

Le peripezie di un costruttivista novizio in un universo trasmissivo

Riassunto

In questo articolo viene presentata un'esperienza di insegnamento di chimica di base da parte di uno specializzando SSIS in un istituto professionale, nell'ambito delle attività di tirocinio. Mettendo in atto un approccio di tipo costruttivista, l'autore ha cercato di far emergere le concezioni iniziali degli allievi sul concetto di equilibrio. Sulla base di queste, è stato indirizzato il processo di apprendimento/insegnamento di cui vengono illustrate le diverse fasi. Come sistema di valutazione e di autovalutazione si è usato il portfolio. L'efficacia dell'intervento didattico è stata accertata mediante un questionario, del quale vengono discussi i risultati.

Abstract

The ventured journey of a young constructivist teacher into a transmissive land.

In this paper a prospective teacher presents the contents of his training lessons on chemical equilibrium in a vocational high school. He gives an interpretation to the students' misconceptions that have been derived from the responses of two questionnaires. He puts emphasis on the construction of chemical knowledge by students through an analysis of the learning difficulties that have been disclosed from their writings and pictures.

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni si è avviata, soprattutto nella scuola elementare e media inferiore, una modificazione paradigmatica del modo di insegnare. Molti insegnanti si sono persuasi che non è più possibile entrare in classe con la convinzione che inse-

PIETRO ARALDO^(*)

gnare sia trasmettere informazioni ad allievi paragonabili a contenitori vuoti o lasciare un'impronta intellettuale su tavolette di cera vergine. Affinché vi sia un apprendimento in profondità, ossia un apprendimento che vada al di là di un sapere fatto di parole ed espressioni senza significato per chi impara, bisogna stare in classe in modo diverso. Questo mutamento epocale deriva principalmente da una evoluzione della società pluralista: la scuola non ha più il monopolio della socializzazione secondaria delle giovani generazioni, né riceve più soggetti culturalmente omogenei.

Nel presente articolo viene esposta una esperienza di insegnamento di un futuro insegnante di chimica nell'ambito delle attività di tirocinio previste dalla Scuola Interateneo di Specializzazione per Insegnanti della Scuola Secondaria (SSIS)¹. In particolare, l'intento è evidenziare i successi ottenuti e le difficoltà incontrate cercando di insegnare facendo riferimento ad un modello costruttivista di apprendimento all'interno di un "universo trasmissivo" nel quale vive la scuola. Sono uno studente della SSIS, da dieci anni laureato in Chimica Industriale, con qualche esperienza di insegnamento, sia in scuole statali che private. La SSIS è una scuola biennale di specializzazione a frequenza obbligatoria per la formazione di insegnanti della scuola media superiore, il cui

accesso, riservato ai laureati, è a numero chiuso; il mio indirizzo di studio è "Scienze Naturali". Il curriculum di studi è diviso in due aree ben distinte: l'area disciplinare e l'area delle scienze dell'educazione. Un lungo tirocinio, all'interno dei due anni di corso, affianca i corsi teorici: 100 ore di tirocinio osservativo (primo anno) e 200 ore di tirocinio "attivo" (secondo anno). Ogni specializzando svolge le attività di tirocinio sotto la guida di un supervisore. Egli sceglie il tutor del tirocinante tra i docenti di scuola secondaria superiore che hanno segnalato la loro disponibilità.

Nell'ambito dei corsi appartenenti all'area disciplinare ho incontrato un gruppo, alquanto ristretto a dire il vero, di docenti di orientamento costruttivista, che ha introdotto i tirocinanti a un nuovo modo di stare in classe. La conoscenza cessa di essere concepita come uno "stato" del soggetto [1] che apprende e diventa un processo di costruzione di un sapere che, appartenendo al "Mondo 3" di Karl R. Popper, è necessariamente non trasmissibile per semplice esposizione al linguaggio² [2].

Il presupposto teorico di questo gruppo di ricercatori, tra cui molti insegnanti di scuola media superiore, può essere riassunto nei seguenti slogan:

1) le conoscenze scientifiche non possono essere trasmesse dall'insegnante;

2) è l'allievo che le costruisce a partire dalle conoscenze di cui già dispone.

La conoscenza non è impressa o trasmessa dall'insegnante, ma lenta-

¹ Secondo la legge istitutiva, la legge 341 del novembre 1990, il nome della scuola dovrebbe essere "Scuola di Specializzazione all'Insegnamento Secondario" (da cui l'impronunciabile acronimo SSIS)

² Karl R. Popper ha distinto tre diversi "mondi" che costituiscono la realtà dell'uomo: 1) il mondo degli oggetti fisici o degli stati fisici (Mondo 1);

2) il mondo degli stati di coscienza o degli stati mentali, o anche delle disposizioni del comportamento ad agire (Mondo 2);

3) Il mondo dei "contenuti oggettivi di pensiero", specialmente dei pensieri scientifici o poetici e delle opere d'arte (Mondo 3).

mente e faticosamente costruita dall'allievo. La classe è vista come una comunità di soggetti che lavorano insieme a costruire sapere, superando i numerosi ostacoli di natura cognitiva, psicologica, epistemologica, linguistica che si frappongono tra gli allievi e i saperi formali, socialmente condivisi, che costituiscono i saperi scientifici [3]. Inoltre si muove dall'idea che apprendere una scienza non significhi solo impadronirsi dei suoi "prodotti", concetti, leggi e teorie, ma anche dei "modi di ragionare" che hanno permesso agli scienziati di elaborare quei prodotti.

Le concezioni degli allievi rappresentano il punto di partenza di una didattica "costruttivista" che individua nelle difficoltà cognitive degli allievi una "bussola" per la didattica. Si deve prima far emergere le concezioni iniziali da cui derivano gli ostacoli cognitivi degli allievi. Una volta individuati gli ostacoli, si deve, con attività opportune, aiutare gli allievi a superarli. Le concezioni degli allievi sono, quasi sempre, non esplicite e insensibili alla contraddizione. Queste caratteristiche rendono le concezioni degli allievi difficili da confutare, modificare e trasformare con una semplice esposizione, per quanto possa essere chiara la "verità" scientifica enunciata. Riconoscere le concezioni degli allievi vuol dire quindi ancorare le proprie azioni didattiche alla situazione cognitiva reale della classe, aprendosi alla possibilità di una didattica più individualizzata.

L'insegnante, pertanto, assume il ruolo dell'allenatore che organizza delle esperienze che conducono il discente a ristrutturare o a rimodellare il suo sapere intuitivo, incitando a coordinare i diversi obiettivi cognitivi, riflessi su un piano sempre più concettuale. Egli attiva, inoltre, dei conflitti sociocognitivi attraverso situazioni problematiche che portano a soluzioni dissonanti con quelle "scoperte" dagli allievi usando i propri saperi informali [4]. Ci si trova di fronte ad una ridefinizione della funzione insegnante: insegnare non è più né trasmettere il sapere matematico e scientifico, né esercitare determinate facoltà o lasciar sbocciare potenzialità latenti. Nella prospettiva costruttivista, inoltre, la lezione frontale, uno dei momenti forti del modo tradizionale di insegnare, perde gran parte della sua importanza. Quando gli allievi sono in grado di seguire con profitto una

lezione frontale significa che gli ostacoli, o almeno la maggior parte di essi, sono stati superati e tra insegnanti e allievi si è instaurata una situazione di trasparenza comunicativa, in quanto vi è consonanza tra i loro schemi mentali. Tuttavia, saper tenere una "conferenza" è una competenza richiesta nell'ambito di un modello costruttivista "moderato"; all'insegnamento di tipo trasmissivo si deve riconoscere un pregio non indifferente, dal momento che permette di fornire informazioni ad un numero elevato di persone in un tempo limitato.

