

Come funziona il trasferimento analogico

Le generalizzazioni simboliche

$$F = ma$$

Predicato: x è una meccanica classica

→ Un oggetto x sarà una meccanica classica delle particelle se esisteranno :

3 funzioni: f(forza) m(massa) p(posizione)

2 insiemi : p (insieme delle particelle)
t (intervallo di tempo)

e ovviamente la relazione $f=ma$

Così che x è una struttura determinata

Legge di gravitazione universale

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Gli esemplari

Applicazione al sistema solare

Applicazione al Sole e alla Terra

Applicazione alla Terra e alla Luna

Relazioni di somiglianza

Applicazione Legge di Coulomb nel campo elettrico

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Sneed 1971 The logical structure of Mathematical Physics

Analogia

Varie nozioni di similarità:

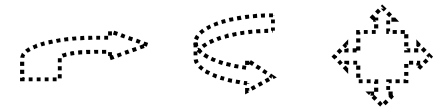
- Per eguaglianza della forma



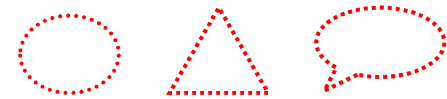
- Per eguaglianza della proporzione



- Per analogia di attributi essenziali



- Per possesso di alcuni attributi in comune



- Per possesso di alcuni attributi in comune pur in presenza di tratti non in comune
(*analogia positiva-negativa-neutra*)



Argomento analogico

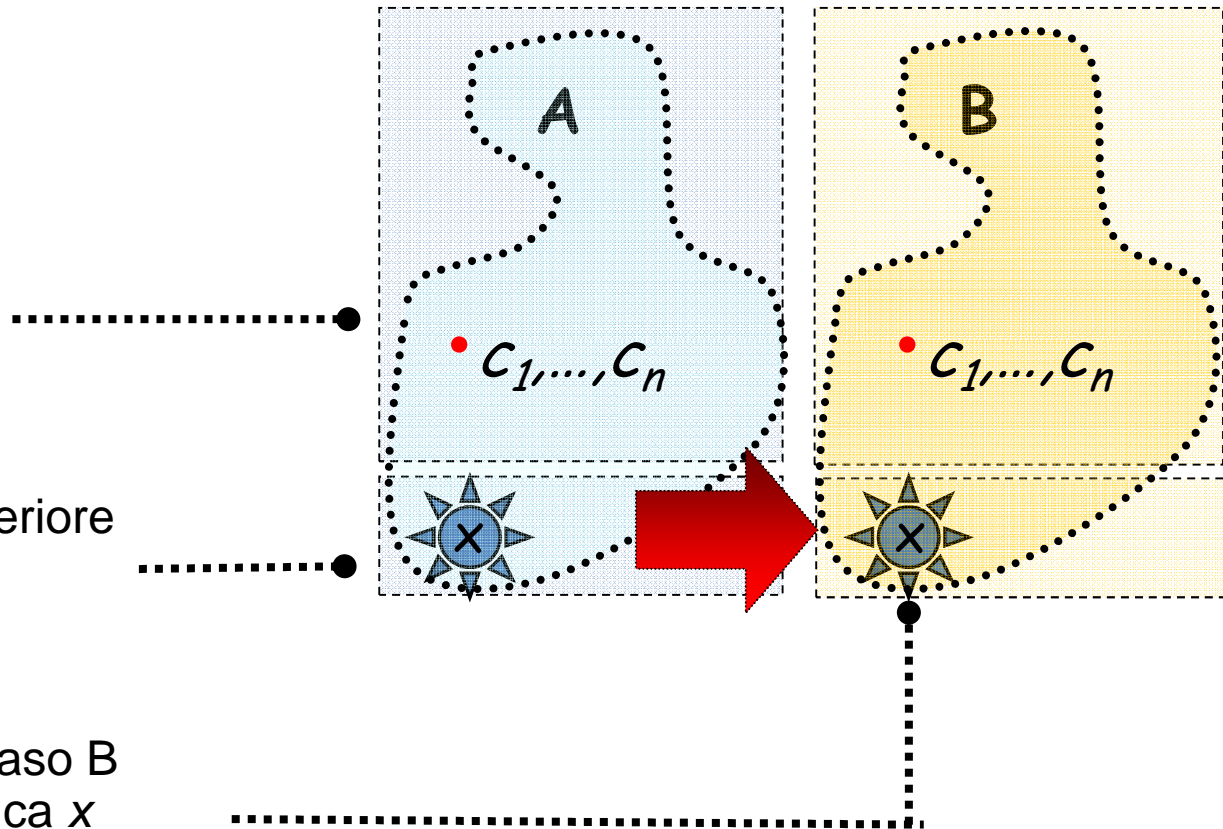
Premessa analogica:

