

LA QUESTIONE DELLA CONCETTUALIZZAZIONE NEI CAMPI DI ESPERIENZA

Nadia Douek, IUFM "C. Freinet" à la Seine-sur-mer, Université de Nice

Origine della questione e piano dell'esposizione

All'inizio delle mie ricerche sulla concettualizzazione (a partire da quelle pubblicate in Douek, ESM 1999) avevo cercato di inquadrare teoricamente il posto centrale assegnato all'argomentazione nei Campi di Esperienza (CdE), di interpretare il suo effetto sugli apprendimenti e di discutere la sua gestione didattica (DCdE). Per quanto riguarda gli apprendimenti, avevo identificato apprendimento e concettualizzazione, coerentemente con i lavori di Vygotskij e di Vergnaud.

Questo contributo riferisce sugli sviluppi più recenti di tali ricerche, con l'obiettivo di esporne lo stato attuale, comprese questioni aperte, risposte provvisorie e riflessioni che potrebbero dare luogo a ulteriori indagini.

Inizierò l'esposizione presentando e discutendo la definizione di "concetto" di Vergnaud (1990). *Tale definizione è al servizio dell'analisi epistemologica e cognitiva dell'attività.* Metterò in evidenza come essa permette di assicurare da un lato un legame dei concetti con la cultura, e dall'altro di evidenziare il ruolo dell'esperienza del soggetto e della sua attività nella formazione dei concetti. Ciò giustifica e sostiene il lavoro di identificazione e sfruttamento delle potenzialità dei CdE per la formazione dei concetti.

Presenterò successivamente la dialettica Concetti Quotidiani-Concetti Scientifici (CQ/CS) di Vygotskij. Tale elaborazione permette da un lato di considerare diverse forme di concettualizzazione in relazione alle *manifestazioni che le caratterizzano nel comportamento del soggetto nel loro dipendere e nei loro rapporti con delle comunità culturali*, e i loro legami con diversi contesti di apprendimento; dall'altro, essa fornisce un modello dinamico dello sviluppo della concettualizzazione che tiene conto di fattori culturali non omogenei. Attraverso tale elaborazione si evidenzia come i riferimenti a delle costruzioni culturali condivise sono fondamentali nel disegnare le situazioni di apprendimento; tali riferimenti devono quindi tener conto delle comunità culturali di appartenenza degli allievi e delle pratiche che sono loro proprie.

L'elaborazione di Vygotskij sulla Zona di Sviluppo Prossimale permette una analisi fine dell'evoluzione della concettualizzazione attraverso l'interazione con gli altri (in particolare, con l'insegnante) e guida il disegno dell'organizzazione delle interazioni in classe. La Zona di Sviluppo Prossimale associata alla dialettica CQ/CS problematizza il gioco dell'elaborazione soggettiva e della costruzione collettiva sotto la guida dell'insegnante, offrendo un quadro di riferimento per la progettazione, la gestione e l'analisi dei cicli della DCdE.

Seguirà una discussione rapida dell'uso delle parole "concetto", "concettualizzazione" e "campo concettuale".

Mi riferirò poi ai lavori di diversi autori (Bronckart, Brossard et Vérillon) per

precisare in modo più dettagliato: i fattori socioculturali dello sviluppo della concettualizzazione; il carattere sociale della concettualizzazione; la caratterizzazione delle diverse forme di concettualizzazione e, tramite esempi, la varietà dei rapporti possibili tra esse.

In termini schematici, la prospettiva di Vergnaud è (come già detto) epistemologica e cognitiva, e riguarda l'attività del soggetto e le situazioni nelle quali egli "incontra" il concetto. La prospettiva di Vygotskij completa quella di Vergnaud attraverso le dinamiche messe in evidenza su due piani: quello "differenziale" delle comunità socioculturali con le loro pratiche, e quello delle interazioni con gli altri.

Abbiamo bisogno di integrare i due quadri teorici per analizzare l'attività evidenziando le diverse forme di concettualizzazione e l'evoluzione verso una forma-*"obiettivo"* appoggiandosi o meno sulle altre. Attraverso lo strumento più complesso che ne risulta si possono individuare (ai fini dell'apprendimento) situazioni culturali e eventualmente anche più precise situazioni problematiche. Esse comportano particolari attività legate non solo alle ragioni epistemologiche ed esperienziali della formazione di un dato concetto (Vergnaud), ma anche alle ragioni socioculturali dei suoi usi e della sua ricchezza di sensi dal punto di vista delle comunità culturali implicate e delle tensioni possibili tra tali sensi e tali usi (Vygotskij), che possono essere motrici di apprendimento. Ne risulta anche uno strumento d'analisi della concettualizzazione che permette di valutarla nell'attività dell'allievo, di prevedere la sua evoluzione e di situare l'elaborazione soggettiva in relazione a diverse elaborazioni culturali.

Nel contesto scolastico, come didatti della matematica (o, più in generale, di discipline con forte presenza di attività teorica), siamo interessati all'evoluzione dell'organizzazione epistemica dei saperi nello sviluppo intellettuale del soggetto; tale evoluzione è modellizzata dalla dialettica CQ/CS, con il dettaglio consentito dalla definizione di Vergnaud dei concetti secondo le loro *"componenti"*.

Grazie a tale strumento, si possono studiare in un dato CdE forme diverse di concettualizzazione in funzione delle comunità interessate. Ma anche, occupandosi di un concetto matematico, si possono analizzare i sensi e i significati particolari che possono essere assunti da uno stesso concetto in CdE diversi, allo scopo di consentire agli allievi di sviluppare in essi una concettualizzazione *"abbastanza completa"*.

Una volta realizzata tale integrazione, si evidenzia che *l'argomentazione accettabile in una comunità* è quella che *"instrumentalise"* (nel senso di Rabardel e Verillon) gli invarianti operatori di Vergnaud in zone di campi concettuali e di sistemi di concetti logicamente organizzati in tale comunità (e non a livello di concettualizzazione per il singolo soggetto, che può effettuare dei collegamenti tra altre esperienze soggettive e altri aspetti/forme di concettualizzazione). L'apprendimento dell'argomentazione procede di pari passi (dialetticamente) con la concettualizzazione sviluppata in relazione alle costruzioni socio-culturali di una comunità e con l'apprendimento delle regole dell'epistemologia che fonda l'organizzazione concettuale in tale comunità (i legami sistemici di Vygotskij). Per riflettere su tale questione, il modello di Toulmin della struttura di base dell'argomentazione e del suo campo di riferimento appare del

tutto adeguato. La necessità di inserire l'argomentazione in un ambito culturale, derivandone una certa complessità, corrisponde al carattere socioculturale della concettualizzazione; le situazioni didattiche della DCdE appaiono la risposta didattica a tale necessità cognitiva ed epistemologica.

Osservo infine che questo contributo dedica molto spazio a questioni riguardanti la dipendenza dei concetti dai contesti socio-culturali in cui sono utilizzati e dalle situazioni d'uso, sia per quanto riguarda i loro "componenti" che per quanto riguarda i loro modi d'uso (quotidiano, scientifico,...). Si tratta di questioni che potrebbero essere poste (anche se non vengono quasi mai poste!) nel caso dell'insegnamento-apprendimento della matematica nel quadro della matematica scolastica; esse emergono con particolare evidenza nel caso dell'insegnamento-apprendimento della matematica nei campi di esperienza (anche con riferimento alle situazioni di classi multiculturali - con riferimento al punto 4c della relazione generale).

Vergnaud: i componenti epistemologici e cognitivi dei concetti

Per descrivere un concetto o degli elementi di un campo concettuale (chC), e per studiare secondo i punti di vista epistemologico e cognitivo quello che un soggetto può potenzialmente utilizzare di essi nella sua attività, ricorriamo alla definizione di "concetto" secondo le sue componenti, proposta da Vergnaud:

- Le situazioni di riferimento (situations de référence) sono "l'insieme delle situazioni che danno senso al concetto (la référence)". Aggiungiamo che a scuola nella DCdE cerchiamo di far sì che le situazioni di riferimento di un concetto o di un campo concettuale (ad es. quello delle strutture additive, presente con alcuni suoi legami sistemici fin dall'inizio del primo anno della scuola primaria con "monete e acquisti" e "calendario": legami tra addizione e sottrazione, legami tra rappresentazioni semiotiche) siano sfruttate in modo sempre più cosciente e intenzionale durante l'attività del soggetto. Vedremo nel seguito che tale caratteristica di consapevolezza e intenzionalità fa parte della caratterizzazione della "concettualizzazione scientifica" di Vygotskij (o anche della "concettualizzazione tecnica" che troviamo nei lavori di Verillon).