LE ATTIVITÀ DIDATTICHE DEL TIROCINIO ATTIVO

Il tirocinio si è svolto in un istituto professionale di indirizzo chimico – biologico, in una classe seconda frequentata da allievi (19 soggetti, di cui 4 maschi e 15 femmine) di età variabile tra i 15 e i 19 anni, dove la disciplina "Chimica e Laboratorio", aveva un peso di otto ore settimanali, tre il mercoledì, due il giovedì e tre ore il venerdì. L'intervento è cominciato il 30 novembre 2000 ed ha avuto termine l'11 gennaio 2001. Nelle ore a mia disposizione ho impostato un lavoro che differiva nei seguenti punti da quello del docente di ruolo:

- un approccio costruttivista, anziché trasmissivo, all'apprendimento;
- la redazione da parte degli allievi di un diario di bordo* delle attività, richiesto come un contributo alla mia formazione professionale;
- una valutazione di tipo formativo basata sul portfolio;
- l'uso sistematico del lavoro di gruppo.

Nel diario di bordo, ogni allievo avrebbe dovuto redigere, per ciascuna lezione, un breve scritto nel quale raccogliere le osservazioni personali sul lavoro svolto. Gli allievi hanno tradotto questo tipo di comunicazione in uno scritto breve e personale che, per alcuni, aveva per tema il loro apprendimento della chimica, mentre, per altri, si traduceva in un giudizio sulla metodologia didattica adottata.

Il portfolio è costituito dai lavori scelti dagli allievi fra tutti quelli eseguiti nel corso della sequenza didattica. Il suo scopo è educare l'allievo alla valutazione continua del proprio apprendimento. Al termine del mio intervento ho chiesto agli allievi di:

* Come suggerimento, faccio notare che solo le allieve hanno aderito a tale iniziativa, mentre i tre allievi (il quarto era sistematicamente assente per ragioni di salute), al limite, hanno fatto qualche considerazione a voce, personalmente all'insegnante.

Le peripezie di un costruttivista novizio

1) costruire un portfolio scegliendo tra i loro lavori personali quelli che ritenevano più significativi;

2) redigere, a partire da questi lavori così scelti, uno scritto nel quale illustrare quelle che, a loro parere, erano state le tappe fondamentali del loro percorso cognitivo.

L'obiettivo era impegnarli in un'attività di tipo metacognitivo, al fine di portarli a riflettere sulle trasformazioni che si erano operate a livello intellettuale.

Vengono ora presentate, in ordine cronologico, le attività didattiche del tirocinio attivo.

ATTIVITÀ 1. *Brainstorming*

Ho presentato agli allievi la natura del mio intervento e le caratteristiche del "modo nuovo" di lavorare che avremmo adottato, illustrando i criteri di valutazione. Ho lanciato un'attività di brainstorming sull'idea di equilibrio; dalla discussione è emerso che un uomo ritto su un piede è in equilibrio, mentre se appoggiasse per terra entrambi i piedi "starebbe semplicemente in piedi". A proposito delle proprie concezioni iniziali, un'allieva rivela nel suo diario di bordo, in una data che si colloca a metà del mio intervento didattico, che "per me l'equilibrio era una "strana forza" che permetteva ad un corpo di non cadere e di restare perfettamente orizzontale senza sbilanciarsi troppo a destra o a sinistra".

Da questa discussione mi sono reso conto che gli allievi avevano innestato alcune informazioni ricevute nel corso di fisica del primo anno sulle proprie concezioni di senso comune, costruendo un'idea quasi magica di equilibrio, come è "magico e straordinario" un equilibrista che cammina su un filo d'acciaio.

ATTIVITÀ 2. *Questionario sulle concezioni degli allievi sull'equilibrio*

Agli allievi è stato somministrato un primo questionario al fine di raccogliere le loro idee sui concetti di equilibrio statico e di equilibrio dinamico.

ATTIVITÀ 3. *Discussione dei dati emersi dal questionario*

ATTIVITÀ 4. *Confronto tra le situazioni di equilibrio statico e di equilibrio dinamico*

Si è chiesto agli allievi di dire “che cosa cambia e che cosa non cambia” tra la situazione di equilibrio statico e la situazione di equilibrio dinamico. I risultati sono riportati nella discussione dei risultati del presente articolo.

ATTIVITÀ 5. *Lavoro di gruppo per definire una concezione generale dell'equilibrio*

Gli allievi si sono riuniti in gruppo per trovare una definizione comune di equilibrio. Dalle risposte emerge che l'equilibrio, per loro, è essenzialmente statico, ossia una situazione di quiete che si produce per azione di due forze uguali e opposte.

ATTIVITÀ 6. *Introduzione dell'equilibrio chimico*

Le reazioni chimiche conosciute dagli allievi erano reazioni “complete”, nelle quali si passa dai reagenti ai prodotti. E' stato abbastanza agevole costruire l'idea di “sentiero di reazione” che inizia coi reagenti puri e termina coi prodotti puri. Si è innescata una discussione mediante il seguente stimolo: “Se immaginate la scala mobile come un sentiero che va dai reagenti puri ai prodotti puri, cosa avreste nella vostra provetta a metà del sentiero?” La discussione ha avuto il pregio di cominciare a distinguere tra la reazione “completa”, che conoscevano, e una reazione di equilibrio, che gli allievi hanno cominciato a definire “reazione incompleta”.

ATTIVITÀ 7. *Il modello particellare*

In seguito alla discussione svolta nel corso dell'attività precedente, è nato in me il sospetto che gli allievi non padroneggiassero il modello particellare. Per questo motivo, ho proposto agli allievi due domande che avrebbero dovuto mettere in moto la loro “immaginazione chimica”. La discussione delle risposte ha permesso di concordare che la rappresentazione di una molecola di ioduro di idrogeno doveva essere del tipo:



L'introduzione del modello particellare nell'interpretazione dell'equilibrio chimico ha portato un numero esiguo di allievi ad una conquista culturale importante, così espressa da un'allieva: “L'equilibrio chimico è una situazione ferma, ma le molecole si muovono”.

20

ATTIVITÀ 8. *Proposta di una situazione problematica sull'equilibrio chimico*

La proposta didattica era la seguente: se in un reattore di vetro Pirex a 440 °C si immette una mole di diidrogeno gassoso (incolore) e una mole di diiodio gassoso (violetto), si forma una miscela di colore violetto, più chiara del diiodio gassoso puro. Se in un altro reattore di vetro Pirex a 440°C si immettono 2 moli di ioduro di idrogeno puro si ottiene una miscela dello stesso colore. Come si spiega la formazione della stessa miscela partendo da specie diverse?

Tutti gli allievi, tranne uno, attribuivano il colore della miscela finale alla “diluizione” dello iodio. Ciò però non spiegava come mai nel secondo reattore si ottenesse una miscela dello stesso colore. Solo un allievo ha ipotizzato la decomposizione dell'acido iodidrico (così chiamava lo ioduro di idrogeno). Era evidente la difficoltà degli allievi a pervenire ad una rappresentazione mentale unitaria dei due processi.

