vanno diversamente, non è dunque per un'errata impostazione di fondo, ma per difficoltà di altro genere.

E se le difficoltà non vengono prima individuate, e non si agisce per rimuoverle, a che serve ristrutturare la scuola? Perché dovrebbe cambiare qualcosa, da questo punto di vista, solo in quanto elementare e media vengono fuse insieme? O sarà risolutivo dare una laurea ai maestri? Ma gli attuali professori di scuola media la laurea ce l'hanno, eppure. . . E poi, avete presenti i libri di testo? A me pare che siano abissalmente lontani da quel "modello globale": perché? E chi ci garantisce che i nuovi libri saranno migliori?

* * *

Continuando la lettura:

"I frutti di questa impostazione portano a definire le Scienze della Natura un ambito pluridisciplinare dove la fisica e la chimica, discipline soprattutto di analisi, e la biologia e le scienze della terra, discipline soprattutto di sintesi, coniugano le loro specificità disciplinari nel contesto della ricomposizione della conoscenza della Natura, valorizzando paradossalmente come punto di incontro le differenze delle strutture disciplinari."

Questa è già più impegnativa; infatti mi dà da pensare, e non la sottoscriverei *sic et simpliciter*. Può darsi che io abbia un'idea impropria dei termini "analisi" e "sintesi"; ma in base all'idea che ho, e a quello che so delle varie discipline, l'affermazione non mi convince molto.

Secondo me "analisi" vuol dire separazione, distinzione, scomposizione; mentre "sintesi" significa unione, fusione. Questo è vero nel significato chimico dei termini, ma anche in quello filosofico. Qui chiaramente si tratta soprattutto di analisi e sintesi di parti della realtà, di funzioni, ma anche di concetti.

È dunque vero che biologia e scienze della Terra (io la scrivo maiuscola, perché si parla del pianeta, non del suolo o di uno degli elementi di Empedocle) sono scienze soprattutto di sintesi? Vuol dire che gli aspetti analitici sono secondari, poco importanti, o comunque accessori? Purtroppo sono un po' impreparato ad

affrontare l'argomento come si dovrebbe, per la solita banale ragione che ripeto fin troppo spesso: la mia debole conoscenza di queste scienze. D'altra parte, nello spirito di "ricomporre la frattura," bisogna farsi coraggio, e provare... Vuol dire che chi legge perdonerà i miei errori, e cercherà di cogliere lo spirito del discorso al di là della sua certa inadeguatezza.

Proprio perché non saprei affrontare il problema in modo generale, mi limito a qualche esempio alla rinfusa. Parlavo prima delle rondini, al livello della curiosità di un osservatore occasionale. Ma se fossi un etologo, credo che non potrei fare a meno di cominciare a distinguere: il comportamento della femmina e del maschio nella scelta del compagno/a, la costruzione del nido, la ricerca del cibo, la cura della prole, il ruolo dei voli (che a me appaiono giochi, e non credo abbiano solo lo scopo di catturare insetti), le migrazioni... Certamente non potrei neppure iniziare il mio lavoro scientifico senza questa distinzione, che è anche costruzione di concetti: analisi.

Se sono un geologo, e m'interesso a una catena montuosa, dovrò distinguere l'orogenesi tettonica da quella vulcanica/effusiva; cercherò di riconoscere i diversi processi di erosione (il vento? l'acqua? il ghiaccio?); esaminerò le rocce, la loro età e origine. Ancora analisi, senza della quale neppure i concetti che ho usato (chissà quanto a sproposito...) sarebbero definibili. E questo mi pare importante: senza una fase di analisi non avremmo neppure i concetti di base, che ci permettono poi di riconoscere analogie e differenze fra specie diverse o fra monti di regioni diverse.

Qui mi fermo con gli esempi del primo tipo. Quelli del secondo tipo sono per me più facili, per il solito motivo. Debbo mostrare perché non mi convince che si metta in secondo piano il momento di sintesi nella chimica e nella fisica, e ho solo l'imbarazzo della scelta.

Per la chimica, il primo esempio che mi viene in mente è la distinzione acido-base. All'inizio è poco più che una questione di sapori e sensazioni tattili, almeno credo: da una parte l'aceto, dall'altra la liscivia del bucato, ottenuta dalla cenere. Poi però si trova qualcosa di comune a diversi acidi: accanto all'aceto c'è il latte acido e tanti altri succhi fermentati; accanto alla liscivia c'è il sapone, la calce...

Fin qui siamo alla preistoria della chimica. Poi si comincia a giocare con varie sostanze, farle reagire insieme, scaldare, dissolvere, precipitare... e si scoprono altri acidi e basi: l'"olio di vetriolo," l'"acqua forte," la soda e la potassa caustica, ecc. Comincia una sintesi: esistono due classi di sostanze che hanno qualcosa in comune. Nasce un concetto e una guida agli esperimenti.

