

ISTRUZIONE CLASSICA E ISTRUZIONE SCIENTIFICA

I problemi di adattare l'istruzione al XXI secolo

Angelo Bonomi

Il Cobianchi, Verbania 2022, pp. 6-12

Il tema del rapporto tra scienza, tecnologia e società è stato sempre di mio interesse ed è stato oggetto anche di vari miei articoli pubblicati su “Il Cobianchi” come: “La cultura tecnica e il suo ruolo nella formazione e innovazione tecnologica” nel 2013, “Scienza e Tecnologia: un rapporto incompreso” nel 2015 e “Controversie scientifiche e nuove superstizioni” nel 2019. I recenti sconvolgimenti della pandemia del COVID19, e le reazioni che ne sono nate, non solo dei no-vax con le loro assurde affermazioni, ma anche di professori universitari che si opponevano alle misure di protezione adducendo a violazioni di libertà e democrazia mi hanno colpito, come anche la nascita di un discorso pubblico in piena confusione di idee su cosa si poteva fare, giornalisti con domande che non potevano avere nessuna risposta, e specialisti che cercavano comunque di rispondere creando confusione tra quello che è un'opinione o un risultato scientifico accertato. Tutto questo poi accompagnato dall'espansione dei “social networks” pieni scambi di insulti, notizie false e diffusione di conoscenze prive di validità, sistemi che erano concepiti all'inizio per la diffusione di conoscenze ma che ora diffondono soprattutto ignoranza. Ci si può chiedere allora se l'istruzione attuale, in particolare della scuola secondaria, non sia carente nel fornire le giuste conoscenze in grado di evitare tutte queste distorsioni, e non perdendo tempo nel fornire conoscenze che non hanno più nessuna valenza per la società del XXI secolo. In effetti all'istruzione classica in particolare si può attribuire alcune carenze su concetti, diventati importanti nella comprensione della visione della realtà della natura in una società fortemente tecnologica, e che sono molto differenti da concetti classici, come quelli di vero o falso, oppure di spazio e tempo, in accordo con il nostro senso comune. Queste differenze sono apparse evidenti nelle discussioni sulla pandemia tra giornalisti, politici, intellettuali, con una formazione di tipo classico, con virologi, epidemiologi, con una formazione ed esperienza in campo scientifico.

Volendo considerare prima di tutto quali sono le differenze importanti che esistono tra il modo di pensare classico rispetto a quello scientifico, queste riguardano l'interpretazione della realtà in termini di vero o falso, sostituita in un certo modo nel mondo scientifico con un'interpretazione in termini invece di probabilità e incertezza. Questi due ultimi concetti non hanno mai assunto importanza nell'antico pensiero greco, e quindi nel pensiero classico, tutto teso a verificare quello che è vero o falso. La nascita del concetto di probabilità può essere attribuita a Cardano in un suo libro del 1526, e il suo moderno sviluppo matematico e applicativo, risale alla metà del XVII secolo ed è attribuito ai grandi pensatori francesi come Pascal e Fermat. Un concetto moderno e razionale di incertezza è ancora più recente, e può essere attribuito all'economista americano Frank Knight che, in un suo libro pubblicato nel 1921, definì l'incertezza come l'impossibilità di stimare la probabilità di un evento, con la conseguenza che l'incertezza non è assimilabile a una bassa probabilità che l'evento avvenga, come emotivamente, ma non razionalmente, si potrebbe pensare. La contrapposizione nel vedere la realtà solo in termini di vero o falso, invece che di probabilità e incertezza, è all'origine del conflitto e delle incomprensioni che hanno caratterizzato moltissime discussioni sulla pandemia tra scienziati e giornalisti, politici, ecc. e su come affrontarla. Nel campo scientifico i concetti classici di vero o falso sull'esistenza o no di un fenomeno o sulla validità di una spiegazione sono sostituiti da condizioni rispettivamente di alta probabilità o bassa probabilità, con inoltre l'aggiunta della condizione di incertezza che può essere sollevata, ma non necessariamente, in futuro. Infatti nella cultura classica si considerano essenzialmente condizioni di vero o falso, mentre nella cultura scientifica si considerano anche insieme complessi di situazioni

con vari gradi di probabilità, accompagnate da incertezza, e da cui si devono comunque trarre indicazioni operative.

