

IL COSTRUTTIVISMO E OLTRE

sull'apprendimento delle scienze

di Ezio Roletto e Alberto Regis*

Quando il dibattito sposta l'accento dalle metodologie di insegnamento ai meccanismi di apprendimento dell'allievo, compare nei documenti a tutti i livelli, da quelli di un consiglio di classe a quelli ministeriali, un linguaggio di stampo costruttivista, il cui significato, quasi sempre implicito, resta spesso ignorato anche da chi lo utilizza. Ben venga quindi il contributo di due autori che con competenza e chiarezza espongono i punti essenziali della concezione costruttivista dell'apprendimento/insegnamento nell'ambito delle scienze sperimentali. Mettendone in luce le conseguenze didattiche, essi si soffermano sugli aspetti positivi, ma anche sui limiti oggi ormai evidenti in molti sistemi scolastici, suggerendo criteri per una nuova prospettiva didattica. Una strada interessante ancora da percorrere.

A proposito dell'insegnamento delle scienze, si possono distinguere tre concezioni principali.

La prima, che è quella più diffusa, è fondata sull'idea della trasmissione frontale del sapere: insegnare consiste nel versare un sapere nella testa dell'allievo che è ritenuta vuota e che si cerca di riempire. L'insegnamento è di tipo espositivo e l'obiettivo dichiarato è trasmettere ad allievi che «non sanno» un insieme di nozioni organizzate. Per passare dalla situazione iniziale a quella finale, si cerca di realizzare una situazione di «comunicazione» ottimale tra insegnante, il quale detiene il sapere e lo fornisce mediante opportune lezioni, e allievo che funziona da ricevitore passivo. Una «persona che sa» comunica un pacchetto predefinito di sapere ad ascoltatori cui spetta il compito di memorizzare le informazioni ricevute. Questo modo di intendere l'apprendimento discende da una teoria della conoscenza di natura sensualistica ed empiristica: è sufficiente che l'insegnante esponga le conoscenze e le renda evidenti mediante dimostrazioni ed esperimenti, per far sì che l'allievo ne acquisisca una copia. L'apprendimento è assimilato a una «impronta intellettuale» e la conoscenza sarebbe un contenuto d'insegnamento che viene a imprimersi nella mente dell'allievo. Si ammette che i

*Gruppo SENDS (Storia ed Epistemologia per una Nuova Didattica delle Scienze), Università di Torino.

saperi possano passare dall'insegnante agli allievi senza subire modificazioni, deformazioni, interpretazioni distorte o amputazioni significative.

La seconda concezione assegna un posto di rilievo, da una parte, alla situazione d'apprendimento in cui si trova l'allievo e, dall'altra, al suo comportamento in quella determinata situazione: vale a dire allo «stimolo» e alla «risposta». Apprendere significa fornire risposte adeguate a determinati stimoli e quindi si apprendono dei comportamenti; ciò che una persona sa è unicamente ciò che è in grado di fare, ossia i comportamenti che può produrre in risposta a specifiche condizioni ambientali, a determinati stimoli. Per favorire l'apprendimento si devono associare i comportamenti degli allievi a opportuni stimoli di rinforzo che possono essere positivi o negativi. Se la risposta fornita è consona allo stimolo, il soggetto riceve una gratificazione che assicura un «rinforzo positivo» all'associazione tra situazione ambientale (stimolo) e comportamento (risposta). Se invece la risposta fornita non è consona allo stimolo, il soggetto riceve una disapprovazione che contribuisce a fare sì che il comportamento non venga ripetuto. In pratica, questo modo di intendere il processo d'apprendimento si concretizza nell'insegnamento mediante esercizi. Questo modo d'intendere l'apprendimento ha il suo fondamento teorico nella psicologia del comportamento o behaviorismo, la cui idea di base è che non si può osservare cosa avviene nella mente. Quindi la psicologia deve evitare nel modo più assoluto di analizzare gli stati mentali, attenendosi strettamente ai fatti che è possibile caratterizzare in modo obiettivo. In altre parole, occorre limitare l'attenzione allo stimolo proposto all'individuo e al suo conseguente comportamento, ossia alla risposta che egli fornisce.

Apprendimento per costruzione di conoscenza

La terza concezione corrisponde a quello che viene chiamato «apprendimento per costruzione di conoscenza», dove il punto di partenza del processo di apprendimento non è più la natura oggettiva degli eventi-stimolo, ma la rappresentazione mentale che di essi l'individuo si costruisce. La rappresentazione non è un riflesso del mondo esterno all'individuo, ma una ricostruzione; si tratta di un'entità diversa dall'oggetto o dall'evento rappresentato: l'oggetto mentale è diverso dall'oggetto fisico. Il processo d'apprendimento è dunque un'attività costruttiva del soggetto che, in costante interazione con il mondo, elabora i dati che da questo provengono e li organizza in una rappresentazione del mondo che non corrisponde ai dati di partenza. L'apprendimento è inteso come un processo di autostrutturazione di cui l'allievo è protagonista e che richiede libertà di espressione, creatività e abilità manuali. In esso si valorizza il ruolo di protagonista dell'allievo e il procedere per tentativi ed errori; l'insegnante ha il compito di facilitare l'attività pratica e intellettuale dell'allievo. Questo modo di intendere l'apprendimento è proprio del costruttivismo che è una teoria sulla natura della conoscenza umana e più particolarmente della conoscenza scientifica; un modo di in-

tendere le origini, i meccanismi di trasmissione e le procedure di validazione del sapere scientifico. Negli ultimi trent'anni, il costruttivismo è la corrente di pensiero che ha maggiormente influenzato la riflessione sull'apprendimento e l'insegnamento delle scienze e ha ispirato numerosi progetti di riforma in svariati Paesi; a esso si richiamano alcuni autori di libri di testo, di esso si discute in articoli di periodici specializzati, su di esso sono impostate molte attività di formazione iniziale e continua degli insegnanti.