il caso A e il caso B
hanno in comune
le caratteristiche
 c_1, \dots, c_n

Premessa attributiva:

il caso A presenta l'ulteriore
caratteristica x

Conclusione: anche il caso B
presenta la caratteristica x



Inferenza induttiva e inferenza analogica

Sono connesse tra loro se si considera solo **l'analogia positiva**, ma sono irriducibili l'una all'altra se si considera anche **l'analogia negativa**.

In quest'ultimo caso questi due tipi di inferenza risultano essere complementari tra loro e utili in situazioni differenti.

Inferenza induttiva e inferenza analogica

L'inferenza induttiva è utile quando non sappiamo con precisione come i casi osservati differiscano tra loro, e quindi non ne conosciamo esattamente **l'analogia negativa**, per cui un aumento del numero dei casi può aiutarci a trarre qualche conclusione su di essi.

L'inferenza analogica è utile quando non abbiamo osservato un numero elevato di casi, ma conosciamo con sufficiente precisione tanto **l'analogia positiva** quanto **l'analogia negativa** dei relativamente pochi casi osservati per cui l'analogia osservata può aiutarci a trarre qualche conclusione su di essi.

Induzione e analogia

Sono **processi fallibili**: procedere sulla base di essi comporta la **rinuncia alla certezza** propria della deduzione.

Quella che possiamo chiamare la **logica della scoperta** ammette dunque il carattere strutturale e ineliminabile della **incertezza** e cerca di costruire su di esso.



Questa logica, pertanto, riconosce l'illusorietà dell'obiettivo di acquisire una certezza assoluta e lo sostituisce con quello di disporre di strumenti per l'estensione della nostra conoscenza **fallibili ma corredati di procedure di controllo** che consentano di riconoscere le anomalie e di correggerle.

L'approccio laboratoriale e l'approccio orientato verso le competenze sono accomunati dall'importanza attribuita in entrambi i casi al relativo controllo che gli allievi devono acquisire sui vari aspetti dell'esperienza di apprendimento: qualcosa di esterno, il fenomeno, e qualcosa di interno a ognuno di essi, cioè il pensiero critico e la riflessione metacognitiva su quanto pensato, si fondono fino a portare ad un apprendimento significativo. Quindi nell'una e nell'altra prospettiva siamo di fronte alla ricerca e valorizzazione di una riflessione sulla scienza, sulle sue conquiste e sui suoi limiti, sulla sua evoluzione storica, sulla sua strategia di ricerca, sulle ricadute sociali delle sue acquisizioni.

Per ottenere una reale **competenza scientifica** gli allievi devono avere il tempo necessario per costruire il proprio bagaglio intellettuale attraverso domande, scambio di idee con altri studenti, esperienze in laboratorio e problemi da risolvere. Tale approccio, mentre può risultare particolarmente motivante per gli allievi, riserva un ruolo fondamentale all'insegnante, che seleziona e adatta i contenuti e le strategie didattiche ai fabbisogni degli allievi in base al tempo disponibile. Va da sé, che la qualità dell'atto educativo non si misura con la larghezza del curriculum proposto ma con la profondità dei concetti affrontati e anche gli errori commessi dagli studenti durante il processo d'apprendimento forniscono preziose informazioni per la scelta di ulteriori e/o diversificati interventi didattici, finalizzati anche all'attività di sostegno e di recupero.

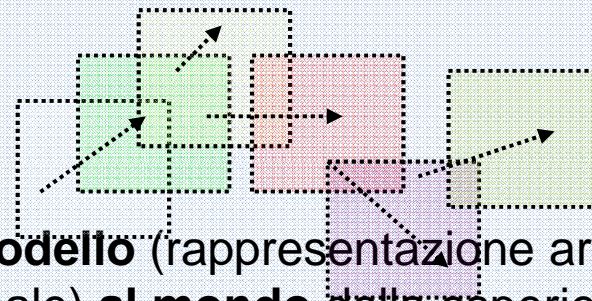
Più che dalla predisposizione di metodi astratti e generali, la realizzazione dell'integrazione fra le scienze dipenderà dalla capacità delle scuole di **trasferire** saperi e competenze prima di tutto in un progetto didattico che ne consenta una trattazione organica, forte di legami tra concetti, modelli, procedure e teorie, e in secondo luogo da un **contesto artificiale e semplificato**, quale quello in cui vengono proposti i concetti e le teorie scientifiche in ambito scolastico, al **mondo dell'esperienza quotidiana in tutta la sua complessità**.