Oltre questo aspetto occorre considerare l'esistenza di grandi differenze tra i risultati della scienza sulla natura della realtà, rispetto a quelli dettati dal senso comune, e adottati aprioristicamente nella cultura classica. Infatti, quando la scienza ha cominciato a indagare nel mondo inaccessibile ai nostri sensi, il mondo del molto piccolo con la fisica quantistica, e del mondo molto grande con la teoria generale della relatività di Einstein, si è trovata una natura molto differente da quella del nostro senso comune, come se i nostri concetti di logica, spazio e tempo siano semplicemente il risultato della nostra evoluzione biologica, che ha provveduto a fornirci un senso comune utile alla nostra sopravvivenza, ma che non è necessariamente in relazione con la complessità della natura. Così ad esempio una particella come l'elettrone ha sia la natura di particella con una massa, sia quella di onda elettromagnetica, ma non si tratta di una particella con associata un'onda, ma di un'entità con due nature differenti. Infatti è possibile sia misurare la massa di un elettrone che osservare il suo fenomeno di interferenza tipico delle onde. Tuttavia, se si trattasse di una massa associata a un'onda, nel caso dell'osservazione del suo fenomeno di interferenza, la particella dovrebbe passare contemporaneamente in due fessure distanti che originano il fenomeno, violando il nostro senso comune, e il principio logico aristotelico del terzo escluso che fa parte della cultura classica. D'altra parte si è dimostrata la validità della teoria generale della relatività in cui la forza di gravità delle masse distorce lo spazio e rallenta il tempo dimostrando l'inesistenza di uno spazio e tempo assoluto, adottato in molte riflessioni filosofiche e anche nella fisica classica. Questi risultati del mondo naturale fuori dei nostri sensi fece dire a Niels Bohr, premio Nobel per i suoi contributi alla fisica quantistica, che l'oggetto della fisica non è scoprire come è fatta la natura, ma quello che la natura ci può dire. Si potrebbe osservare che la realtà scoperta sulla natura non è tuttora pienamente compresa anche dai fisici, ma è tutto quello che noi possiamo ora sapere, che comunque fa parte della nostra esistenza, e che utilizziamo largamente nelle nostre tecnologie. Tutto questo mostra i limiti dell'istruzione classica, considerata spesso fondamentale per tutte le conoscenze umane, ma che in realtà tralascia completamente la visione scientifica attuale della natura, riferendosi tra l'altro a una scienza superata come la fisica classica, e trascurando o dando in maniera molto limitata le nuove conoscenze scientifiche radicalmente differenti. Tuttavia questo articolo non deve essere considerato come un tentativo di dimostrare che l'istruzione scientifica è superiore a quella classica, ma piuttosto una difesa dell'istruzione scientifica e tecnica, e un invito ad aggiornare le conoscenze scientifiche che, con la fisica quantistica e la teoria generale della relatività hanno dato origine a tecnologie comunemente usate come i computer, il laser o i navigatori usati per viaggiare. Con l'istruzione attuale, considerando in particolare il caso italiano, è diffusa tuttora l'idea che l'istruzione scientifica e tecnica sia un'istruzione minore, che non fornisce i fondamenti generali della conoscenza, basandosi sulle idee del filosofo italiano Benedetto Croce che, nonostante la validità dei contributi storici e politici che ha dato, considerava la matematica, e ancor più la scienza e la tecnologia, come espressioni intellettuali minori, arrivando all'idea ridicola che la scienza fosse solo una semplice misura delle cose. Questa idea ha in effetti una certa diffusione in filosofia, e possiamo citare ad esempio la filosofa americana Hannah Arendt, ben più conosciuta di Benedetto Croce, che considerava la scienza come una semplice sorgente di dati provenienti dagli strumenti di misura. Ad esempio citava i dati ottenuti da Eddington, a conferma della teoria della relatività generale di Einstein, come fossero semplicemente analoghi alla relazione tra un numero telefonico di un elenco e l'abbonato corrispondente. In realtà questa teoria, confermata sperimentalmente da Eddington, è alla base della determinazione della posizione sulla terra data dai satelliti geostazionari, utilizzata dai cosiddetti navigatori, permettendo con le sue equazioni di rendere precise le posizioni altrimenti oggetto di errore dell'ordine di chilometri.