Andiamo molto avanti nel tempo (anche la storia della chimica non è precisamente il mio cavallo di battaglia) e arriviamo ad Arrhenius e alla teoria ionica. Una sintesi grandiosa: il carattere acido o basico si lega alla formazione di ioni in soluzione acquosa, ossia a un fenomeno fisico, in cui intervengono cariche elettriche. È la nascita di un capitolo della chimica fisica (senza trattino):

l'elettrochimica. Frattanto gli elementi sono stati riuniti in gruppi: i metalli alcalini, gli alcalino-terrosi, gli alogeni. . . I primi formano basi, gli ultimi acidi. È un'ulteriore sintesi, che prelude al sistema periodico.

Ma perché questa regolarità? Arriva la meccanica quantistica, e con essa la teoria elettronica della valenza, che di nuovo lega la chimica alla fisica. Intanto sono nate le coppie acido-base di Brønsted e Lowry, che generalizzano il concetto ad ambiente non acquoso; poi la teoria degli ottetti di Lewis. . . E qui sono già ben oltre le mie conoscenze, per cui mi fermo.

Anche perché penso che la mia tesi sia ovvia: nello sviluppo che ho sommariamente delineato c'è un continuo processo di sintesi, di unificazione di fenomeni sotto spiegazioni comuni e di ambiti concettuali distinti in un unico apparato teorico.

* * *

Per la fisica, mi viene in mente di partire da magneti e pezzetti di ambra: come sapete sono ancora preistoria, rispettivamente del magnetismo e dell'elettricità. All'inizio non hanno niente in comune, se non la proprietà di attirare altri corpi. Il magnetismo porta all'invenzione della bussola (che poi porterà a un ramo della fisica terrestre) alla sistemazione concettuale in termini di "poli," alla distinzione delle sostanze nelle tre ben note categorie: diamagnetiche, paramagnetiche, ferromagnetiche.

Fino a quasi due secoli fa la storia dell'elettricità percorre una strada indipendente: s'inventano le macchine elettrostatiche, si conia l'idea dei "fluidi elettrici," si fanno le prime misure (Coulomb), s'inventa il condensatore.

Alla fine del '700 delle povere rane diventano lo strumento per una grande scoperta: l'attività di nervi e muscoli ha carattere elettrico; e con questo la fisica si coniuga alla fisiologia. Ma al tempo stesso, la ben nota controversia fra Galvani e Volta porta a un'invenzione che è anche una scoperta: la pila. Per fortuna non ho bisogno di spiegarne l'importanza, e posso correre oltre.

Pochi anni dopo, il grande salto: Oersted si accorge che un filo percorso da corrente ha proprietà magnetiche. Chissà se qualcuno ricorda che oltre sei anni fa raccontavo del giovane Mach, turbato davanti a un ago di bussola deviato dalla corrente? Posso ricordare anche un altro giovane, che avendo letto del fenomeno in qualche libro, lo riproduceva con mezzi casalinghi, solo per vederlo coi suoi occhi. Niente di speciale: quel giovane non era Mach, ma il ragazzo che ora, non essendo più tale, scrive queste righe e s'immerge nei ricordi. . .

Quel semplice fenomeno mi affascinava: provavo e riprovavo, finché la pila non era scarica. Non ero turbato, come Mach, dal dilemma destra-sinistra: mi limitavo a rimirare l'ago che si muoveva. Mi domando oggi: perché m'interessava tanto? Dopo tutto l'avevo già letto in un libro! La sola risposta che so dare è: perché scopro che quanto era scritto nel libro era *vero*. Le cose andavano proprio così.

A chi fosse scettico su questa spiegazione, cito un altro ricordo, in cui ho figurato da spettatore, non da protagonista. Forse 30 anni fa, nel periodo di risveglio dell'attività astronomica nella nostra Università, di cui mi ero fatto promotore, si organizzavano anche delle visite serali al nostro piccolo telescopio. Partecipavano bambini delle elementari, accompagnati dai genitori. Mostravamo ciò che era possibile vedere con quello strumento: in pratica solo pianeti. Il ricordo ha a che fare non tanto con l'interesse e la curiosità dei bambini, quanto con la reazione degli adulti, quando, messo l'occhio al telescopio, vedevano Saturno coi suoi anelli: "Ma allora è vero! proprio come nelle fotografie!"

È facile sorridere dell'ingenuità di tale reazione, e il filosofo ci potrà giustamente ammonire: vero? che cosa significa? in che senso quello che vedi nel telescopio sarebbe più vero che in una fotografia? Eccetera... Ma non mi farò trascinare in discussioni del genere: voglio solo sottolineare il valore che ha comunque, sempre, l'osservazione diretta di un fenomeno. Questo accadeva al quindicenne che armeggiava con fili e bussola, e questo accade sempre quando qualcosa accade sotto le nostre mani, i nostri occhi, in modo non "virtuale."

A tale proposito, molto giustamente il documento ANISN sottolinea la necessità di supplire al carattere ormai solamente mediato delle conoscenze dei giovani:

"... l'esperienza del mondo del ragazzo di 13, 14 anni nella sua comunità, nel suo ambiente quasi sempre è un'esperienza di televisione, di simulazione, di video giochi virtuali: poco o niente ha esperienza del mondo naturale."