Per ogni singola disciplina non solo bisogna superare la tentazione dell'enciclopedismo, ma si deve anche evitare la gabbia disciplinare, cogliendo i nessi che collegano le discipline e permettono di interpretare la realtà in maniera più generale.

I CARDINI DEL CONCETTO DI «COMPETENZA»

Riassumendo, i cardini del concetto di competenza sono dunque i seguenti:

- **Conoscere**
- **Capire**
- **Sentire**
- **Decidere**
- **Agire**
- **Trasferire** il sapere **da un modello** (rappresentazione artificiale semplificata di un contesto reale) **al mondo** della esperienza quotidiana.

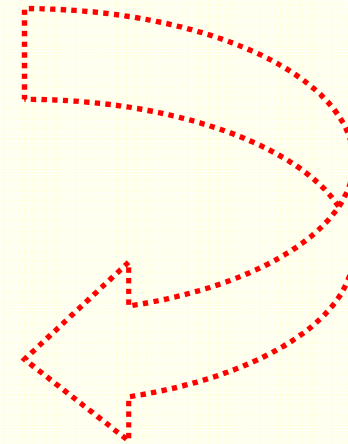
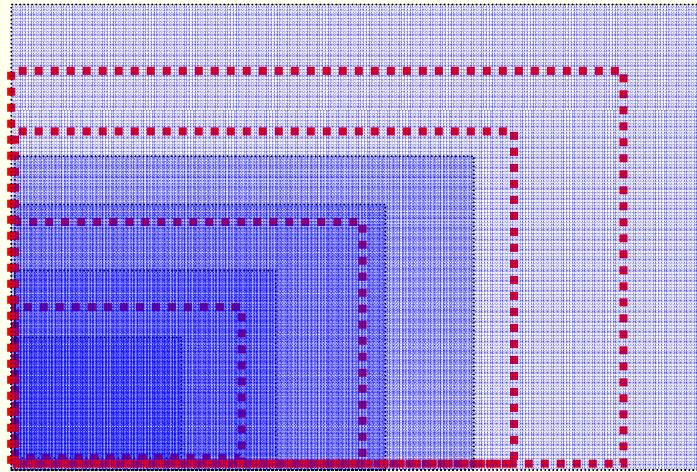
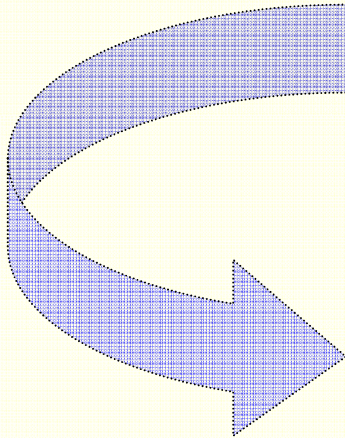


3

IL RAPPORTO TRA CONOSCENZA E AZIONE COME «STRANO ANELLO»

Hofstadter: gli “strani anelli” come nodo cruciale della coscienza

Sono convinto che la spiegazione dei fenomeni “emergenti” nel cervello, come la coscienza, sia basata su qualche tipo di “strano anello”: un’interazione tra livelli in cui il livello più alto torna indietro fino a raggiungere il livello più basso e lo influenza, mentre allo stesso tempo viene determinato da esso.



C'è una **risonanza** tra i diversi livelli che si **autorafforza**.

La circolarità tra percezione e azione

All'idea classica, secondo la quale **prima** si conosce e **poi** si agisce, applicando la conoscenza acquisita sta subentrando sempre più quella che Hofstadter chiama una “**ricorsività aggrovigliata**”, fatta di intrecci, di interferenze, di circuiti di feedback: la percezione e l'azione, la conoscenza e la sua applicazione sono sempre più intessuti in forme intricate e miste, al punto che le distinzioni tra di esse sono sempre meno nette.