Tutto il discorso precedente potrebbe naturalmente a far pensare che, per un'istruzione valida per il XXI secolo, sia semplicemente necessario aumentare le conoscenze scientifiche e tecnologiche. In realtà questo aumento è naturalmente fuori discussione, e in parte già in atto, ma vi è un altro

aspetto che deve far parte di un'istruzione per il XXI secolo e che riguarda i problemi che nascono dall'uso pervasivo delle tecnologie, problemi che vanno oltre quelli sul piano ambientale, già presi in considerazione in una certa misura nell'istruzione attuale, ma problemi intrinseci della tecnologia che sono all'origine delle distorsioni descritte precedentemente all'inizio dell'articolo. Queste distorsioni, in particolare quelle originate dai moderni mezzi di comunicazione, sono inevitabili in una società ormai pervasa dalla tecnologia da cui dipende in molti aspetti per la sua sopravvivenza, basti pensare allo sviluppo e fabbricazione dei vaccini contro il COVID19. Nel considerare un'istruzione valida per il XXI secolo occorre quindi, non solo approfondire conoscenze scientifiche e tecnologiche, ma anche conoscere come affrontare i pericoli della tecnologia con una visione scientifica e non ideologica. Ho già avuto occasione di discutere i problemi ambientali della tecnologia in un mio articolo "Tecnologia e Ambiente", pubblicato su "Il Cobianchi" nel 2021, e in cui ho cercato di dimostrare che la tecnologia non deve essere considerata necessariamente un problema ma piuttosto una soluzione dei problemi ambientali, e che è possibile uno sviluppo tecnologico sostenibile. I problemi intrinseci della tecnologia sono invece molto più subdoli, e non hanno una soluzione tecnologica come nel caso dell'ambiente, ma sociale, e devono necessariamente far parte di un'istruzione valida per il XXI secolo. Per avere un'idea di come dovrebbe essere indirizzata un'istruzione con questi obiettivi è utile discutere alcuni aspetti della natura della tecnologia, e come i suoi pericoli siano stati previsti da alcuni filosofi e scienziati.

La tecnologia non è mai stata un argomento importante di discussione per i filosofi, limitandosi a descrivere le sue relazioni con la società piuttosto che indagare la sua natura. La relazione tra tecnologia e filosofia si può considerare iniziata con Aristotele, che ne diede il nome, "techne" in greco, e considerata un'attività di abilità e ingegno nel fabbricare, distinguendola dall'attività intellettuale del fare. Questa distinzione è tuttora un'idea diffusa nonostante che nel XX secolo la tecnologia ha permesso, con le tecniche informatiche e di comunicazione, di aumentare le capacità intellettuali umane dopo secoli che aveva potuto solo aumentare la forza muscolare, e le possibilità dei sensi come la vista e l'udito. Possiamo iniziare la discussione sui problemi intrinseci della tecnologia considerando alcuni filosofi che ne hanno anticipato l'esistenza, e in particolare il filosofo tedesco Martin Heidegger e i due suoi allievi: Hans Jonas e Hans-Georg Gadamer. Martin Heidegger espresse le sue idee sulla tecnologia in un suo famoso saggio pubblicato nel 1953 "La Questione della Tecnica", un saggio di non facile comprensione per l'uso di parole con un significato non usato comunemente ma da ridefinire, e affermazioni inusuali come l'origine tecnologica delle conoscenze scientifiche. Il pericolo della tecnologia sollevato da Heidegger, non consiste tanto nei possibili danni dovuti al suo uso, ma piuttosto nel ruolo che può assumere per l'uomo, per cui essa diventa lo scopo principale per l'umanità al di là dei suoi usi possibili. In poche parole sviluppare una tecnologia perché è una tecnologia e non per l'importanza della sua applicazione. Il suo allievo Hans Jonas è invece all'origine, con le sue riflessioni, del ben conosciuto "Principio di precauzione" largamente usato in campo ambientale. Hans Jonas, in un suo libro pubblicato nel 1979, contesta il principio che la tecnologia possa risolvere tutti i problemi che crea, e che bisogna considerare le sue conseguenze future fuori da possibili riparazioni, da cui la necessità di adottare un principio di precauzione. L'applicazione di questo principio ha dei limiti dovuti a possibili differenti interpretazioni. Limiti che ho avuto occasione di discutere nel mio articolo "Tecnologia e Ambientalismo" pubblicato su "Il Cobianchi" nel 2010, e più recentemente nel mio articolo "Tecnologia e Ambiente" citato precedentemente. Questo principio tende a essere ora sostituito da una valutazione di probabilità di rischio, non solo per l'uso ma anche per il non uso di una tecnologia. L'altro suo allievo Hans-Georg Gadamer ha avuto invece idee alquanto differenti sulla tecnologia da quelle di Heidegger, sottolineando soprattutto il concreto funzionamento della tecnologia piuttosto che il suo impatto umano. In un suo saggio, pubblicato nel 1976, Gadamer anticipa gli effetti dell'evoluzione della tecnologia riguardo la comunicazione. Questo segnalando che una sovrabbondanza di informazioni porta di conseguenza a una possibile manipolazione dell'opinione pubblica, permessa dal possesso dei mezzi tecnologici di comunicazione, mentre la