Qui senz'altro il consenso di qualsiasi fisico è totale; qui si può e si deve lavorare insieme.

* * *

Ma riprendiamo il filo. Siamo rimasti a Oersted: una prima sintesi, o meglio l'indicazione di una direzione di sintesi. Verranno poi Ampère e altri, a stabilire le leggi di questa prima relazione fra elettricità e magnetismo. Poi quel genio autodidatta di Faraday si dirà: "ma se una corrente genera un campo magnetico, visto che ogni azione produce una reazione, perché un campo magnetico non dovrebbe produrre una corrente?" E scoprirà l'induzione elettromagnetica: quella cosa che una signora chiedeva a che potesse servire, e si ebbe la famosa risposta di Faraday: "a che cosa serve un bambino appena nato?"

A che cosa serva l'elettromagnetismo, della cui nascita ho appena parlato, non ci sarebbe bisogno di chiederlo oggi. Ma forse non è proprio banale far esercitare dei ragazzi sulla seguente questione: cerca tutti i motori elettrici che lavorano per te in tutti gli oggetti che usi di frequente, in casa o fuori. È il mio solito pallino: esiste la scienza, e poi esistono le sue applicazioni, che troppo spesso diamo per scontate, o consideriamo solo quando generano polemiche e preoccupazioni. Ma della scienza che ha pian piano trasformato il nostro modo di vivere, quanto ci accorgiamo?

Proseguiamo, ma siamo vicini al punto di arrivo di questo lungo esempio. Eletticità e magnetismo si sono fusi insieme, generando quello che ho già chiamato “elettromagnetismo.” Questo è un insieme di conoscenze di fatto, di strumenti, ma è soprattutto un sistema teorico, che trova il suo culmine nella sintesi maxwelliana: le famose quattro equazioni, che riassumono tutte le leggi fondamentali. Ma non è tutto, perché nelle equazioni di Maxwell c'è una novità: esse implicano la previsione che debbano esistere le *onde elettromagnetiche*.

Pochi anni dopo, Hertz dimostra che le onde elettromagnetiche *esistono realmente*. Ma soprattutto, Maxwell ha calcolato la loro velocità nel vuoto, e ha trovato che coincide con quella già nota della luce. Da qui un'altra sintesi: la luce consiste di onde elettromagnetiche, l'ottica diventa una branca dell'elettromagnetismo!

* * *

Potrete forse pensare che mi sono dilungato troppo, e concludo spiegando brevemente perché l'ho fatto. A me pare che in questi tempi ci sia un'insistenza eccessiva verso la frammentazione e la relativizzazione del sapere scientifico. Fin dove si mette l'accento sul carattere sempre modificabile di ogni conoscenza, sulla necessità di non attribuire alle nostre concettualizzazioni una realtà oggettiva *in quanto tali*, sono d'accordo. Non lo sono più quando si riduce la scienza (in particolare la fisica) a “modelli,” ognuno da prendere per quello che può dare, coi suoi limiti e con la sua ristretta applicabilità.

Secondo me c'è modello e modello; o se preferite, distingo fra *modello* e *teoria*. I modelli di struttura nucleare (a goccia, a gusci), o il modello a elettroni indipendenti della fisica dei solidi, sono del primo tipo: costruzioni chiaramente approssimate e provvisorie, utili per affrontare alcuni problemi, ma senza pretesa di rappresentare qualcosa di generale e permanente. La teoria di Maxwell è del secondo tipo: è estremamente generale, unifica un ambito vastissimo di fenomeni, aspira a spiegazione “permanente” di una realtà fisica.

Le virgolette a “permanente” stanno a indicare che questo è in effetti un obiettivo troppo ambizioso, e infatti anche la teoria di Maxwell ha dovuto cedere il passo all'elettrodinamica quantistica. Ma è stata una resa con tutti gli onori; anzi neppure una resa, perché da un lato essa continua a essere insegnata e usata come un pilastro della fisica e delle sue applicazioni, e dall'altro neppure la teoria che le è succeduta ne è veramente indipendente. Discorso di altro genere, che ora non è il caso di affrontare.

Dato che eravamo partiti da considerazioni didattiche, qui ritorno: questi aspetti di sintesi sono una componente irrinunciabile dell'insegnamento scientifico, non meno per la fisica che per altre scienze. Guai a dimenticarselo, e a vedere la fisica come una raccolta di esperimenti, di leggi particolari, di modelli nel senso più piatto del termine!

* * *

Ci sarebbero ancora varie cose di cui parlare, e soprattutto ho in mente il “pensiero popolazionale,” contrapposto al “pensiero essenzialistico.” Ma è questione seria, che non voglio costringere in poco spazio: le dedicherò la prossima puntata.

Intanto le rondini, a decine, continuano a volare sul prato. Alcune si posano per bere a una pozzanghera (allora è una leggenda metropolitana, che le rondini non possano posarsi in terra!). Se ci saranno ancora quando riprenderò questo discorso, mi aiuteranno a esemplificare qualche punto.