A questo punto, alcuni imprevidi hanno influenzato le mie azioni didattiche. In particolare:

- un lungo periodo di interruzioni delle mie lezioni, dal 6 al 15 dicembre 2000 a causa di motivi vari (sciopero degli insegnanti, assemblea autogestita, teatro);
- il supervisore mi ha proposto di raddoppiare la durata del modulo, sperimentando il cosiddetto “modulone”. Il tutor ha, ancora una volta, gentilmente accettato e abbiamo prolungato il mio intervento, che è arrivato a durare 27 ore.

ATTIVITÀ 9. *Lezione frontale sull'equilibrio chimico*

In una lezione precedente avevo chiesto a una studentessa, che partecipava attivamente alle discussioni, di presentare un breve riepilogo attraverso il quale far emergere le difficoltà di apprendimento della classe. Quel giorno l'allieva era, significativamente, assente. L'attività prevista è stata sostituita da una lezione frontale, il più possibile dialogata.

ATTIVITÀ 10. *Lavoro di gruppo sulla definizione di equilibrio chimico*

Ho chiesto agli studenti di formulare, per iscritto, una loro definizione dell'equilibrio chimico, lavorando in gruppo. Si sono lette e commentate le varie definizioni, nelle quali tutti hanno sottolineato la dinamicità del

processo. Nei diari di bordo sono apparsi dei commenti sulla molteplicità delle sfaccettature del concetto di equilibrio che, prima delle discussioni, era ritenuto banale.

ATTIVITÀ 11. *Introduzione dell'aspetto quantitativo dell'equilibrio chimico*

L'equilibrio chimico ha la sua “legge” e ho cercato di illustrarla con una lezione frontale. E' stato un errore marchiano, in quanto il brusco passaggio al modello “trasmissivo” ha scombuscolato la classe.

Da una domanda di un'allieva è emersa la difficoltà a comprendere la legge di azione di massa, nella quale compare una grandezza, la concentrazione, dalla quale però non dipende la costante di equilibrio. L'ostacolo derivava, secondo me, da cognizioni di aritmetica inadeguate: gli studenti, infatti, non arrivavano a comprendere che, se il rapporto ha un certo valore, una volta fissato il numeratore, anche il denominatore è fissato. Ho provato con un esempio numerico chiamando un'allieva alla lavagna e domandandole: “se il rapporto è 500, è più grande il numeratore o il denominatore?” Una ragazza dei primi banchi insisteva col chiedermi: “ma vuole che trovi la formula inversa?” Devo ammettere che non ho pensato, una volta trovata la formula inversa, di lavorare su esempi numerici. Ho dimenticato che ciò che è evidente per me, non lo è per adolescenti di 15 anni.

ATTIVITÀ 12. *Lettera di presentazione del portfolio*

Ho chiesto agli allievi di redigere uno scritto di presentazione del portfolio, sulla base della seguente traccia:

- Breve riepilogo della sequenza didattica
- Quali concetti ritieni di aver imparato meglio?
- Su quali idee o procedure dovresti ancora lavorare?
- Per quali motivi ritieni particolarmente significativi i lavori che hai scelto?
- Riflettendo sul tuo apprendimento, quali operazioni mentali ti risultano più facili?
- Considerazioni personali.

ATTIVITÀ 13. *Valutazione finale*

IRISULTATI DELL'INTERVENTO

1. Valutazione della situazione iniziale della classe

Nell'ambito di una valutazione continua dell'apprendimento, ho sottoposto agli allievi un primo questionario al fine di evidenziare le loro idee sull'equilibrio statico e dinamico. Le domande del questionario fanno riferimento a un vocabolario (forza, equilibrio, dinamica, statica, ecc.) già noto

concezione di equilibrio che richiede l'asta della bilancia orizzontale per definire uno stato di equilibrio;

• "asta obliqua" è denominata la concezione di equilibrio più simile a quella che darebbe un fisico, secondo la quale la bilancia raggiunge sempre un equilibrio, anche quando le masse a

Le peripezie di un costruttivista novizio

• "tutto tende all'equilibrio" è denominata una concezione di equilibrio più vicina agli insegnamenti della termodinamica, per la quale un sistema (vivente o meno) tende a uno stato di equilibrio con l'ambiente.

Se si analizzano i risultati del quesito 2 del primo questionario emerge che:

• 6 soggetti su 15 forniscono una risposta in termini di "asta orizzontale": in questo caso l'equilibrio dipenderebbe dal peso dei bambini. Le risposte degli allievi sono del tipo: "Se i bambini si addormentassero non c'è equilibrio perché l'altalena penderebbe dove ci sarà più peso";

• 1 soggetto su 15 fornisce una risposta compatibile con la concezione di "asta orizzontale" affermando anche che, se smette il movimento, smette di esserci equilibrio. L'allieva afferma che "se i bambini si addormentassero l'altalena rimarrebbe obliqua, ma non ci sarebbe l'equilibrio perché non si muove più";

• 7 soggetti su 15 forniscono una risposta che non contiene la parola "equilibrio". Tutti i soggetti descrivono la situazione che si creerebbe quando due bambini di peso diverso si addormentassero su un'altalena: "un bambino starebbe giù e l'altro su";

• 1 soggetto su 15 fornisce una risposta compatibile con la possibilità di un equilibrio che si manifesti come "asta obliqua". Egli afferma che "l'altalena si fermerebbe se i due bambini di peso uguale si addormentassero e lasciandole del tempo troverebbe lei l'equilibrio giusto".

L'analogia tra l'altalena e la bilancia a piatti è citata da 1 soggetto su 15, a patto che i bambini siano addormentati e di peso uguale, a cui si dovrebbe aggiungere anche una grandezza teorica come la distanza dal fulcro. Tuttavia, nelle altalene di cui hanno esperienza i bambini, i soggetti che si dondolano sono, a meno di birbonate, equidistanti dal fulcro.

Il quesito 3 entra nel mondo delle esperienze adolescenziali chiedendo qual è lo scopo dell'altalena.

5 soggetti su 15 sostengono che lo scopo dell'altalena è trovare l'equilibrio. Le risposte degli allievi sono del tipo: "Sì ho presente, il gioco consiste nel trovare l'equilibrio fra i due corpi, questo può accadere solo se le due persone hanno lo stesso peso, se le due persone hanno peso diverso non si può trovare l'equilibrio".

Primo questionario per la rilevazione delle concezioni iniziali degli allievi sul concetto di equilibrio

1) Guarda il disegno alla lavagna: è una bilancia a due piatti e a bracci uguali come quelle usate in passato per pesare. Dispongo di 15 palline identiche. Ne metto 10 in un piatto e 5 nell'altro. Secondo te, che cosa succede?

a. la bilancia pende dalla parte delle 10 palline e non c'è equilibrio
 b. la bilancia pende dalla parte delle 10 palline e c'è equilibrio
 c. per raggiungere una posizione di equilibrio devo aggiungere 5 palline da una parte
 d. la bilancia, se le si lascia il tempo, raggiunge sempre una posizione di equilibrio
 e. l'equilibrio ha origine dalla somma di due forze uguali e opposte

Giustifica la risposta:.....

2) Hai presente un'altalena ai giardinetti? Racconta in poche parole che cosa accadrebbe se i due bambini che giocano si addormentassero improvvisamente.

3) Di con parole tue in che cosa consiste il gioco dell'altalena.

4) Se devo scendere al piano inferiore dei grandi magazzini e, per sbaglio, imbocco la scala che sale, che cosa succede secondo te?

a. Non riuscirei a scendere, a ogni passo la scala mi riporterebbe in alto;
 b. Sarei talmente veloce che scenderei lo stesso;
 c. Starei fermo in mezzo alla scala senza né scendere né salire;
 d. È una situazione di equilibrio statico perché sarei fermo, io vorrei scendere e la scala mi costringerebbe a salire;
 e. È una situazione di equilibrio dinamico, la scala spinge in una direzione e io spingo nell'altra;
 f. L'equilibrio è una situazione di compromesso tra me che voglio scendere e la scala che mi costringe a salire.