Il rapporto sapere- fare

Metodi: alcune regole generali

Da un antico proverbio cinese

- Se ascolto.. dimentico
- Se vedo....ricordo
- Se faccio...imparo



Se faccio...imparo: metodi attivi

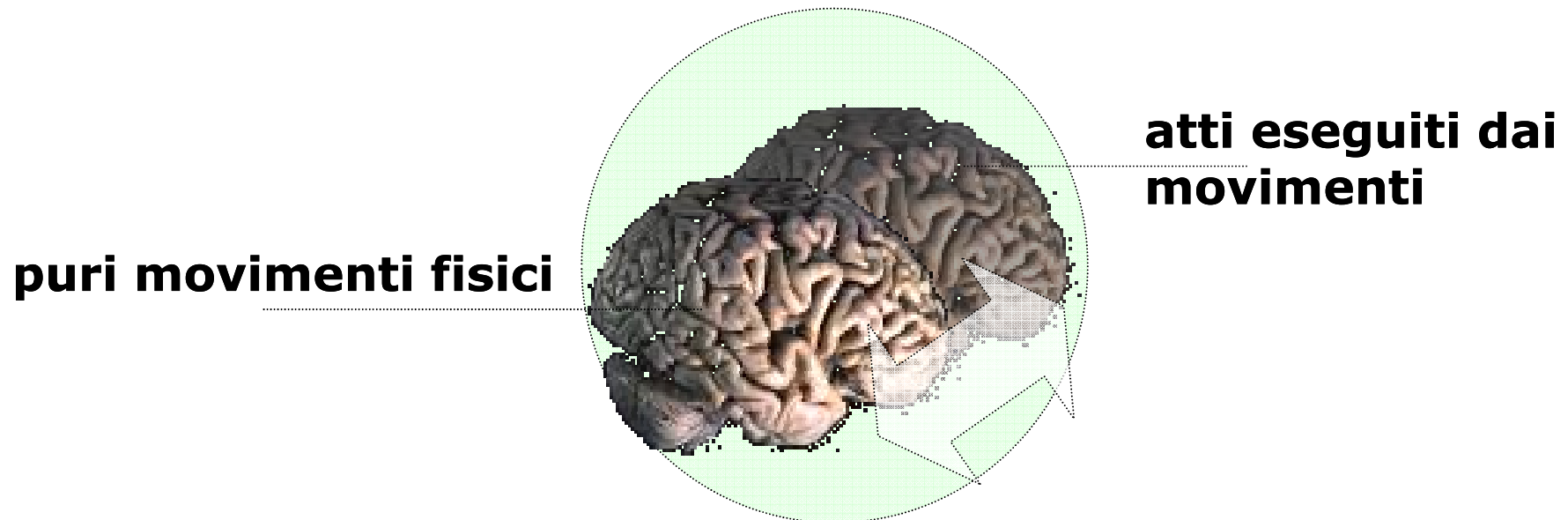
“Le persone si lasciano convincere più facilmente dalle ragioni che esse stesse hanno scoperto, piuttosto che da quelle scaturite dalla mente di altri”.



Blaise Pascal

Interrelazione e intersezione di Percezione-azione 1/3

Se guardiamo ai meccanismi secondo cui funziona il nostro cervello ci rendiamo conto di quanto astratta sia la descrizione abituale dei nostri comportamenti che tende a separare **i puri movimenti fisici** dagli **atti** che tramite questi verrebbero eseguiti.



Interrelazione e intersezione di Percezione-azione 2/3

I più recenti risultati ottenuti dalle neuroscienze hanno evidenziato quanto siano improponibili la riduzione della percezione a una rappresentazione iconica degli oggetti, indipendente da qualsiasi **dove** e da qualunque **come**, e la concomitante riduzione dell'azione a un'intenzione che discrimina tra un **come** e, forse, un **dove**, ma nulla ha a che fare con il **cosa**.

Quello motorio non è un puro sistema esecutivo e di controllo, ma un ruolo attivo e decisivo anche nella costituzione del **significato** degli oggetti e nella loro **percezione**.



Interrelazione e intersezione di Percezione-azione 3/3

- **La percezione non è una rappresentazione iconica** degli oggetti, indipendente dal **dove** e dal **come**,
- **Non prescinde** dall'azione e dall'intenzione
- Quello **motorio non è un puro sistema esecutivo e di controllo**,



Il sistema motorio ha un ruolo attivo e decisivo nella costituzione del **significato** degli oggetti e nella loro **percezione**.