disponibilità di maggiore informazione non corrisponde a un effetto sociale positivo, ma piuttosto a un'apatia verso gli affari pubblici. Inoltre Gadamer anticipa la potenzialità della tecnologia nel creare nuovi mercati che in seguito Steve Jobs dimostrerà con lo sviluppo del personal computer. Idee sui pericoli intrinseci della tecnologia non sono state solo oggetto di filosofi ma anche sollevate da scienziati. Questo è il caso in particolare di Werner Heisenberg, fisico tedesco premio Nobel per il suo contributo all'elaborazione della fisica quantistica. In un suo libro, intitolato "Natura e Fisica Moderna" pubblicato nel 1955, spiega come la posizione dell'uomo di fronte alla natura sia radicalmente cambiata alla luce della fisica moderna, includendo la tecnologia come risultato dell'avanzamento scientifico, e arrivando a descrivere pericoli intrinseci della tecnologia simili a quelli avanzati da Heidegger. Secondo Heisenberg sono avvenuti grandi cambiamenti nel nostro ambiente e nel nostro modo di vita a causa della scienza e della tecnologia moderna. Questo ha influenzato pericolosamente il nostro modo di pensare senza lasciare all'umanità il tempo necessario per adattarsi ai cambiamenti radicali avvenuti. Egli prende in considerazione per la tecnologia una critica esistente nell'antico pensiero taoista del filosofo cinese Chuang Tse, vissuto nel III secolo AC, che espresse la sua contrarietà alla tecnologia in un breve racconto riportato da Heisenberg nel suo libro:

Tse Chung arrivò in un territorio e osservò un vecchio contadino che sollevava manualmente con difficoltà un secchio d'acqua da un pozzo per poi versarlo in un canale di irrigazione. Disse allora al contadino se non conosceva l'uso della leva con cui poteva sollevare il secchio e muoverlo con meno difficoltà. Il vecchio contadino volse lo sguardo a Tse Chung e disse "La mia guida mi ha detto che se uso macchine compio i miei atti macchinalmente, quando uno agisce macchinalmente egli avrà un cuore di macchina, perderà la semplicità e diventerà insicuro nei moti dello spirito, naturalmente conosco questa macchina ma mi vergogno di usarla".