La teoria del costruttivismo è fondata sui due principi. Il primo: la conoscenza viene costruita attivamente dal soggetto conoscente e non è da questi ricevuta passivamente da una sorgente esterna. Il secondo: il processo di conoscenza è adattativo; esso serve per organizzare le esperienze personali, ossia le impressioni sensoriali, di ogni individuo e non per conoscere una realtà ontologica, ossia un mondo indipendente che esisterebbe al di fuori della mente di ogni singolo individuo.

Il primo principio è di natura psicologica, poiché è relativo al processo di conoscenza di una persona, mentre il secondo è di natura epistemologica, in quanto relativo al rapporto tra conoscenza e realtà.

Costruttivismo e psicologia

In campo psicologico, il costruttivismo presenta un certo numero di varianti di cui due sono le più importanti: quella proposta da Jean Piaget che privilegia l'aspetto individuale del processo di conoscenza e quella proposta da Lëv Vygotskij e dai suoi seguaci, i quali hanno focalizzato l'attenzione sulle «relazioni sociali cognitive».¹

Il costruttivismo di Piaget

Il costruttivismo trova convenzionalmente la sua origine nella teoria dello sviluppo cognitivo di Piaget, secondo il quale la conoscenza emerge dall'interazione tra il soggetto che conosce e l'oggetto conosciuto.

Secondo Piaget, la struttura mentale di un individuo è costituita da un certo numero di «schemi» che funzionano da «invarianti operatori» e sono strumenti di conoscenza che un soggetto usa per comprendere e interpretare la realtà esterna. Attraverso l'attività fisica e mentale, il soggetto si sforza di organizzare i dati dell'esperienza incorporandoli negli schemi mentali già posseduti, ma al tempo stesso modificandoli per adattarli ai nuovi dati. Il processo di adattamento è determinato dall'interazione tra due funzioni complementari: l'«assimilazione» di apporti esterni all'interno di schemi mentali dell'organismo e l'«accomodamento» degli schemi mentali dell'organismo in funzione degli apporti esterni. Piaget propone quindi un modello «interazionista» e «costruttivista», caratterizzato dall'importanza che assume l'azione (mentale e fisica) del soggetto conoscente.

¹ L'attributo cognitivo fa riferimento alla cognizione, termine usato per indicare i processi e le funzioni della mente, ossia il rapporto dinamico tra soggetto conoscente e oggetto della conoscenza.



Jean Piaget (1896-1980)

Il costruttivismo sociale

I sociocostruttivisti sostengono che, se la conoscenza è il risultato dell'attività di costruzione dell'individuo che apprende, non si può dimenticare che ogni individuo esiste e si sviluppa nell'ambito della vita sociale. Di conseguenza, essi focalizzano l'attenzione, più che sulle azioni cognitive individuali, sulle «relazioni cognitive» che si instaurano tra l'individuo che apprende e il contesto socioculturale nel quale è implicato; la dimensione socioculturale è un aspetto essenziale dei processi di conoscenza, intesi come costruzioni che si sviluppano nel tessuto delle relazioni sociali. Secondo Vygotskij, lo sviluppo cognitivo va ricondotto alle «interazioni sociali» dell'individuo con l'ambiente: gli esseri umani conoscono grazie alle loro interazioni con gli altri; quindi l'apprendimento è essenzialmente di natura culturale e sociale. Se è vero che l'interpretazione dell'esperienza è fondamentalmente soggettiva e individuale, è altrettanto vero che, per interpretare l'esperienza, il soggetto deve fare ricorso a codici, sistemi simbolici e significati definiti in particolari ambiti sociali e culturali; inoltre le conoscenze vengono elaborate grazie ad attività sociali di scambio, dialogo e cooperazione.



Lëv Vygotskij (1886-1934)

Nella concezione di Vygotskij, il ruolo degli adulti nello sviluppo di soggetti più giovani è fondamentale e trova tutto il suo significato nell'idea dello «sviluppo potenziale» (chiamato anche «sviluppo prossimo o prossimale»); la zona di sviluppo potenziale distingue il «livello effettivo di sviluppo» del soggetto, vale a dire ciò che egli è in grado di fare in modo autonomo, dal livello delle sue «capacità potenziali di sviluppo», vale a dire da ciò che è in grado di realizzare con l'aiuto di una persona più esperta. Secondo la teoria dell'area di sviluppo potenziale, l'unico buon insegnamento è quello che precorre lo sviluppo. In altre parole, l'apprendimento non è conseguenza del raggiungimento di un certo livello di sviluppo, ma una corretta organizzazione dell'apprendimento porta allo sviluppo mentale, attiva un intero gruppo di processi evolutivi, e questa attivazione non potrebbe aver luogo senza l'apprendimento.

Epistemologia e ontologia del costruttivismo

Nell'ambito dell'epistemologia, il termine costruttivismo è riferito al modo di concepire l'oggetto del sapere (il mondo naturale e tecnico) e al modo di intendere la relazione tra dati empirici (i fatti che si producono nella realtà) e il sapere scientifico, ossia le spiegazioni teoriche (le leggi e le teorie). A partire dalla premessa psicologica «la conoscenza è frutto dell'attività di costruzione della mente di ogni individuo», i costruttivisti approdano alla conclusione epistemologica «non è possibile conoscere il mondo quale esso è». Come scrive Y. Pepin [1]: «I costruttivisti formulano l'ipotesi che l'organismo vivente

sopravviva e si adatti alla propria esistenza dando, al flusso delle informazioni, le forme che è in grado di manipolare. Il mondo quale è non avrebbe alcuna forma prestabilita e, di conseguenza, non potrebbe essere percepito né conosciuto direttamente. Per percepirlo o conoscerlo, dobbiamo dargli una forma che gli convenga, un po' come il mondo visibile che non esiste come tale, ma che è la forma che il mondo prende quando l'occhio lo costruisce; un po' come per il mondo sonoro che non esiste come tale ma che è la forma che il mondo prende quando l'orecchio lo conosce. Dunque noi possiamo sopravvivere e adattarci solo nella misura in cui riusciamo a dare una «forma fruttuosa» alla nostra esperienza, solo nella misura in cui possiamo contenere e bardare questa esperienza in strutture di conoscenza che le imponiamo». In altre parole, i costruttivisti affermano che, poiché la mente umana è impegnata attivamente nella costruzione di conoscenza, ogni persona sviluppa il proprio insieme, personale e unico, di idee; tutta la conoscenza è necessariamente un prodotto della cognizione, ossia dei processi e delle funzioni della mente di ogni persona. Ogni individuo costruisce la propria comprensione del mondo attraverso la sua personale esperienza e questa è profondamente influenzata dalle sue «lenti cognitive» attraverso le quali egli vede il mondo; di conseguenza, risulta impossibile la conoscenza diretta di una realtà esterna al soggetto conoscente.