GIACOMO LEOPARDI: ZIBALDONE

La materia pensante si considera come un paradosso. Si parte dalla persuasione della sua impossibilità, e per questo molti grandi spiriti, come Bayle, nella considerazione di questo problema, non hanno saputo determinar la loro mente a quello che si chiama, e che per lo innanzi era lor sempre paruto, un'assurdità enorme. Diversamente andrebbe la cosa, se il filosofo considerasse come un paradosso, che la materia non pensi; se partisse dal principio, che il negare alla materia la facoltà di pensare, è una sottigliezza della filosofia. Or così appunto dovrebbe esser disposto l'animo degli uomini verso questo problema. Che la materia pensi, è un fatto. Un fatto, perché noi pensiamo; e noi non sappiamo, non conosciamo di essere, non possiamo conoscere, concepire, altro che materia. Un fatto perché noi vediamo che le modificazioni del pensiero dipendono totalmente dalle sensazioni, dallo stato del nostro fisico; che l'animo nostro corrisponde in tutto alle varietà ed alle variazioni del nostro corpo. Un fatto, perché noi **sentiamo corporalmente il pensiero**: ciascun di noi sente che il pensiero non è nel suo braccio, nella sua gamba; sente che egli pensa con una parte materiale di sé, cioè col suo cervello, come egli sente di vedere co' suoi occhi, di toccare colle sue mani. Se la questione dunque si riguardasse, come si dovrebbe, da questo lato; cioè che chi nega il pensiero alla materia nega un fatto, contrasta all'evidenza, sostiene per lo meno uno stravagante paradosso; che chi crede la materia pensante, non solo non avanza nulla di strano, di ricercato, di recondito, ma avanza una cosa ovvia, avanza quello che è dettato dalla natura, la proposizione più naturale e più ovvia che possa esservi in questa materia; forse le conclusioni degli uomini su tal punto sarebbero diverse da quel che sono, e i profondi filosofi spiritualisti di questo e de' passati tempi, avrebbero ritrovato e ritroverebbero assai minor difficoltà ed assurdità nel materialismo. (Firenze 18 Sett. 1827)

Giacomo Rizzolatti: «Quando ci troviamo di fronte a un oggetto qualunque, ad esempio una comune tazzina da caffè, da parte dell'uomo che si pone di fronte a essa si ha un vedere che non è fine a se stesso, indiscriminato e incondizionato, ma è piuttosto orientato a guidare la mano: Per questo esso si presenta anche, se non soprattutto, un vedere *con* la mano, rispetto al quale l'oggetto percepito appare immediatamente codificato come un insieme determinato di **ipotesi d'azione**. La percezione, dunque, funge da implicita preparazione dell'organismo a rispondere e ad agire: da essa scaturisce, di conseguenza, un tipo di comprensione che ha una natura eminentemente **pragmatica**, che non determina di per sé alcuna rappresentazione “semantica” dell'oggetto, in base alla quale esso verrebbe, per esempio, identificato e riconosciuto come *una tazzina da caffè*, e non semplicemente come *qualcosa di afferrabile con la mano*».

I più recenti in campo scientifico hanno quindi evidenziato i limiti e i rischi di un insegnamento incardinato sulla sola dimensione cognitiva, e mostrato quanto la mente sia profondamente «incorporata», incardinata nel nostro corpo. Ne scaturisce un *sincronismo* tra agire, pensare e parlare che mette in crisi l'idea classica di un processo di elaborazione delle informazioni sensoriali in entrata che, sviluppandosi in modo lineare, si conclude con la produzione di un'uscita motoria, di un'azione. Quest'ultima, invece, non è l'esito finale e la meccanica dell'esecuzione del processo percettivo, ma è parte integrante di questo processo e inscindibile dallo stimolo sensoriale, in quanto contenuta in esso. Su questi risultati si fonda una **fisiologia dell'azione** che conferisce inedita dignità teorica alle operazioni concrete, alla manipolazione, a tutto ciò in virtù del quale, come appunto scriveva già Leopardi, “sentiamo *corporalmente* il pensiero”.

La competenza non è dunque la somma di un prima, che è il sapere, e di un poi, che è il saper fare, della conoscenza a cui si aggiungono in seguito le abilità. Siamo invece di fronte a un «vedere con la mano» che considera la percezione un'implicita preparazione dell'organismo a rispondere e ad agire, che le conferisce, di conseguenza, il compito di *selezionare* le informazioni pertinenti ai fini del corretto inquadramento e della soluzione di un problema, e che attribuisce al sistema motorio un ruolo attivo anche nella costituzione del significato degli oggetti. Da questo punto di vista l'obiettivo della formazione *integrale* della persona in quanto unità di corpo e mente, di cognizioni ed emozioni, di saperi e decisioni acquista uno spessore per corrispondere al quale l'insegnamento, tutto l'insegnamento, delle scienze umane, delle scienze della natura, come pure della matematica dovrebbe preoccuparsi di costruire un ponte tra il sistema motorio, il linguaggio e il ragionamento, tra il corpo, le parole e i concetti.