Giustifica la tua risposta.....

Nella tabella 1 sono riassunti i risultati relativi al quesito 1 del primo questionario somministrato agli allievi.

Tab.1 Risultati del quesito 1 del primo questionario

	Categoria	Numero degli allievi	Interpretazione
Risposta a	A	1	"asta orizzontale"
Risposta c	B	2	"asta orizzontale"
Risposta d	C	1	"tutto tende all'equilibrio"
Risposte a, b	D	2	Contraddizione
Risposte a, c	E	4	"asta orizzontale"
Risposte c, e	F	1	"asta orizzontale"
Risposte b, d, e	G	4	"asta obliqua"
TOTALE		15	

agli studenti, che hanno affrontato lo studio della fisica al primo anno.

Nell'ultima colonna sono individuate le interpretazioni di ciascuna combinazione delle risposte, di cui riportiamo la enunciazione più completa:

• "asta orizzontale" è denominata la

confronto sono diverse. Semplicemente, nel caso di masse diverse sui due piatti, si attiva una coppia che viene bilanciata dalla coppia di reazione di un vincolo, che può essere l'asta di sostegno della bilancia stessa;

10 soggetti su 15 sostengono che lo scopo dell'equilibrio è produrre movimento. Le risposte degli allievi sono del tipo: *“un corpo stabile (l'altalena) con la forza applicata da due persone che stanno ai suoi estremi permette un movimento di “sali e scendi” delle sue braccia”*.

Anche il quesito 4 è molto significativo per valutare la situazione cognitiva iniziale.

In tabella 2 sono riportate le risposte degli allievi, che potevano segnare più di una risposta.

Tab. 2. Risultati del quesito 4 del primo questionario

	Categoria	Numero di allievi	Interpretazione
Risposta b	A	1	“esperienza diretta”
Risposta d	B	1	Risposta non corretta
Risposta e	C	1	“dinamico”
Risposte a, e	D	1	“dinamico ma impossibile”
Risposte a, f	E	1	“compromesso”
Risposte b, e	F	1	“scuola/esperienza”
Risposte b, e	G	2	“confusione concettuale”
Risposte a, b, e	H	3	Contraddizione
Risposte a, d, e	I	1	Contraddizione
Risposta aperta	L	3	“descrizione”
TOTALE		15	

In questo caso la gamma delle risposte è ancora maggiore, rispetto al primo quesito. Quasi tutti gli allievi hanno giocato con la scala mobile ai grandi magazzini, scendendo in direzione contraria al movimento della scala. Si può notare che 9 soggetti su 15 (quelli che hanno scelto la risposta e) hanno riconosciuto la dinamicità dell'equilibrio, ma nella maggior parte dei casi hanno aggiunto un'altra risposta.

Si sono individuate sei categorie:

- “esperienza diretta” vuol dire che 1 soggetto ha provato a scendere una scala mobile che sale e ci è riuscito;
- “dinamico” vuol dire che 1 soggetto ha riconosciuto nella situazione le caratteristiche di un equilibrio dinamico;

- “dinamico ma impossibile” vuol dire che un soggetto ha riconosciuto le caratteristiche di un equilibrio dinamico, ma ha scritto testualmente che ha scelto anche la a) perché *“se io scendo, la scala continua a salire e quindi non riuscirei a scendere”*. Ne deriva che il soggetto considera la situazione dell'individuo che si trova a

metà della scala mobile, impegnato a scendere continuamente i gradini senza avanzare, come un'esperienza impossibile;

- “compromesso” vuol dire che un soggetto considera la situazione improponibile in pratica, ma associa l'equilibrio dinamico a un compromesso dove le parti si fanno reciproche concessioni;

- “scuola/esperienza” vuol dire che

allieve scrivono: *“Se si scende alla stessa velocità che la scala utilizza a salire si sta fermi nello stesso punto. Se si scende con una velocità maggiore si scende. Se utilizzo una velocità minore salgo”*.

Per gli altri 5 soggetti, 4 hanno fornito una combinazione palesemente contraddittoria. Un solo soggetto fornisce unicamente la risposta d) riconoscendo nella situazione problematica proposta le stesse caratteristiche dell'equilibrio di una bilancia a piatti o di un'altalena, probabilmente perché entrambi rappresentano per certi versi una situazione “ferma”. Infatti, l'allievo giustifica così la sua scelta: *“tu che cerchi di scendere la scala mobile e l'altra continua a salire, anche se tu stai compiendo del movimento. Però tu ti ritrovi sempre in mezzo della scala mobile, come se la scala sia ferma e tu stai fermo in mezzo”*.

Dopo le discussioni sull'equilibrio statico e dinamico, si è chiesto agli allievi di svolgere un lavoro in gruppo, ossia definire per iscritto l'equilibrio in generale.

La maggioranza (12 soggetti su 16) fornisce due tipi di definizione. Il primo gruppo (6 soggetti su 16) ricalca l'opinione di un'allieva che afferma: *“L'equilibrio è una situazione di quiete. La quiete è presente nell'equilibrio statico, ma anche in quello dinamico. Affinché ci sia equilibrio, le forze applicate devono essere di uguale intensità e di verso opposto”*. L'altro gruppo (6 soggetti su 16) si contraddistingue per l'uso di termini come “staticità” e “stabilità” come l'allieva che scrive: *“L'equilibrio è una condizione statica di più oggetti che trovano stabilità tra loro”*.

Si nota anche che 2 soggetti su 16 non riescono a distaccarsi dagli esempi di equilibrio statico proposto (bilancia a piatti e altalena) e che 2 soggetti su 16 hanno opinioni completamente divergenti rispetto al resto della classe.

L'allieva “divergente” sostiene che *“l'equilibrio [...] è una situazione di parità [...] Un altro esempio può essere il punteggio di una partita sportiva in cui le due squadre, ottenendo lo stesso risultato instaurano un equilibrio: nessuno è in vantaggio, nessuno è in svantaggio [...] Ci deve essere parità”*. Tra le concezioni difformi sull'equilibrio chimico bisogna contemplare l'idea che “pas-

sa” con le trasmissioni sportive. Un altro allievo (19 anni) prende invece in considerazione esempi di equilibrio a lui più familiari come “due soluzioni, l’una più concentrata dell’altra, che messe insieme si “equilibrano” o “un corpo sferico che rotola lungo un piano inclinato” che “troverà un equilibrio quando si fermerà” per concludere che “in natura tutto tende all’equilibrio”.

Al termine di questo gruppo di attività (dall’attività 1 all’attività 5) si può concludere che il concetto di equilibrio si configura come una situazione “ferma”, espressa da parole come stabilità, staticità, parità, quiete, ecc.

IL MODELLO PARTICELLARE

Paolo Mirone ha evidenziato che i due livelli di strutturazione del sapere chimico (quello macroscopico e microscopico), nonché il continuo va-e-vieni tra i due livelli costituiscono potenti ostacoli all’apprendimento [5]. Se non si superano, arrivando a padroneggiare il modello particellare e le relazioni tra fenomeno e interpretazione, si rischia fortemente di compromettere la possibilità di “capire” la chimica.