La conoscenza come costruzione della realtà

I costruttivisti ricorrono alla metafora del «vedere attraverso le lenti» della mente per sostenere che è impossibile una corrispondenza tra le idee di ciascun individuo e una realtà indipendente, oggettiva. Il fatto che il sapere scientifico funzioni non giustifica la concezione che esso fornisca una rappresentazione del mondo che corrisponde a una realtà oggettiva: non esiste alcuna realtà oggettiva, preesistente all'esperienza del soggetto conoscente. Secondo i costruttivisti, infatti, la conoscenza non consiste nel raccogliere e organizzare dati che provengono da una realtà esterna al soggetto, bensì nel costruire tale realtà. Il sapere scientifico, di natura simbolica, è una costruzione sociale più che una descrizione della natura. Questo, si noti bene, non significa negare la realtà, «cosa sicuramente folle, dal momento che il mondo della nostra esperienza non è mai interamente come vorremmo che fosse. Ma ciò non preclude che noi abbiamo costruito la nostra conoscenza di esso» [2]. Anche se si può ammettere che esista un mondo a noi esterno, rimane il fatto che non vi è nessuna possibilità di accedervi direttamente.

In buona sostanza, i costruttivisti assumono la corrispondenza tra idee e realtà come condizione irrinunciabile della conoscenza. Poiché, in base alle loro idee, questo risulta problematico, essi concludono che anche gli asserti conoscitivi risultano problematici; non è possibile un sapere scientifico oggettivo perché non è possibile stabilire un rapporto di corri-

spondenza diretta tra le idee personali e la realtà. Porre il problema della conoscenza in termini di un soggetto che guarda un oggetto e si chiede quanto fedelmente ciò che vede rispecchi la natura o l'essenza dell'oggetto, significa adottare un'epistemologia empiristica. Infatti, secondo gli empiristi, il processo di conoscenza è fondato sull'esperienza, ossia sulle impressioni sensoriali; il suo criterio di validità è la congruità fra pensiero e realtà empirica, ossia la corrispondenza tra idee e cose: la conoscenza è il rispecchiamento fedele dell'oggetto di conoscenza.

Una concezione strumentalista

I costruttivisti sostengono che la costruzione di conoscenza deve essere intesa come un processo in cui quest'ultima è sia costruita sia continuamente sottoposta a verifica. Gli individui non sono liberi di costruire qualsiasi conoscenza, poiché le conoscenze costruite devono essere fruibili, feconde, fruttuose.² Alla «relazione di verità» tra conoscenza e realtà, si sostituisce la «relazione di fecondità» all'interno del mondo dell'esperienza personale: il soggetto conoscente costruisce congetture interpretative della realtà che si dimostrano fruttuose o feconde se gli permettono di risolvere i problemi che incontra nell'adattarsi all'ambiente. Le ipotesi, le teorie, i concetti e i modelli scientifici che gli individui costruiscono nelle loro menti sopravvivono in modo pragmatico soltanto fino a quando sono utili, in quanto «strumenti» che servono per descrivere i fenomeni e per stabilire relazioni tra due o più gruppi di fenomeni. Si tratta dunque di una concezione strumentalista del sapere scientifico, come riconosce apertamente Ernst von Glasersfeld [3]: «Il costruttivismo radicale è disinibitamente strumentalista». Alle congetture scientifiche non si richiede che siano «plausibili» o anche soltanto «probabili»; è sufficiente che permettano di elaborare spiegazioni o di sviluppare calcoli che siano in accordo con i dati sperimentali.

La posizione epistemologica del costruttivismo - relativa al «cosa» e al «come» si conosce - è di natura empiristica ed essa sfocia, per i costruttivisti radicali, in una posizione ontologica, relativa al «come è ciò che si conosce», di natura idealistica, secondo la quale il mondo è costruito dal pensiero umano e dipende da questo: la realtà è la conseguenza e non la causa della costruzione del sapere scientifico. In effetti, la maggior parte dei costruttivisti sono realisti dal punto di vista ontologico: anche se non è conoscibile, il mondo esiste realmente al di fuori del nostro pensiero. Tuttavia, secondo alcuni «costruttivisti radicali», come von Glasersfeld, il mondo è creato dal pensiero umano e dipende da questo pensiero. Questo porta i costruttivisti ad affermare che il mondo naturale non ha nessun ruolo nella costruzione del sapere scientifico, che non vi è realtà indipendente dai segni (parole, disegni, grafici, eccetera) usati per comprenderla, poiché la realtà è costruita nel linguaggio e mediante il linguaggio. A questo proposito è esemplare il testo che segue.

² Il termine originale inglese usato da Ernst von Glasersfeld è *viable* che può essere tradotto in italiano con *fruttuoso, fruibile, fecondo*.



Ernst von Glasersfeld (1917-...)

Un esempio: fatto e conoscenza del fatto

Come esempio delle idee dei costruttivisti a proposito della realtà, si riporta la traduzione di un estratto da un testo [4] destinato alla formazione degli insegnanti.