Se ne ricava pertanto l'invito, che ci viene rivolto da esempio da Dehaene, Lakoff e Nunez, Giuseppe Longo e tanti altri, a partire dal senso come atto radicato in *gesti* antichissimi, e per questo solidissimi, quali il contare qualcosa, l'ordinare, l'orientazione della linea numerica mentale e la pluralità di pratiche a essi collegate, che non sembrano dipendere né dal sistema di scrittura, né dall'educazione matematica. A questi gesti il linguaggio e la scrittura hanno dato l'«oggettività dell'intersoggettività», la stabilità della notazione comune, fornendo le strutture portanti del ponte di cui si parlava, la cui importanza comincia a essere riconosciuta da tanti matematici, anche immersi o prossimi al formalismo, i quali, non a caso, ammettono i limiti di un approccio che, per essere perfettamente, meccanicamente rigoroso, ritiene di poter evitare ogni riferimento all'azione nello spazio e nel tempo.

4

LE «SCIENZE INTEGRATE» NELL'ESPERIENZA INTERNAZIONALE

L'operazione «La main à la pâte»

Principi molto simili a quelli che ispirano il progetto «Scienze Integrate» sono, non a caso, alla base dell'operazione «La main à la pâte», avviata in Francia nel 1996, per iniziativa di Georges Charpak, premio Noble per la fisica del 1992, e dell'Accadémie des sciences, e fatta propria dal ministero dell'istruzione francese. Questa operazione mira a promuovere e a diffondere nei bambini che frequentano la scuola primaria lo spirito della ricerca scientifica. Per raggiungere questo obiettivo viene raccomandato che gli allievi s'interroghino, agiscano in modo ragionevole e comunichino tra loro e, soprattutto, *costruiscano* il loro processo di apprendimento, trasformandosi in attori delle attività scientifiche. I maestri, a loro volta, devono inscrivere l'attività scientifica entro un percorso coerente che privilegi il senso e che favorisca i *legami interdisciplinari*.

È importante, in questa prospettiva, che venga evitata la deriva del «tutto metodologico», cioè un approccio, nell'ambito del quale l'acquisizione delle conoscenze divenga un obiettivo minore rispetto alle procedure utilizzate. L'obiettivo da raggiungere è un intreccio costante tra conoscenze e competenze e una loro crescita in parallelo.

Un'altra finalità che l'insegnante deve impegnarsi a raggiungere è quella di favorire le condizioni migliori per il confronto delle opinioni dei bambini tra loro e in rapporto alla conoscenza scientifica.

Il processo di apprendimento si articola nelle fasi seguenti:

1I bambini osservano un oggetto o un fenomeno del mondo reale, vicino e sensibile, ed esperimentano su di esso;

2Nel corso delle loro ricerche, essi argomentano e ragionano, mettono in comune e discutono le loro idee e i loro risultati, costruiscono le loro conoscenze, dal momento che un'attività puramente manuale non sarebbe sufficiente;

3Le attività proposte agli allievi dal maestro sono organizzate in sequenze in vista d'uno sviluppo degli apprendimenti. Esse lasciano un'ampia autonomia agli allievi medesimi;

4Un minimo di due ore settimanali è dedicato allo stesso tema per diverse settimane, in modo da assicurare una continuità delle attività e dei metodi pedagogici sull'insieme della scolarità;

5Ciascun allievo tiene un proprio «quaderno delle esperienze e degli esperimenti» fatti, compilato con le sue parole;

6L'obiettivo principale che ci pone è un'appropriazione progressiva, da parte degli allievi, dei concetti scientifici e delle tecniche operative, accompagnata e sorretta da un costante consolidamento dell'espressione scritta e orale.

Il principio base dell'intera operazione è dunque molto chiaro e viene affermato in modo esplicito: “si apprende attraverso l'azione, mettendosi in gioco e coinvolgendosi; si apprende in modo progressivo, sbagliando, cioè per conoscenza ed errore; si apprende interagendo con i propri pari e con i più esperti, esponendo il proprio punto di vista, confrontandolo con quello degli altri e con i risultati sperimentali per saggiarne e controllarne la pertinenza e la validità”.