Naturalmente si può facilmente dimostrare l'utilità delle macchine per il benessere dell'umanità, ma in questa breve e antica storia vi è una lezione per la nostra era in cui la tecnologia non aumenta solo le possibilità fisiche umane ma anche quelle intellettuali. In realtà, l'uso di tecnologie che aumentano le capacità cognitive può provocare negli uomini una tendenza a trasferire alle macchine con intelligenza artificiale la risposta a domande, soluzione di problemi e attività di gestione. Questo con il pericolo di ridurre la conoscenza umana a sapere solo quali sono i tasti da schiacciare o i punti di uno schermo tattile da sfiorare per ottenere risposte e soluzioni, e cioè compiere solo quegli atti meccanici citati nel racconto di Chuang Tse, ponendo il futuro dell'umanità nelle mani delle macchine, senza avere necessariamente in realtà una completa certezza sulla validità delle loro risposte e decisioni. Se infatti siamo certi della validità di un calcolo fatto dal computer, questo non è vero nelle moderne macchine con intelligenza artificiale che simulano, per prendere in carico problemi più complessi, le reti neurali del cervello umano. Per usare queste macchine non si può semplicemente caricare un sistema operativo prestabilito di funzionamento, ma utilizzare il cosiddetto "machine learning", un sistema di istruzione simile a quello usato per istruire le persone per eseguire poi un compito anche complesso. Inoltre non si può conoscere come un sistema di reti neurali artificiali arrivi a una certa soluzione, mentre lo sappiamo in linea di principio come questo avviene in un computer normale che funziona in modo deterministico. Il risultato è che la sicurezza dei risultati delle macchine con intelligenza artificiale non è molto differente da quella del lavoro di un operatore umano, anche se queste macchine hanno capacità superiori a quelle umane per compiti definiti. Il caso del pilota automatico del Boeing 737max che ha provocato due gravi incidenti aerei, senza che i piloti potessero intervenire per fermarlo e sostituirsi alla macchina, la dice lunga sui pericoli di un'applicazione imprudente dell'intelligenza artificiale. Infine va aggiunta un'ultima problematica che riguarda il fatto che molte delle nostre utili conoscenze si basano su insiemi di dati troppo grandi per essere conosciuti dal cervello umano nella loro interezza. I dati di queste conoscenze sono presenti nella loro interezza solo nella memoria fisica dei computer. Questo avviene ad esempio nella biologia molecolare o sintetica in cui si manipolano pezzi di DNA la cui sequenza completa di basi nel suo insieme è troppo grande, ed è conosciuta interamente solo dal computer. Questo vale anche ad esempio anche per RNA usato nei vaccini per il COVID19. Questo

può provocare problemi nel campo dello sviluppo di tecnologie biomolecolari quando lo scambio di campioni in studio non avvenga con materiale biologico, ma con dati informatici, ad esempio di DNA o RNA via internet, soggetti quindi a una possibile spionaggio o manipolazione di hacker facendo perdere la sicurezza dei dati con conseguenze sulla ricerca.