FATTO

Ciò che viene comunemente chiamato *un fatto* è un'interpretazione di una situazione che nessuno, almeno in quel dato momento, intende mettere in discussione. Si deve sempre ricordare che, come si dice nel parlare corrente, «si devono stabilire i fatti»; ciò significa che un fatto viene stabilito, vale a dire costituito, il che mostra bene che si tratta di un modello teorico che si sostiene essere consono. Per esempio, le asserzioni «il computer è sulla scrivania» oppure «l'acqua sta evaporando» sono ritenute asserti fattuali, nel senso che nessuno pensa di contestarle nel momento in cui vengono espresse. Si tratta di affermazioni, di interpretazioni teoriche che nessuno mette in discussione. Affermare che un'asserzione si ricollega a un fatto - ossia assume lo statuto di asserto fattuale o empirico - significa sostenere che nessuno contesta tale interpretazione nel momento in cui se ne parla. Però un fatto può essere messo in discussione. Per esempio, per secoli si è ritenuto un «fatto» che ogni giorno il Sole facesse un giro intorno alla Terra. Quando è stata proposta un'altra teoria, quella della rotazione diurna della terra su se stessa, ha comportato la sostituzione del fatto precedente con un altro fatto: «la terra gira su stessa ogni giorno».

In questo brano, è palese che gli autori confondono «fatti» e «conoscenza dei fatti». Un fatto, per la maggior parte delle persone, è qualcosa che avviene al di fuori della singola persona. Un fatto esiste indipendentemente dalla conoscenza che può averne un individuo, indipendentemente dal fatto che altre persone siano d'accordo con lui e indipendentemente da qualsiasi interpretazione ne venga data. È per queste ragioni che si può tranquillamente affermare che vi sono fatti che non conosciamo (per esempio, la data esatta della nascita di Shakespeare oppure il numero di neutrini emessi ogni nanosecondo dal sole).

Nell'esempio concreto citato da Fourez et al., gli autori cadono in contraddizione. Infatti, scrivendo che la rotazione del Sole intorno alla Terra «è stata ritenuta un fatto», essi ammettono la distinzione tra fatto e conoscenza: la conoscenza ammessa – il Sole ruota intorno alla Terra – non corrispondeva al fatto. Successivamente, gli autori affermano che «[ciò] ha comportato la sostituzione del fatto precedente con un altro fatto». Tuttavia, non si può sostenere [5] che un fatto è stato sostituito da un altro fatto, bensì che una conoscenza è stata sostituita da un'altra conoscenza. Il «fatto» esiste da sempre, la «conoscenza del fatto» ha una data di nascita. Se si ammettesse che «un fatto è stato sostituito da un altro fatto», allora si dovrebbe concludere che la terra gira intorno al sole soltanto dal momento in cui Copernico lo ha affermato.

In effetti, ciò che gli autori intendono sostenere, è che le idee degli scienziati sono cambiate nel corso del tempo. Essi non lo affermano chiaramente e non lo riconoscono apertamente perché aderiscono all'epistemologia

costruttivista, ossia ritengono che le conoscenze scientifiche non abbiano alcuna relazione con una realtà esistente al di fuori della mente di chi la pensa, ma siano unicamente opinioni largamente condivise. Ciò li porta a confondere i fatti con le credenze o le opinioni largamente condivise e quindi a utilizzare lo stesso termine (fatto) per designare due entità, fatto e conoscenza del fatto, che, anche per il semplice buon senso, sono due cose diverse.

La scienza ha una validità solo pragmatica

In conseguenza di questa posizione, per i costruttivisti, non esiste una verità, né assoluta né relativa; la scienza non può che essere soggettiva e relativa e il sapere scientifico ha unicamente una validità pragmatica, in quanto funziona. In questo contesto, gli scienziati possono solo tentare di sviluppare teorie «feconde» che propongano spiegazioni accettabili dei fenomeni osservati e metterle alla prova con saggi sperimentali, al fine di verificarne la coerenza.

Il problema è che quasi tutte le teorie, comprese quelle abbandonate da tempo, quali la teoria del flogisto di Stahl (George Stahl, 1660-1734) o quella geocentrica di Tolomeo (Claudio Tolomeo, 85 circa - 165 circa), possiedono tali requisiti. Ciò porta inevitabilmente a un relativismo radicale, dove «fruibile, fruttuoso» è sinonimo di «valido», di modo che ogni congettura feconda è ritenuta valida. La scienza diventa così una raccolta di significati e di concetti che evolvono attraverso mediazioni sociali e non grazie a un processo di confronto delle idee con il comportamento del mondo naturale e tecnico.

In conclusione, secondo i costruttivisti la conoscenza è provvisoria, in continuo sviluppo, frutto di una costruzione mentale che si pone come traguardo la soluzione dei problemi che l'individuo incontra nella sua relazione con il mondo, e quindi continuamente definita dal rapporto tra il soggetto e l'ambiente. I costruttivisti radicali adottano come criterio di verità la coerenza interna: un asserto teorico è ritenuto vero se vi è corrispondenza con le restanti asserzioni linguistiche e formali, le quali costituiscono lo sfondo in riferimento al quale un'asserzione può essere accettata o rifiutata; tutto il sapere è soggettivo, provvisorio, incerto. Le teorie scientifiche forniscono uno strumento soddisfacente di lettura del mondo osservato, ma di rado dicono qualcosa che riguardi effettivamente la realtà. Esse piuttosto suggeriscono strategie e procedure grazie alle quali i fenomeni possono essere interpretati; i modelli scientifici non sono rappresentazioni del mondo, ma tentativi degli scienziati di organizzare la realtà in un modo fruttuoso per i propri progetti. Come già si è detto, si tratta di una posizione strumentalista, in quanto le teorie sono ritenute strumenti per descrivere i fenomeni e per collegare tra di loro eventi diversi dal punto di vista empirico.

I limiti dell'epistemologia del costruttivismo

L'epistemologia del costruttivismo postula che la conoscenza scientifica consiste nella corrispondenza tra idee e mondo naturale, di conseguenza, ammettere che gli scienziati non sono in grado di accedere alla realtà significa riconoscere che le asserzioni scientifiche sono soggettive e relative. Come scrive von Glasersfeld «Il realista ritiene che i suoi costrutti siano riproduzioni di strutture dotate di esistenza indipendente, mentre il costruttivista è cosciente del fatto che il soggetto che conosce è l'origine di tutti i costrutti [...]. Per il costruttivista non ci sono altre strutture al di fuori di quelle che ogni individuo costruisce grazie alla sua personale azione di coordinatore delle proprie esperienze».

Però i critici del costruttivismo sostengono che la corrispondenza tra fatti e teoria non ha un ruolo centrale nella conoscenza scientifica. Essi ritengono che l'idea della corrispondenza abbia un senso quando si riferisce al fatto che l'accettabilità di un'asserzione scientifica o il valore di una teoria dipendono, in ultima analisi, dal comportamento del mondo. La congettura formulata in base all'apparato teorico è plausibile se trova riscontro in evidenze empiriche: parafrasando un proverbio popolare, «la teoria propone ma il mondo dispone». Ciò che è determinante per la conoscenza, non è la corrispondenza dell'asserzione scientifica con la realtà materiale grezza, ma con un «sistema materiale» limitato, specifico e sovente idealizzato. Per esempio, lo schema di una reazione chimica (comunemente denominato «equazione chimica») non riflette le trasformazioni delle sostanze che materialmente vengono fatte interagire: lo schema di reazione rappresenta le sostanze e le loro trasformazioni chimiche ma non le riflette, non le fotografa. Esso è una rappresentazione delle trasformazioni chimiche delle sostanze interagenti, costruita in riferimento a un modello teorico: il modello della reazione chimica.

Gli epistemologi oggettivisti e realisti sostengono che occorre fare una distinzione fra le cose e gli eventi del mondo (gli oggetti empirici, macroscopici della scienza), le strutture teoriche, i concetti della scienza, le cose e gli eventi descritti dalla teoria (gli oggetti teorici della scienza) e le procedure sperimentali e tecniche della scienza. La comprensione e la concettualizzazione della realtà, elaborata da ogni persona, sono tributarie di questo patrimonio scientifico che è esterno al singolo individuo. Questo comporta che è difficile sostenere l'idea che ogni persona costruisca una propria originale comprensione del mondo: gli individui possiedono un linguaggio, dei concetti, delle credenze e dei valori che dipendono interamente dall'ambito socioculturale al quale appartengono.



David Paul Ausubel (1918-2008)

Inoltre, la produzione di conoscenza, come la produzione di beni materiali, dipende dalle materie prime (concetti, linguaggio, teorie, modelli), dai mezzi di produzione (sistemi logici e matematici, strumenti scientifici, computer), dall'organizzazione e dal finanziamento della ricerca, dal sistema educativo, dal contesto sociale (vincoli religiosi, valori culturali, pressioni politiche ed economiche). Quindi è indiscutibile che il costruttivismo sostiene una tesi largamente condivisa quando sottolinea gli aspetti inventivi e umani della produzione degli oggetti teorici della scienza. Però i costruttivisti limitano questi aspetti alle singole persone e non estendono la loro analisi alla comunità scientifica: il loro modello di produzione del sapere scientifico è di natura personale, individuale e lascia da parte le ineludibili dimensioni intersoggettive e sociali del processo scientifico di conoscenza.

Costruttivismo e apprendimento delle scienze

Il costruttivismo è un'evoluzione del cognitivismo, il quale intende l'apprendimento come elaborazione dell'informazione. I cognitivisti si interessano a ciò che succede nella mente dell'allievo, inteso come un elaboratore attivo dell'informazione, simile a un computer; la mente è equiparata a



Joseph D. Novak (1932-...)

un sistema simbolico fisico che si avvale di un linguaggio formalizzato. Il cognitivismo ritiene possibile un'organizzazione ordinata e razionale del percorso d'apprendimento.

L'attività didattica deve essere strutturata in modo sequenziale, spezzando il sapere in piccole porzioni facilmente assimilabili; gli apprendimenti devono quindi essere organizzati in modo gerarchico, dai più semplici ai più complessi, e la loro valutazione deve essere oggettiva. È nell'ambito del cognitivismo che

si afferma la «pedagogia per obiettivi» con la quale si cercò di razionalizzare il lavoro degli insegnanti, sostituendo la nozione di obiettivo a quella di programma. L'approccio cognitivista postula la partecipazione diretta degli allievi al proprio apprendimento, considerandoli come menti in azione, senza però ritenerli portatori di una personale conoscenza. Il passaggio dal cognitivismo al costruttivismo è dovuto al fatto che il primo limita l'ampio spettro dei processi cognitivi a un'unica componente, quella relativa alle forme e alle modalità del trattamento ed elaborazione dell'informazione. L'apprendimento si definisce come una modificazione all'interno delle strutture mentali dell'allievo, la conoscenza essendo intesa come acquisizione di un sapere esterno al soggetto. Per il costruttivismo, al contrario, la conoscenza è una costruzione attiva del soggetto e le conoscenze pregresse svolgono una funzione determinante nell'apprendimento.

LE IDEE DEL COSTRUTTIVISMO SULL'APPRENDIMENTO DELLE SCIENZE

Le idee del costruttivismo sull'apprendimento delle scienze possono essere riassunte nelle seguenti sei asserzioni che sono di seguito brevemente commentate.

1. LA CONOSCENZA NON PUÒ ESSERE TRASMESSA NÉ IMMAGAZINATA; ESSA VIENE COSTRUITA DALL'ALLIEVO

Il primo asserto costituisce l'essenza del costruttivismo pedagogico: l'apprendimento non è più inteso come un'impronta lasciata nella mente dell'allievo da qualcosa che proviene dall'insegnante, come postula il modello d'apprendimento per trasmissione/ricezione. Al contrario, l'apprendimento è ritenuto un processo attivo, ossia qualcosa «fatto da» e non «fatto su» o «fatto per» la persona che apprende. Il processo di apprendimento e la strutturazione della conoscenza dipende fondamentalmente dall'attività fisica e mentale dell'allievo. Questa assunzione discende dalle idee di Piaget sul modo di apprendere di ogni individuo tramite l'interazione con l'ambiente, che i costruttivisti intendono in senso largo, affiancando all'ambiente fisico anche quello sociale, culturale e linguistico.