Oltre che alla manipolazione e alla pratica grande attenzione è riservata al linguaggio, sia orale che scritto, e a tutte le operazioni e alle attività che ne consolidino e arricchiscano la padronanza. A tal fine il progetto stimola lo scambio orale attorno alle osservazioni, alle ipotesi formulate, alle esperienze fatte e alle spiegazioni fornite. Molti allievi che mostrano difficoltà linguistiche anche serie in diverse discipline, mostrano di esprimersi volentieri, e di saperlo fare, quando si tratta di dar conto di attività nelle quali la manipolazione li ha coinvolti in un lavoro comune e li ha posti a confronto con fenomeni universali.

Il rigore del discorso scientifico, l'esigenza d'«oggettivazione», di validazione, possono contribuire in modo significativo alla formazione d'uno spirito scientifico: il bambino impara ad argomentare il proprio punto di vista, ad ascoltare gli altri, ad anticipare sulla base d'un ragionamento, a lavorare per uno scopo comune in un quadro di vincoli.

In questo contesto la scrittura è una modalità per *esteriorizzare*, *dunque per lavorare sul proprio pensiero*. Essa consente di individuare le zone d'ombra, di mettere a nudo tutto ciò che è sfuocato ed evanescente. Essa permette altresì di conservare traccia delle informazioni raccolte, di sintetizzare, di formalizzarle al fine di fare sgorgare nuove idee. Essa favorisce la comunicazione, in forma grafica, d'informazioni talvolta difficili da enunciare e di consegnare e trasmettere i risultati d'un dibattito.

Il passaggio da una modalità di comunicazione a un'altra è una fase importante. In questo quadro il *passaggio dall'oralità alla scrittura* è fondamentale. Il progetto propone di dedicare tutto il tempo necessario a verbalizzare uno scritto personale, a discutere per costruire collettivamente le frasi più adatte a render conto delle conoscenze condivise e ad apprendere l'utilizzazione dei diversi supporti di scrittura. L'intera operazione e le esperienze nelle quali si articola sono descritte nel sito **<http://lamap.inrp.fr/>**

Richard Feynman: *The Character of Physical Law* (1965)

«Possiamo considerarci molto fortunati di vivere nell'età in cui si stanno ancora facendo scoperte. È un po' come la scoperta dell'America, che si scopre una volta sola. L'epoca in cui viviamo è quella in cui stiamo scoprendo le leggi fondamentali della natura, e questa non ritornerà mai più. È molto emozionante, è meraviglioso, ma l'emozione è destinata a passare.

Che cosa succederà dopo? Anche ammesso che si possa arrivare al termine di questa avventura, con la scoperta di tutte quelle leggi fondamentali, ciò non segnerà, comunque, la fine del libro della scienza. Da quel momento in poi prevarranno altri interessi. “Ci sarà l'interesse di studiare la connessione di un livello di fenomeni all'altro, per esempio dei fenomeni biologici e così via, o se si parla dell'esplorazione, ci sarà l'esplorazione dei pianeti, ma non ci saranno più le cose che stiamo facendo adesso».

Richard Feynman: *The Character of Physical Law*/2

Man mano che saliamo in questa integrazione di livelli arriviamo prima a concetti come “uomo” e “storia”, poi ad altri, ancora più astratti, come “male”, “bellezza” e “speranza”. Quello cui la scienza deve cominciare a guardare è proprio l'interconnessione strutturale di questi concetti. Lo sforzo intellettuale dell'uomo deve orientarsi a studiare i nessi fra le gerarchie, cioè a connettere la storia alla psicologia, questa a sua volta al funzionamento del cervello, il cervello all'impulso nervoso, l'impulso nervoso alla chimica, e così via, in su e in giù in ambedue i sensi.

In questa ricerca che, come dice Popper, non ha mai fine, proprio per la sua complessità, occupa un posto centrale l'analisi della bellezza.