Gli ***invarianti operatori*** sono "l'insieme degli invarianti sui quali si basa l'operatività degli schemi (i significati)" (seguendo Piaget, "schema" è "un comportamento adattabile a una classe di situazioni simili"- ad esempio, uno schema di calcolo della moltiplicazione in colonna: esso si basa su diversi invarianti operatori che riguardano la rappresentazione decimale-posizionale dei numeri, la proprietà distributiva della moltiplicazione rispetto all'addizione, ecc.; o anche uno schema come quello del calcolo della derivata delle funzioni; si noti inoltre che collegare il "significato" - "signifié" - agli "invarianti operatori" vuol dire sottolineare che ad essi occorre fare in primo luogo riferimento nell'analisi epistemologica di un concetto). Gli invarianti operatori "si trovano nello snodo dei rapporti tra realtà e conoscenza pratica e teorica che il soggetto di forma della realtà". Essi sono al centro della concettualizzazione.

Le ***rappresentazioni linguistiche*** (esterne, semiotiche) sono i significanti: linguaggio verbale, linguaggi simbolici, schematizzazioni, gesti... Certi dispositivi materiali possono svolgere funzioni di rappresentazione (ad esempio una bilancia per l'equilibrio).

Nell'attività del soggetto l'osservatore può riconoscere una certa stabilità del comportamento, come se fosse frutto di una costruzione culturale. L'osservatore può

descriverla in termini di invariante operatorio, che in molti casi resta implicito per il soggetto (Vergnaud usa l'espressione "teorema in atto" per designare degli invarianti operatori che sono osservabili nel comportamento ma non sono consapevoli per il soggetto: ad esempio, il bambino che in I scambia l'ordine degli addendi per facilitare l'esecuzione di una addizione). Nella DCdE si cerca di portare gradualmente a livello esplicito e consapevole i "teoremi in atto" costruiti dagli allievi nell'adattamento alle situazioni problematiche dei CdE.

La terna situazioni/invarianti operatori/rappresentazioni linguistiche colloca il concetto e la concettualizzazione in una prospettiva culturale piuttosto completa: gli oggetti culturali e le loro "instrumentalisations" (Rabardel-Verillon) attraverso delle pratiche realizzate nell'attività del soggetto possono essere individuate e studiate come fattori e obiettivi della concettualizzazione, analizzando in particolare i rapporti tra situazioni e invarianti operatori espressi e mediati dalle rappresentazioni linguistiche. E' così che le tre componenti dei concetti danno la possibilità di analizzare i "contesti" (CE, CII, CIS) di un CdE.

Consideriamo il CdE della coltivazione delle piante (nei primi due anni della scuola primaria). La coltivazione delle piante nel terreno e in vaso si appoggia su delle pratiche di osservazione del "buon sviluppo" della pianta, di confronto degli effetti delle condizioni della coltivazione e in certi casi (come quello delle piante di grano) di presa in considerazione delle lunghezze/altezze. Queste ultime pratiche hanno per effetto la concettualizzazione della misura di lunghezza e il rapporto tra i concetti di altezza e di crescita. C'è quindi la possibilità di sviluppare delle concettualizzazioni nel chC delle strutture additive (addizione, sottrazione, misura, ...) e insieme di lavorare sul concetto di "crescita" (diversità tra gli accrescimenti individuali nel tempo... vedi nel seguito). Nella progettazione didattica si tratta di inserire nell'itinerario didattico in modo "giudizioso" delle questioni che sollecitino attività adatte a mettere in gioco particolari invarianti operatori. Per esempio porre il problema di come osservare l'evoluzione dell'altezza delle piantine di grano nel tempo, problema che conduce a delle misure con il righello (come, senza estrarre le piantine dalla terra e senza danneggiarle?) e alla registrazione dei dati raccolti in modo da potere effettuare dei confronti. In classe si cercherà così di sviluppare una concettualizzazione capace di favorire delle pratiche che si avvicinano a quelle delle comunità scientifiche (o che si collegano alle loro reti di conoscenze). E' proprio questa messa in rapporto costruttivo dell'attività spontanea del soggetto (che può realizzarsi in un contesto a lui familiare) con le pratiche scientifiche introdotte e guidate dall'insegnante che ci ha indotto a considerare la prospettiva di Vygotskij della dialettica CQ/CS.

Vygotskij: tipi diversi di concetti, forme diverse di concettualizzazione

I concetti quotidiani sono descritti da Vygotskij come ricchi di senso, "saturi della ricca esperienza personale del bambino". La loro utilizzazione e i sistemi a cui sono connessi restano per lo più a livello operativo-implicito. Si formano spontaneamente nel soggetto in relazione alla sua esperienza, alla sua cultura e al suo ambiente. Sono

per lo più di portata locale.

I concetti scientifici sono caratterizzati da Vygotskij come concetti utilizzati in modo cosciente e intenzionale. Il loro trattamento e la loro gestione è esplicita. Li si collega ad altri concetti per formare dei sistemi. Hanno un carattere di generalità, nel senso che appartengono a "teorie" in cui assumono (con altri concetti) una configurazione sistemica. Essi sottintendono, nella presentazione e nell'uso, una ricerca di rigore, e si ha la tendenza a presentarli attraverso delle definizioni.

La dialettica Concetti Scientifici- Concetti Quotidiani (CQ/CS) è un modello possibile dell'apprendimento a scuola. I CS ed i CQ si distinguono, dal punto di vista dell'esperienza dell'allievo, per i rapporti diversi che egli instaura con i loro oggetti. Quanto alle implicazioni nell'insegnamento-apprendimento a scuola, Vygotskij utilizza l'immagine di *germinazione dei CQ "verso l'alto"*, verso una crescente esplicitazione, consapevolezza e generalità (nel senso precisato sopra), e l'immagine di *germinazione dei CS "verso il basso"*, in quanto essi si sviluppano nell'allievo attraverso l'applicazione della generalità e dei legami sistemici a delle situazioni particolari (come la ricerca di esempi).

Lo sviluppo di questi due poli (CQ, CS) è dialettico (nel senso che c'è una interazione dinamica tra essi che li modifica progressivamente), e, a scuola, le "germinazioni" dipendono, in questo modello di apprendimento, dalla mediazione dell'insegnante.

Con riferimento a Vergnaud, possiamo osservare che i legami sistemici di Vygotskij sono degli invarianti operatori. E anche per questo preferisco in questo testo riservare l'espressione "legami sistemici" a quei legami che sono effettivamente stabiliti in una comunità, in una cultura (non considerando quindi le "misconcezioni" personali degli allievi). (Un punto, questo, che si collega a *1d*) (secondo e terzo tipo di rapporto modello matematico/realtà) e a *4c*), *4d*) nella relazione generale).

Concetti o concettualizzazione?

Il problema della scelta tra parlare in termini di *concetti* o in termini di *concettualizzazione* consiste nel fatto che da un lato occorre fare riferimento a una "entità" epistemologicamente determinata ma statica, che ha una parte di "idealità" e di astrazione, dall'altro ci si interessa ad una attività psichica necessariamente in evoluzione, realtà quindi che si studia e sulla quale si cerca di intervenire avendo per obiettivo degli apprendimenti.

La dialettica CQ/CS di Vygotskij sottolinea chiaramente il carattere dinamico della concettualizzazione come parte dello sviluppo cognitivo.