Intendere l'apprendimento come un processo attivo ha due conseguenze importanti: ogni persona elabora idee personali su svariati fenomeni, prima che questi siano oggetto di insegnamento scolastico; l'apprendimento di ogni persona è influenzato e incanalato dalle idee che già possiede.

2. GLI ALLIEVI AFFRONTANO L'APPRENDIMENTO DELLE SCIENZE DISPONENDO GIÀ DI IDEE PERSONALI A PROPOSITO DI MOLTI EVENTI NATURALI E TECNICI

Il secondo asserto sostiene che gli allievi affrontano lo studio delle scienze avendo già costruito «quadri interpretativi» che sono usati per interpretare i fenomeni oggetto di studio. I ricercatori di matrice costruttivista si sono chiesti quale fosse la natura delle idee già possedute dagli allievi e tale interrogativo è alla base dell'ampio spettro di ricerche condotte per esplorare le idee scientifiche di allievi di ogni età, compresi gli studenti universitari e gli insegnanti in formazione. Queste ricerche hanno fornito un'ampia e dettagliata conoscenza dei modi di pensare più diffusi presso gli allievi di varie età; inoltre esse hanno permesso di mettere in evidenza che molti allievi incontrano non poche difficoltà ad acquisire i concetti e i modelli delle scienze e ad applicarli in modo corretto. Tutto questo ha spinto i ricercatori a sostenere che gli insegnanti dovrebbero cambiare atteggiamento, considerando gli errori degli allievi non come «sbagli», frutto di scarsa applicazione e quindi privi di un qualsiasi interesse teorico, ma come «concezioni difformi» o «concezioni alternative» rispetto a quelle formalizzate del sapere scientifico. Un simile atteggiamento porta a considerare gli allievi non più come persone «che non sanno», ma come individui già dotati di strutture teoriche. Di qui il consiglio rivolto agli insegnanti di fare esplicitare dai propri allievi le conoscenze personali prima di avviare l'insegnamento di un determinato contenuto: «Il fattore che da solo influenza maggiormente l'apprendimento è ciò che l'allunno sa già. Accertatevi di questo e insegnate di conseguenza. (Ausubel)».

3. OGNI ALLIEVO È RESPONSABILE IN PRIMA PERSONA DEL PROPRIO APPRENDIMENTO

Il terzo asserto afferma che l'apprendimento richiede l'impegno di un soggetto attivo che costruisce le proprie conoscenze grazie alle interazioni con la realtà empirica o con le persone. È nella mente di ogni allievo che i nuovi concetti devono essere formulati e compresi. Il costruttivismo assimila l'espansione graduale della conoscenza alla costruzione di un edificio: sono essenziali fondazioni solide e può essere necessaria un'impalcatura fino al completamento della costruzione. Di conseguenza, i costruttivisti si sono preoccupati di proporre attività di apprendimento grazie alle quali la conoscenza possa essere generata in modo attivo. Tali attività sono centrate sugli allievi, ai quali si chiede di articolare e usare i loro modi di ragionare in esercizi accuratamente strutturati che spesso prevedono il lavoro in piccoli gruppi: la discussione all'interno del gruppo e/o la produzione di poster attivano processi che favoriscono la costruzione sociale di conoscenza, un aspetto essenziale dell'educazione alle scienze. Inoltre sono state proposte svariate tecniche strutturate che richiedono la partecipazione attiva di ogni studente, quali: la discussione di casi di fenomeni fisici; la costruzione di mappe di concetti; l'associazione di parole.

4. LA CONOSCENZA È ORGANIZZATA NELLA MENTE IN UNA STRUTTURA CONCETTUALE

Secondo il quarto asserto, la mente di ogni persona è in grado di rappresentare l'informazione in modo stabile, in quanto in essa i concetti non sono immagazzinati in modo casuale, senza alcun legame tra di loro. I concetti scientifici, come già sosteneva Vygotskij, costituiscono un sistema, una struttura che viene in genere chiamata «struttura cognitiva». Tuttavia risulta più appropriato usare l'attributo «cognitivo» in riferimento ai processi mentali e ricorrere all'attributo «concettuale» per fare riferimento alle idee. Anche se non è sempre possibile distinguere tra processo e struttura, si ritiene opportuno intendere la struttura concettuale di una persona come l'insieme delle conoscenze, dei concetti, delle teorie e dei dati sensoriali di cui una persona dispone e il modo in cui questi sono organizzati. Secondo i costruttivisti, le ricerche condotte usando le tecniche dell'associazione di parole e della costruzione di mappe di concetti forniscono evidenze empiriche di come è organizzata la struttura concettuale. In particolare, tali ricerche hanno

mostrato che ogni persona possiede «modi di vedere» diversi che vengono attivati in contesti differenti. Questo spiegherebbe come mai gli allievi tendono spesso a ritenere che il sapere scientifico formale non riguardi la vita quotidiana e quindi non venga attivato al di fuori del contesto ritenuto appropriato.

5. LE IDEE PERSONALI DEGLI ALLIEVI INFLUENZANO L'APPRENDIMENTO DEL SAPERE SCIENTIFICO FORMALIZZATO

Il quinto asserto sottolinea l'influenza delle idee personali degli allievi sull'apprendimento dei concetti, dei modelli, delle leggi e delle teorie che costituiscono il sapere scientifico. Tali idee sono spesso la causa dell'elaborazione di previsioni e spiegazioni diverse da quelle cui si giungerebbe in base al sapere scientifico formale, condiviso dalla comunità scientifica. Le ricerche hanno messo in rilievo che quando le concezioni personali degli allievi si incontrano con le idee scientifiche, i risultati possono essere disparati e vanno dall'adozione senza riserve del sapere scientifico proposto dall'insegnante al suo rifiuto globale, passando per varie posizioni intermedie nelle quali le idee personali e quelle scientifiche sono miscelate in varie proporzioni.

6. È POSSIBILE INSEGNARE LE SCIENZE IN MODO PIÙ EFFICACE SE SI TIENE CONTO DELLE IDEE GIÀ POSSEDUTE DAGLI ALLIEVI

Il sesto asserto può essere considerato la logica conseguenza del quinto ed è all'origine delle riflessioni e delle ricerche volte a migliorare l'insegnamento delle scienze. Da questo punto di vista, per i costruttivisti il problema più importante è favorire nell'allievo il «cambiamento concettuale», attività che implica la sostituzione dei concetti che una persona già possiede, e che riconosce inadeguati, con altri concetti. Tale cambiamento concettuale sarebbe una decisione razionale che deriverebbe sia dall'insoddisfazione dell'allievo nei confronti dell'interpretazione abituale di una situazione o di un fenomeno, sia dal riconoscimento della comprensibilità, plausibilità e fecondità di una nuova interpretazione. Per favorire tale cambiamento, l'intervento didattico dovrebbe quindi focalizzarsi sul «conflitto cognitivo» intrapersonale, inteso come il manifestarsi di contraddizioni, dissonanze, incompatibilità tra le idee possedute e nuove esperienze. La situazione conflittuale dovrebbe generare una tensione in grado di innescare processi di cambiamento concettuale che possono portare l'allievo a reinterpretare oggetti, eventi e situazioni andando così oltre la conoscenza di cui già dispone.

La strategia didattica

Per agevolare questi cambiamenti, viene suggerita una strategia didattica che prevede le seguenti fasi.

Explicitazione, da parte degli allievi, delle idee che già possiedono, al fine di facilitarne la formulazione e favorirne l'uso, in modo che queste appaiano plausibili e feconde nel contesto abituale nel quale vengono usate.

Messa in discussione delle idee iniziali grazie all'uso di controesempi, di eventi critici che evidenziano anomalie in grado di creare uno stato di insoddisfazione.

Costruzione di nuove idee, che dovrebbero risultare comprensibili e plausibili, con le quali sia possibile superare e risolvere le anomalie e quindi sostituire le idee precedenti.

Applicazione delle nuove idee in contesti differenti da quelli in cui sono state introdotte.

Confronto delle nuove idee con quelle iniziali, in modo che gli allievi si rendano conto del cambiamento che si è prodotto nella loro struttura concettuale.

Il momento chiave di questa strategia è la destabilizzazione delle idee iniziali dell'allievo; lo stato di insoddisfazione nei loro confronti è l'ingrediente fondamentale per innescare il «conflitto cognitivo» che lo porterà a modificare le proprie idee.

Oltre il costruttivismo

Il costruttivismo presenta un certo numero di varianti per cui è più corretto parlare di modelli costruttivistici dell'apprendimento: Piaget enfatizza i processi di «assimilazione» e «accomodamento» delle strutture mentali, alcuni ricercatori (Gagné, Bruner) privilegiano i processi di «associazione», altri (Ausubel, Novak) insistono sull'importanza dei «ponti cognitivi». Per Ausubel, per esempio, l'apprendimento è questione di «connessione» facilitata dall'esistenza di ponti cognitivi che rendono la nuova informazione significativa in relazione alla struttura mentale esistente. Questo spiega l'importanza attribuita alla mappa di concetti, ritenuta un riflesso di un settore della struttura mentale della persona.

Tuttavia i modelli costruttivistici sono oggi ritenuti alquanto rudimentali per il fatto che limitano la loro attenzione al trattamento dell'informazione, mentre il processo di apprendimento concerne un ampio ventaglio di attività mentali e interessa svariati livelli di organizzazione concettuale; è quindi necessario fare riferimento a una concezione globale della situazione d'apprendimento che comprende, simultaneamente, un modo di porsi interrogativi, un quadro di riferimento, significanti e significati. Tutti questi elementi influenzano il modo di pensare e quindi di apprendere, ma sono completamente trascurati dai modelli costruttivistici.

Indubbiamente il costruttivismo ha il merito di avere rifiutato l'insegnamento dogmatico ed enciclopedico delle scienze, di avere fornito contributi importanti per la messa a punto e la gestione di pratiche di insegnamento interattive e antidogmatiche di notevole interesse, di avere valorizzato il ruolo attivo della persona che apprende. Però la «costruzione» è soltanto un aspetto dell'apprendimento ed essa risulta condizionata dalle risorse cognitive disponibili, dal tipo di insegnamento dispensato, dalle idee messe in gioco nelle discussioni tra allievi. A partire da queste considerazioni si sono sviluppati nuovi indirizzi di ricerca che confluiscono nella «didattica delle discipline scientifiche» e che hanno portato all'elaborazione di nuove idee sui processi di apprendimento. L'approccio didattico al problema dell'apprendimento/insegnamento delle scienze sottolinea l'esigenza di ambienti di apprendimento che favoriscano nel contempo l'apprendimento e l'attivazione del sapere appreso. In particolare, le ricerche condotte sulle «concezioni iniziali» degli allievi hanno mostrato che queste svolgono un ruolo importante nell'individuazione della situazione di apprendimento, nella selezione dell'informazione pertinente, nel trattamento di tale informazione e nella costruzione di significato. Le concezioni sono ritenute «strumenti», «strategie di pensiero» che costituiscono i soli mezzi di cui dispone l'allievo per comprendere la realtà empirica o un contenuto d'insegnamento. Esse quindi costituiscono il nucleo centrale del processo di apprendimento e questo spiega come mai i ricercatori si siano chiesti come usare le concezioni degli allievi nell'insegnamento.

Robert Mills Gagnè (1916-2002)



Jerome S. Bruner (1915-...)

Un modello di apprendimento «didattico»

In risposta a questo interrogativo, è stato proposto un modello d'apprendimento «didattico» con il quale si mira a riconciliare gli aspetti paradossali e contraddittori propri di tutti i processi di apprendimento. Ogni conoscenza acquisita da una persona è, nello stesso tempo, un'estensione del sapere già posseduto e una discontinuità con tale sapere. Un allievo apprende «grazie al sapere già posseduto» (Gagné), «sulla base del sapere già posseduto» (Ausubel), «con il sapere già posseduto» (Piaget), ma anche «contro il sapere già posseduto» (Bachelard).



Gaston Bachelard (1884-1962)

Le concezioni di partenza svolgono un doppio ruolo: servono per integrare la nuova conoscenza, ma oppongono anche una notevole resistenza a ogni fatto nuovo che entri in contraddizione con il sistema esplicativo già stabilito. Tradotto in una formula, il processo di apprendimento consiste nel «lavorare con le concezioni per andare contro queste». In conclusione, il successo di ogni processo di apprendimento è legato alla trasformazione delle concezioni iniziali, un processo che risulta essere per niente semplice e, dal punto di vista psicologico, quasi sempre spiacevole.

Nel modello didattico d'apprendimento si instaura una nuova relazione tra allievo e sapere e ciò comporta nuove funzioni per l'insegnante, l'efficacia del cui operato dipende essenzialmente dal complesso di interazioni con le strategie di apprendimento degli allievi. In particolare, essa dipende dal controllo che l'insegnante è in grado di esercitare sul processo di apprendimento, dalla sua abilità a guidare e assistere l'allievo nelle attività di concettualizzazione e di modellizzazione. Inoltre il modello didattico d'apprendimento postula che, anche se l'allievo è attore del proprio apprendimento, egli non può fare questo da solo, grazie alle proprie strutture mentali: occorre mettergli a disposizione un ambiente d'apprendimento ricco di occasioni d'interazione. In particolare, si suggerisce che il processo d'apprendimento venga organizzato adottando un approccio per problemi (*problem based learning*): è nel cercare la risposta al problema che si producono le conoscenze necessarie per raggiungere l'obiettivo. Interrogativi e problemi hanno una duplice funzione: spingere l'allievo ad attivare le conoscenze di cui già dispone; fargli constatare, se tale è il caso, che esse sono insufficienti per dare risposta al problema. Questa dissonanza dovrebbe originare una tensione che rompe il fragile equilibrio raggiunto dalla mente: una condizione indispensabile per fare progredire l'apprendimento. Si ritiene che senza tale dissonanza gli allievi non avvertano alcuna ragione per modificare le proprie idee, per sentirsi motivati ad apprendere o interessati alla situazione d'apprendimento proposta.

André Giordan [6] propone un «modello allosterico» d'apprendimento nel quale i meccanismi di costruzione del sapere sono assimilati ai meccanismi di sviluppo di certe proteine. Queste si costruiscono cambiando di forma e di funzione sotto l'azione dell'ambiente, offrendo in questo modo «siti attivi» sui quali possono fissarsi nuove molecole che trasformano l'esistente. In modo analogo, un apprendimento significativo è un cambiamento di concezioni a seguito di attività complesse di elaborazione da parte di un allievo che confronta le nuove informazioni con le conoscenze che già possiede, producendo nuovi significati più atti a rispondere agli interrogativi.



André Giordan

Spunti per una nuova didattica delle scienze

Cosa significa dunque andare oltre il costruttivismo? Significa ritenere che le costruzioni personali degli allievi non riguardano le conoscenze (concetti e modelli) bensì i modi di utilizzarle. Il fattore centrale dell'apprendimento non è identificabile né nelle conoscenze né nelle strutture conoscitive coinvolte, ma nel loro uso in un rapporto dialettico. Si tratta di fare in modo che l'allievo arrivi a «comprendere» i saperi scientifici formalizzati e condivisi, prodotti dalla comunità scientifica, integrandoli nelle proprie strutture mentali, mediante le quali interagisce con la realtà empirica dando a questa un senso. Tale integrazione comporta un processo di riorganizzazione delle strutture per conformarle ai nuovi contenuti di conoscenza nell'ambito di una relazione dinamica e dialettica tra conoscenze e strutture. La ristrutturazione del pensiero non è determinata dalle conoscenze in quanto tali, ma dall'uso che è in grado di farne l'allievo che deve essere inizialmente guidato a usarle da una persona che già le padroneggia.

Secondo il punto di vista didattico, l'apprendimento è realizzato e sfocia nella comprensione di un nuovo sapere, quando tale sapere è «operativo», ossia l'allievo è in grado di usarlo per affrontare con successo situazioni nuove. Si apre allora il discorso della maturazione di competenze, nel quale la competenza è intesa come un saper fare di livello elevato che richiede l'attivazione e l'integrazione di conoscenze e abilità operative e che permette a un individuo di identificare un compito o un problema e di darvi risposta mediante un'azione efficace, di affrontare con successo un certo tipo di situazione o una famiglia di situazioni. ❖

INDICAZIONI BIBLIOGRAFICHE

- [1] Pepin Y., *Savoirs pratiques et savoirs scolaires*, *Révue des Sciences de l'Éducation*, 20(1), 1994, pp. 63-81.
 [2] von Glasersfeld E., *Il costruttivismo radicale*, Società Stampa Sportiva, Roma 1998, p. 21.
 [3] von Glasersfeld E., *Ibidem*, p. 27.
 [4] Fourez G., Englebert-Lecomte V., Mathy Ph., *Nos savoirs sur nos savoirs: Un lexique d'épistémologie pour les enseignants*, De Boeck, Bruxelles 1997, pp. 76-77.
 [5] Sokal A., Bricmont J., *Impostures intellectuelles*, Odile Jacob, Paris 1997, 150-153.
 [6] Giordan A., *Les nouveaux modèles pour apprendre: dépasser le constructivisme?*, *Perspectives*, 25, 1995, pp. 109-127.