Con due quesiti relativi a situazioni problematiche, a mio parere, elementari, ho cercato di evidenziare la padronanza del modello particellare da

velano che:

CATEGORIA A

5 soggetti hanno disegnato cerchi identici a contatto, ossia una rappresentazione compatibile con un modello di atomo come pallina indeformabile; di questi, 3 hanno inserito il simbolo chimico corrispondente all’interno dei due cerchi.

CATEGORIA B

3 soggetti su 15 hanno disegnato una figura che somiglia all’asta per il sollevamento dei pesi, ossia due cerchi collegati da due linee parallele e orizzontali, le quali simboleggiano il legame tra gli atomi.

CATEGORIA C

1 soggetto fornisce due disegni invece che uno: nel primo, è rappresentata la forma di una specie di ameba con due puntini posti a breve distanza l’uno dall’altro, mentre nel secondo è rappresentato un lobo con due puntini posti a una distanza maggiore della precedente (Fig.1). La lettura dei due disegni potrebbe rivelarsi unica se si ipotizzasse che l’allievo possiede *in nuce* un modello più sofisticato della struttura atomica rispetto ai suoi compagni: il lobo e la “ameba” rappresenterebbero la nube elettronica, e i puntini distanziati i due nuclei della molecola di bromo.

CATEGORIA D

chiamata “incompatibili” individua 3

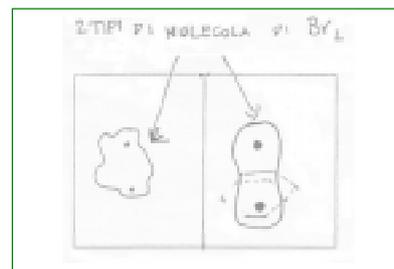


Figura 1

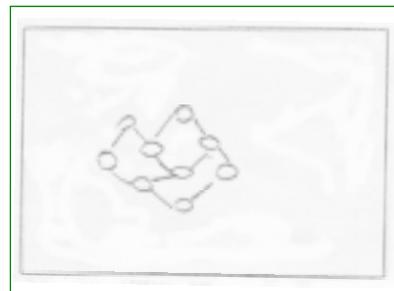


Figura 2

menti (Fig. 2). Ne risulta una figura fantasiosa che non rispetta gli assiomi del modello particellare che prevede un numero di “cerchi” pari al numero di atomi, disposti in modo compatibile con la struttura elettronica.

CATEGORIA F

chiamata “non rispondono” individua 3 soggetti che non forniscono alcuna risposta.

Tale quesito rivela che 7 soggetti su 15 non riescono a rappresentare la molecola di bromo secondo gli assiomi del modello particellare, anche se il gruppo contiene posizioni eterogenee contemplando sia coloro che non rispondono proprio e sia coloro che disegnano qualcosa che vorrebbe appartenere a una visione più sofisticata della struttura molecolare.

I risultati del quesito 2 del secondo questionario sono riassunti nella tabella 4.

Le tre categorie con le quali si è provato a interpretare i disegni rivelano che: I 9 studenti della categoria a disegnano una bottiglia segnando il livello del liquido. Nella massa del liquido sono disegnati in modo disordinato dei cerchi isolati che presumibilmente, rappresentano molecole di bromo (Fig. 3).

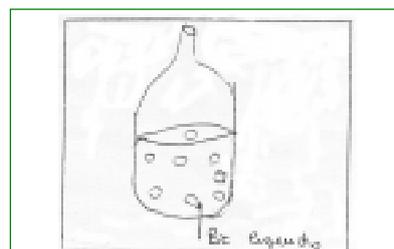


Figura 3

Testo del secondo questionario per rilevare la padronanza del modello particellare

1) La molecola di bromo ha formula Br_2 . Se dovessi disegnarla senza usare simboli chimici, come te la immagini?

2) Immagina una bottiglia che contiene bromo liquido. Mi faresti un disegno della bottiglia di bromo evidenziando il liquido così come immagini che sia un liquido?

I risultati del quesito 1 del secondo questionario sono riassunti nella seguente tabella 3.

Tab. 3. Risultati del quesito 1 del secondo questionario

Categoria	N° degli allievi	Interpretazione
A	5	“modello particellare 1”
B	3	“modello particellare 2”
C	1	“nube elettronica”?
D	3	“incompatibili”
E	3	“non rispondono”
TOTALE	15	

parte degli studenti.

Le cinque categorie con cui sono stati interpretati i disegni degli allievi ri-

soggetti su 15 che rappresentano, ad esempio, una configurazione trapezoidale di cerchi, uniti da brevi seg-

Tab.4. Risultati del quesito 2 del secondo questionario

Categoria	Numero di allievi	Interpretazione
a	9	“confondono MACRO e MICRO”
b	2	“distinguono MACRO e MICRO”
c	4	“solo MACRO”
TOTALE	15	

I 2 studenti della categoria b disegnano due bottiglie: nella prima, o segnano il livello del liquido o colorano di scuro la parte liquida; nella seconda rappresentano invece un ammasso di cerchi che presumibilmente rappresentano le molecole di bromo (senza segnare il livello del liquido, ma disegnando sempre il recipiente come in Fig. 4).

I 4 studenti della categoria c disegnano una bottiglia piena, segnando il livello di liquido, disegnando delle onde, colorando di scuro la parte della bottiglia piena di liquido, ecc.

VALUTAZIONE FINALE

Al fine di rendermi conto dell'effetto dell'intervento didattico ho utilizzato uno strumento costituito da tre item, riportati nella figura 3, che si riferi-

scono agli aspetti qualitativi dell'equilibrio. In questo resoconto, ho fatto emergere, ancora una volta, le concezioni difformi degli allievi. Ne deriva quindi un quadro deformato rispetto ai risultati complessivi, peraltro abbastanza soddisfacenti.

Ho raccolto informazioni sulla capacità di astrazione degli allievi proponendo il quesito 1), che prevede cinque opzioni possibili, all'interno delle quali occorre scegliere la risposta (tabella 5). Si tratta di una domanda piuttosto complessa a cui si risponde esattamente scegliendo la risposta c.

Tutte le risposte, salvo la 3), presentano caratteristiche dell'equilibrio che non sono generali. Un allievo che si colloca all'interno del gruppo di maggioranza (risposta 2) giustifica così la sua risposta: “Non sempre un equi-



Figura 4

brio è costituito da due corpi in movimento ed esso non necessariamente si trova a un livello macroscopico. Inoltre anche la velocità esercita una forza e l'equilibrio non deve essere obbligatoriamente statico, ma può essere anche un equilibrio dinamico”. Degna di attenzione è l'idea che “anche una velocità esercita una forza”. L'allievo, come tanti altri, conclude ragionamenti impliciti di senso comune confondendo velocità e forza, probabilmente in virtù dell'associazione della forza d'urto di un corpo macroscopico in movimento.

Un'allieva, che ha scelto correttamente la risposta 3), giustifica così la sua scelta: “Ho scelto la seguente risposta, in quanto in ogni modello le grandezze macroscopiche rimangono costanti nel tempo. Però questo non vuol dire che le grandezze microscopiche restino costanti, in quanto se si prende in considerazione una reazione chimica macroscopicamente (concentrazione e calore) rimangono costanti, mentre microscopicamente le molecole si muovono”.

Le affermazioni dell'allieva fanno dubitare sulla correttezza delle sue concezioni riguardanti il calore, che probabilmente confonde con la temperatura.

Il quesito 2 si riferisce a una tipica reazione di equilibrio, la sintesi dello ioduro di idrogeno, partendo da una condizione non stechiometrica, nella quale il diidrogeno (un gas incolore) è presente in concentrazione dieci volte superiore al diiodio (un gas di colore violetto). Si è richiesto agli allievi di proporre un'ipotesi su che cosa poteva succedere in termini di proprietà macroscopiche, come il colore della miscela.

Si possono individuare cinque tipologie di risposte a questo rompicapo [6]. Gli allievi che forniscono delle risposte nelle quali viene applicata la teoria dell'equilibrio sono 9 su 18 presenti. L'esempio più tipico di que-

Terzo questionario per la valutazione finale dell'intervento

1) Abbiamo visto varie situazioni di equilibrio (l'altalena, la bilancia con i pesi, la scala mobile e una reazione chimica), che hanno tutte qualcosa di comune. La situazione di un generico equilibrio è:

- a. una parità di velocità due forze uguali o opposte
- c. uno stato nel quale alcune grandezze macroscopiche restano costanti
- d. una situazione dove niente si muove
- e. un'asta orizzontale

Giustifica la tua scelta:

2) Descrivi qualitativamente, per iscritto, che cosa potresti osservare con i tuoi occhi durante il passare del tempo quando fai reagire a 450°C gas idrogeno (incolore, 10 moli) e gas iodio (violetto, 1 mole) in un reattore trasparente di vetro Pirex. Spiega il più possibile ciò che affermi in max. 30 righe.

3) Descrivi che cosa pensi che succeda a livello microscopico con il passare del tempo nella reazione di equilibrio $H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2 HI$, descrivendo la “storia” del sistema per iscritto o facendo dei disegni.

Tab.5. Risultati del quesito 1 del terzo questionario

	Numero di allievi	Interpretazione
Risposta a	1	“equilibrio dinamico”
Risposta b	8 (10)	“equilibrio statico”
Risposta c	5	“comprensione”
Risposta d	1 (2)	situazione di quiete”
Risposta e	0	“asta orizzontale”
Totale	15 (18) ¹	N. di allievi presenti 18

¹ Per una comparazione significativa ho riportato i risultati dei 15 allievi che avevano già risposto ai precedenti questionari. Tuttavia, il mio lavoro interessava anche coloro che erano stati assenti in occasione delle prime valutazioni. Così ho indicato tra parentesi il numero effettivo di risposte, comprendendo nel conteggio tutti coloro che, anche se precedenti assenti, si collocavano in una certa categoria.

sta categoria è rappresentata dalla risposta di un allievo che scrive: “Credo in una situazione del genere, dato il rapporto fra mol H_2 e mol I_2 , già in partenza il colore viola dello iodio sarà piuttosto “diluito”. Inoltre, con il procedere della reazione il colore viola dello I_2 andrà ulteriormente a indebolirsi sino ad arrivare ad un punto in cui il colore dello I_2 non diminuirà più, ma nemmeno aumenterà. Da queste osservazioni posso capire che la reazione ... ha raggiunto l’equilibrio ...”.

Le risposte più interessanti da un punto di vista “error friendly”¹ ipotizzano invece la formazione di una miscela gassosa incolore. Questo gruppo è tuttavia molto eterogeneo per quanto riguarda il modo con cui si forma la miscela gassosa senza colore. Ad esempio, un’allieva sostiene che “iodio e idrogeno reagiranno formando ioduro di idrogeno allo stato gassoso. Il tutto si presenterà incolore. A causa dello sbalzo di temperatura si formerà della condensa, quindi passerà tutto da stato gassoso a liquido formando una soluzione”. Un’altra allieva afferma invece che “l’idrogeno e lo iodio, reagendo, fanno diventare la reazione incolore”, assieme alla quale “svetta” una compagna che sostiene candidamente la trasmutazione delle sostanze con lo stile paradossalmente sperimentale che deriva dalle tante relazioni di laboratorio. Ella scrive: “metto dentro il pallone H_2 , aggiungo lo iodio che è di color violetto, in questo modo, lo H_2 che è di color incolore [sic!] diventa viola (a temp. 25°C). Quando noi portiamo a 450°C possiamo vedere lo iodio sparire e diventare di nuovo H_2 , cioè la soluzione diventa trasparente.” In questo gruppo di allieve è presente un soggetto che sostiene, a differenza delle sue compagne, qualcosa di molto più sensato, e cioè: “All’inizio vedrò i due gas separati, da una parte 10 mol di idrogeno incolore e dall’altra 1 mol di iodio color viola. Quando poi vengono uniti a 450°C saranno mescolati, e il tutto si presenterà incolore. Questo perché c’erano 10 mol di idrogeno e 1 mol

di iodio violetto, quindi troppo poco iodio perché questo miscuglio.² possa venir di color viola”.

Altri 5 soggetti o rispondono in modo vago o fanno (o vanno in) confusione, giungendo a confondere i colori delle sostanze, e quindi a dire che “con la reazione tra H e I si ottiene acido iodidrico, che è violetto”.

Un soggetto, infine, risponde al quesito 2) come se si trattasse del quesito 3), confondendo il piano fenomenico con quello interpretativo. Dai commenti immediatamente successivi alla verifica ho scoperto che si tratta della punta di un iceberg. I quesiti 2) e 3) sono stati inseriti proprio per valutare la capacità di distinguere il livello empirico di interpretazione da quello submicroscopico, la cosiddetta distinzione tra MICRO e MACRO. Se non si riesce a distinguere già dal primo anno di scuola secondaria superiore (se non prima) i due livelli, si rischia che la chimica risulti un’astrusa congerie di formule, molto simili all’abracadabra di un apprendista stregone. E’ degno di attenzione, inoltre, rilevare la coincidenza tra le concezioni difformi degli allievi (i quali credono a una reale possibilità di vedere con il microscopio atomi e molecole) e le affermazioni di due libri di testo (il primo dei quali adottato nella classe in oggetto), che, assieme alle “fotografie”, sostengono che gli atomi sono visibili con il microscopio elettronico ad effetto tunnel, scoperto nel 1983 [7,8]. L’atteggiamento scientifico, invece, contempla il dubbio e l’incertezza, il pensiero e la responsabilità, la cautela e la provvisorietà [9]. Un’educazione alle scienze più sensibile evidenzerebbe che le fotografie ottenute con il microscopio elettronico sono interpretazioni della realtà compatibili con le idee di atomo e di molecola, le quali appartengono all’iperuranio, ovvero al cosiddetto “Mondo 3” di Popper [2].

Nel quesito 3 si sono ottenute invece solo tre tipologie di risposte. La più interessante tra queste caratterizza la reazione chimica come se esistessero tre stadi, indicati con “PRIMA, DURANTE, DOPO”, nei quali lo stadio intermedio è lo stato di equilibrio. Nel primo stadio, infatti, gli allievi “vedo-

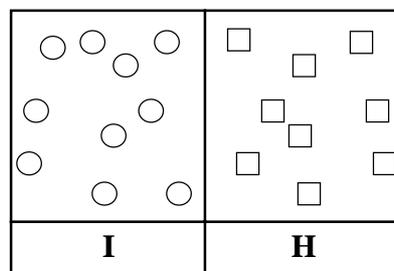
Le peripezie di un costruttivista novizio

no” le molecole di iodio separate dalle molecole di idrogeno. Tale rappresentazione della miscela gassosa, che evidenzia come i ragazzi avessero la necessità di una barriera anche mentale tra i due gas puri per individuare il “prima” della reazione, è già presente nei disegni presentati da Stavridou e Solomonidou nel loro lavoro [10]. Nel secondo stadio, poi, si forma l’equilibrio nel quale sono presenti H_2 , I_2 , HI, mescolati o separati. Infine, nel terzo stadio, è presente solo ioduro di idrogeno.

Dagli scritti si evince che in questi allievi la situazione di equilibrio chimico non viene distinta dal concetto di reazione completa. Essi tentano di trovare la maniera per integrare il nuovo concetto nel sapere preesistente fornito dall’insegnante di ruolo che, a quel punto della programmazione, contemplava la sola conoscenza di reazioni che producevano una miscela ormai del tutto priva dei reagenti (reazione completa). In questo tentativo di integrazione, lo stadio di equilibrio diviene lo stadio intermedio di un percorso di reazione che parte comunque dai reagenti puri per concludersi nei prodotti puri.

Una concezione difforme sulla “storia” del sistema, piuttosto tipica, emerge dai disegni di un’allieva che scrive a mo’ di didascalia alle figure: “Inizialmente, in base alla mia immaginazione, lo I (iodio) e l’H (idrogeno), che ho descritto, rispettivamente, con dei pallini e dei rettangolini separati. Durante la reazione, secondo me, lo iodio e l’idrogeno si avvicinano in modo da unirsi e infine si fondono diventando una sola cosa (da me rappresentato con una specie di ovale).” La rappresentazione iconica è la seguente:

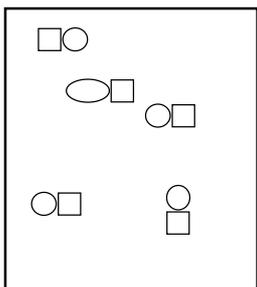
PRIMA



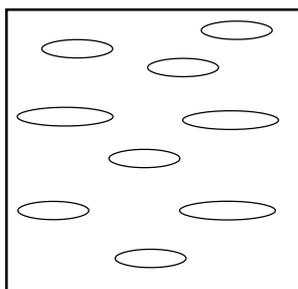
¹ “Error friendly” definisce un atteggiamento dell’insegnante che si astiene da giudizi di merito sulle idee degli allievi, grazie al quale è possibile mettere in luce le concezioni difformi degli allievi. L’insegnante si pone in un atteggiamento di attesa fino al momento sommativo della valutazione, predisponendo le condizioni ottimali (“setting”) affinché si realizzi qualcosa di nuovo nella mente dell’allievo.

² Come si nota, ai ragazzi manca una parola precisa (e usano termini come “soluzione” o “miscuglio”, più usati per altri stati della materia) per definire quel qualcosa che i chimici chiamano “miscela gassosa”.

DURANTE



DOPO



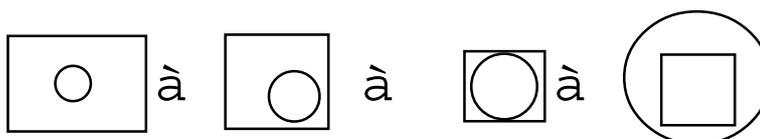
I (iodio) e H (idrogeno)

Nella molecola di ioduro di idrogeno, rappresentata con un ovale, gli atomi dei due elementi non esistono più, perché “si fondono diventando una cosa sola”. La rappresentazione è molto personale, senza alcun riferimento alla simbologia chimica, nel quale ogni simbolo corrisponde ad un tipo di atomo. Bisognerebbe chiedere all’allieva: “Secondo te, che cosa rimane costante in una reazione chimica?”

In un altro caso, invece, pur essendo specificato che si tratta di specie gassose, l’allieva ipotizza in modo difforme dalle attese che cosa succede mescolando diidrogeno gassoso e diiodio a 450°C. La sequenza degli eventi è: 1° fase) “Io ho I₂ dentro un becker sigillato”; “inserisco dell’H₂ all’interno del becker (alcune gocce) e tappo di nuovo”; 2° fase: “agito il becker e osservo cosa capita quando i due reagenti si uniscono assieme”; 3° fase: “la reazione si mette a friggere fino a quando lo iodio si è sciolto”. Tale descrizione conferma quanto espresso da Ezio Roletto e Carlo Fiorentini nel loro articolo nel quale sostengono che “i gas rappresentano lo stato della materia più complesso psicologicamente” (11); i gas, infatti, non hanno “sostanza” per la gran parte dei “profani” della chimica (compresi molti adulti). Per non avere a che fare con i gas, la soluzione di molti allievi è la stessa

dell’allieva citata che trasforma la specie gassosa in sostanze più familiari che somigliano molto a quelle interessate dalla reazione tra carbonato di sodio e acido cloridrico (oggetto di una delle esperienze di laboratorio), come evidenziano i termini usati (soluzione, gocce, ecc.).

Un’allieva, inoltre, ha fornito la dimostrazione che gli studenti, qualora non vengano educati all’interpretazione dei fenomeni mediante modelli compatibili con il sapere scientifico, li inventano semplicemente a partire dai problemi che incontrano quotidianamente. Rispondendo al quesito 3 del terzo questionario, l’allieva cerca di giustificare il cambiamento del colore della soluzione. Il disegno è la rappresentazione dell’eclisse dell’idrogeno (il quadrato), che rappresenta “l’elemento incolore”, mentre copre lo iodio (il cerchio), che rappresenta “l’elemento colorato”. Gradualmente l’elemento colorato (lo iodio) si sovrappone all’elemento incolore (l’idrogeno) determinando il colore della miscela.



L’allieva scrive: “Lo I si allarga e copre lo H, quindi il viola prenderà il posto dell’incolore, determinando la tinta della soluzione”

CONCLUSIONI

Devo riconoscere che affrontare il tirocinio “attivo” con un progetto di dieci ore e poi farne ventisette non giova alla didattica. Le domande dei questionari, ad esempio, non sono sempre state formulate in modo efficace in ragione dei tempi strettissimi di programmazione. Mi riferisco in particolare alla domanda 2) del secondo questionario che richiede un disegno laddove occorrerebbe farne due, uno per la visione “macro” e uno per l’immagine “micro”; come, peraltro, hanno riconosciuto di dover fare alcuni allievi (cfr. Fig. 4). Inoltre, l’uso del questionario per rilevare le concezioni iniziali può essere, da un punto di vista epistemologico, facilmente criticato per via di un approccio troppo quantitativo, alla ricerca spasmodica di dati “duri” che spesso non rendono pienamente giustizia della complessità della realtà umana inda-

gata. Tuttavia, è stato importante provare che cosa significa fare l’insegnante e improvvisare un intervento, come la somministrazione di un questionario, in seguito ad emergenze didattiche non prevedibili sulla base della programmazione generale.

Inoltre, “sforare” negli aspetti quantitativi dell’equilibrio mi ha permesso di valutare, da un punto di vista didattico – pedagogico, il forte legame che esiste tra la comprensione degli aspetti qualitativi e la comprensione degli aspetti quantitativi del concetto di equilibrio chimico.

In qualche caso, si è raggiunta una comprensione vicina al sapere condiviso in ambito scientifico, come dimostra il diario di bordo del 1 dicembre 2000 di un’allieva: “Per capire l’equilibrio ci ho messo un po’ più di tempo, ma ragionando un po’ a casa ho capito che nell’equilibrio chimico è presente sia un equilibrio statico, sia un equilibrio dinamico, in base a diversi punti di vista. Noi che stiamo all’esterno di ciò che avviene in una

reazione percepiamo un equilibrio statico, mentre nelle molecole c’è un equilibrio dinamico in quanto si combinano e si muovono per far avvenire la reazione.” Quando ho di nuovo incontrato la classe (15 dicembre 2000), la stessa allieva descrive così l’equilibrio chimico: “L’equilibrio chimico è presente in una reazione incompleta e reversibile, mentre è assente in una reazione completa. L’equilibrio chimico si verifica quando i reagenti si trasformano in prodotti con la stessa velocità con cui i prodotti si trasformano in reagenti. Le due reazioni sono incomplete.”

Ciò che mi pare curioso della mia esperienza è stato il continuo avvenire di messaggi significativi tra cattedra e gruppo classe che hanno permesso di stabilire un livello di concettualizzazione che tenesse conto della zona prossimale di sviluppo¹

¹ Vigotskij ha sostenuto che, se l’apprendimento è guidato da un esperto, il livello di problem – solving è superiore al livello autonomo. La distanza tra il livello autonomo e il livello di problem solving raggiunto con l’aiuto di un esperto costituisce la zona prossimale di sviluppo.

di ciascun allievo.

Il risultato è stato, secondo me, un buon compromesso tra ciò che è un sapere scientifico e le possibilità di comprensione di un adolescente.

I 2/3 degli allievi hanno espresso buone prestazioni nella valutazione finale dimostrando di saper usare il cervello, se stimolati e guidati a farlo.

Il livello di concettualizzazione potrebbe essere così espresso: dal momento gli allievi sapevano che esistono reazioni complete che partono con i reagenti puri ed arrivano ai prodotti puri, hanno potuto facilmente accettare l'idea che questo "sentiero" possa essere percorso solo in parte dal sistema che finisce per "fermarsi" a una miscela di prodotti e di reagenti come situazione finale. Quanto espresso, non è naturalmente la definizione del concetto di equilibrio; tuttavia, mi pare un buon presupposto affinché possa "sbocciare", con il proseguimento degli studi nel triennio, un concetto più maturo di equilibrio chimico.

Forse, nel mio intervento didattico, non sono stato in grado di staccarmi del tutto dal modello di apprendimento "trasmissivo", in quanto in più di un'occasione ho concettualizzato al posto degli allievi. Mi sono pure reso conto, con il senno di poi, che avrei dovuto progettare un percorso più analitico, affrontando con maggior gradualità le difficoltà che emergevano con le discussioni in classe. Con ogni probabilità, se avessi fatto lavorare gli studenti su un numero maggiore di situazioni problematiche, sarei riuscito a far sì che tutti accedessero ad un livello soddisfacente di comprensione dell'equilibrio chimico. Tale risultato è stato reso problematico anche dal fatto che le loro conoscenze chimiche erano essenzialmente mnemoniche e quindi non operative, tanto è vero che risultava difficile utilizzarle anche per problemi molto semplici. In particolare, è sembrato molto problematico l'uso del modello particellare; molte delle difficoltà incontrate dagli allievi dipendevano dal fatto che non riuscivano a rappresentarsi i sistemi chimici a livello microscopico. Nel diario di bordo, dopo 5 ore di discussione (non consecutive), un'allieva esprime così tutta la sua

meraviglia per la scoperta di un mondo meraviglioso: "Riguardo all'equilibrio chimico, in laboratorio avevo già visto delle reazioni, però non avevo mai pensato che quando magari noi osserviamo che macroscopicamente non succede più nulla in essa, microscopicamente sta succedendo ancora qualcosa. Ad esempio, mettendo in una soluzione di Ag^+ una lamina di Cu , noi sappiamo che Cu diventa Cu^{++} perché vediamo che la soluzione pian piano diventa azzurrina, ma se essa non assumesse quel colore (anche se è impossibile) noi tutti non avremmo mai potuto dire che Cu diventava Cu^{++} , perché visivamente non succedeva più nulla, ma invece non era così perché microscopicamente la reazione avveniva, non so se sono riuscita a spiegarmi.²"

Pur con questi limiti, l'intervento ha scosso gli allievi che hanno accolto in modo positivo l'assaggio di una scuola diversa che vuole renderli protagonisti dell'apprendimento. Naturalmente il cambiamento ha portato qualche inconveniente, inevitabile quando un soggetto abituato ad ascoltare viene posto nella condizione di pensare, di lavorare con il proprio intelletto. Così una allieva ha scritto nel diario di bordo del 15 dicembre: "La prima lezione nella quale abbiamo introdotto il concetto di equilibrio sia statico che dinamico è stata una lezione pesantissima e sinceramente non sono riuscita a seguirla tutta." Tuttavia, un'allieva che "dopo quattro lezioni" ritiene "di poter dare un giudizio", scrive: "Dunque! Devo ammettere che preferisco di gran lunga questo modo di svolgere le lezioni, rispetto a quello mondano [sic!], per un semplice motivo: si arriva a un concetto (come quello di equilibrio), passo per passo arrivandoci piano piano, partendo dai concetti più semplici (come quello di altalena), per arrivare al concetto finale (quello di equilibrio chimico); ragionando e confrontando le nostre opinioni con gli altri e non solo con quelle della professoressa". Pure positiva è l'impressione di un'altra allieva che, al termine di un lavoro in classe, scrive: "Io penso che queste lezioni ci servono, in quanto ci aiutano a riflettere il perché e il

Le peripezie di un costruttivista novizio

modo in cui avvengono certe cose, che possono sia riguardare la scuola, sia la vita in generale. Ci aiutano inoltre a non fermarci all'apparenza delle cose, ma ci spronano a capire un significato più profondo."

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il mio Supervisore, il Professor Claudio Alessandro Vicari, la Professoressa Margherita Buonficio e la Professoressa Caterina Bussolo. Senza il loro impegno questo lavoro non sarebbe stato possibile.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P.H. Miller, *Teorie dello sviluppo psicologico* (1983), Il Mulino, Bologna, 1994, pag. 41
- [2] D. Antiseri, *Didattica delle scienze* (1977), Armando, Roma, 1999, pp. 31 – 35
- [3] L. Mason, *Valutare a scuola. Prodotti, processi, contesti dell'apprendimento*, Cleup, Padova, 1996, pag. 67 – 87
- [4] M. Crahay, *Psicopedagogia* (1999), La Scuola, Brescia, 2000, pag.224
- [5] P. Mirone, "Perché la chimica è difficile?", *CnS – La Chimica nella scuola*, 1999, **XXI** (3), pp. 116 – 121
- [6] T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche* (1962), Einaudi, Torino, 1999, pp. 56 – 64
- [7] G. Braccini, D.L. Spielberg, K.A. Phillips, *Fondamenti di chimica*, Le Monnier, Firenze, 1999, pag. 54
- [8] P. Pistarà, *Corso di chimica. Progetto Modulare*, Atlas, Bergamo, 2000, pag. 66
- [9] G. Blandino, *Le capacità relazionali. Prospettive psicodinamiche* (1996), Utet, Torino, 2000, pag. 156
- [10] H. Stavidrou, C. Solomonidou, *Représentations et conceptions des élèves grecs par rapport au concept d'équilibre chimique*, *Didaskalia*, 2000, **XVI**, pp. 107 - 134.
- [11] C. Fiorentini, E. Roletto, "Ipotesi per un curriculum di chimica", *CnS – La chimica nella scuola*, 2000, **XXII** (6), pp. 158 - 168

² L'allieva fa un'osservazione discutibile: dire che "visivamente non succedeva più nulla" non è corretto, dal momento che lo ione argento riducendosi macchierebbe la lastra di rame anche in assenza di una colorazione della soluzione. Tuttavia, l'importanza pedagogica dell'intervento sta nel piacere intellettuale della scoperta di un adolescente del significato di eventi che, in assenza di un modello mentale, potrebbero anche sembrare insignificanti.