Sulla base delle discussioni precedente è possibile dare qualche indicazione su come possa essere organizzata un'istruzione adatta al XXI secolo. Prima di tutto è necessario riequilibrare i tempi per le materie insegnate per tener conto della forte dipendenza tecnologica in cui si vive dando conoscenze utili per la sua comprensione. Non si deve considerare questa ristrutturazione come una semplice riduzione dell'istruzione classica in favore di quella scientifica, ma piuttosto la ricerca di quegli elementi dell'istruzione classica che esistono e che sono validi anche per il XXI secolo. Una seconda indicazione riguarda l'aggiornamento sulle conoscenze sulla natura e le importanti tecnologie che ne sono derivate, anche se pongono problemi di piena comprensione violando il nostro senso comune. Non ho mai capito perché cambiamenti radicali nella fisica, con ripercussioni nelle altre scienze come la chimica e la biologia, avvenuti quasi un secolo fa, non siano ancora presi in considerazione seriamente nell'istruzione attuale. Nella mia breve esperienza nel campo dell'insegnamento della chimica nei licei del Canton Ticino ne ho fatto un tentativo parziale che ho riportato in un articolo "Didattica Attuale e Didattica Chimica" pubblicato su "Il Cobianchi" nel 2008. Questa esperienza didattica ha dimostrato che, sebbene la matematica della fisica quantistica sia molto più complessa che quella della fisica classica, questo non limita la spiegazione di concetti e differenze con la fisica classica, e come questa nuova fisica spieghi il funzionamento di tecnologie importanti, senza necessariamente ricorrere alla matematica, ma piuttosto a uno sforzo per sviluppare metafore intellettuali per un nuovo insegnamento. Un altro dei problemi importanti da affrontare nell'istruzione per il XXI secolo è quello di evitare l'impovertimento della conoscenza dovuto al trasferimento alle macchine di tanti compiti dapprima affrontati direttamente dall'uomo. Non si può semplicemente continuare con un insegnamento tradizionale che non spiega, almeno a grandi linee, come le macchine con intelligenza artificiale funzionano, ma occorre un insegnamento che, accanto all'uso vantaggioso delle macchine, possa far capire, almeno fino a un certo punto come funzionano, e come gestirle e controllarle. Infine vi è il problema dei moderni mezzi di comunicazione e come questi diffondano non solo conoscenze ma anche molta ignoranza e notizie false o tendenziose. La diffusione di questo tipo di informazioni è spesso difesa dal principio di libertà di espressione, tuttavia in certi casi queste informazioni possono creare danni reali di una certa importanza che giustificano un intervento per combatterle. Questo problema è affrontabile sul piano sociale e solo in maniera limitata nell'istruzione. Un insegnamento che può essere utile nel discriminare le notizie false o tendenziose riguarda la conoscenza del metodo scientifico. Il suo insegnamento non è facile poiché il metodo scientifico non è una semplice procedura, ma ha la natura di un knowhow, ed è quindi conosciuto pienamente solo dai ricercatori che lo praticano. Si trova spesso ora nei libri scolastici una sua descrizione che però è insufficiente per un suo uso nella discriminazione delle informazioni, per questo potrebbe però essere utile aggiungere anche numerosi esempi della sua applicazione pratica. Una modifica dell'istruzione abbastanza radicale come quella proposta non può trovare nei docenti una preparazione già disponibile, o semplicemente derivata dagli attuali studi universitari, ma richiederebbe piuttosto opportuni corsi di aggiornamento con insegnamenti adeguati. Ad esempio molti docenti hanno una profonda conoscenza della cultura classica e del suo insegnamento, ma non conoscono necessariamente quali elementi di questa cultura sono veramente importanti nel mondo attuale pervaso da scienza e tecnologia. L'insegnamento di come funzionano le macchine con intelligenza artificiale e della loro gestione non può essere quello fatto per informatici o elettronici, ma adatto a studenti che eserciteranno professioni completamente diverse. Infine in un insegnamento moderno delle scienze occorre cambiare completamente l'idea di dover ad esempio poter insegnare la fisica semplificandone la matematica, come si fa per la fisica classica, ma ricorrere, come citato precedentemente, a metafore esplicative. Sono stato molto colpito da una serie di documentari

realizzati dalla BBC, e trasmessi su RAI Scuola, condotti da Jim Al-Kalili, un fisico di origine irachena dell'Università di Cambridge. Egli spiegava metaforicamente con molta efficacia la fisica quantistica, con anche applicazioni di questa alla biologia, come la spiegazione del sistema di orientamento degli uccelli migratori che si basa su un fenomeno quantistico, o anche le teorie cosmologiche attuali e la teoria del caos. Sono stato particolarmente colpito dalla sua spiegazione, attraverso un gioco delle carte, del funzionamento della statistica di Bell che ha permesso di discriminare tra due opinioni, una di Einstein e l'altra di Bohr, sulla natura della realtà quantistica. Si tratta del caso di una particella la cui proprietà quantistica può assumere due valori opposti. Secondo Einstein il valore era assunto subito alla generazione della particella e quindi dopo confermato dalla sua misura. Secondo Bohr alla generazione della particella essa assumeva contemporaneamente i due valori opposti, ed era al momento della misura che essa risultava in uno dei valori che aveva fino a quel momento contemporaneamente, secondo una probabilità dettata dalle equazioni della fisica quantistica. Facendo gli opportuni esperimenti, e trattando i risultati con la statistica di Bell, si dimostrò che era Bohr ad aver ragione, con la fisica quantistica che violava un'altra volta la logica aristotelica. In conclusione penso che se noi avessimo avuto un'istruzione con le indicazioni prospettate in questo articolo, è probabile che la pandemia del COVID19 avrebbe causato meno confusione sugli interventi da fare, e più vaccinazioni con meno morti e minori costi sanitari.