Parlare di concetto o di concettualizzazione dipenderà dalle necessità locali del discorso, ma sarà difficile separare l'uno dall'altra. Se si parla di concettualizzazione, occorre precisare "concettualizzazione di..." con riferimento a una "nozione" o a una pratica. E se uno parla di concetto, i dettagli, compresi quelli legati all'analisi epistemologica del concetto, fanno generalmente riferimento allo sviluppo della padronanza di tale concetto in un individuo particolare (conosce, usa tale proprietà o tale rappresentazione semiotica), spesso contemporaneamente in relazione a uno sviluppo ideale nella comunità di cui fa parte quell'individuo, sviluppo inserito in una

rete di saperi sociali (espressione utilizzata da Bronckart, 2001). In effetti il concetto non può essere messo a fuoco e delimitato che attraverso la descrizione degli aspetti che ci interessano grazie a una analisi epistemologica e antropologica, cioè necessariamente localmente e relativamente a un uso, a un discorso o ad una teoria. Una soluzione pratica potrebbe essere quella di usare il termine "nozione" per evitare la necessità di tali precisazioni, indicando con esso un concetto individuato in una comunità particolare come oggetto di insegnamento.

Occorre aggiungere che è difficile mettere a fuoco e delimitare un concetto separandolo da altri concetti o dalle teorie a cui è collegato (attraverso delle costruzioni epistemiche o attraverso delle pratiche). Ad esempio: possiamo analizzare, usare, discutere, osservare il concetto di numero indipendentemente da altri concetti come quello di addizione, di gruppo commutativo, ecc., o di pratiche comuni relative allo scopo per il quale ci interessiamo di tale concetto?

E' questo che rende interessante la scelta di Vergnaud di parlare di "concetto" nel quadro di una teoria dei "campi concettuali". Tale scelta non risolve il problema della delimitazione o di una descrizione esaustiva di un concetto, ma ci mette metodologicamente nella condizione di considerare una varietà di legami con altri concetti e teorie.

I livelli di analisi dei concetti, dei campi concettuali e della concettualizzazione sono per noi: il livello epistemologico che si riferisce a delle teorie che *organizzano* i concetti e le pratiche; il livello antropologico che riguarda delle *organizzazioni* legate a delle pratiche; il livello cognitivo, riguardante l'attività del soggetto che, in particolare, realizza delle connessioni (tra concetti o loro componenti) secondo delle organizzazioni che l'epistemologia o l'antropologia possono identificare.

Quanto ai legami con la DCdE, la razionalità epistemica (giudizi di validità per affermazioni e implicazioni) è fondamentale per la costituzione dei chC, mentre nella costituzione dei CdE la razionalità delle pratiche (r. teleologica) è prioritaria, e le pratiche non sono necessariamente organizzate in modo completo a livello epistemico.

Concetti / concettualizzazione, dialettica CQ / CS e rapporto tra la concettualizzazione e la cultura di una comunità: altri apporti

La dialettica CQ/CS mette in gioco, a priori, due comunità socioculturali che hanno delle pratiche differenti, quella dell'ambiente di provenienza dell'allievo e quella dell'ambiente scolastico. L'elaborazione di Vygotskij aggiunge un elemento essenziale alla definizione di Vergnaud inserendola in una prospettiva dinamica: la concettualizzazione che si attiva e si sviluppa in relazione a una comunità socioculturale, eventualmente a partire da un'altra (come accade nella scuola).

I legami sistemici organizzano delle zone di produzione culturale, delle "reti sociali di saperi" (espressione in Bronckart, 2001) e portano delle "logiche" (o meglio, delle "razionalità") e le pratiche discorsive proprie delle pratiche specifiche delle comunità culturali. In effetti, dal punto di vista di una psicologia sociale adottato qui, i concetti o i chC sono delle produzioni socioculturali associate a delle pratiche condivise, e la

concettualizzazione si riferisce all'elaborazione psichica di un soggetto particolare (vedi Sfard, "commognition" - riferimento al punto 8b2 della relazione generale).

Ma se, in una prospettiva di "cognizione situata" (vedi riferimento al fondo di 0b nella relazione generale), si considera l'attività culturale umana come "distribuita", i processi cognitivi (e la concettualizzazione) non possono essere più considerati come appartenenti a degli individui isolati (parafrasi di quanto scrivono Coll & Marti, 2001). E allora le categorie della concettualizzazione devono essere riferite al soggetto (alla maniera in cui il soggetto si appropria di un concetto) e insieme all'ambiente nel quale il soggetto agisce e alle regole condivise di utilizzazione e di "significazione" (oggi, a posteriori, ciò giustifica l'importanza sempre assegnata, nel contesto esterno di un campo di esperienza, ai vincoli derivanti dalle pratiche sociali - si pensi al caso dell'uso del denaro).

Oggi, la riflessione sulla dialettica CQ/CS e sul rapporto tra concettualizzazione e cultura delle diverse comunità si arricchisce di contributi che non riguardano solo (come abbiamo visto ora) i rapporti tra cognizione individuale e contesto in cui tale cognizione è situata, ma anche le forme in cui la concettualizzazione si realizza e si stabilizza in particolari comunità (al di là della polarizzazione CQ/CS).

Verillon sviluppa una riflessione sull'apprendimento tecnico, e un chiarimento sui tipi di concetti che si sviluppano nell'attività tecnologica: i concetti pragmatici (CP). Li considera vicini ai CQ, ma in realtà tale prossimità vale soprattutto per quel che riguarda un loro uso senza ricerca di generalità, ed una validità locale delle regole d'uso e dei significati. Per il resto, essi sono usati in forma esplicita e consapevole. A partire dalla descrizione di Verillon, io propongo questa caratterizzazione sintetica dei CP:

- sono appresi in modo collegato all'azione in seno/in relazione a una comunità socioculturale e attraverso una mediazione specifica;
- hanno una significazione e una coerenza locale. A livello epistemico non c'è necessità di una teoria che li inquadri, la validazione è legata all'efficacia d'uso;
- sono condivisi da un gruppo;
- sono utilizzati intenzionalmente, in collegamento con un progetto concepito con uno scopo chiaro, esplicitabile e giustificabile

Il primo criterio di caratterizzazione, che riguarda il contesto e le condizioni sociali di sviluppo del concetto, è legato alla riflessione sulle relazioni tra sviluppo psichico e apprendimento (uno dei punti caratterizzanti l'elaborazione teorica di Vygotskij sullo sviluppo intellettuale) ed è analogo ai criteri che potremmo formulare per gli altri tipi di concetti. A proposito di "apprendimento", Brossard distingue tra "apprendimenti spontanei" e "apprendimenti reattivi" ("di risposta" o "provocati"): (...) "Se durante l'infanzia distinguiamo tra periodi - quello familiare, quello pre-scolare e quello scolastico, ciascun periodo si caratterizza per una combinazione particolare di queste due forme di apprendimento".

Delle precisazioni importanti possono essere apportate alle diverse forme di

concettualizzazione nella dialettica CQ/CS grazie alla distinzione che fa Verillon tra le pratiche scientifiche (che hanno per oggetto lo sviluppo di teorie) e le pratiche tecniche (che hanno per oggetto l'elaborazione di strumenti efficaci per realizzare un progetto). Si può allora dire che a livello epistemologico la concettualizzazione scientifica si caratterizza per la formazione di legami sistemici - epistemici fondati sul ricorso alle teorie e alle validazioni relative ad esse (come mette in evidenza Mariotti, RF PME 1997, a proposito dei teoremi e delle dimostrazioni, nella sua definizione di "teorema"). Invece per quanto riguarda la concettualizzazione pragmatica si possono concepire dei legami sistemici - tecnici che esprimono delle pratiche stabilizzate e considerate efficaci.

In generale, considerando i CQ, i CS ed i CP io mi riferisco a questi criteri per analizzare la concettualizzazione e la sua evoluzione:

- caratteristica socioculturale (scontata, per i discorsi che stiamo facendo): la condivisione di significati e pratiche in una comunità (necessaria per ogni tipo di concettualizzazione) o l'iscrizione di un concetto in una rete sociale di saperi;
- condizioni socio-culturali di sviluppo della concettualizzazione: apprendimenti spontanei/di risposta per i CQ e provocati per i CS ed i CP;
- sul piano del comportamento e dell'attività cognitiva: intenzionalità e scelta di uso "legittimo", esplicitazione e giustificazione sia per i CS che per i CP
- sul piano della coerenza: controllo secondo l'efficacia in relazione allo scopo per i CP, controllo secondo la coerenza epistemica per i CS;
- per quanto riguarda i legami sistemici: sono di natura epistemica per i CS, pragmatica per i CP, mentre legami sistemici per i CQ possono essere considerati quelli (rilevati dall'analisi antropologica) che la cultura di appartenza sviluppa senza connetterli a teorie.

Il riferimento a Verillon e alla sua riflessione sulla tecnologia non costituisce per me soltanto un "detour" (uscita e rientro dal percorso principale) che è servito ad affinare gli strumenti e i criteri di analisi. In effetti la concettualizzazione pragmatica non è specifica della tecnologia, essa ha un posto importante anche nelle scienze e nella matematica, a livello delle pratiche (non a livello dei discorsi teorici). Per esempio essa è indispensabile in algebra¹. Se Vérillon deplora la mancanza di attività scolastiche che possano favorire la concettualizzazione pragmatica nei corsi di tecnologia, si rileva che nei corsi relativi a discipline a forte componente teorica (come la matematica) la maggior parte delle nozioni che potrebbero essere sviluppate con finalità epistemiche (sviluppo di teorie, ecc.) sono insegnate tradizionalmente in modo da favorire... una concettualizzazione pragmatica! Cosa che molti didatti rimproverano a tali tradizioni.

Con i criteri elencati sopra, si può dire che un concetto sviluppato in modo S è

¹ - il me semble que l'exemple qu'avait donné G. Bagni de Bombelli manipulant l'imaginaire i pour résoudre des équations sur le modèle qui marchait jusqu'ici avec des réels conviendrait aussi.

utilizzato in modo Q in una nuova situazione quando il soggetto lo trasferisce spontaneamente (per esempio, per analogia) senza pensare alla legittimità del trasferimento né assicurare la validità (epistemica o pragmatica) del suo impiego.

In una concettualizzazione scientifica mi sembra necessario aggiungere alla definizione di Vergnaud la condizione che una situazione di riferimento debba esserlo a livello esplicito e inoltre consapevole per quanto riguarda il riferirsi ad essa, in particolare in una argomentazione o nella risoluzione di un problema. L'esigenza di esplicitazione non è della stessa natura nel caso di un CP, nonostante che la consapevolezza delle situazioni di riferimento appaia necessaria; per quanto riguarda la concettualizzazione quotidiana non ci sono esigenze di esplicitazione o di riferimento consapevole a situazioni. Peraltro nel contesto scolastico si cerca a volte di rendere fruibili certe situazioni di riferimento di un CQ, senza che ciò qualifichi la concettualizzazione realizzata come scientifica (anche se ciò fa evolvere nell'allievo la consapevolezza del riferimento a tali situazioni). Nella DCdE si cerca di rendere espliciti certi elementi di concettualizzazione quotidiana (in particolare, le situazioni di riferimento) al fine di fare funzionare la dialettica CQ/CS e in particolare affinché gli sviluppi concettuali sul modo scientifico siano connessi strettamente e in modo cosciente con ciò che ha senso per l'allievo (compresa la concettualizzazione quotidiana); la consapevolezza può essere realizzata, ad esempio, attraverso dei legami sistemici che differenziano la nuova concettualizzazione dalle pratiche spontanee dell'allievo (come accade nel caso della misura di lunghezze: occorre verificare che lo zero sia in corrispondenza dell'inizio del segmento da misurare e collegare ciò con la constatazione che solo così il numero degli spazi unitari sul righello coincide con il numero che si legge sul righello alla fine del segmento).

Ci sono dei concetti specificatamente di un tipo o dell'altro?

In una data cultura e in una data comunità si può dire, come prima approssimazione, che certi concetti non possono essere quotidiani, ma solo scientifici o pragmatici, come accade con quello di "rifrazione". Altri non possono essere che pragmatici, come nel caso di "babordo" (per i marinai - esempio di Verillon). Ma i modi di dire dei matematici quando parlano tra loro sono ricchi di utilizzazioni in senso quotidiano di nozioni matematiche ben concettualizzate da loro in senso scientifico ("alla fine della conferenza, X sembrava un punto di accumulazione" - c'erano tanti del pubblico stretti intorno a lui!): il matematico che parla trasferisce l'uso del concetto ad una situazione nuova in cui c'è condivisione di significati con gli interlocutori, senza teorizzazione adattata a tale nuova situazione. Probabilmente lo stesso accade per i CP nella comunità di quelli che praticano un certo mestiere.

Per quanto riguarda i termini tecnici dei marinai per designare delle direzioni, che esprimono dei CP, uno studio di tali termini e una messa in relazione di essi con una geometria che organizzasse lo spazio del battello condurrebbe a una concettualizzazione scientifica: i marinai svilupperebbero dei legami sistemici che inserirebbero ("inscriverebbero") tali concetti in una teoria. Questi cambiamenti del modo in cui si trattano i concetti corrispondono all'adattamento a situazioni di riferimento diverse sulla base di invarianti operatori (o legami sistemici) diversi, e di

conseguenza all'elaborazione di significati diversi. A partire da queste riflessioni si può dire che, in un certo senso, *non sono più gli stessi concetti*, in quanto i componenti non sono più gli stessi. E il soggetto può avere o no la padronanza dei legami sistemici (epistemici, pragmatici o anche culturali) tra le diverse componenti (e in particolare per i diversi significati) di certi concetti e di quelli che corrispondono a tali cambiamenti. Ad esempio, un alunno di I può avere la padronanza della decomposizione additiva in una situazione di uso di monete, come pure in una situazione di lettura del termometro, ma non utilizzare le stesse rappresentazioni simboliche e non sviluppare le stesse spiegazioni (o spiegazioni sufficientemente generali per inquadrare in modo soddisfacente entrambe le situazioni). In relazione ai fini dell'insegnamento-apprendimento della matematica, l'obiettivo è quello di una concettualizzazione sufficientemente ricca, tale da comprendere una varietà di significati e la capacità di adattamento a nuove situazioni. C'è dunque una sfida doppia a cui far fronte nella DCdE: costruire delle connessioni I) tra concetti quotidiani e concetti scientifici e II) tra concettualizzazioni diverse di una stessa "nozione".

In conclusione, dal punto di vista metodologico non appare necessario determinare se un concetto è "definitivamente" di tipo Q, S oppure P, ma è bene considerare che un soggetto lo gestisce come Q, P oppure S a seconda della rete socioculturale dei saperi (o la comunità in seno alla quale il soggetto si situa) e a seconda della situazione.

Integrazione dei componenti di Vergnaud di un concetto e dei criteri vygotskiani che caratterizzano diversi tipi di concettualizzazione

Tale integrazione permette una analisi epistemologica e cognitiva del contesto socio-culturale in cui emerge e si sviluppa la concettualizzazione, e di analizzare degli elementi di tensione tra reti concettuali diverse di saperi (tra le situazioni e gli invarianti operatori "determinati" da una cultura e dalle sue pratiche socioculturali, oltre che dalle sue rappresentazioni semiotiche). Analisi necessaria anche per riconoscere le potenzialità in senso Q, P o S di un concetto nelle diverse comunità culturali implicate e determinare delle linee culturali sulle quali si possono/si devono sollecitare queste tensioni al fine di attivare una dialettica.

Nella didattica dei campi di esperienza tale analisi è essenziale per:

- determinare i componenti dei concetti in gioco (situazioni di riferimento, invarianti operatori che si sono affermati nelle pratiche, rappresentazioni linguistiche) che interessano all'insegnante, e di conseguenza uno o più CdE che possano dare il loro apporto alla concettualizzazione in termini di significati e di pratiche corrispondenti a tali componenti;
- individuare quali di tali componenti l'allievo può incontrare nel suo ambiente (accessibili, quindi, alla sua concettualizzazione quotidiana) e quali invece richiedono una mediazione specifica;
- individuare i "cammini" epistemologici e cognitivi che possono condurre da una concettualizzazione a un'altra o su cui possono sorgere degli ostacoli. Si tratta di rispondere, per esempio, a delle domande come queste: sono

trasferibili, e come, a delle rappresentazioni simboliche gli invarianti operatori in base ai quali gli allievi agiscono su degli oggetti materiali? Con quali trasformazioni della situazione? (Vedi la situazione della misura delle piantine in vaso: l'azione materiale di infilare il righello nel terreno può essere trasformata in una situazione immaginata conservando il teorema in atto dell'invarianza per traslazione, rappresentato in un modo simbolico adeguato.)

- determinare quali tipi di attività (che devono mettere in gioco schemi e invarianti operatori) riflettono e favoriscono il costituirsi di situazioni di riferimento e di invarianti operatori e in particolare la padronanza dei concetti secondo la modalità scientifica (cosciente, intenzionale). Penso ad attività direttamente vissute dal soggetto, sperimentali, con produzione verbale orale e scritta, con produzione di schematizzazioni, penso a congetture e risoluzioni di problemi con attività argomentative connesse (tratterò più avanti le relazioni tra argomentazione e concettualizzazione scientifica).
- determinare le condizioni socio-culturali di tali attività (le forme di rapporto con l'"altro", e la necessità di identificare o costruire dei riferimenti culturali condivisi nella classe).

Come funziona la dialettica CQ/CS? E' sempre necessaria per l'apprendimento?

La dialettica CQ/CS presuppone una attività (in genere, di risoluzione di un problema) in cui sono messi in relazione:

- dei concetti vicini o dei componenti di uno stesso concetto (in genere su livelli di concettualizzazione diversi);
- un soggetto in interazione con un altro (o con una comunità) che non possiede la stessa concettualizzazione del primo per quanto riguarda l'oggetto in gioco nella situazione problematica;
- con un ostacolo da superare nella risoluzione del problema che dà luogo ad una necessità di abbandono, o cambiamento, o estensione, o esplicitazione di proprietà, di sviluppo di procedure, ecc. (qui si riconosce l'importanza cruciale dell'attività verbale-argomentativa per fare vivere la dialettica).

Osserviamo che ci stiamo interessando della dialettica CQ/CS in quanto consideriamo degli apprendimenti in campo matematico (e di modellizzazione matematica), ma mi sembra che tale dialettica possa estendersi anche ai CP.

Secondo Bronckart (conferenza ad Albi, 2007) "Vygotskij sosteneva che la questione dello sviluppo doveva essere posta simultaneamente in termini di continuità e di rottura, o ancora che non si poteva trattare in modo serio il problema della rottura senza prendere seriamente in carico le dimensioni di continuità".

La necessità di "continuità" risponde al bisogno di conservare un senso e una problematizzazione (anche se senso e problematizzazione potranno subire delle trasformazioni). D'altra parte la "rottura" è una possibile condizione di sviluppo di una dialettica, quando è rottura tra la concettualizzazione di un soggetto e quella che

lui incontra confrontandosi con un altro, o risolvendo un problema in una situazione nuova per lui: si tratta di condizioni che gli impongono una riorganizzazione della sua concettualizzazione, in particolare per quanto riguarda i legami sistemici (se quelli che cercava di investire sono messi in crisi).

La continuità può essere vista a livelli diversi. Un primo livello è quello del campo culturale: è una continuità che mi sembra necessaria (non trovo esempi in contrario). Un secondo livello è quello tecnico o epistemico: la continuità in questo caso non è necessaria.

Nella maggior parte dei casi vi è continuità sul piano antropologico (del campo culturale), rottura sul piano epistemico o tecnico.

Con la premessa su continuità e rottura, la dialettica CQ/CS presenta un modello interpretativo dell'evoluzione psichica nell'"apprendimento provocato" (secondo l'espressione di Brossard).

L'entrata dell'allievo nella cultura "scientifica" (o anche "tecnica") avviene sovente con una tensione tra forme diverse di concettualizzazione portate da delle comunità diverse. Il modello che stiamo considerando può anche guidare l'organizzazione degli apprendimenti:

- sul piano dell'organizzazione epistemica dei saperi: occorre mantenere una continuità di problematizzazione e di senso (legata alla continuità sul piano culturale) e un collegamento/un appoggio sulla concettualizzazione acquisita, di cui fa parte la concettualizzazione quotidiana - pur in presenza di una eventuale rottura sul piano epistemico (o tecnico); organizzazione guidata dall'analisi delle rotture e degli elementi di continuità secondo i componenti di Vergnaud dei concetti;
- sul piano delle relazioni insegnante/allievi: si tratta di un incontro di due (o più, sul versante degli allievi!) culture, e il compito dell'insegnante è quello di trovare i punti di continuità e i punti di rottura epistemologica (ma a questo proposito sarebbe bene completare il modello con la Zona di Sviluppo Prossimale al fine di gestire in modo adeguato l'interazione insegnante/allievi che "rappresenta" tale incontro tra culture).

Se il modello formale della dialettica è quello di due poli in tensione/relazione tale che l'evoluzione dell'uno influenza l'evoluzione dell'altro, si può dire senz'altro che tale modello è adatto per molte situazioni di apprendimento. Ma ci sono delle distinzioni da fare.

Certi apprendimenti si devono realizzare grazie a una *tensione che oppone i due poli*: la concettualizzazione quotidiana dà luogo a degli ostacoli e a delle impasse perché c'è una incoerenza epistemologica con la soluzione del compito, che richiede l'intervento di una concettualizzazione scientifica (o più scientifica). Il superamento dell'ostacolo attraverso l'apporto di elementi forniti dall'insegnante può contraddire la concettualizzazione quotidiana messa in campo inizialmente dall'allievo. Un esempio è quello dell'inclinazione dei raggi del sole: gli allievi pensano che quando il sole è più alto l'ombra è più lunga (concezione che sembra svilupparsi spontaneamente per

associazione "sole più forte-ombra più lunga", e/o per evidenza percettiva maggiore dell'ombra quando il sole è più alto in cielo), e tale concettualizzazione può perdurare nonostante numerose osservazioni ed esperienze la contraddicano. Per fare avanzare la concettualizzazione l'insegnante deve introdurre degli strumenti "scientifici" come il "triangolo dell'ombra" che rappresenta il raggio che passa per la sommità dell'oggetto che produce l'ombra e per l'estremità dell'ombra prodotta. Tale strumento organizza la relazione tra ostacolo, ombra e posizione del sole; il suo uso cosciente con i suoi vincoli deve essere appreso sotto la guida dell'insegnante (vedi Boero, RR PME-XXVI; Scali, CIEAEM).

In altri casi non c'è incoerenza epistemologica tra la concettualizzazione dell'allievo e la concettualizzazione necessaria per fare fronte con successo al compito, c'è solo insufficienza della prima; gli apporti dell'insegnante sono ancora necessari, ma non contraddicono la concettualizzazione iniziale dell'allievo. Un esempio è quello della misura delle piante che crescono in vaso: la concettualizzazione della misura delle lunghezze realizzata finora dall'allievo è insufficiente per misurare una pianta nel vaso con un righello senza tirare fuori la pianta dal vaso, o infilare il righello nel terreno, o spezzare l'estremità del righello fino allo zero della scala graduata. Ma nulla impedisce di *immaginare* di infilare il righello nel terreno! La concettualizzazione della misura delle lunghezze potrà evolvere senza conflitti con la concettualizzazione iniziale grazie all'aiuto dell'insegnante. Essa si arricchirà di teoremi in atto (in particolare di quello di invarianza per traslazione). In questo caso il modello della dialettica CQ/CS funziona perfettamente: i due poli sono delle concettualizzazioni che si trasformano nel loro incontro "in situazione": quella dell'allievo, ma anche quella di riferimento per l'insegnante, nel momento in cui l'allievo la incontra sotto la guida dell'insegnante che pone questioni e sollecita l'immaginazione e l'espressione verbale dell'allievo.

Ci sono infine degli apprendimenti in ambito scolastico che hanno luogo per adattamento, la tensione che li consente è tra gli schemi sviluppatisi durante il processo di concettualizzazione dell'allievo e la situazione (vedi il "milieu" di Brousseau). La situazione fornisce degli indizi che l'allievo può cogliere e interpretare per modificare gli schemi che ha investito nella situazione, e quindi la sua concettualizzazione. Non c'è una vera rottura. Questa descrizione non rimette in causa il ruolo dell'"altro" nell'evoluzione della concettualizzazione del soggetto (il milieu è stato predisposto dall'insegnante), ma tale ruolo non si esercita necessariamente in contemporanea con l'attività che provoca l'adattamento.

Un'ultima osservazione collegata a questo ultimo caso: l'interesse del modello della dialettica CQ/CS è di mettere in relazione una evoluzione soggettiva e un motore socioculturale messo in funzione da dei soggetti in interazione tra loro, portatori delle costruzioni culturali di una o più comunità. Ma non è necessaria sempre (per lo sviluppo della concettualizzazione), e non modella necessariamente l'evoluzione più complessiva della concettualizzazione che avviene attraverso l'incontro di situazioni successive: ad esempio la concettualizzazione a livello scientifico può arricchirsi attraverso opportune situazioni che mettono in gioco nuovi legami epistemici tra concetti diversi, e la concettualizzazione a livello quotidiano può

evolvere attraverso una almeno iniziale consapevolezza di certe regole d'uso e di certe proprietà (senza l'intervento di un soggetto mediatore e la presenza di CS).

Esempi

Esempio della situazione di confronto dell'accrescimento di due piantine.

Il CdE della coltivazione delle piante fa parte del piano di lavoro dei primi due anni della scuola primaria (prevalentemente in II); esso permette di realizzare molti obiettivi di apprendimento in scienze e in matematica. Gli alunni di II (nelle sperimentazioni a cui mi riferisco) hanno osservato delle piantine di grano in un campo vicino alla scuola e hanno seminato del grano in alcuni vasi nell'aula. Hanno imparato a misurare le piantine strappandole dal terreno e utilizzando il righello per misurare la parte di pianta che è fuori dalla terra. Hanno disegnato le piantine di diverse altezze sul loro quadernone (riportandone con precisione le altezze), risolvendo anche il problema di realizzare delle misurazioni e di tracciare delle linee più lunghe del loro righello (doppio decimetro). Una situazione - problema particolare, evocata in precedenza (vedi anche Douek & Scali, RR PME-XXIV, 2000), ha riguardato il fatto che gli alunni dovevano trovare il modo di misurare le piantine di grano coltivate in vaso senza strapparle e senza danneggiarle (così da poter rilevare le loro altezze con il passare del tempo), e senza nemmeno tagliare al righello la parte che separa l'inizio del supporto fisico dallo 0 della scala graduata. La risoluzione ha sollecitato l'evoluzione della concettualizzazione della misura: la lettura del numero corrispondente all'estremità superiore della piantina non poteva più fornire la misura della piantina, occorreva valutare una lunghezza, e così il concetto di misura si è potuto arricchire di proprietà che emergevano esplicitando in qualche modo dei teoremi in atto (come quelli dell'invarianza della misura di un segmento per traslazione, o la proprietà additiva della misura - a seconda della strategia risolutiva costruita dagli alunni). Per quanto riguarda la situazione analizzata qui di seguito, precisiamo che gli alunni avevano registrato le altezze di piante coltivate in condizioni diverse (al buio o alla luce, sul davanzale o in aula...), e avevano già calcolato degli accrescimenti tra due diverse date. Avevano quindi cominciato a sviluppare una concettualizzazione scientifica della crescita in tali situazioni di osservazione. Nella situazione che ci interessa essi *dovevano confrontare gli accrescimenti* nello stesso periodo (una settimana) di due piante coltivate in condizioni diverse.

Ecco il testo del problema:

"Venerdì 3 dicembre la pianta del vaso che abbiamo tenuto in classe alla luce era alta 26 cm e quella del vaso al buio era alta 7 cm.

Oggi, venerdì 10 dicembre, la pianta del vaso alla luce è alta 28 cm e quella del vaso al buio è alta 10 cm.

Secondo te, quale delle due piante è cresciuta di più da venerdì 3 dicembre ad oggi?"

In questa situazione c'è continuità antropologico/culturale tra altezza e crescita, queste parole e questi concetti riguardano fenomeni prossimi collegati a problematiche prossime e a pratiche prossime. Altezza e crescita hanno iniziato ad

essere concettualizzate scientificamente in situazioni diverse (misura di piante in situazioni diverse, osservazione dell'aumento delle loro altezze...), situazioni meno complesse e che non sollecitavano la distinzione critica tra i due concetti. Nella nuova situazione gli alunni investono spontaneamente il loro concetto di crescita, che diviene quotidiano, o meglio è utilizzato in modo quotidiano; il suo significato è legato all'altezza e staccato dal significato delle procedure di calcolo adottate.

C'è rottura epistemologica: per altezza e crescita gli alunni devono mettere ora in gioco dei legami sistemici-epistemici non identici. Per gli alunni i nuovi legami tra altezza e crescita sono ancora da creare in modo tale da permettere una risoluzione coerente del problema posto, sullo sfondo di legami culturali già presenti tra i due concetti.

In classe la maggior parte degli alunni hanno calcolato le differenze tra le altezze, ma non sono stati in grado di utilizzare i risultati per confrontare gli accrescimenti. *Molti hanno risposto che la pianta che è cresciuta di più è la più alta.* Il significato delle differenze di altezza è stato messo da parte rispetto all'altezza (*risultato di crescita e quindi indicatore di accrescimento*). A questo punto, è l'insegnante che provoca la crisi e la percezione dell'ostacolo (la pianta più alta sarebbe cresciuta di più... ma i calcoli forniscono un numero più piccolo nel caso della pianta più alta!).

L'insegnante crea un "vuoto" (come nella descrizione di Bagni dell'introduzione dell'unità immaginaria *i*, nel Seminario 2009) o meglio una "mancanza", mancanza di spiegazione, che impone la trasformazione del concetto di crescita per fare posto a crescite con velocità di accrescimento diverse, e lo sviluppo di nuovi legami sistemici tra altezza e (nuovo concetto di) crescita. Trasformazione sul piano epistemico, in quanto il problema diventa rapidamente quello di interpretare la contraddizione tra quello che si può dire sulla base del calcolo e quello che si può dire direttamente sulla crescita delle due piantine. Si crea dunque una tensione tra la concettualizzazione attuale di altezza e crescita e dei loro legami, ed una più scientifica, in germe, per superare l'ostacolo messo in evidenza dall'insegnante che induce a considerare il cambiamento di altezza nel tempo; concettualizzazione che deve rendere coerenti le pratiche di calcolo e l'osservazione delle piante. E' un sistema concettuale (altezza, crescita) che deve modificarsi.

Evoluzione della concettualizzazione quotidiana?

Questa riflessione sulla trasformazione sulla trasformazione del concetto di crescita e del rapporto altezza-crescita permette di riflettere sul rapporto tra CQ e CS in contesto (CdE della coltivazione delle piante) in cui vari concetti hanno cominciato ad evolvere in senso scientifico. In effetti (come abbiamo già visto in precedenza) un concetto sviluppato in senso scientifico in un contesto (o in una serie di situazioni) può essere investito in senso quotidiano in un altro contesto (o situazione), non solo perché è ormai divenuto familiare e può essere investito con una certa spontaneità, ma anche e soprattutto perché è investito *spontaneamente* in un *nuovo* contesto (o situazione) nel quale il soggetto non ha ancora maturato delle preoccupazioni di tipo epistemico.

La situazione di confronto degli accrescimenti della piante non è in questo momento

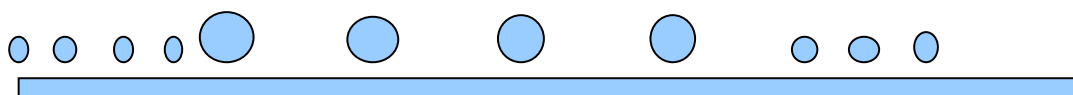
una situazione di riferimento per l'allievo, per i concetti di altezza e di crescita e per il chC delle strutture additive. Gli allievi hanno tuttavia, come situazioni di riferimento disponibili, delle indagini sulla crescita delle piantine che avevano già conferito delle caratteristiche di tipo S al concetto di altezza attraverso degli invarianti operatori (legati ai calcoli di differenze di altezze per una stessa pianta), che ora sono disponibili pur senza essere stati ancora "instrumentalisés" in questa situazione. Tali invarianti operatori e le procedure connesse sono utilizzati secondo una modalità Q, l'insegnante deve favorire un nuovo loro collegamento con la crescita (e un nuovo significato per essa) e una ricostruzione del senso dei calcoli nella nuova situazione.

L'utilizzazione secondo la modalità Q della crescita è indispensabile affinché l'allievo si impadronisca del problema e possa sostenere la concettualizzazione in evoluzione nel chC delle strutture additive come "reazione" alla scoperta dell'ostacolo e delle contraddizioni (accrescimento/altezza) che si manifestano grazie alla mediazione dell'insegnante.

Esempio di evoluzione della concettualizzazione senza rottura epistemica

Questo esempio riguarda situazioni didattiche del primo anno della scuola primaria in una classe in cui si sviluppano attività nel CdE delle monete e degli acquisti e nel CdE del tempo (calendario), che comporta l'introduzione e l'uso del termometro analogico.

La concettualizzazione della scomposizione additiva di un numero può essere diversa passando da un CdE a un altro (con situazioni specifiche diverse). Nel caso del CdE delle monete e degli acquisti la scomposizione è legata al raggruppamento e allo scambio di monete di valore equivalente (ad esempio per pagare 23 cent la scomposizione di 26 può avvenire con due monete da 10 cent e tre monete da 1 cent). Nell'altro caso, la scomposizione interviene quando si legge su un termometro (con una scala numerica che va di 5 gradi in 5 gradi e tacche ogni grado) la temperatura; la scomposizione consiste in "salti" di 5 in 5 o di 1 in 1 (o nella combinazione dei due tipi di "salti") sulla linea dei numeri che si "materializza" nella graduazione riportata sul termometro. Non c'è rottura tra le due concettualizzazioni, ma esse non riguardano gli stessi invarianti operatori e neppure le stesse rappresentazioni simboliche, e ovviamente le situazioni di riferimento sono diverse. L'evoluzione della concettualizzazione richiede l'integrazione coerente dei componenti. Tale integrazione può essere realizzata *in vari modi*. Per esempio un modo consiste nel trasferire per analogia la procedura di conteggio dei salti, rappresentata schematicamente da frecce sulla scala graduata del termometro disegnato sul quaderno, alla situazione della scomposizione del prezzo con le monete attraverso il conteggio, organizzando la rappresentazione progressiva di quest'ultima, durante il conteggio, su una linea graduata tracciata a tal fine, come in questo caso:

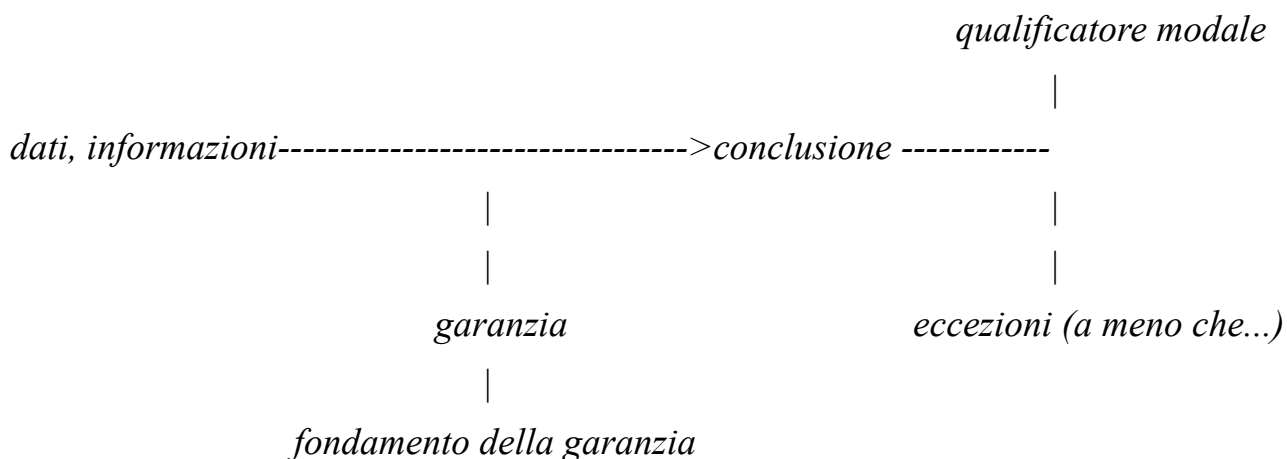


Tale "transfert" dà luogo a una rappresentazione simbolica artificiale del conteggio

delle monete, ma permette di interpretare tale conteggio (ormai divenuto familiare) in un registro che non è familiare per tale pratica nel CdE delle monete e degli acquisti, ma che (re)introduce un significato ordinale (utile per il confronto tra le somme di denaro!).

L'argomentazione: rapporti tra la sua "logica" e le forme di concettualizzazione

Caratterizziamo l'argomentazione seguendo i lavori di Toulmin: il suo schema



descrive la struttura logica che organizza gli "argomenti". La sua riflessione a proposito della necessità di conservare la coerenza di una argomentazione con riferimento a un "campo di argomentazione" è interpretabile come necessità di introdurre un criterio culturale (proprio delle pratiche di una comunità) per la validità degli argomenti e della "logica" che li collega. Tale "logica" è legata alle pratiche culturali e si applica ai saperi stabiliti e condivisi di una comunità culturale. L'apprendimento "provocato" (scolastico) riguarda una concettualizzazione i cui legami sistemici possono essere esplicitati e utilizzati coscientemente. In particolare, in ambiti con forte presenza teorica come la matematica, nella nostra prospettiva didattica cerchiamo di favorire lo sviluppo di legami sistemici epistemici che riflettono la razionalità delle costruzioni teoriche. Così lo sviluppo della concettualizzazione scientifica è necessario all'elaborazione di una argomentazione accettabile in un ambito scientifico (organizzato da teorie coerenti tra loro). E dialetticamente, l'argomentazione, dovendo far fronte alle necessità logiche ed epistemiche dell'ambito matematico, è rivolta a "instrumentaliser" i legami sistemici legittimati sul piano logico dalla teoria, a renderli espliciti (mettendo in evidenza gli invarianti operatori in gioco) e a sviluppare la loro gestione consapevole. L'argomentazione riflette e rappresenta le organizzazioni concettuali del soggetto in relazione all'ambito e alla comunità in seno alla quale è prodotta.

Di fatto, l'analisi di una argomentazione permette di valutare la concettualizzazione: quali situazioni di riferimento sono scelte per servire come "argomenti"? Quali legami logici (e legami sistemici) tali scelte rivelano? In una situazione di interazione, come soggetti diversi mettono in relazione le situazioni di riferimento? E

a proposito dello sviluppo della concettualizzazione: riescono i singoli allievi ad appropriarsi delle situazioni di riferimento di altri? Riescono a le "instrumentaliser" per costruire dei ragionamenti e dedurre delle conclusioni? (si tratta del versante "argomentazione" della competenza studiata da Rossella Garuti nel "gioco voci-eco" con la "voce" di Galileo). In particolare: a seguito di una interazione argomentativa, riesce il soggetto a interiorizzare delle nuove situazioni di riferimento per lui, che consentano la formazione di nuovi invarianti operatori e che più in generale modifichino la sua concettualizzazione?

E' interessante notare che anche se una concettualizzazione non scientifica, una intuizione, una analogia hanno giocato un ruolo importante nella risoluzione di un problema o nell'evoluzione delle idee, l'argomentazione è (come dice Toulmin nella sua introduzione) una ricostruzione a posteriori delle ragioni di validità della soluzione trovata o delle idee elaborate affinché esse siano conformi alle regole di validità ammesse dalla comunità di riferimento - e quando si tratta di una comunità con dei saperi scientifici condivisi, si tratta della validità dei legami epistemici.

Argomentazione, concettualizzazione e complessità

Nella concettualizzazione di parecchie "nozioni", riteniamo necessario che l'allievo affronti delle situazioni complesse.

In effetti c'è da una parte la complessità epistemologica che riguarda la formazione dei concetti (ad esempio in Vergnaud il chC delle strutture additive - addizione, sottrazione, misura... - richiede la formazione di molte situazioni di riferimento, di molti invarianti operatori e la padronanza di un insieme piuttosto ampio di rappresentazioni linguistiche). Tale varietà di "componenti" deve essere resa coerente attraverso dei legami sistemici che assicurino una "instrumentalisation" rispondente a criteri di "razionalità" e adatta a gestire le diverse situazioni problematiche, con ciò assicurando la padronanza della complessità. Una tale padronanza è quella che permette, per esempio, il "jeux de cadres" (dialettica strumento-oggetto) teorizzato da R. Douady, o i cambiamenti di registri, l'interpretazione e la modellizzazione.

D'altra parte, c'è la complessità culturale che deriva dalla pluralità di significati di un termine (o di una rappresentazione simbolica), o perché è stato concettualizzato dal soggetto secondo modalità diverse a seconda delle situazioni e dei riferimenti culturali, o perché ha dei significati diversi a seconda delle discipline e dei settori disciplinari (si pensi a termini come "inclinazione", "quadrato" o "nucleo"), che possono creare confusione e ambiguità negli allievi (si consideri l'esempio del termine "inclinazione" nella situazione-problema dell'altezza angolare del sole - vedi Douek, ESM-1999).

Affrontare le complessità descritte sopra è una tappa necessaria della concettualizzazione in senso scientifico. Essa ha per obiettivo di elaborare degli invarianti operatori (legami sistemici) che connettano i componenti dei concetti in gioco rendendo esplicite e organizzate le relazioni tra termini, situazioni, proprietà e rappresentazioni simboliche. Tali relazioni esplicite sono degli enunciati logicamente connessi, il che vuol dire che possono essere prodotti oppure utilizzati all'interno di una argomentazione.

La DCdE costruisce in classe delle situazioni problematiche tali che il processo risolutivo richiede di far fronte in modo esplicito a tali ambiguità o difficoltà di interpretazione e di modellizzazione (vedi il "problema del testo di Stefano" in Douek, ESM-1999); è per questo che l'argomentazione ha un posto centrale nella risoluzione del problema. In tal senso più fattori sono importanti e devono essere presi in carico dall'insegnante nella progettazione didattica:

- una familiarità sufficiente con il dominio di riferimento dell'argomentazione (che dipende dal CdE e dal chC in gioco), affinché gli allievi possano scegliere in esso gli "argomenti" necessari. In particolare è necessaria una concettualizzazione quotidiana "sufficiente";
- una padronanza sufficiente dell'attività linguistica "strutturata" (in termini argomentativi), in modo che l'allievo sia in grado di esprimere le relazioni logiche. In particolare occorre l'arricchimento della concettualizzazione quotidiana sul versante delle rappresentazioni linguistiche (in particolare di quelle relative al linguaggio verbale: padronanza dei connettivi linguistici);
- un contratto didattico che dia valore alla necessità di spiegare e di giustificare, e alla necessità di ascoltare e farsi carico delle produzioni degli altri;
- la presa in carico di argomenti di diverso tipo (provenienti dall'esperienza personale, da attività sperimentali e da osservazioni collettive, da saperi ben "fondati"); e insieme il lavoro di tipo "meta- " per delimitare i campi di argomentazione legittimati come "scientifici".

Tutto ciò spiega il lavoro importante fatto per sviluppare un CdE nel quadro scolastico e arricchirlo attraverso una varietà di situazioni di produzione in classe: descrizioni; formulazione e validazione di ipotesi; confronto di produzioni individuali; uso di "fonti" esterne; tutto con una forte mediazione dell'insegnante per "instillare" le regole dell'argomentazione. In tale quadro argomenti non scientifici possono essere presi in considerazione e messi in relazione con necessità epistemiche.

Le situazioni di argomentazione ora considerate sono nella maggior parte dei casi condizioni di sviluppo della dialettica CQ/CS: fare fronte a contraddizioni (o ambiguità) attraverso l'argomentazione è il motore di tale dialettica, e la concettualizzazione che ne deriva offre una parte degli strumenti per risolvere... per via argomentativa il problema posto.

Osserviamo che la modellizzazione, obiettivo importante nella DCdE, richiede attività su situazioni complesse, e che la competenza necessaria per svolgerle è essa stessa un obiettivo del lavoro in classe. Notiamo che tale competenza è anche sollecitata nel confronto delle produzioni individuali. La risoluzione di problemi in situazioni complesse (in cui la risoluzione richiede un trattamento a tappe multiple e di natura diversa - come accade nel caso del confronto degli accrescimenti delle piantine) ma appartenenti alla cultura del soggetto è più facile da affrontare dal punto di vista cognitivo rispetto a situazioni epistemologicamente semplici ma estranee alla concettualizzazione quotidiana dell'allievo (quindi "astratte", come sarebbe stata una

situazione di confronto di trasformazioni, una delle situazioni additive più complesse secondo Vergnaud). La situazione di confronto degli accrescimenti delle piantine aggiunge alla complessità "strutturale" messa in evidenza da Vergnaud la complessità della situazione problematica (in cui interviene il fenomeno della crescita con tutta la sua complessità intrinseca). Ma (come si è visto confrontando il lavoro in più classi) il problema che ne deriva è più accessibile agli allievi, in quanto il CdE offre riferimenti e possibilità per trattare la complessità "strutturale" (cf il classico esperimento di Wason, 1966, in campo logico). Per questo la DCdE pone dei problemi matematici "in contesto", in opportuni CdE. Ne risulta una concettualizzazione capace di mettere in relazione costruzioni matematiche e situazioni vissute come reali, favorendo così modellizzazione e interpretazione.

Questione aperta: altre forme di evoluzione della concettualizzazione? Altri modelli interpretativi?

Possiamo identificare nei due casi che seguono degli esempi di funzionamento di un modello "ermeneutico" di evoluzione della concettualizzazione?

1) Evoluzione di una concettualizzazione senza rotture, per arricchimento dei componenti del concetto, durante la risoluzione di un problema: La situazione della misura delle piante in vaso (misurarne l'altezza senza infilare il righello nel terreno e senza spezzare il righello...) è interpretabile nel quadro di un modello ermeneutico della concettualizzazione? In effetti la concettualizzazione della misura che deriva da tale situazione è fortemente legata all'invenzione di una procedura virtuale per analogia con i gesti che permetterebbero di effettuare la misura e alla trasformazione di tale procedura in parole e in procedure matematiche. Quella che si osserva è una successione di "cambiamenti di scena" (quella dei gesti, quella dei gesti virtuali, quella della descrizione a parole, poi quella della trasformazione virtuale dello strumento-righello) e di registri semiotici a seguito di un primo gesto virtuale - tecnico (la proposta di infilare il righello nel terreno, la proposta di tagliare un pezzo di righello). Possiamo vedere in questa successione di "cambiamenti di scena" delle reinterpretazioni del primo gesto inibito, ma che sarebbe stato efficace per la misurazione?

2) organizzazione da parte dell'insegnante di una serie di situazioni (per esempio all'intersezione di CdE diversi che mettono in gioco dei componenti diversi di un concetto - che è uno, ma che gli allievi possono percepire come pluralità di concetti prossimi) al fine di unificare tali diversi approcci al concetto e di arricchire la concettualizzazione? (esempio: quello della scala graduata del termometro e del conteggio delle monete di diverso valore, visto in precedenza).