Richard Feynman: *The Character of Physical Law*/3

«In questa epoca gli uomini stanno provando l'esperienza emozionante che si ha quando si cerca di indovinare il modo in cui la natura si comporterà in una nuova situazione mai vista prima. Da esperimenti e informazioni in un certo campo si può indovinare quello che accadrà in una regione che nessuno ha ancora esplorato. È un po' diverso dalla esplorazione normale per il fatto che sulla terra esplorata ci sono già abbastanza indizi per indovinare come sarà quella non ancora scoperta. Queste ipotesi, invece, sono spesso molto diverse da quello che si è già visto, e richiedono un grande sforzo di pensiero. Che cosa c'è nella natura che permette che questo accada, rendendo possibile indovinare, conoscendo una parte, come si comporterà il resto? Questa è una domanda non scientifica, cui non so come rispondere, e perciò darò una risposta non scientifica: io credo che è perché la natura ha in sé una grande semplicità e perciò una grande bellezza».

La «lezione» di Feynman

Lo sforzo intellettuale dell'uomo, ci dice quindi Feynman, deve orientarsi a studiare i nessi fra le gerarchie, cioè a connettere la storia alla psicologia, questa a sua volta al funzionamento del cervello, il cervello all'impulso nervoso, l'impulso nervoso alla chimica, e così via, in su e in giù in ambedue i sensi.

La «lezione» di Feynman

A questo approccio generale e a questi concetti Feynman si ispirò anche nel suo approccio alla didattica della fisica (R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics*, Addison_Wesley Publishing Company, London- Reading (Massachussets) - Menlo Park (California) - Don Mills (Ontario), 1968).

Lo attestano in modo concreto, in particolare, le seguenti parti del I volume;

- ❑ cap. 3 (“La relazione della fisica con le altre scienze”), che fornisce un quadro sintetico e accurato dei rapporti tra la fisica, da una parte, e la chimica, la biologia, l’astronomia, la geologia e la psicologia, dall’altra;
- ❑ cap. 22 (“Algebra”, che contiene, tra l’altro, una preziosa analisi di «strumenti per pensare», quali l’astrazione e la generalizzazione, fondamentali per la fisica ma, ovviamente, anche per qualsiasi altra scienza);
- ❑ cap. 36 (“Meccanismo della visione”, che tratta la sensazione del colore, la fisiologia dell’occhio, le cellule a bastoncino, l’occhio composto dell’insetto, altri occhi e la neurologia della visione).

II «KARLSRUHER PHYSIKKURS»

Un'altra esperienza importante, ormai classica anch'essa, è rappresentata dal Karlsruhe Physikkurs (KPK),(F. Herrmann, *Der Karlsruhe Physikkurs*, Aulis, Köln, 1995).

Questo corso, sviluppato dal gruppo di didattica della fisica dell'università di Karlsruhe guidato da Friedrich Herrmann, è rivolto ai primi anni della scuola secondaria superiore, e utilizza un paradigma formale la cui specificità sta nella proposta di un *approccio unificato* all'insegnamento delle scienze: "The project was not just to write a new schoolbook. The objective was to develop a new way of teaching physics, independent of the target group of learners. [...] We have chosen a unified approach to science teaching". Si tratta dunque di un approccio basato su una ristrutturazione disciplinare della fisica i cui cardini, esplicitati anche nel sito del dipartimento <http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/>, sono costituiti dall'abbattimento delle frontiere tra la fisica e le discipline scientifiche affini (chimica, biologia, informatica) e dal sistematico ricorso alle analogie tra le discipline medesime.

II «KARLSRUHER PHYSIKKURS»

Il Corso si fonda su una ristrutturazione della fisica che tiene conto dei seguenti criteri:

- ☐ Eliminazione dei «fardelli storici»;
- ☐ Utilizzo delle analogie;
- ☐ Stretto legame con le discipline scientifiche affini (chimica, biologia, informatica).

L'obiettivo prioritario è quello di ridurre il tempo impiegato per la presentazione dei temi tradizionali allo scopo di far posto a temi della fisica del 20° secolo.

II «KARLSRUHER PHYSIKKURS»

Eliminazione dei «fardelli storici» significa tenere adeguatamente conto del fatto che la forma attuale della fisica è il risultato di un processo di evoluzione. Simili processi seguono vie e percorsi particolari: è quindi normale che il risultato finale rifletta con grande fedeltà il corso del processo che l'ha generato.

Chi oggi impara la scienza lo fa in larga misura lungo un cammino molto simile a quello dello sviluppo storico, compresi tutti gli errori, gli ostacoli e i travisamenti,

Ripensare l'insieme della scienza alla luce delle conoscenze attuali dovrebbe far emergere un curriculum molto più semplice. Durante lo sviluppo di questo corso gli autori hanno perciò cercato di liberarsi di molti di quelli che ritengono «fardelli storici».

Grazie per l'attenzione



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA