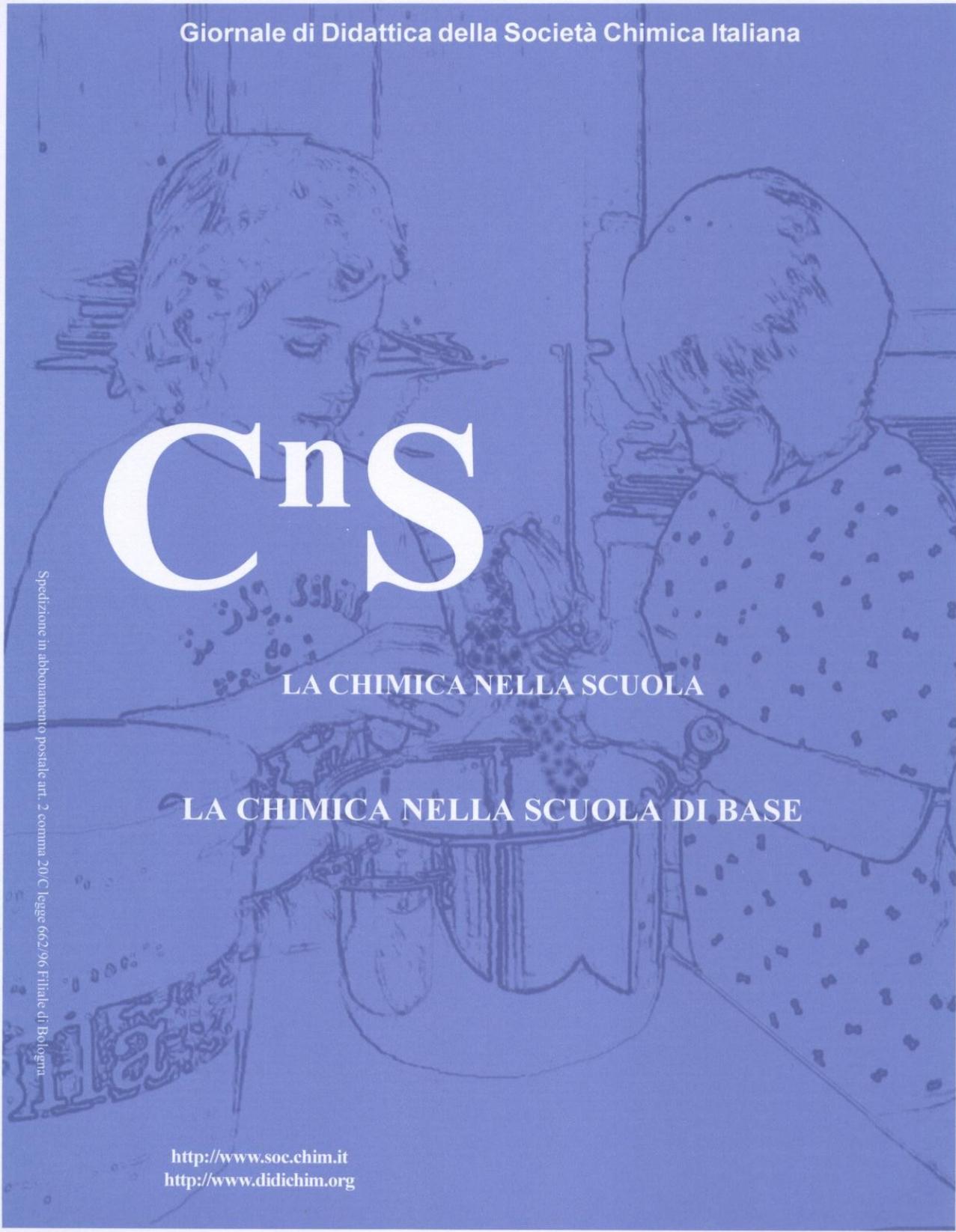


ISSN 0392-5942

Anno XXX, n. 4, 2008

Giornale di Didattica della Società Chimica Italiana



# CnS

LA CHIMICA NELLA SCUOLA

LA CHIMICA NELLA SCUOLA DI BASE

Spedizione in abbonamento postale art. 2 comma 20/C legge 662/96 Filiale di Bologna

<http://www.soc.chim.it>  
<http://www.didichim.org>



## LA CHIMICA NELLA SCUOLA

Anno XXX  
Ottobre - Dicembre 2008

### Direttore responsabile

**Pierluigi Riani**  
Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale  
Via Risorgimento, 35 - 50126 Pisa  
Tel. 0502219398 - fax 0502219260  
e-mail: riani@dcci.unipi.it

### Past-Editor

**Paolo Mirone**  
e-mail: paolo.mirone@fastwebnet.it

### Redattore

**Pasquale Fetto**  
Via Carlo Iussi, 9  
40068 San Lazzaro di Savena (BO)  
Tel. 051450053 cell. 3280221434  
e-mail: pasquale.fetto@didichim.org

### Comitato di redazione

Liberato Cardellini, Marco Ciardi, Pasquale Fetto,  
Paolo Mirone, Ermanno Niccoli, Fabio Olmi, Pierluigi  
Riani, Paolo Edgardo Todesco,  
Francesca Turco, Giovanni Villani

### Comitato Scientifico

Rinaldo Cervellati, Rosarina Carpignano,  
Aldo Borsese (*Presidente della Divisione di  
Didattica*), Luigi Ceruti, Giacomo Costa,  
Franco Frabboni, Gianni Michelon, Ezio Roletto

### Editing

Documentazione Scientifica Editrice  
Via Imerio, 18 - 40126 Bologna  
Tel. 051245290 - fax 051249749

**Periodicità:** bimestrale (5 fascicoli all'anno)

### Abbonamenti annuali

Italia euro 48 - Paesi comunitari euro 58  
Fascicoli separati Italia euro 12  
Fascicoli separati Paesi extracomunitari euro 15

Gli importi includono l'IVA e, per l'estero le spese di  
spedizione via aerea  
Spedizione in abbonamento postale Art.2 comma 20/C  
Legge 662/96 Filiale di Bologna

### Ufficio Abbonamenti

Manuela Mustacci  
SCI, Viale Liegi, 48/c - 00198 - Roma  
Tel. 068549691 fax 068548734  
E-mail: soc.chim.it@agora.stm.it

Copyright 1995 Società Chimica Italiana

Pubblicazione iscritta al n. 219 del registro di  
Cancelleria del Tribunale di Roma in data 03.05.1996

La riproduzione totale o parziale degli articoli e delle  
illustrazioni pubblicate in questa rivista è permessa  
previa autorizzazione della Direzione

La direzione non assume responsabilità per le opinioni  
espresse dagli autori degli articoli, dei testi redazionali  
e pubblicitari

Editore  
SCI - Viale Liegi 48/c - 00198 Roma

Stampa  
LE GRAFICHE RECORD snc  
S. Giorgio di P. (BO) - Tel. 0516650024

## SOMMARIO

<b>INTRODUZIONE</b> di Pierluigi Riani	<b>I</b>
<b>PIANO ISS - INSEGNARE SCIENZE SPERIMENTALI - Finalità, metodologie, organizzazione nazionale e territoriale, sviluppo, futuro.</b> di Livia Mascitelli	<b>1</b>
<b>DALLA CENTRALITA' DEL PROGRAMMA ALLA CENTRALITA' DELLO STUDENTE</b> di Tiziano Pera, Rosarina Carpignano, Giuseppina Cerrato, Daniela Lanfranco	<b>7</b>
<b>"DIDATTICA LABORATORIALE e TRAGUARDI DI COMPETENZA. Esperienze, esperimenti, esercitazioni: cosa fare, come, quando e perché"</b> di Tiziano Pera e Rosarina Carpignano	<b>17</b>
<b>UNO SGUARDO ALL'ESTERO</b> L'insegnamento scientifico in Francia -La sperimentazione "La Main à la Pâte" e i Programmi di Scienze nelle Indicazioni Ministeriali del XXI° secolo di Rosarina Carpignano, Giuseppina Cerrato, Daniela Lanfranco, Elisa Meloni, Tiziano Pera	<b>36</b>
<b>SOSTANZE E TRASFORMAZIONI</b> Proposte per un curriculum verticale di Carlo Fiorentini, Eleonora Aquilini, Antonio Testoni, Domenica Colombi	<b>47</b>
<b>DI COSA SON FATTE LE COSE?</b> Diario di un percorso didattico sviluppato in una terza classe di sc. sec. di I° grado di Fabio Olmi, Grazia Cosenza, Alessandro Pezzini	<b>62</b>
<b>"BISOGNA SEMPRE PENSARE PRIMA DI DIRE QUALCHE COSA"</b> L'importanza del metodo laboratoriale per l'insegnamento delle scienze nella scuola di base di Silvia Ripoli	<b>85</b>
<b>LA COMUNICAZIONE NEL PROCESSO DI INSEGNAMENTO- APPRENDIMENTO: una questione di metodo?</b> di Aldo Borsese	<b>95</b>
<b>OLIVE IN SALAMOIA E FRUTTA SCIROPATA:</b> dalla realizzazione di un prodotto alimentare all'acquisizione del concetto di sostanza solida solubile di Giuseppina Caviglia e Lia Zunino	<b>100</b>
<b>ACQUA, SUOLO E COLORE</b> Un percorso didattico verticale dalla Scuola Primaria alla Scuola Secondaria di I grado di Cristina Duranti	<b>112</b>
<b>IL CONCETTO DI TRASFORMAZIONE</b> Un percorso didattico verticale dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di I grado di Pierluigi Riani	<b>130</b>

di  
**Pierluigi Riani**



Siamo arrivati al quarto numero speciale di CnS, e questa volta parliamo di “scuola di base”. Un termine senz’altro poco ufficiale, ma che rende bene l’idea: stiamo parlando della scuola primaria (già scuola elementare) e della scuola secondaria di primo grado (più comunemente scuola media). A questi gradi dell’istruzione obbligatoria vogliamo anche aggiungere la scuola dell’infanzia, per la quale da molto tempo è tramontata l’interpretazione esclusiva di servizio sociale (l’asilo) a favore di un vero e proprio luogo di istruzione.

Chimica per la scuola di base, quindi, e qui cominciano le contraddizioni. Tutte le indicazioni della moderna didattica, recepite in buona parte dalle indicazioni ministeriali, convergono verso un insegnamento non disciplinare: non si fanno quindi Chimica o Fisica o Scienze della vita o Scienze della Terra, ma si introduce il futuro cittadino alle Scienze Sperimentali. Che senso ha quindi parlare di Chimica?

Qualche giustificazione la possiamo trovare senza troppe difficoltà. In effetti le discipline non possono essere cancellate tout court: saranno sempre presenti, anche se in forma nascosta; in più, in qualsiasi percorso didattico, ci saranno quasi certamente segmenti di marcato carattere disciplinare. A questo possiamo aggiungere la necessità, per un buon insegnante, di una preparazione disciplinare adeguata al livello scolastico in cui opera.

E’ comunque necessario che nell’insegnamento scientifico sperimentale di base gli aspetti disciplinari non prendano prepotentemente il sopravvento; al riguardo diventa estremamente importante la gestione del libro di testo. Purtroppo la nostra tradizione è pessima sotto molti punti di vista:

- Prima di tutto abbiamo un’assurda discontinuità fra scuola primaria e scuola media: si passa da uno smilzo sussidiario onnicomprensivo a un libro generalmente alquanto corposo per ogni materia.
- Poi abbiamo la deleteria abitudine di utilizzare i testi non come punto finale di sintesi, ma come base unica per l’apprendimento (leggete il libro da pagina X a pagina Y).
- Infine c’è l’aspetto dell’indispensabile componente operativa. Molto spesso le attività sperimentali sono presentate in modo completo: che cosa dovrebbe succedere, che cosa non dovrebbe succedere, che cosa si potrebbe osservare. Inutile, a questo punto, procedere in modo effettivamente operativo: basta leggere il libro, e il fastidioso problema del laboratorio è risolto.

Le associazioni disciplinari degli insegnanti possono fare qualcosa per modificare questo stato di cose, purché lavorino in modo coordinato. Un’ottima occasione di collaborazione è costituita dal progetto ministeriale ISS, Insegnare Scienze Sperimentali, del quale abbiamo già parlato in questa rivista e al quale sono dedicati diversi articoli in questo numero speciale. Staremo a vedere se questo progetto verrà portato avanti, oppure se rientrerà fra le spese inutili da tagliare; per ora le premesse generali non sono particolarmente incoraggianti.

Una nota finale: dopo aver recuperato il ritardo nelle uscite dei numeri di CnS, siamo nuovamente in alto mare. Francamente la ragione di questo inconveniente è poco piacevole: è stato posto infatti un problema di copyright fra CnS e un libro dedicato al piano ISS, in quanto alcuni articoli erano a comune. La nostra rivista si è quindi trovata priva di una buona parte del materiale, che ha dovuto essere rielaborato a fondo e sostituito. Possiamo capire alcune ragioni relative ai rapporti fra le diverse associazioni scientifiche (DDSCI, AIF, ANISN), ma tutto sommato un atteggiamento del genere appare alquanto vecchiotto.

# IL PIANO ISS

## INSEGNARE SCIENZE SPERIMENTALI

### Finalità, metodologie, organizzazione nazionale e territoriale, sviluppo, futuro

LIVIA MASCITELLI

Istituto di Istruzione Superiore – Liceo “L.A.Seneca”, Roma

Anno scolastico 2008/09 assegnata DD-SCI

mascitelli.livia@ioli.it

#### **Riassunto**

*L'articolo intende descrivere la “filosofia ISS” attraverso la struttura organizzativa del Piano e, per mezzo del racconto di quanto realizzato negli scorsi tre anni di attuazione, farne emergere i punti di forza e le criticità, prospettare le modalità ideate di rafforzare i primi e minimizzare le seconde al fine di conseguire quanto previsto per il futuro: “Il Piano Insegnare scienze sperimentali – giunto al terzo anno di attività – si propone l’obiettivo di pervenire alla modellizzazione di percorsi formativi coerenti con l’ordinaria attività di programmazione didattica delle scuole”<sup>1</sup>.*

Il Piano ISS – Insegnare scienze sperimentali nasce da un progetto sviluppato dalle Associazioni disciplinari AIF (Associazione Insegnanti Fisica) ANISN (Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali) DDSCI (Divisione Didattica della Società Chimica Italiana), che è assunto dal MIUR<sup>2</sup>, nel novembre 2005, come Piano Nazionale di Formazione attraverso la sottoscrizione di un protocollo d’intesa che vede, inoltre, la partecipazione dei musei “Città della Scienza” di Napoli, “Leonardo da Vinci” di Milano e di esperti didattici.

Il Piano coinvolge la scuola del I ciclo ed il 1° biennio del II ciclo, delineando modalità innovative per la formazione e l’aggiornamento dei docenti in servizio attraverso la realizzazione di attività finalizzate ad incentivare la ricerca-azione ed a modificare l’approccio metodologico-didattico nell’insegnamento delle discipline scientifiche.

*Il Piano ISS promuove lo sviluppo professionale dei docenti inteso come processo continuo di sistematico e progressivo consolidamento e aggiornamento delle competenze, collaborazione e confronto tra pari, integrazione e rafforzamento reciproco fra esperienze e opportunità di apprendimento informali e percorsi educativi formali e non formali<sup>3</sup>.*

Fondamentale per la realizzazione del Piano ISS si è rivelata la modalità organizzativa<sup>4</sup> a livello nazionale ed ancor più la sua strutturazione a livello territoriale attraverso la costituzione di più gruppi di lavoro, insiemi delle diverse professionalità coinvolte.

A livello nazionale sono costituiti 3 gruppi di lavoro:

- il **Gruppo di Pilotaggio Nazionale** (GPN) composto da Rappresentanti del MIUR e dei soggetti firmatari del protocollo d’intesa. Il GPN elabora i documenti di base con finalità generali, le linee guida relative alla formazione e all’infrastruttura tecnologica per la comunicazione e l’informazione e garantisce il coordinamento del Piano stesso. Agli incontri del GPN partecipano i Referenti dell’Area Scientifica dell’ANSAS (Agenzia Nazionale Sviluppo Autonomia Scolastica);
- il **Comitato Scientifico Nazionale** (CS), composto da esperti didattico disciplinari delle associazioni, del mondo dell’università, della scuola e dei musei. Il CS definisce gli standard di riferimento relativi a contenuti, percorsi formativi, ambienti laboratoriali, modalità di valutazione. Il CS è attento, insieme al GPN, alle risposte che pervengono dai gruppi di lavoro territoriali, al fine di garantire il processo di costante interscambio tra i ruoli di docente e discente, conduttore ed osservatore;
- il Gruppo della **Rete**, la **Piattaforma Apprendimenti di base – Area Scientifica dell’ANSAS**. Luogo dove tutti coloro che lavorano al Piano ISS, singoli e gruppi, hanno possibilità di: incontrarsi ed interagire, trovare e fornire sostegno, informarsi e documentare, conoscere le esperienze didattiche di altri presidi e proporre le proprie, fissare video o audio incontri, relazionarsi con i conduttori ed i discussant mediatori dei seminari, partecipare ai vari forum contribuendo, insieme ai moderatori, alla costante re-visione e valutazione delle diverse e molteplici attività sviluppate.

A livello territoriale più gruppi:

- il **Gruppo di Pilotaggio Regionale** (GPR) istituito dal Direttore dell’Ufficio scolastico regionale, a seguito di specifico protocollo d’intesa, comprende rappresentanti e referenti: dello stesso USB, delle associazioni AIF, ANISN, DD-SCI, dei musei, delle istituzioni universitarie e scolastiche territoriali. Il GPR, garantisce il raccordo con il livello nazionale, promuove e sostiene i presidi favorendo la loro interazione con scuole e/o reti di scuole, centri di ricerca didattica, associazioni disciplinari degli insegnanti e musei, al fine di assicurare un rapporto organico tra i soggetti coinvolti nel territorio dal Piano ISS e le finalità dello stesso;
- i **Presidi**, presso istituzioni scolastiche, generalmente una per provincia, numero aumentato per i capoluoghi di regione, dove opera il nucleo dei tutor – di norma tre insegnanti, ciascuno rispettivamente in servizio nella

## Il Piano ISS - Finalità, metodologie, organizzazione nazionale e territoriale, sviluppo, futuro

scuola primaria, nella scuola secondaria di I grado, nel biennio della secondaria di II grado, che hanno attivamente partecipato e contribuito ai seminari di formazione. I tutor garantiscono la costituzione di reti territoriali di scuole, associazioni, università, musei, che, per mezzo della ricerca-azione, attuano con la didattica laboratoriale, esperienze di scienze sperimentali innovative e “in verticale” inerenti le tematiche individuate, al fine di costruire un curriculum in continuità. Il compito affidato ai tutor è la creazione di una comunità di pratiche tra docenti appartenenti a diversi ordini scolastici al fine di:

- o confrontare le proprie esperienze,
- o elaborare nuove proposte,
- o *continuare a riflettere in maniera sistematica sulle proprie pratiche,*
- o *intraprendere ricerche in classe,*
- o *incorporare nell'insegnamento i risultati delle ricerche effettuate in classe e delle ricerche accademiche,*
- o *valutare l'efficacia delle proprie strategie d'insegnamento e modificarle conseguentemente,*
- o *valutare le proprie esigenze in materia di formazione*<sup>5</sup>,
- o comunicare i risultati delle attività e della ricerca didattica così realizzata,
- o sentirsi attori partecipi della propria formazione e del proprio aggiornamento.

La complessità dell'organizzazione fa emergere la natura del Piano ISS quale “comunità di pratiche”, realizzata in presenza nei presidi, nei GPR, nel CS, nel GPR e a distanza attraverso l'ambiente di collaborazione creato dall'ANSAS. L'ipotesi è che le comunità di pratiche così costituite compongano il fulcro della ricerca didattica ed educativa ed i docenti, di qualsiasi ordine scolastico, possano sviluppare con queste un rapporto consolidato di “appartenenza” che favorisca il miglioramento della professionalità e il proprio “fare scienze” a scuola.

Il processo di realizzazione delle “comunità di pratiche” è iniziato attraverso la strutturazione ed attuazione dei seguenti seminari:

- Seminario del CS (dal 23 al 25 gennaio 2006). In questo sono stati individuati e descritti gli obiettivi, i soggetti coinvolti, le strutture operative, è stato tracciato il quadro di lavoro, sono stati evidenziati i punti di forza di ISS e l'attività di formazione dei tutor;
- n° 4 Seminari di formazione per i tutor<sup>6</sup> (novembre - dicembre 2006), svoltisi presso le strutture dei musei “Città della Scienza” di Napoli e “Leonardo da Vinci” di Milano. I tutor partecipanti – provenienti dalle regioni Piemonte, Lombardia, Val d'Aosta, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Umbria, Marche, Campania, Puglia, Calabria, Basilicata, Sicilia, Sardegna e Provincia Autonoma di Trento e Bolzano – sono stati “selezionati”, a seguito di autocandidature, dai GPR. Sono stati formati 283 docenti con funzione tutoriale distribuiti in 88 presidi.

Alla autrice interessa sottolineare che seppure per brevità, quando ci si riferisce ai seminari di formazione iniziale si pone l'accento sui tutor, detti seminari sono stati insieme di incontri e collaborazioni tra tutti i partecipanti ed hanno rappresentato opportunità di formazione per i componenti GPN e CS, referenti ISS degli USR, Dirigenti scolastici dei presidi, e soprattutto per conduttori e discussant chiamati a coordinare i sottogruppi di lavoro dei tutor. Ci si trovava a “gestire” due novità entrambe importanti per la realizzazione del Piano ISS:

- la presenza in contemporanea di docenti appartenenti a diversi ordini scolastici (di norma tre docenti della scuola primaria, tre della scuola di I grado, tre del biennio della scuola di II grado) impegnati, insieme, a sviluppare attività didattiche laboratoriali in verticale;
- la necessità di “spogliarsi” del proprio specifico disciplinare, stimolando i tutor a fare lo stesso, per concentrarsi sulle tematiche individuate: luce colore visione, le trasformazioni, leggere l'ambiente, terra e universo. Infatti, nel Piano ISS *c'è un'altra scommessa niente affatto scontata: il confronto disciplinare tra fisica, chimica e scienze naturali per produrre un curriculum verticale di scienze sperimentali nella scuola tra 6 e 16 anni, corrispondente al cosiddetto “obbligo di istruzione”*<sup>7</sup>.

La stessa funzione del discussant nel gruppo si è caratterizzata e più opportunamente definita nel corso dello svolgersi dei seminari.

In conseguenza di questi primi seminari sulla Piattaforma predisposta dall'ANSAS sono state attivate – oltre ai forum specifici dedicati alle tematiche ai quali era aggiunto il forum trasversale – le aree:

- **Gruppi di lavoro**, in cui erano ricostituiti i sottogruppi di conduttori, discussant e tutor dei seminari;
- **Il mio presidio** affidato alla responsabilità dei tre tutor afferenti al singolo presidio.

Le finalità erano quelle di mantenere un raccordo insieme territoriale e nazionale dei tutor, di favorire la comunicazione delle attività che andavano sviluppandosi e nello stesso tempo fornire, ad eventuale richiesta, supporto didattico-metodologico.

Purtroppo, per una serie di concomitanze, la funzionalità operativa della piattaforma non è stata in grado di rispondere con tempestività a quelle problematiche che emergevano nell'evolversi dell'attuazione del Piano, pertanto molti tutor dopo un primo approccio hanno o preferito collocare quanto ritenevano utile in altri siti – spesso da loro stessi concepiti

– o interrotto la loro interazione.

In questo contesto sono da inserire, in quanto hanno supplito al mancato ruolo che avrebbe dovuto svolgere il Gruppo della Rete, i seminari intermedi a carattere tematico:

- Le trasformazioni – Cagliari 20-21 aprile 2007;
- Leggere l'ambiente – Bagheria 4-5 maggio 2007;
- Luce colore visione, Terra e Universo – Lamezia Terme 11-12 maggio 2007.

In questi incontri si è percepita in modo palese la attività che i tutor stavano svolgendo sul territorio e le potenzialità del presidio di poter fungere da catalizzatore per la costituzione di comunità di docenti di scienze sperimentali.

Nel maggio 2007, nel Documento di Lavoro<sup>8</sup> del Gruppo di Lavoro per lo Sviluppo della Cultura Scientifica e Tecnologica, il Piano ISS è indicato, insieme ad altri, quale modello da valorizzare per la crescita professionale dei docenti in servizio per le scuole. I docenti tutor ISS sono coinvolti, dallo stesso Gruppo di Lavoro, nella conduzione delle indagini sullo stato ed uso dei laboratori per l'insegnamento delle scienze nella scuola.

Per svolgere una prima re-visione di quanto attuato del Piano, nei giorni 16-18 luglio 2007, per i conduttori dei sottogruppi dei seminari ed i moderatori dei forum della piattaforma insieme a componenti del GPN, CS, referenti dell'Area scientifica dell'ANSAS e degli USR, si svolge a Montecatini un seminario. Gli obiettivi dell'incontro sono:

- studio della funzionalità degli ambienti previsti nell'area scientifica di Apprendimenti di base;
- lettura ed analisi di quanto prodotto all'interno della piattaforma;
- inizio del processo di validazione;
- formulazione di procedure di iscrizione in piattaforma dei docenti tutor delle altre sei regioni che parteciperanno al seminario di formazione e messa a disposizione dei materiali;
- ipotesi di sviluppo e di potenziamento dell'ambiente di formazione per l'anno scolastico 2007/2008.

Dal seminario emerge che un aspetto di criticità del Piano è la comunicazione. Comunicazione deficitaria sia tra soggetti attori del Piano, con particolare riferimento all'inefficace collegamento tra livello nazionale e territoriale, che in relazione alla diffusione e conoscenza delle azioni intraprese nei diversi presidi, così da non rendere le attività permeabili ai contributi di altre competenze utili al rielaborare. Lo stesso Piano ISS, al di là dei coinvolti, è poco conosciuto.

Per il superamento delle problematicità relazionali tra tutor, DS dei presidi, responsabili ISS degli USR, rappresentanti delle Associazioni e dei Musei, componenti GPR, CS, GPN, si perviene alla decisione di dedicare, in tutti gli incontri futuri, spazi adeguati al loro confronto. Tale soluzione si concretizza sia nel Seminario di formazione iniziale rivolto ai tutor delle regioni Abruzzo, Emilia Romagna, Lazio, Liguria, Molise, Toscana, realizzato nel mese di ottobre 2007 (si sono formati altri 109 insegnanti operanti in 35 presidi), sia nei 4 Seminari di re-incontro, svolti nel periodo ottobre-novembre 2007. Questi ultimi, hanno visto la ricomposizione dei sottogruppi di tutor coordinati dai medesimi conduttori e discussant con le finalità di:

- studiare, insieme, l'anno trascorso di attuazione del Piano ISS;
- conoscere le molteplici attività realizzate nei presidi;
- raccogliere, in forma capillare, tutta la documentazione prodotta, presentata in forma di report, secondo modelli predisposti;
- pervenire ad una valutazione critica.

E' confermata, in questi incontri, la trasformazione che il Piano ISS andava operando nel processo di insegnamento-apprendimento nell'ambito del "fare scienze quotidiano". Si ritiene utile riportare di seguito alcune risposte, date da un gruppo di tutor<sup>9</sup>, alle domande proposte dalla Scheda ISS la cui compilazione ed analisi sono state oggetto dei lavori dei seminari di re-incontro:

*1^ e 2^ domanda: Cosa pensi di aver dato ai colleghi di livello scolastico diverso dal tuo? Cosa pensi di aver ricevuto dai colleghi di livello scolastico diverso dal tuo?*

*Impostazione metodologica più eterogenea. Conoscenza di realtà diverse per il modo con cui si affronta la didattica delle scienze nei diversi ordini scolastici. Trasferimento di capacità operative. Forte arricchimento con il contributo degli insegnanti della scuola primaria;*

*3^ domanda: Cosa pensi sia cambiato nella tua pratica didattica rispetto a : contenuti di insegnamento, attività sperimentali, ruolo dell'alunno, modo di definire volta per volta cosa fare in classe?*

*Arricchimento dei contenuti di insegnamento alla luce delle riflessioni comuni. Maggiore attenzione alla scelta delle attività. Ruolo centrale dell'alunno nelle attività laboratoriali già dalla progettazione. Difficoltà di realizzare una progettazione attenta ai processi.*

In seguito, ad un Gruppo di lavoro, composto da rappresentanti delle Associazioni, dei Musei, e da esperti didattici, è stato affidato (dicembre 2007 – marzo 2008) il compito di "selezionare", tra tutti i report raccolti, quei lavori nei quali fosse facile riconoscere e discutere punti di forza e criticità, idee e modi di operare caratterizzanti il Piano ISS nel suo concreto sviluppo. Lo studio di questi lavori (26) è stato ulteriormente approfondito, in alcuni casi, con l'apporto degli stessi tutor che li hanno realizzati; con note e commenti da parte dei componenti del Gruppo di lavoro responsabili della singola "elaborazione", pubblicati in piattaforma (marzo-aprile 2008). Lo scopo era porre a disposizione della "comuni-

## Il Piano ISS - Finalità, metodologie, organizzazione nazionale e territoriale, sviluppo, futuro

tà di pratiche” più prospettive di lettura dei lavori selezionati, dalle quali trarre stimolo per riflettere sulla propria modalità di dare attuazione al Piano ISS. Benché in piattaforma fosse stato dedicato uno spazio specifico, denominato “Lavori nei presidi”, con forum distinti legati alle tematiche del Piano ISS e alle attività trattate – opportunamente moderati dagli stessi componenti il gruppo di lavoro che ne aveva curato la rielaborazione – non sono stati molti i docenti tutor che hanno partecipato al confronto on line, sebbene un discreto numero, appare, ne abbia preso visione. Le motivazioni, supposte, di questo limitato confronto, sono state:

- parte addebitate al fatto che la pubblicazione in piattaforma sia avvenuta in un periodo sicuramente di particolare impegno scolastico per i docenti;
- parte segnalate come esplicita problematica dei tutor ad accogliere anche la partecipazione attiva *on line* quale stimolo all’autoaggiornamento ed alla formazione collaborativa;
- parte indicate come conseguenza del mancato coinvolgimento dei GPR nella mediazione della comunicazione.

Le riflessioni conseguenti, insieme a quanto emerso dall’incontro del 9 luglio 2008 tra GPN, CS, ed i Responsabili del Piano ISS degli USR – invitati a relazionare, secondo modelli uniformi, in merito ad azioni sviluppate nel proprio territorio dai presidi ISS, punti di forza e criticità territoriali dello stesso Piano – hanno portato a definire alcune “correzioni” nelle linee guida programmatiche di attuazione del Piano, concretizzate nelle note del MIUR – Dipartimento per l’Istruzione – Direzione Generale per il personale scolastico – Ufficio VI, rispettivamente del 18 settembre 2008 ( prot.n.15061) e del 28 novembre 2008 (prot.n. 19543).

Per coadiuvare la comprensione dei contenuti di dette note si riporta, di seguito, una sintesi dei punti di forza e delle criticità<sup>10</sup>, come emersi dai report dei responsabili del Piano ISS degli USR.

### *Punti di forza:*

- *avvio ad una riflessione sui metodi d’insegnamento e alla sperimentazione di eventuali cambiamenti;*
- *creazione di reali comunità di pratiche tra le scuole della rete;*
- *approccio metodologico per l’insegnamento delle scienze che superi il confine tra le discipline a vantaggio dell’integrazione dei saperi;*
- *realizzazione di percorsi secondo i parametri ISS, allo scopo di ottenere effetti positivi nelle classi, produzione di materiali, sia didattici che di documentazione e monitoraggio dei processi;*
- *impegno e motivazione dei tutor;*
- *collaborazione con associazioni disciplinari, musei, università ed altre realtà territoriali in alcuni casi “scoperte” e coinvolte per la prima volta proprio nel Piano ISS;*
- *collegamenti tra soggetti impegnati in altri Progetti dell’area scientifica, quali, ad esempio “Lauree scientifiche” e “Scuole aperte”*

### *Criticità:*

1. *alcune problematicità nell’inserire e sperimentare coerentemente e fattivamente nella programmazione annuale delle classi le nuove proposte didattiche emerse dai Seminari nazionali del Piano e/o dal lavoro nel presidio a causa di “sfasamento” con i tempi del POF, stipula degli accordi di rete, formazione dei tutor, interazione con la Piattaforma ANSAS;*
2. *a livello didattico sussistono ancora difficoltà di documentazione (soprattutto on line) dei percorsi sperimentati e di conoscenza (in termini di metodi) delle attività dei presidi*
3. *inadeguata e/o tardiva divulgazione del Piano ISS nelle Scuole;*
4. *Limitata condivisione delle attività, spesso ottime, svolte nel singolo Presidio con gli altri Presidi, perfino se operanti nella stessa Regione.*

In riferimento all’elemento di criticità di cui al punto 1, un Gruppo di componenti del CS, nel periodo luglio-agosto 2008, struttura il documento *Suggerimenti*, allo scopo di rendere disponibile ai docenti tutor, già dall’inizio dell’anno scolastico 2008/09 – così da promuovere le azioni ISS quali parti integranti del POF – percorsi di scienze sperimentali che potessero coadiuvarli nel lavoro futuro di progettazione-programmazione e gestione delle attività di presidio. Tale documento integra, per alcune parti, i 26 precedenti “Lavori dei presidi”; della sua predisposizione, insieme ad una lettera che anticipa i contenuti della nota del 18 settembre 2008, è data notizia ai docenti tutor prima della pausa estiva. Quale allegato alla nota, *Suggerimenti*, rappresenta il primo documento reso disponibile al di fuori della Comunità ISS, viene consegnato in una versione preliminare che sarà rivista e rielaborata sulla base di un confronto approfondito all’interno e all’esterno del Gruppo, ma soprattutto sulla base di domande, osservazioni e proposte che emergeranno dalla lettura e dalle riflessioni che i Tutor formuleranno nel periodo della programmazione preliminare (20/09 - 30/10.2008). Questa interazione costruttiva allargata, caratteristica della “filosofia” di ISS, sarà facilitata dai forum predisposti dall’Agenzia nazionale per lo sviluppo dell’autonomia scolastica e guidati da moderatori<sup>11</sup>.

Per rispondere agli elementi di criticità evidenziati nei punti 2, 3 e 4 si è ritenuto utile formalizzare un *raccordo migliore, più continuo, omogeneo, coerente ed organizzato tra livello territoriale e nazionale realizzato attraverso un maggiore coinvolgimento dei Gruppi di Pilotaggio Regionali*

*a cui è demandata una maggiore responsabilità di intervento. Ad esempio, assumere iniziative atte a rendere più evidenti al proprio interno ed alle diverse realtà scolastiche le attività del Piano ISS che sono state svolte o che si svol-*

geranno nei diversi presidi del territorio. Considerato che i presidi rappresentano il centro di aggregazione dove opera, si genera e ri-genera la filosofia ISS. Ed è proprio per questo che ai GPR si richiede una gestione più efficace e un supporto maggiormente strutturato da fornire ai Presidi ed alle Scuole a questi afferenti. Le professionalità espresse dai GPR permettono di fornire quel supporto qualificato che deve essere a disposizione del territorio in modo continuo e pianificato, lo stesso protocollo d'intesa per la costituzione dei GPR prevede la presenza di rappresentanti delle Ass., dei Musei, ma anche delle Università. Non sempre questo supporto si è messo a profitto<sup>12</sup>. E' in tal senso che è opportuno leggere il "Livello Territoriale" della nota del 18 settembre 2008.

Specificatamente per l'elemento di criticità evidenziato nel punto 2, nella riunione del GPN, del 12 settembre 2008, si è convenuto di strutturare due Gruppi di lavoro nazionali:

- gruppo "Costruzione strumenti di osservazione del lavoro nei presidi"
- gruppo "Rapporti ANSAS – USR"

appunto per: acquisire conoscenza e fornire eventuale supporto in relazioni ai processi seguiti nell'attuazione dei percorsi sviluppati o in corso di realizzazione nei presidi; dare maggiore continuità alle relazioni tra livello nazionale e territoriale utilizzando tutte le aree poste a disposizione dall'ambiente di formazione on line, comprese quelle dedicate al GPR, al fine di determinare un continuo flusso comunicativo.

Il coinvolgimento dei GPR è ulteriormente formalizzato nella nota del 28 novembre 2008. Infatti, al GPR è demandato il compito di acquisire e validare – secondo criteri indicati dal GPN – le proposte di programmazione per le attività del presidio dell'a.s. 2008-2009 al fine di verificarne la coerenza con le finalità del Piano ISS... A seguito di questa validazione il GPR stilerà una sintetica relazione che faccia anche (eventualmente) riferimento ad alcuni suggerimenti e correttivi proposti ai presidi in merito alla loro programmazione.

Nella stessa nota è anche data informazione che, oltre al supporto proposto dai GPR, continueranno in piattaforma i forum predisposti dall'ANSAS, che rimarranno attivi con questa funzione, fino al 30 gennaio 2009. A tal proposito si ribadisce il ruolo rivestito dall'ambiente di formazione predisposto dall'ANSAS in quanto facilitatore delle relazioni tra presidi, anche territorialmente lontani.

Inoltre, ancora nella nota del 28 novembre 2008, è presentata l'Azione di sostegno-monitoraggio dei presidi e dei tutor, strutturata dal GPN – a seguito di un progetto proposto dal Gruppo di lavoro "Costruzione strumenti di osservazione del lavoro nei presidi" – al fine di approfondire le modalità con cui i tutor lavorano nel presidio, nelle proprie classi e sul territorio, completare il panorama delle esperienze in corso, migliorare la comprensione dei processi che si stanno sviluppando, proporre ai tutor momenti di riflessione sulle proprie azioni, diffondere le informazioni sulle potenzialità dei presidi a livello regionale e nazionale e sostenere la confrontabilità.

Tale Azione di sostegno-monitoraggio, condotta in collaborazione tra GPN e GPR, vede il coinvolgimento di più Gruppi di lavoro – terne di osservatori, di cui uno nominato dal GPR gli altri due dal GPN, per lo più appartenenti alle associazioni disciplinari – che faranno visita a presidi, secondo modalità discusse, condivise e strutturate a livello nazionale in un Seminario di formazione che si terrà nei giorni 14-15 gennaio 2009. Nella prima fase saranno osservati presidi che si proporranno per accogliere l'Azione di sostegno-monitoraggio, in numero di 2 per regione.

Anche nella struttura organizzativa predisposta<sup>13</sup> per lo svolgimento dell'Azione di sostegno-monitoraggio è possibile leggere la "filosofia" ISS. Infatti, sono coinvolti tutti gli attori del Piano: docenti tutor, docenti afferenti alla rete di scuole dei presidi, DS, GPR, Università, Musei, Associazioni, CS, GPN, insieme impegnati nella pratica della ricerca-azione, cardine del Piano ISS.

Entrambe le note ministeriali raffigurano anche il futuro. Infatti, da esse si può evincere come il Piano ISS vada progressivamente a "concretizzarsi". Con il termine concretizzarsi si intende superare la fase sperimentale, offrirsi come modello nazionale di linee guida utili alla innovazione del processo di insegnamento/apprendimento delle scienze sperimentali dalla scuola del primo ciclo al biennio del secondo<sup>14</sup>, e proporsi l'obiettivo di pervenire alla modellizzazione di percorsi formativi coerenti con l'ordinaria attività di programmazione didattica delle scuole"<sup>15</sup>.

### Bibliografia e note

1. Nota prot.15061 del 18 settembre 2008: MIUR – Dipartimento per l'Istruzione – Direzione Generale per il personale scolastico – Ufficio VI
2. Dipartimento Istruzione: Direzioni Generali per il personale della scuola, per gli ordinamenti scolastici e per gli affari internazionali
3. I.Gatti, *Piano ISS*, Annali della Pubblica Istruzione, Le Monnier, 1, (2007), 37-90
4. Parte di quanto segue riferito a Strutture operative e loro funzioni è tratto da: M.P.I-Dipartimento per l'Istruzione, *Piano ISS, I Seminario Nazionale*, MNST Leonardo da Vinci, Milano, 1 (2007), 18-19
5. Tratto dalla comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo e al Consiglio *Migliorare la qualità della formazione degli insegnanti*, BXL 03.08.2007 COM (2007) 392
6. M.P.I-Dipartimento per l'Istruzione, *Piano ISS, I Seminario Nazionale*, MNST Leonardo da Vinci, Milano, 2 (2007)
- M.P.I-Dipartimento per l'Istruzione, *Piano ISS, I Seminario Nazionale: novembre dicembre*, Città della Scienza, Napoli, 2 (2007)
7. cfr. nota 3

## Il Piano ISS - Finalità, metodologie, organizzazione nazionale e territoriale, sviluppo, futuro

8. *Policy, ricerca e strumenti per il potenziamento della cultura scientifica e tecnologica nella scuola italiana*, Annali della Pubblica Istruzione, Le Monnier, 1, (2007),
9. *Relazione Trasformazioni 2. doc*, Punto Edu Apprendimenti di Base, Forum tematici scienze, Trasformazioni, Napoli 25-27 Ottobre 2007, “Trasformazioni 2”, Carasso Mozzi - Mascitelli
10. D.Lanfranco, L.Mascitelli, S.Saiello, *Tavola rotonda: Riflessioni sul Piano ISS*, VI Conferenza Nazionale sull’insegnamento della Chimica, Bari 30-31 ottobre, 1 novembre 2008
11. cfr. nota 1
12. cfr. nota 10
13. Allegato B, nota prot. n. 19543 del 28 novembre 2008: MIUR – Dipartimento per l’Istruzione – Direzione Generale per il personale scolastico – Ufficio VI
14. cfr. nota 10
15. cfr. nota 1

# DALLA CENTRALITA' DEL PROGRAMMA ALLA CENTRALITA' DELLO STUDENTE

TIZIANO PERA, ROSARINA CARPIGNANO, GIUSEPPINA CERRATO, DANIELA LANFRANCO  
Gruppo di Didattica Chimica dell'Università di Torino  
E-mail: tizianopera@cobianchi.it; rosarina.carpignano@unito.it

## **Riassunto**

*Lo sviluppo della cittadinanza dello studente, che diventa “centrale” nel processo di insegnamento-apprendimento, è un pressante obiettivo dell'educazione. La scuola sposta il suo focus dal programma a colui o colei a cui detto programma è rivolto, con l'obiettivo di promuovere sviluppo di competenze. Si tratta di un netto cambiamento di prospettiva: la centralità dell'allievo implica che i docenti impostino il proprio lavoro in termini effettivamente costruttivisti, stabilendo innanzitutto che non esiste la “verità scientifica” visto che la Scienza può fornire solo risposte più o meno probabili. Ciò che conta è la relazione tra le domande ed i contesti di senso entro cui esse assumono un qualche significato da cui far ripartire ulteriore ricerca. Se è vero che la realtà non è là fuori ad attendere che noi la si scopra, è ancora più vero che nell'azione didattica non è possibile prescindere dai punti di vista degli studenti: i loro ragionevoli dubbi debbono avere pieno diritto di cittadinanza. Studiare può allora diventare piacevole per lo studente che vede valorizzate le sue idee e che fonda il proprio metodo sulla ricerca e non sulla stratificazione mnemonica. Ciò implica una scuola che scelga di puntare sulla qualità e che sappia utilizzare al meglio il proprio tempo*

## **INTRODUZIONE**

La centralità dello studente non è certo una novità: non è forse vero che chiunque svolga una funzione docente ha a cuore la centralità dello studente?

Sentiamo già i docenti ed i lettori che si pongono queste domande collocandosi tra coloro che già fanno e che anzi già praticano questo obiettivo spesso raggiungendolo. E sentiamo altri che sottolineano quanto alla centralità dello studente sia già dedicata la riflessione delle Indicazioni per il curricolo promosse e diffuse dal Ministro Fioroni. Un certo numero di docenti, almeno tra quelli più informati di altri, le considerano infatti pressoché superflue perché si chiedono tra sé e sé: “Chi tra gli insegnanti non considera fondamentale la centralità dello studente?”.

Eppure, forse, le cose non stanno proprio così. Forse la nostra scuola che dice di fondarsi sulla centralità dello studente, a ben guardare, si muove basandosi sulla centralità del programma. Che da questo equivoco possano trarre risposta i quesiti sull'insuccesso degli studenti tanto diffuso (esiti sconfortanti dei test OCSE-PISA)<sup>1</sup>, sull'abbandono o “mortalità scolastica”, come qualcuno chiama l'espulsione di molti giovani cittadini dal percorso di formazione? Proviamo ad analizzare più a fondo tutti gli elementi a nostra disposizione per poi tentare di trarre qualche conclusione al riguardo.

## **Le due scuole e il problema della verità**

Quando ci si trova a parlare con gli insegnanti può essere utile condividere con loro una favola di Ermanno Bencivenga intitolata appunto “Le due scuole”<sup>2</sup>, che riportiamo integralmente qui di seguito.

*“Al mondo ci sono due tipi di scuole. In uno si insegnano tutte le cose vere: chi ha veramente fondato Roma, qual è veramente la montagna più alta del mondo, chi vive veramente sott'acqua. Nell'altro invece si insegnano tutte le cose false: che Roma l'ha fondata Remo o Numa Pompilio, e che sott'acqua ci stanno draghi e sirene.*

*Fra i due tipi di scuole c'è una bella differenza. Di verità ce n'è una sola: se è vero che Romolo ha fondato Roma, non può esser vero che l'ha fondata nessun altro. Quindi i bambini che vanno in questo tipo di scuola imparano tutti le stesse cose, e quando le hanno imparate passano il tempo a ripeterle: “Roma è stata fondata da Romolo”, “Sott'acqua ci vivono i pesci” eccetera eccetera. In ogni momento dell'anno, se entrate in una scuola così ci trovate tutti i bambini che ripetono la stessa cosa, per esempio che Roma è stata fondata da Romolo. Se uno sgarra e dice che Roma l'ha fondata qualcun altro, gli danno dell'asino. Perché in queste scuole si insegna la verità, e di verità ce n'è una sola.*

*A lungo andare, anche i bambini che vanno a queste scuole diventano tutti uguali: hanno tutti un grembiolino bianco, capelli rossi e neri e gli occhi gialli e blu, e mangiano tutti il gelato alla crema di ribes. Quando crescono, vogliono tutti una macchina grande grande, con dentro il telefono e il frigorifero e la lavatrice.*

*L'altro tipo di scuola è molto diverso. Siccome per ogni cosa vera ci sono infinite cose false, ogni scuola di questo tipo insegna ai bambini cose diverse, anzi ogni bambino in una scuola così impara cose diverse dagli altri. Uno impara che Roma l'ha fondata Remo, un altro che l'ha fondata Numa Pompilio e un altro ancora che l'ha fondata suo zio Gustavo, che tanto non ha mai niente da fare. Se entrate in una scuola così ci trovate un gran pandemonio, con tutti i bambini che raccontano storie diverse e nessuno può dire a un altro che ha torto perché tanto hanno torto tutti e lo fanno in partenza. E i bambini, anche, sono diversi: uno ha gli occhi verdi e un altro bianchi, uno ha il naso davanti e un altro dietro, uno porta il grembiule e un altro lo scafandro. Quando crescono, uno vuole una macchina con dentro un frigorifero e un altro un frigorifero con dentro una macchina, uno va in giro con il vestito e la cravatta e un altro senza cravatta e senza vestito. Il problema adesso è: quale di queste è una scuola davvero?”.*

## Dalla centralità del programma alla centralità dello studente

E' chiaro che la risposta corretta sarebbe *“nessuna delle due”* o forse, riflettendoci un po' di più *“tutte e due”*. Ma non è questo il punto: occorre piuttosto domandarsi: *“A quale di queste due scuole somiglia la nostra?”*

Non è forse vero che nella nostra scuola, e segnatamente quando si affrontino aspetti sperimentali, la didattica laboratoriale è essenzialmente *“verificativa”*? Ma cosa si tratta di verificare? Delle *“leggi”* che per lo più vengono proposte come *“regolarità oggettive”*, dunque insindacabili, perfettamente coerenti con la Scuola della verità ed infatti *“di verità ce n'è una sola: se è vero che Romolo ha fondato Roma, non può esser vero che l'ha fondata nessun altro”*. A ben guardare, questo tipo di Scuola implica che nelle scienze l'esistenza di una legge sia indipendente dall'osservatore-studente perchè comunque collocata al di fuori della sua sfera di azione, depositata da sempre e per sempre nella realtà che chiamiamo non a caso *“uni-verso”*. *“L'altro tipo di scuola è molto diverso. Siccome per ogni cosa vera ci sono infinite cose false, ogni scuola di questo tipo insegna ai bambini cose diverse, anzi ogni bambino in una scuola così impara cose diverse dagli altri.”* In questo caso le leggi non corrisponderebbero a verità insindacabili: al contrario esse sarebbero sottoposte al criterio di falsificabilità e la loro stessa esistenza verrebbe sottoposta alle distinzioni compiute dall'osservatore-studente. Ne scaturirebbero dunque tanti domini di esistenza almeno quante sarebbero le distinzioni operate dagli studenti (osservatori e sperimentatori): si tratterebbe anche in questo caso di scoprire una *“oggettività”*, ma riferita alla molteplicità dei punti di vista e delle esperienze, per una realtà che offre di sé la dimensione complessa del multi-verso<sup>3</sup>, non di per sé univoco e lineare.

Ebbene: non è vero che la maggior parte degli studenti considera le leggi verificate in laboratorio alla stessa stregua di pure e semplici *“verità”*? Eppure le *“leggi”* della Chimica, della Fisica, delle Scienze non sono altro che modelli (illustrativi, esplicativi, predittivi) della realtà, che mai e poi mai la esauriscono completamente. Dunque come operare per uscire dai confini di una scuola ove tutti ripetono le stesse cose considerandole a tutti gli effetti *“vere”*?

Occorre chiarire come le *“leggi”* che studiamo rappresentino modelli che valgono per lo più in ambiti di realtà assolutamente ristretti: le nostre *“leggi”* hanno infatti validità fino a prova contraria e per lo più in ambito *“ideale”* (leggi dei gas ideali, delle soluzioni ideali, ecc.)<sup>4</sup>. Cosa ci dicono dunque queste leggi? Come dobbiamo comportarci con esse? Come farne fare esperienza ai nostri studenti? Pretendere di generalizzare una legge ideale è lo stesso atteggiamento di chi inoltratosi in una stanza buia armato di una torcia elettrica pensasse che quanto vede illuminato dal fascio di luce lo autorizzi ad estendere quella visione a tutta la stanza, anche alle parti buie. E' dunque fondamentale che gli studenti si avvicinino ai modelli della Scienza consapevoli del loro valore ristretto, relativo e parziale, dunque sempre discutibile: è indispensabile che i modelli vengano assunti in modo consapevolmente critico e comunque riferito ad un preciso *“contesto di senso”*.

Stabilito dunque che chi insegna Scienze ad ogni livello di scolarità, dalla Scuola Primaria alla Secondaria Superiore, non propone *“verità”* ma semmai modelli interpretativi che debbono essere sottoposti al vaglio della esperienza critica, possiamo porci un altro quesito che riguarda la soggettività a cui si riferisce la nostra scuola: chi è il soggetto a cui si riferisce l'azione? Chi fa l'esperienza critica se non lo studente in apprendimento? Si badi che quanto stiamo argomentando vale certo per l'insegnamento delle scienze sperimentali, ma probabilmente può essere esteso a tutte le materie di insegnamento e a tutte le didattiche che le sostanziano. A questo proposito vale qui la pena di accennare al fatto che nella scuola non si insegnano le *“discipline”* (sequenze strutturate di contenuti, concetti, metodi ed azioni dotate di specifiche epistemologie assunte convenzionalmente dalla comunità scientifica), bensì le *“materie di insegnamento”*. Queste derivano dalla trasposizione didattica delle discipline<sup>5</sup>, ove la didattica ha propria struttura, propria grammatica e proprie tecniche che non riproducono necessariamente né obbligatoriamente la epistemologia disciplinare: la didattica infatti propone e giustifica una organizzazione delle sequenze di propedeuticità anche assai differenti da quelle disciplinari.

Dunque la centralità dello studente dovrebbe essere testimoniata dal suo ruolo attivo proprio sul terreno della esperienza di ricerca, costruzione e falsificazione dei modelli, non tanto né solo su quello della loro *“verifica”* in quanto preconfezionati e costruiti da altri: secondo Varela *“la cognizione non è formata da rappresentazioni, bensì da azioni incorporate”*<sup>6</sup>. In questo senso la memoria è ben di più della semplice disponibilità di ricordi: le immagini mentali non corrispondono a raffigurazioni che scaturiscono dal solo ricordo razionale, bensì da una memoria che l'organismo reca in sé, in tutte le sue possibili delocalizzazioni sensoriali e psichiche<sup>7</sup>.

### **Dov'è la scuola degli studenti?**

Forse non è del tutto corretto parlare di una *“scuola degli studenti”* nel senso che questi non esauriscono in sé il *“sistema scuola”* nel quale infatti operano gli insegnanti, i dirigenti e tutta la lunga sequenza di lavoratori che si ritrovano nella definizione un po' troppo generica e anonima di *“personale A.T.A.”*. Tuttavia è certo che se la scuola è il luogo deputato all'apprendimento, allora i soggetti chiamati in causa sono gli studenti. Anche questa affermazione può suonare banale eppure non lo è affatto. Apprendere rappresenta un processo ove il soggetto attivo ha un ruolo insostituibile. Ma se così è, allora chi insegna ne deve tenere conto al punto da definire i contorni della propria professionalità proprio a partire da questa elementare verità: *“l'insegnante può aprire allo studente la porta del sapere,*

ma è lo studente che deve oltrepassarne la soglia”. Per questa stessa logica, che implica la consapevolezza di un ruolo e di una scelta attiva, Bruno Munari stimolava i visitatori delle sue mostre ad assumere un ruolo attivo, come avvenne nel New Jersey, quando all’entrata li obbligò a saltare un filo rosso per far loro capire che per accedere ad un luogo “altro” occorre essere consapevoli del cambiamento in atto ed assumersene da subito piena responsabilità<sup>8</sup>.

Per cercare dov’è la scuola degli studenti, quella che opera rispondendo alla loro centralità per davvero, occorre guardare alla relazione insegnamento-apprendimento come se fossimo fuori dalle cornici di cui siamo parte: occorre che si osservino i comportamenti e le dinamiche della scuola “nella scuola”, spiazzandoci dal nostro ruolo di insegnanti per diventare spettatori attenti e critici.

Allo scopo proponiamo di entrare in una situazione di didattica laboratoriale<sup>9</sup> e di studiarla come studio di caso, proprio come se stessimo assistendo all’azione che si sta svolgendo.

*L’ambiente è quello di una scuola primaria. Si sta effettuando una esperienza di “peer education”. I bambini sono in un’aula adibita a laboratorio e, accuditi da studenti di una scuola superiore sotto la supervisione della maestra, stanno riflettendo sull’esperienza della ossidazione del ferro. La loro azione pregressa è stata metodologicamente ricca di azioni aperte: dopo aver deciso di affrontare quel certo tema perché coerente con la realtà delle cose che arrugginiscono e dopo aver portato a scuola oggetti arrugginiti di vario tipo, ogni bambino ha deciso di sperimentare il processo cambiandone le condizioni al contorno.*

*Alcuni bimbi hanno deciso di sperimentare il comportamento di un chiodo di ferro, altri di una paglietta di acciaio non inox, altri di paglietta inox, altri di un pezzetto di alluminio. Poi ogni bambino ha scelto l’ambiente al contorno lasciando il proprio campione all’aria, in un contenitore d’acqua (oggetto immerso completamente o solo in parte), in acqua e sale, in acqua e aceto, in alcool, in sabbia, in una sostanza igroscopica<sup>10</sup> e così via. Ogni bambino ha descritto le caratteristiche del materiale prescelto (vedi Tabella iniziale) e ha avanzato delle ipotesi circa la possibile trasformazione. Ai bambini i peer educator hanno detto che il ferro arrugginisce perché si combina con l’ossigeno dell’aria, “come se si caricasse sulle spalle uno zainetto pieno di ossigeno”.*

*Ora, a distanza di due settimane, i bambini sono di fronte ai fenomeni di ossidazione e così constatano che il chiodo e la paglietta di ferro posti in provetta aperta all’aria si sono arrugginiti, ma meno di quanto non sia accaduto agli oggetti di ferro immersi in parte nell’acqua. Il chiodo e la paglietta di ferro immersi in parte nel  $\text{CaCl}_2$  non si sono arrugginiti affatto, come d’altra parte nulla pare essere successo al pezzetto di alluminio. Il chiodo in acqua e sale si è arrugginito ma non molto diversamente da quanto è accaduto al suo simile in acqua e aceto.*

*I ragazzi peer educator chiedono ai bambini di esaminare i differenti sistemi e di descriverne le caratteristiche attuali (vedi Tabella finale) per raccogliere le idee dei bambini circa il concetto di trasformazione.*

*Poi, uno dei grandi chiede ai piccoli: “Secondo voi pesa di più il chiodo arrugginito o quello iniziale?” La domanda potrebbe apparire retorica visto che ai bambini è stato detto che il ferro quando arrugginisce “si carica sulle spalle uno zainetto pieno di ossigeno”, dunque tutti gli adulti, compresa la maestra, si aspettano che i bimbi rispondano che il chiodo arrugginito pesa di più di quanto non pesasse all’inizio.*

*E invece accade l’imprevisto (come capita assai spesso quando si dia la parola ai bambini per accoglierne i punti di vista): la classe dei bambini si divide e più della metà conferma la risposta prevedibile, mentre un gruppo, comunque significativo, afferma che no, secondo loro il chiodo pesava di più all’inizio (quando non era ruggine) di quanto non pesi alla fine, quando ormai si è arrugginito. Questo semplice caso ripropone le due scuole di cui abbiamo detto, ovvero mette in chiaro due tipi di approccio.*

#### PRIMO APPROCCIO

Nella scuola della verità, cioè nella stragrande maggioranza delle scuole, la maestra interverrebbe per correggere: “ma no bambini, pensateci bene: se il ferro che arrugginisce si carica di ossigeno, è ovvio che il chiodo peserà di più quando sarà ruggine, non vi pare?” D’altra parte sarebbe facile per la maestra dimostrare le sue ragioni: “vi ho sempre detto di non dare risposte affrettate, riflettete: l’ossigeno si lega al chiodo di ferro, come se il ferro se lo caricasse sulle spalle: un po’ come fate voi quando vi mettete sulla schiena lo zaino con i libri. Pesate di più quando avete caricato lo zaino o quando non lo avete sulle spalle?”<sup>11</sup>. La maestra, abile nel proporre la didattica attraverso le analogie, mette i bambini di fronte ad una logica razionale e perfino coinvolgente: l’esperienza sensoriale-percettiva. I bambini sono portati ad ammettere che l’analogia è convincente e dunque a scartare la loro ipotesi come “errata” per aderire a quella che la maestra induce loro: “sì, è chiaro: il chiodo arrugginito peserà di più di quanto non pesasse il chiodo iniziale”. In questo caso lo studente è portato a considerare quanto sia importante seguire i ragionamenti della maestra e quanto siano meno importanti quelli che a lui erano passati nella mente. L’atteggiamento che scaturisce dal ripetersi di questa dinamica e della postura che ne deriva porta generalmente alla passività dello studente che finisce per adagiarsi su una scuola ripetitiva, funzionale a soddisfare le attese presunte dell’insegnante più che a costruire percorsi di apprendimento autonomi da quello.

## Dalla centralità del programma alla centralità dello studente

### SECONDO APPROCCIO

Esiste un diverso atteggiamento a cui il docente può ispirarsi che potremmo chiamare “*delle bisociazioni*” (“*gioco della doppia visione*”)<sup>12</sup> e che, di fronte ad una domanda che si riferisce ad un problema, parte dall’idea che non esista “una” sola ragione ed “una” sola risposta, bensì molteplici possibili ragioni e dunque molteplici possibili risposte, tutte altrettanto legittime perché riferite a differenti punti di vista. Partendo da questa posizione l’insegnante si rivolge ai bambini che hanno offerto la risposta imprevista, cioè che *pesa di meno il chiodo arrugginito* e invece di correggerli si pone in una prospettiva di indagine e chiede loro: “*perché dite così? Per quali ragioni dite che il chiodo con l’arrugginimento perderebbe di peso rispetto al suo valore iniziale?*”. In questo modo la maestra assume la posizione di chi ascolta le ragioni degli studenti evitando di pre-giudicarle e traendone anzi indicazioni preziose come ad esempio la spiegazione che ne dà Matteo: “*Vedi maestra, dico così perché guarda..., vedi che qui nella provetta dove c’è il chiodo arrugginito nell’acqua si è staccata un po’ di ruggine che se n’è andata sul fondo? Dunque il chiodo adesso pesa meno di quando non era ruggine*”. Come non convenire che Matteo ha ragione? Come non ammettere che il suo ragionamento è frutto di una percezione precisa e logicamente rielaborata? Certo è un fatto che l’ossido ferrico ha massa maggiore (pesa di più) del ferro metallico iniziale di cui è costituito il chiodo e però anche Matteo afferma il vero.

### Le ragioni coesistenti

In questo caso le cornici di riferimento (della maestra che lavora nella scuola della verità e di Matteo che lavora alla scuola dell’esperienza) sono differenti e dunque ne derivano risposte diverse: ciò che conta è osservare che entrambe sono corrette rispetto alle logiche relative da cui prendono le mosse. E’ corretto infatti affermare che  $Fe_2O_3$  ha massa maggiore di Fe se si considera il sistema chiuso ai trasferimenti di materia, vale a dire se consideriamo come parti dello stesso chiodo anche i residui di ruggine che Matteo vede sul fondo della provetta. D’altra parte anche Matteo ha ragione di sostenere che il chiodo arrugginito, considerato sistema a sé, ha perso della massa e dunque, seppur relativamente, deve pesare di meno. Salvo prove sperimentali ulteriori, possiamo convenire che la ragione assiste entrambi. La maestra afferma infatti: “*bravo Matteo, hai ragione, sei un acuto osservatore, io non ci avevo pensato. Adesso possiamo rifare l’esperienza pesando il chiodo prima e dopo l’arrugginimento, o scegliendo di pesare il chiodo, più l’acqua, più la provetta prima e dopo la trasformazione.*” Si arriverà ad un accordo tra le due versioni solo modificando le cornici di riferimento così che maestra e bambino, entrambi protagonisti, possano riferirsi alla stessa esperienza condividendone le decisioni attuative e i criteri di osservazione. Questo è il vero “contratto formativo” che è esplicito nella relazione delle scelte (motivazione, formulazione ipotesi, azione e riflessione). Tuttavia, ciò che qui interessa, è la prospettiva di responsabilizzazione che viene offerta a Matteo e ai suoi compagni che come lui sostengono una ipotesi giustificandone il senso. Matteo, accompagnato dalla maestra, potrà cambiare la sua visione delle cose ma non adattandosi passivamente alla versione altrui, bensì modificando il suo punto di vista come risultato di una esperienza direttamente vissuta. Inoltre Matteo, gratificato della attenzione prestata alle sue ragioni, se la sentirà di avanzare le sue ipotesi e di esprimere le sue idee anche in situazioni successive, accettando per sé il ruolo di protagonista del proprio stesso processo di apprendimento: non è forse questa la prospettiva corretta per sperare che gli studenti raggiungano effettivamente traguardi di competenza?

Naturalmente l’aspetto speculativo può andare oltre il livello espresso da questo studio di caso ed arrivare a concettualizzare l’idea di trasformazione come qualcosa di intimo alla materia, che cambia contemporaneamente il ferro e l’ossigeno, visto che l’ossido ferrico è sostanza “altra”, non riducibile alla semplice somma degli atomi originari. Non è affatto escluso che questo obiettivo di competenza si possa raggiungere anche alla scuola primaria<sup>13</sup>, a patto naturalmente che l’insegnante non lo proponga in modo prescrittivo, nella prospettiva della scuola della verità, che ne pregiudicherebbe il processo costruttivo da parte del bambino. Tuttavia lo studio di caso che abbiamo visto, al di là del livello di concettualizzazione indagato, ci pare emblematico del differente approccio che può-deve caratterizzare il docente ricercatore di “*mondi possibili*”<sup>14</sup> quali sono appunto quelli degli studenti soggetti di apprendimento.

### Il piacere di studiare

Occorre infatti che gli insegnanti imparino ad operare come “ricercatori dei mondi possibili” e non come docenti della scuola che si fonda sulle verità del programma. La centralità dell’allievo nel suo stesso processo di apprendimento è infatti legata all’orizzonte entro cui studiare. All’insegnante si chiede dunque di lavorare alla costruzione di questo orizzonte, così che stimoli una passione gioiosa, piacevole e carica di pathos, che sappia proporre lo studio come risposta al desiderio di superare le difficoltà, quel desiderio che pervade “*il piacere di pensare*”<sup>15</sup>. Contro le dinamiche dell’individualismo utilitarista, è necessario recuperare la volontà che spinge i bambini ad imparare, ad educarsi e ad impossessarsi di una cultura per uscire dall’autocentratura e iniziare finalmente a muoversi allo scoperto, verso il mondo esterno ed “altro” da sé<sup>16</sup>, un mondo da apprendere, comprendere, abitare, gustare, sapere. Una scuola che con il suo approccio fondato sulle “verità” predeterminate dal programma castrì sul nascere il protagonismo dello studente non risponde ad alcun obiettivo effettivamente formativo, ma semmai si appiattisce su una prospettiva autoritaria e deformante, che finisce per incidere negativamente sulla psiche dello studente frustrandone e compromettendone le po-

tenzialità di emancipazione<sup>17</sup>.

D'altra parte se è certo che l'apprendimento scolastico è anche utile, resta il fatto che esso fonda le sue radici nel desiderio: Hillman parla esplicitamente di *"piaceri del pensiero, passioni delle idee, erotismo della mente"*<sup>15</sup>.

Molto spesso gli insegnanti pensano che sia proficuo attrarre l'attenzione dei bambini e più in generale degli studenti proponendo loro una didattica "divertente" o comunque "facile". Crediamo non si possa pretendere che il docente s'inventi tutte le volte qualcosa di spettacolare per attrarre a sé gli allievi né che debba rendere facili le cose che facili non sono: è chiaro che la seduzione conta anche nelle relazioni didattiche e può essere meritorio ricorrervi per facilitare gli apprendimenti, se e quando questo fosse possibile, tuttavia non è detto che tutto ciò sia utile di per sé. *"Pensare dev'essere difficile, perchè no? Lo sci è difficile, e così il giardinaggio. E danno piacere. Non divertimento, non svago, non intrattenimento, ma piacere"*<sup>15</sup>. Evidentemente, se tutto questo ha senso, i problemi di apprendimento che pure vengono alla luce nel caso di studenti dotati di normali capacità, scaturiscono dall'assenza di desiderio.

### **Il tempo e la sua qualità**

Lo studente viene prima dell'oggetto di studio che la Scuola gli propone: materia, energia, luce, colore, germinazione, cristallizzazione e così via sono proposte esplicative della prassi in cui vive lo studente-persona. Per consegnare nelle mani degli studenti il proprio ruolo di attori del processo di apprendimento occorre che gli insegnanti mutino il loro ruolo: da arbitri e giudici quali essi sono nella scuola delle verità ad allenatori, accompagnatori. Per dare corpo a questa metamorfosi è necessario ascoltare le ragioni dell'altro: è indispensabile conoscere quello che passa nella testa e nel cuore degli allievi e per questo occorre dotarsi della pazienza necessaria all'incontro con loro. La pazienza di cui parliamo non è affatto sinonimo di sopportazione, ma di tenacia, audacia e perseveranza nel costruire la relazione educativa che si basi sul confronto con gli studenti. Occorre partire dall'idea che la relazione didattica insegnamento-apprendimento si propone come una vera e propria mediazione interculturale tra mondi, linguaggi, passioni e desideri differenti: allievo e insegnante sono portatori di testimonianze e saperi differenti, di cui è naturalmente intriso lo stesso conflitto generazionale. La scuola del programma si illude di superare l'ostacolo spostando la relazione tra allievo e insegnante sul piano del curriculum, al di fuori cioè delle rispettive soggettività. In verità, così facendo, la scuola rinuncia alla sua unica e vera funzione che è legata alla formazione dello studente non già come individuo, bensì come "persona", cioè come soggetto di *"cittadinanza attiva"*. In questa prospettiva, tutti gli alunni sono ugualmente "stranieri" rispetto alla cultura adulta. Spesso si riferisce l'interculturalità alla presenza in classe di studenti stranieri ma, a ben guardare, essa riguarda più generalmente la relazione insegnante-studente. A questo proposito dunque possiamo considerare come rivolte a tutti le raccomandazioni UE recepite dallo Stato Italiano: *"La pedagogia contemporanea, sia pure con varie sfumature, è orientata alla valorizzazione della persona e alla costruzione di progetti educativi che si fondino sull'unicità biografica e relazionale dello studente."*<sup>18</sup>

Se la didattica viene inserita nella cornice interculturale (valgono qui i principi generali secondo cui occorre operare per gettare "ponti di comunicazione" seguendo molteplici piste quali ad esempio: accoglienza/inserimento, educazione ambientale, didattica disciplinare, conoscenza dell'altro) è chiaro che si accetta in partenza l'idea che apprendere implichi spiazzamento, forse disagio, certo fatica, spesso ansia: com'è possibile trovare motivazione in un mondo che pare non ricompensare questo sforzo con positive promesse di futuro se non vi introduciamo una prospettiva intrinseca di piacere? Un docente che non si ponga il problema, che non cerchi di sintonizzarsi sulla lunghezza d'onda dello studente per accoglierne le istanze e per ascoltarne le pulsioni non potrà mai farsi tramite di un reale processo di formazione<sup>19</sup>. Tutto questo implica una nuova relazione tra la proposta didattica che mette al centro lo studente ed il tempo a disposizione: molti docenti sono disposti ad ammettere che per una scuola di qualità occorre lavorare sul protagonismo degli studenti ed è facile trovare largo consenso circa la necessità di un apprendimento basato sul sapere, dunque su una conoscenza esperita e situata entro definiti contesti di senso, ma gli stessi docenti che accettano e addirittura auspicano questa prospettiva ne sanciscono l'impraticabilità perchè a scuola non ci sarebbe il tempo necessario. Questo riferimento alla mancanza di tempo testimonia che la nostra scuola privilegia il paradigma quantitativo a quello qualitativo: occorre dunque che si prenda coscienza della necessità di uscire da questa asfissiante contraddizione. Inoltre anche la questione del tempo viene letta riferendosi alla centralità del programma e non certo al tempo dello studente. A questo riguardo vorremmo uscire dalle consuete cornici di ragionamento che pongono il tempo come lineare, omogeneo e inarrestabile: non ci convince l'immagine dell'insegnante e dello studente che vivono nel tempo come se percorressero una strada<sup>20</sup>. Se l'insegnante agisce considerando la centralità dello studente, ecco che il riferimento temporale si sposta necessariamente su quest'ultimo centrando l'attenzione sulla sua persona, sul suo momento vitale, sui traguardi della sua competenza che è certo legata al programma, ma che è irriducibile a questo. Ciò implica una scelta radicale e consapevole per il docente-ricercatore: egli deve scegliere di abbandonare l'idea di svolgere necessariamente tutto il programma per privilegiarne i concetti strutturanti, le parti qualitativamente fondanti, eventualmente anche imprevedute purchè funzionali affinché lo studente incontri il sapere e ne faccia esperienza vissuta ben oltre la conoscenza. Il consueto dilemma qualità verso quantità va risolto in modo esplicito per uscire dall'ipocrisia che domina il sistema scuola: è infatti palese che le scelte programmatiche sono comunque all'ordine del giorno di ogni insegnante e tuttavia vanno modificati la prospettiva ed i criteri di scelta. In genere il docente sceglie le parti da propor-

## Dalla centralità del programma alla centralità dello studente

re agli studenti seguendo la logica lineare presentata dai libri di testo, eventualmente saltandone alcune parti giudicate ininfluenti oppure “scomode” per focalizzarsi su altre che offrono maggiori tassi di sicurezza e garanzia al docente stesso. Si fa dunque finta di attenersi al programma anche se tutti sanno che così non è; si fa anche finta di scegliere per il bene dell’allievo quando invece la scelta corrisponde per lo più all’interesse del docente. Scatta poi l’ipocrisia della finta relazione: il docente fa lezione e spiega quanto ha deciso di spiegare, l’allievo ascolta spesso passivamente per poi ripetere quanto ha detto l’insegnante a cui comunque restituirà quanto egli si aspetta di ricevere e niente di più. Il docente farà finta di esserne soddisfatto (non indagherà la reale competenza del discente), esprimerà un voto soddisfacente che i genitori apprezzeranno perché lo interpreteranno come indicativo della preparazione del proprio figlio (senza curarsi della sua reale emancipazione e della felicità che dovrebbe derivarne).

Una scuola vera, che ambisca ad essere maestra di vita, deve privilegiare la qualità dell’apprendimento alla quantità delle cose proposte dal programma: una scuola così deve dare attuazione all’autonomia didattica sostanzialmente con un POF che elegga lo studente a soggetto dell’azione didattica. Si tratta di un cambiamento di paradigma: tradizionalmente allo studente viene attribuita la funzione di “oggetto” dell’azione didattica che riconosce la soggettività esclusiva del docente.

### L’insegnamento come ricerca cosciente

La prospettiva di lavoro è legata dunque all’atteggiamento di un insegnante che invece di pensare che il suo compito sia trasferire conoscenze, concetti e saperi ai propri studenti, parte dall’idea che conoscenze, concetti e saperi possono essere offerti ad ogni studente solo come obiettivi o strumenti della sua propria ricerca. Questo atteggiamento, fortemente caratterizzato dall’impegno collaborativo, implica alcune azioni di cui è possibile fornire una indicazione sintetica esplicitamente calata nella funzione docente:

1. **Ascoltare davvero gli alunni**, senza mai dare per scontato che dicano “sciocchezze”, che non conoscano o che non sappiano. I bambini ed i ragazzi hanno una loro idea su qualsiasi argomento, si costruiscono modelli mentali per poter comprendere il mondo e se noi insegnanti non ci rapportassimo al loro modo di conoscere non riusciremmo ad essere incisivi nella proposta. Dobbiamo partire da ciò gli studenti già “sanno”, perciò essere attenti a tutti gli indizi che ci rimandano e che noi dobbiamo comunque sollecitare: queste “tracce” sono, per i docenti pronti o interessati a rilevarle, ricche indicazioni sulla correttezza o meno del percorso intrapreso e del processo in corso. Facciamo un esempio: è consueto che in prima elementare, nell’area Matematica, ci si ponga l’obiettivo di studiare i primi 20 numeri interi e le loro caratteristiche. Prima di procedere occorrerebbe chiedersi se i bambini li conoscano già (spesso l’argomento viene svolto già alla scuola dell’infanzia) poiché, se così fosse, la proposta sarebbe probabilmente incoerente con i loro desideri e le loro attese e rischierebbe di annoiarli. Ad esempio il fatto poi che i libri di testo riferiti a questa fascia di scolarità trattino solo i primi 20 numeri non è un motivo sufficiente per frustare il bisogno di nuovi saperi che i bambini potrebbero manifestare: dunque occorre scoprirlo per agire al meglio.
2. **Ancorare i contenuti proposti alle conoscenze ed esperienze che gli alunni già possiedono** “umanizzando i saperi per limitare la dispersione della conoscenza”<sup>21</sup>. La scelta dei temi da proporre, quando per l’insegnante è possibile sceglierli, come ad esempio accade nella scuola primaria, deve essere vicina agli alunni, inserita in un contesto di senso riferibile ai bambini ed ai ragazzi e non solo all’insegnante: non si tratta di proporre solo contenuti di prossimalità, ma di ancorare la proposta ad un contratto formativo autentico, nella cui struttura relazionale lo studente sia soggetto paritetico, almeno sul piano della corresponsabilità. Questo vuol dire per esempio pensare agli argomenti da sviluppare proponendo preliminarmente agli studenti una attività di brainstorming, o svolgendo indagini sulle mappe mentali della classe<sup>22</sup> riferite al nuovo argomento come ad un “problema”, sul quale i ragazzi possano collaborativamente misurarsi.
3. **Contestualizzare i saperi** e offrire occasioni perché gli allievi si costruiscano una loro personale rete di conoscenze esperite (*saperi situati*) che possano successivamente essere estrapolati a contesti “altri”. Come fare a integrare i saperi così diversi proposti dalle discipline che le rispettive epistemologie suddividono in tante diverse reti concettuali troppo spesso autoreferenziali? Possiamo aiutare i bambini e gli studenti in genere scegliendo percorsi che più facilmente si interconnettano tra di loro e con la realtà per come essa si presenta alla nostra percezione. E’ importante che l’insegnante non dimentichi che la percezione degli adulti è condizionata dalla rete dei loro saperi, certo diversa da quella a cui si riferiscono gli studenti, ma soprattutto è necessario che faccia notare le molteplici connessioni tra le diverse materie di insegnamento. E’ bene essere coscienti del fatto che ogni alunno ha una sua personale rete di conoscenze che non solo è diversa da quella dell’insegnante, ma anche da quella dei compagni. E’ poi anche necessario riconoscere che nella costruzione della propria rete, è possibile che ogni studente si muova in modo diverso: va assecondato, seguito e accompagnato dall’insegnante che deve tenere sotto controllo il processo per ricercare ed esplorare “mondi possibili”. Partendo dalle reti concettuali dei singoli allievi e accompagnandone la socializzazione nella classe può avvenire l’ulteriore salto di qualità che porta dall’identità del singolo alla sua piena appartenenza al gruppo (*cittadinanza attiva*).

4. **Essere coerenti nei percorsi scelti in modo da evitare l'episodicità.** L'insegnante deve sapere dove quel determinato contenuto, argomento, informazione o nozione va a parare e se e quando proporlo perché possa permettere la costruzione di concetti da parte dello studente. Se per concetto s'intende la rete complessa di relazioni tra nozioni, orientate in funzione del contesto di senso, risulta chiaro che i concetti non si possono insegnare poiché sta allo studente il compito di ricercarne la struttura in riferimento all'ambito di coerenza. Quando si propone un argomento è bene poi ricercarne ed offrire vari punti di vista e frequentarne le implicazioni non solo macroscopiche ma anche, quando la situazione lo consente, andare più in profondità chiamando lo studente ad assumere il proprio ruolo attivo, così da evitare frammentazioni e semplificazioni a volte insoddisfacenti, improprie e fuorvianti. Il rischio delle misconoscenze va assunto come strutturale dei processi di apprendimento: ciò che conta è esserne coscienti e assumere l'errore, anche eventualmente quello "resistente" alle confutazioni, come ambito di ricerca e rielaborazione ulteriore. A parte la necessità dell'insegnante di dominare specifici contenuti-concetti disciplinari, unica via che permette di destrutturarne la linearità per abitarne complessità e ricchezza tanto da poterne gestire la trasposizione didattica, egli deve poi collocare la sua azione di accompagnamento entro un contesto curricolare, sapendo che il viaggio dello studente non sarà breve e che il paesaggio che si svelerà agli occhi di entrambi (insegnante e studente) è importante tanto quanto la meta (coerenza del curriculum verticale sui diversi anni, ma anche in termini di possibile approfondimento sul singolo anno e coerenza orizzontale fra i contenuti delle materie dello stesso anno).
5. **Potenziare significativamente le attività di gruppo, collaborative e laboratoriali, rispetto alla lezione frontale.** Poiché esistono diverse tipologie di lavoro in collaborazione (dalle attività di laboratorio tradizionalmente intese alla peer education, al cooperative learning, al tutoring, al lavoro a coppie per livello, ecc.) l'insegnante, in base agli obiettivi che si propone, si deve porre nella condizione di scegliere la tipologia più adatta al contesto di classe. Anche qui è necessario che egli sia cosciente della necessità di cambiare il proprio ruolo visto che in questo genere di attività egli si trova a delegare parte del proprio lavoro ad "altri" assumendo in proprio quello di "regista", attento sia al processo educativo che si sta svolgendo che alle dinamiche relazionali in atto. Ogni materia può essere affrontata in forma laboratoriale e cooperativa: sta all'insegnante scegliere le modalità ed il momento giusto.
6. **Prevedere numerosi momenti di riflessione collettiva** che aiutino gli alunni a rivedere il percorso fatto fino a quel momento e le possibili varianti. Con la pratica e con il costante ricorso alle occasioni di riflessione, sia individuale che collettiva, gli alunni impareranno ad assumere coscienza del loro stesso modo di conoscere e a confrontarlo con quello dei compagni. Bateson chiama "deutero-apprendimento" o "apprendimento secondario" la coscienza di come noi stessi apprendiamo<sup>23</sup>. L'apprendimento secondario passa dalla consapevolezza delle abilità che mettiamo in atto quando apprendiamo: si tratta di un apprendimento che ci consente di cambiare il nostro stesso modo di apprendere per renderlo più ricco e piacevole, più efficace ed efficiente. La metariflessione, che significa ripercorrere la propria esperienza esplicitandone le strategie utilizzate, le fasi cognitive e il vissuto emotivo, è fondamentale perché consente agli studenti di elaborare metodi e modelli che possono orientare la costruzione dei concetti come mappe personali. Queste, strumento indispensabile per ogni allievo che partendo dal proprio universo di idee desideri metterle in discussione socializzandole, si alimentano del confronto con le esperienze degli altri arricchendosi ed assumendo la prospettiva della multidirezionalità dei punti di vista (multiverso) come ulteriore fattore costitutivo. Nella classe l'unicità del sé cognitivo<sup>24</sup> è messa in comune per produrre costante ed ulteriore genesi di significato. Riferendoci alle Scienze Sperimentali (ma la prospettiva appare piuttosto generale e generalizzabile), occorre ricordare infatti che "le asserzioni scientifiche sono affermazioni consensuali valide unicamente all'interno della comunità di osservatori standard che le genera."<sup>25</sup>
7. **Porre attenzione alla creazione del gruppo classe e delle dinamiche relazionali.** L'obiettivo principale è quello della relazione tra lo studente-persona e la sua dimensione di cittadinanza attiva che ne sviluppa la dimensione sociale anche riferita all'ambiente: "conoscere ... è attività costitutiva del complesso flessibile organismo-nel-suo-ambiente"<sup>26</sup>. Quando la classe si costituisce come "gruppo", gli studenti sviluppano un vivo senso di appartenenza ove le singole identità si sviluppano in modo armonico entro la rete sociale e ambientale: ciò porta ad assumere responsabilità di scelta personale in coerenza con i problemi del gruppo e dell'ambiente, vissuti come propri. Ci si aiuterà a vicenda e si presterà cura anche all'umore e alle emozioni reciproche che saranno accolte con rispetto.

#### Studio mnemonico e memoria di sé

In conclusione e ad ulteriore sostegno della prospettiva fin qui delineata, è bene far mente locale circa gli stereotipi della scuola di tutti i giorni. Quante volte si sono sentite affermazioni o giudizi del tipo "l'allievo non possiede un metodo di studio" oppure "si avvale di uno studio mnemonico"? Emiliani sostiene che "se ad uno studente manca un metodo efficace di lavoro, non gli manca il metodo efficace di lavoro, ma il suo metodo efficace di lavoro"<sup>27</sup>. Il metodo di studio necessita certo di tecniche (le tecniche di sintesi funzionali a saper prendere appunti, le tecniche degli schemi, delle tabelle sinottiche, della meta-memoria, cioè prendere coscienza delle proprie procedure di memorizzazione ecc.)

## Dalla centralità del programma alla centralità dello studente

e tuttavia non può prescindere dagli aspetti della volizione e della coscienza del proprio ruolo da parte dello studente. Quanto allo studio mnemonico di semplice accumulazione, tanto diffuso tra gli studenti, esso testimonia semplicemente il gioco a cui la scuola si piega quando verifici e valuti le conoscenze o i concetti canonizzandoli, privandoli degli sfondi che conferiscono significato e soprattutto sequestrandoli alla elaborazione critica, imprevedibile e destabilizzante degli studenti che ne dovrebbero invece frequentare lo spessore complesso. Memorizzare non significa accumulare informazioni, bensì collegarle come nuove conoscenze nel magazzino a lungo termine, dopo un processo di riconoscimento, selezione e sintesi. Gli studenti, o comunque molti di loro, privati di ruolo affettivo e attivo, finiscono per restituire al docente ciò che egli si aspetta di ricevere. In questi casi gli allievi riproducono passivamente il costrutto cognitivo del docente, da loro non digerito né maturato: in questo senso si potrebbe tranquillamente parlare di colonizzazione culturale da parte della generazione adulta e di integrazione mancata di quella giovanile di cui non ci si preoccupa di intercettare dinamiche mentali, passioni, linguaggi, aspettative. D'altro canto lo studio mnemonico testimonia della rinuncia degli studenti che pensano di risolvere così l'ansia dell'apprendimento, senza rendersi conto che, in questo modo, rinunciano a coglierne l'anima negandosi alla dimensione di piacere riferita all'apprendimento. Una Scuola che fonda la propria azione didattica sulla centralità dello studente, sulla sua esperienza diretta del mondo e sulla sua assunzione di responsabilità circa le scelte che riguardano la propria stessa emancipazione culturale risponde effettivamente alle proprie finalità formative rispecchiandole nei propri studenti e considerandoli "persone". D'altra parte un processo di apprendimento fondato sul protagonismo degli studenti permette loro di costruire una propria memoria di sé. Accontentarsi della scuola di sempre, che evidentemente questi problemi non ha saputo vedere né saputo risolvere, significa rinunciare a disegnare il nostro stesso futuro con il contributo degli studenti, che a loro volta dovrebbero con noi insegnanti e adulti dipingere il loro: in ultima analisi significa accettare una scuola triste ed autoritaria per una vita altrettanto e irrimediabilmente triste, ove gli studenti sono totalmente stranieri a se stessi, non potendo abitare la scuola come propria casa ed il mondo con la propria testa. E pensare che insegnare, studiare e imparare ha rappresentato nei secoli e costituisce ancora oggi un insieme carico di bellezza, seduzione, stupore e piacere, che può fare esplodere l'entusiasmo per la nostra vita e per quella dei nostri studenti.

**TABELLA INIZIALE (PRIMA)**  
CAMPIONE: PAGLIETTA DI ACCIAIO NON INOX

Variabile sotto osservazione <sup>28</sup>	Colonna 1 <b>Osservazioni iniziali</b> <sup>29</sup> Paglietta pulita	Colonna 2 Osservazioni finali Paglietta arrugginita
MAGNETISMO	<i>È attratta dalla calamita</i>	
MASSA (PESO)	<i>Misuriamo il peso iniziale</i> <sup>30</sup>	
ASPETTO MORFOLOGICO	<i>È reticolata, bucherellata, fibrosa</i>	
ASPETTO DI STRUTTURA	<i>È composta da fili sottilissimi, attorcigliati, non è compatta</i>	
COLORE	<i>È grigia argentata</i>	
ODORE	<i>Non ha odore</i>	
ALLA MANIPOLAZIONE	<i>Si può deformare, schiacciare, appallottolare</i>	
RESISTENZA MECCANICA	<i>È difficile da rompere con le mani; si può tagliare con le forbici</i>	
CEDE COLORE	<i>Perde peli, ma non sporca le mani</i>	
AL TATTO	<i>È morbida al tatto</i>	
COMPORAMENTO CHIMICO	<i>Può diventare ruggine</i>	

**TABELLA INIZIALE (PRIMA e POI)**  
CAMPIONE: PAGLIETTA DI ACCIAIO NON INOX

Variabile sotto osservazione <sup>28</sup>	Colonna 1 <b>Osservazioni iniziali</b> Paglietta pulita	Colonna 2 <b>Osservazioni finali</b> Paglietta arrugginita
MAGNETISMO	<i>È attratta dalla calamita</i>	<i>Non è attratta dalla calamita</i>
MASSA (PESO)	<i>Misuriamo il peso iniziale</i>	<b>Il peso finale è maggiore di quello iniziale</b> <b>La paglietta pesa di più alla fine</b>
ASPETTO MORFOLOGICO	<i>È reticolata, bucherellata, fibrosa</i>	<i>È fatta di polvere, peli e scaglette</i>
ASPETTO DI STRUTTURA	<i>È composta da fili sottilissimi, attorcigliati, non è compatta</i>	<i>È composta da fili sottilissimi e attorcigliati che sembrano fragili</i>
COLORE	<i>È grigia argentata</i>	<i>È color rosso mattone con chiazze arancione</i>
ODORE	<i>Non ha odore</i>	
ALLA MANIPOLAZIONE	<i>Si può deformare, schiacciare, appallottolare</i>	<i>Non è modellabile perché si rompe</i>
RESISTENZA MECCANICA	<i>È difficile da rompere con le mani; si può tagliare con le forbici</i>	<i>Si disfa, va in briciole se la tocchi anche solo con le mani</i>
CEDE COLORE	<i>Perde peli, ma non sporca le mani</i>	<i>Colora il foglio e sporca le mani</i>
AL TATTO	<i>È morbida al tatto</i>	<i>È secca al tatto</i>
COMPORTAMENTO CHIMICO	<i>Può diventare ruggine</i>	<i>Non può diventare ferro</i>

### Bibliografia

1. Pisa 2006 – Le competenze in scienze, lettura e matematica degli studenti quindicenni  
[http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006\\_it\\_05](http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006_it_05)
2. E. Bencivenga, “*La Filosofia in 40 favole*”, Mondadori, Milano, 2007.
3. H. Maturana, “*Autocoscienza e realtà*”, Raffaello Cortina Editore, Milano, 1993.
4. Popper afferma: “Non è giustificato inferire asserzioni universali, quindi leggi valide per un numero infinito di eventi, da asserzioni particolari, che descrivono un singolo evento: la scienza non è quindi verificabile empiricamente” in K. R Popper, “*Logica della scoperta scientifica*” [1934], Einaudi, Torino, 1970.
5. Per “trasposizione didattica” si intende la trasformazione di un “sapere” accademico adulto e spesso disciplinare in un “sapere” da insegnare nel contesto didattico.
6. F.J. Varela, “*Un know how per l’etica*”, Laterza, Roma, Bari, 1992.
7. S.M. Kosslyn, “*Le immagini della mente*”, Giunti, Firenze, 1989.
8. B. Finessi (a cura di) “*Su Munari. 104 testimonianze e 152 inediti di Bruno Munari*”, Abitare Segesta, Milano, 2005.
9. Si tratta di una situazione didattica d’aula sul tema “Le trasformazioni”, realizzata presso la Scuola Primaria “M. Peron” di Verbania (VB), a cui abbiamo assistito effettivamente e di cui abbiamo registrato gli eventi, le dinamiche ed i dati di riferimento, che sono poi stati riportati nel sito di ANSAS, tra i materiali di ISS sulla piattaforma “Apprendimenti di base”.
10. Cioè che assorbe l’acqua (anche l’umidità dell’aria) come fa ad esempio per un certo tempo (anche per qualche settimana) il cloruro di calcio (CaCl<sub>2</sub>), suggerito dagli studenti più grandi o dalla maestra.
11. È chiaro che in questo caso il concetto di trasformazione non implica solo un contatto tra le parti ma un vero e proprio legame che “cambia la natura” di entrambi i protagonisti (del ferro e dell’ossigeno). È vero che qui il concetto di trasformazione è fragile e ingenuo, tuttavia l’analogia ponderale regge bene l’obiettivo del ragionamento che si propone di mettere in luce.
12. M. Sclavi, “*Arte di ascoltare e mondi possibili. Come si esce dalle cornici di cui siamo parte*”, Paravia Bruno Mondadori, Milano, 2003.

## Dalla centralità del programma alla centralità dello studente

13. "Designing and conducting empirical investigations in K-8 classrooms", in AA.VV. "Taking Science to school", National Research Council, National Academies Press, Washington, D.C., USA, 2007.
14. M. Sclavi, *ibidem*.
15. J. Hillman, "Il piacere di pensare, conversazione con Silvia Ronchey", Rizzoli, Milano, 2002.
16. S. Freud, "Introduzione al narcisismo", Bollati Boringhieri, Torino, 1976.
17. U. Galimberti "Il soggetto e l'azione" in "Psiche e techne, l'uomo nell'età della tecnica", Feltrinelli, Milano, 2004.
18. M.P.I., "La via italiana per la scuola interculturale e l'integrazione degli alunni stranieri", a cura dell'Osservatorio per l'integrazione degli alunni stranieri e l'educazione interculturale, 2007.
19. D. Pennac, "Diario di scuola", Feltrinelli, Milano, 2008.
20. R. Panikkar, "La porta stretta della conoscenza", Rizzoli RCS, Milano, 2005.
21. E. Morin, intervento tenuto alla presentazione del documento del M.P.I. "Cultura scuola persona. Verso le indicazioni nazionali per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo di istruzione", Roma, 2007.
22. J. D. Novak, D. B. Gowin, "Imparando ad imparare", SEI, Torino, 1989.
23. G. Bateson, "Verso un'ecologia della mente", Adelphi, Milano, 1985.
24. F. Varela, "Un know how per l'etica", *ibidem*.
25. H. Maturana, "Autocoscienza e realtà", *ibidem*.
26. S. Manghi, "Il gatto con le ali", Asterios Editore, Trieste, 2000.
27. A. Emiliani, "Mappe concettuali, uno strumento per la promozione dell'apprendimento significativo", *Filosofia e Scuola*, 2, 1997 (reperibile in [http://lgxserver.uniba.it/lei/scuola/insfil/ins2\\_1.htm](http://lgxserver.uniba.it/lei/scuola/insfil/ins2_1.htm)).
28. Questa colonna è redatta dalla maestra per mettere in luce i suoi riferimenti.
29. Questa parte è tratta dalla registrazione scritta della maestra che riferisce quanto affermato dai bambini. Negli appunti ci sono anche alcune sue annotazioni (es. in corrispondenza del magnetismo la maestra si appunta "è ferromagnetica") che qui non sono riportate onde evitare fraintendimenti.
30. Come riferito altrove è qui interessante segnalare che tra le ipotesi formulate dai bambini vi sia stata la previsione che il peso degli oggetti arrugginiti potesse essere inferiore rispetto a quello iniziale degli stessi oggetti.

# DIDATTICA LABORATORIALE E TRAGUARDI DI COMPETENZA

## **ESPERIENZE, ESPERIMENTI, ESERCITAZIONI: COSA FARE, COME, QUANDO E PERCHÉ**

TIZIANO PERA, ROSARINA CARPIGNANO  
Società Chimica Italiana, Divisione didattica, SCI-DD  
E-mail: tizianoopera@cobianchi.it

### **Riassunto**

*La DIDATTICA LABORATORIALE costituisce uno strumento che introduce un forte tasso di innovazione nella filiera formativa che va dalla Scuola Primaria a quella di Secondo Grado. L'articolo propone una didattica laboratoriale aperta al protagonismo degli studenti, come didattica della ricerca per la quale occorre che mente e corpo ritrovino pari dignità. Puntare sul protagonismo attivo degli studenti evitando di fornire loro protocolli chiusi e leggi o modelli già preconfezionati significa forzare le linearità e le rigidità di cui l'insegnamento si ammanta. La tesi sostenuta è che la didattica laboratoriale non è necessariamente funzionale alla specifica disciplina poiché ha una sua propria struttura che è trasversale alle aree disciplinari. Fattori strutturanti sono la distinzione degli obiettivi didattici propri di un esperimento, di una esperienza e di una esercitazione e la diversificazione delle finalità verificative, formative o performative del laboratorio. Nello specifico vengono qui illustrati gli aspetti formativi della didattica laboratoriale. Come passare dall'esperimento all'esperienza senza perdere di vista gli obiettivi formativi e senza lasciarsi trascinare "fuori" dal contesto di apprendimento finalizzato alla costruzione di competenze? L'articolo cerca di rispondere a questo quesito mostrando come l'esperimento possa costituire un fertile e rassicurante punto di partenza per l'insegnante che lavori ponendo l'allievo al centro della didattica. Attraverso esemplificazioni e schemi di flusso, si dimostra come sia possibile aiutare gli studenti ad imparare ad assumere decisioni, scegliere percorsi di ricerca personali, agire secondo cognizione, raccogliere ed elaborare dati in funzione della loro interpretazione-valutazione per poi discuterne con gli altri in termini di ascolto attivo.*

### **Introduzione**

Un titolo che evochi *didattica laboratoriale* e *competenza* per misurarsi sul cosa fare, come, quando e perché, potrebbe suonare provocatorio o presuntuoso. In realtà essere competenti significa proprio "saper cosa fare, come, quando e perché, in un certo contesto" e dunque l'importanza della didattica laboratoriale è immediatamente intuibile. **La competenza** non è infatti uno stato, ma un processo e **consiste nella mobilitazione delle risorse dell'individuo e non nelle risorse stesse**<sup>1</sup>. Le risorse individuali sono: sapere teorico e procedurale, saper scegliere, saper fare procedurale, esperienziale e sociale e, infine, saper riflettere su quanto si è fatto. La competenza risiede nella messa in atto dei saperi e si misura con l'azione che da essi deriva. In questo senso, la competenza è un saper agire (o reagire) in risposta ad una determinata situazione-problema, allo scopo di conseguire una performance sulla quale è poi possibile esprimere un giudizio. Ovvio allora che per essere "competenti" non basta gestire al meglio le proprie risorse personali, ma occorre saper governare anche le risorse "esterne", disponibili nel contesto dato o comunque reperibili. Una scuola che fornisca conoscenze o abilità non risponde ai traguardi di competenza poiché questi possono manifestarsi e svilupparsi solo nell'azione entro contesti di senso: fornire agli allievi delle conoscenze, è dunque necessario, ma non è sufficiente per permettere loro di raggiungere traguardi di competenza. Una scuola che lavori sulla competenza deve essere consapevole del fatto che la propria azione deve essere necessariamente centrata sull'allievo così che sia lui a mobilitare *conoscenze, lui a costruire concetti, abilità e via dicendo, in modo cosciente e coerente al contesto*: per Le Boterf "la **metacognizione si impara**"<sup>2</sup>. La competenza, infatti, viene osservata solo al momento della sua messa in opera, in situazione: ecco perché il laboratorio costituisce contesto principe per promuovere le competenze, per svilupparle, valutarle e convalidarle.

Esiste poi un'altra prospettiva che si apre quando si desidera parlare della didattica laboratoriale ed è quella della cosiddetta "verità scientifica". "Lo scopo della Scienza non consiste nel dominio della natura, ma nel riconoscerne esteticamente una struttura, una trama sottile di cui noi pure facciamo parte"<sup>3</sup>. Albert Einstein sosteneva che: "vi sono gli sperimentatori, i lavoratori del piombo, ed i teorici". Noi ci rivolgiamo certamente ai primi utilizzando, per quanto possibile, gli strumenti che sono cari ai secondi.

Nella scuola, almeno in termini dichiarativi, esistono molteplici laboratori: laboratorio linguistico, laboratorio di chimica, di biologia, di fisica, di informatica, ecc

Noi riteniamo che la struttura connettiva che caratterizza questi "laboratori" sia per la gran parte comune: esiste cioè

## Didattica laboratoriale e traguardi di competenza

una “*ontologia del laboratorio*” che è per gran parte indipendente dalle discipline di riferimento ma che ne mette in luce una *epistemologia* condivisa. L’ontologia si propone di indagare cos’è e che struttura ha una certa cosa, mentre l’epistemologia studia come conosciamo quella certa cosa: se parliamo di laboratorio e di *didattica laboratoriale*, ontologia ed epistemologia non sono più rigidamente separabili poiché incontrare i fenomeni sperimentali significa “*connettere ciò che si conosce con il modo che ci predispone alla conoscenza*”<sup>4</sup>. Il “laboratorio” di cui intendiamo parlare rappresenta un’area comune tra le differenti discipline e quindi una meta-categoria che si riferisce al rapporto *insegnamento-apprendimento* con una specificità sua propria.

La meta-categoria che denominiamo “laboratorio” può essere proposta dai docenti e vissuta dagli studenti come una autentica occasione di emancipazione culturale per entrambi i protagonisti della relazione *insegnamento-apprendimento*. Tuttavia perché ciò sia possibile è necessario che gli insegnanti e gli studenti guardino al laboratorio secondo una nuova prospettiva, differente da quella consueta.

Il laboratorio troppo spesso viene considerato dagli insegnanti come una semplice appendice della teoria da sottoporre a dimostrazione fattuale e dagli studenti come uno spazio di “rilassamento” manuale rispetto alle costrizioni della didattica d’aula, tutta intellettuale: per entrambi cioè il laboratorio si configura come realtà subordinata ad altre e mai come un ambito con sue proprie funzioni e con una sua propria ontologia.

Inoltre quando il laboratorio fosse considerato solo alla luce delle epistemologie disciplinari se ne percepirebbero solamente o prevalentemente le strutture funzionali e sarebbe dunque difficile cogliere le strutture della laboratorialità e della didattica laboratoriale come specificamente trasversali. Occorre dunque mettere in luce la specifica struttura connettiva del laboratorio che intendiamo per liberarne le potenzialità sul piano della relazione *insegnamento-apprendimento*.

Dopo aver tracciato alcune linee di riflessione attorno alle quali costruire una prima idea di “*didattica laboratoriale*”, distingueremo i termini *esperienza, esperimento, esercitazione* che i libri di testo utilizzano quasi fossero sinonimi. Dimosteremo che sinonimi non sono e che proprio sulle differenze di senso di cui sono portatori questi termini si può basare una idea organica di didattica laboratoriale, che liberi gli studenti al piacere dello studio e, con ciò, ad una autentica emancipazione culturale.

### La didattica laboratoriale

Se partiamo dall’idea che lo studente debba essere protagonista del suo stesso processo di apprendimento, allora la proposta pedagogico-didattica che coinvolge le attività “di” e “in” laboratorio deve partire da qui: tenere conto della centralità dello studente. Spesso si legge o si sente dire che “*le esperienze di laboratorio sono strumenti potenti da utilizzare per catturare l’interesse e l’attenzione degli studenti che la lezione in classe non riesce a suscitare, favorendo così l’apprendimento di conoscenze e concetti che altrimenti si perderebbero nell’indifferenza*”. E’ vero che probabilmente le attività di laboratorio possono catturare l’interesse degli allievi e tuttavia questo, più che offrire una risposta a quale siano le peculiarità del laboratorio, sposterebbe semmai il problema sulle ragioni che rendono noiose le lezioni in classe.

Siamo convinti che la motivazione più efficace per far muovere gli studenti alla ricerca di nuove mappe concettuali sia la possibilità di scegliere personalmente come e quando partecipare a tale processo (interesse autentico). Nessun allievo potrà mai dotarsi di competenze se non è interessato a farlo ed è importante sottolineare il fatto che la motivazione non è solo quella eventualmente innata, legata al senso del dovere o alle curiosità cosiddette ingenuie o di partenza ma è anche quella che si sviluppa in progress, spesso legata al contesto motivante, al senso di utilità delle proprie prestazioni, all’appagamento in termini di autostima. Questa è anche la molla che fa superare le difficoltà operative (anche quelle più banalmente manuali) perché può portare lo studente alla consapevolezza di realizzare se stesso entro un contesto di gruppo (i miei dati “servono” e “meglio opero” più partecipo al successo collettivo entro il quale vengo riconosciuto come “protagonista”).

La motivazione ad apprendere scaturisce allora dalla coscienza di una partecipazione al processo personale e collettivo che il laboratorio permette di vivere: la consapevolezza di essere utili a sé (imparare comportamenti che testimonino competenze) ed agli altri (lavorare per accrescere competenze specifiche e relazionali) in un contesto di condivisione dei processi. E’ qui che si inseriscono gli *obiettivi di cittadinanza*, specifici della didattica laboratoriale, tra cui ovviamente quelli relativi alla acquisizione di abilità cognitive, manuali, progettuali, decisionali e riflessive riferite al soggetto che apprende (competenze personali), al contesto in cui egli si trova ad apprendere (classe, realtà, Natura: competenze relazionali e organizzative) e funzionali alle prestazioni che testimoniano della competenza.

Proviamo ora a tracciare alcune linee di riflessione sul piano del linguaggio e delle implicazioni pedagogico-didattiche che possono caratterizzare la didattica laboratoriale e chiariamo cosa intendiamo con i termini *laboratorio, esperimento, esperienza ed esercitazione* che troppo spesso, nei libri di testo, vengono impropriamente assunti come sinonimi.

### Laboratorio

Per laboratorio noi non intendiamo solo né tanto lo “spazio attrezzato”, bensì il contesto educativo ove ci si possa misu-

rare con gli eventi a noi esterni, con l'alterità rappresentata dai fenomeni che la Scienza, la Chimica e tutte le altre discipline, intendono indagare attraverso didattiche funzionali che con la didattica laboratoriale debbono connettersi. Si tratta di un laboratorio che certo può giovare di un'aula attrezzata e dedicata, ma che può anche prescindere per essere attivato in Natura, in cucina, per la strada o a casa propria.

Intendiamo il laboratorio come “*cultura dell'incontro con i fenomeni*”, come occasione per l'attivazione di un processo di apprendimento che porti alla trasformazione dell'atteggiamento e del comportamento dell'allievo di fronte al duplice obiettivo: “*imparare a ricercare*” ed “*imparare ad imparare*”.

### **Esperimento**

Sotto un profilo strettamente didattico possiamo affermare che l'esperimento:

- è un processo *chiuso all'imprevisto*, frutto di esperienza consolidata, realizzata da altri e sedimentata nella comunità scientifica, basato sul canone della *riproducibilità*;
- nell'attività didattica consueta, risponde sostanzialmente a finalità verificative: si riferisce dunque ad un laboratorio verificativo o dimostrativo di leggi o modelli;
- è descritto da un protocollo (banalizzato a volte come “ricetta”) caratterizzato da fasi successive e lineari, standardizzate sul piano tecnico o tecnologico;
- non ammette l'imprevisto, proprio dal punto di vista ontologico: fondandosi sulla acquisita riproducibilità, guarda all'imprevisto come incidente di percorso, come evento indesiderato e indesiderabile;
- è efficacemente rappresentato da un diagramma di flusso (flow chart) lineare, che non prevede alternative di processo;
- è il distillato dell'esperienza che si cristallizza consolidandosi nel tempo proprio in virtù della riproducibilità. Esso trae origine dalla semplificazione che scaturisce quando si scelga una via tra le tante ipotizzate;
- è frutto di un processo di “riduzione” dell'orizzonte, di “focalizzazione” puntuale e pertanto procede per un sentiero stretto che, per arrivare alla meta, non ammette deviazioni;
- esprime l'immagine formale della “pulizia” che, connessa all'azione, diventa rigore formale e sostanziale, ma anche “rigidità” comportamentale;
- diventa “cruciale” quando la riproducibilità entra in crisi e ciò corrisponde al momento in cui l'imprevisto irrompe sulla scena forzandone i confini di senso per rimetterne in discussione le certezze relative e riaprire l'orizzonte all'esperienza.

### **Esperienza**

In ambito didattico “esperienza”:

- è un processo *aperto all'imprevisto prevedibile (teorico, tecnico, altro)*;
- risponde sostanzialmente a finalità formative: laboratorio della performance, laboratorio di ricerca, laboratorio per scoperta intesa come creazione di senso e di sapere;
- pre-esiste all'esperimento: ne è la culla di gestazione;
- non è mai riproducibile: essa è unica e irripetibile. Altre esperienze possono ripercorrere le stesse tappe ma non si riprodurrà mai la concomitanza della stessa rete complessa di circostanze;
- può avvalersi di un protocollo, ma come traccia di lavoro che si apra ad una gamma di possibili alternative, comprese quelle associate all'imprevisto prevedibile;
- può prevedere al suo interno delle fasi standardizzate sul piano tecnico o tecnologico senza che ciò significhi impedire aperture a possibili alternative;
- ammette un sentiero ritenuto principale dal quale si aprono tuttavia molteplici possibili percorsi che portano alla stessa meta. L'esperienza è frutto di un processo di “ampliamento” dell'orizzonte, di “apertura alla rete complessa” e procede su una mappa larga, ove si situano più sentieri che, per arrivare alla stessa meta, ammettono deviazioni, confluenze, sinergie, integrazioni;
- può essere descritta da un diagramma di flusso dalla cui linea principale si staccano itinerari alternativi (rombi a molteplici uscite);
- diventa “cruciale” quando riesce a mettere in luce processi alternativi equipollenti.

E' possibile passare dall' *esperimento* all' *esperienza* forzando i confini del primo, ovvero sottoponendo ad analisi critica ogni sua fase così da individuarne i perché che consentono di “aprirlo” alle varie possibilità alternative, in relazione al contesto.

E' possibile passare dall' *esperienza* all' *esperimento* sottoponendo a critica le possibili scelte alternative fino ad individuare quella relativamente migliore circa la possibilità di riprodurre gli esiti.

L'esperienza implica un processo di re-interpretazione della realtà, che è sempre frutto di una relazione conoscitiva che comporta la messa in gioco di un nostro “filtro creativo” frutto di vincoli culturali, neuronali, razionali, emozionali. Il processo di apprendimento non esaurirà mai in sé la complessità della realtà, ma ne rappresenterà sempre e solo una

## Didattica laboratoriale e traguardi di competenza

mappa e le descrizioni della realtà (mappe) che possono essere effettuate da ognuno di noi, dunque da ogni studente, di fronte ad uno stesso fenomeno, non saranno mai tra di loro identiche in tutto e per tutto proprio perché risultati di esperienze sempre e comunque irripetibili.

Ecco perché la *didattica laboratoriale* che proponiamo, puntando al processo di apprendimento centrato sullo studente, predilige il ricorso alle esperienze in cui egli sia effettivamente soggetto attore piuttosto che destinatario esecutore. Ed ecco perché alla sua esperienza va offerta l'opportunità di radicarsi e temprarsi grazie al confronto con le altre, quelle vissute dai compagni di classe: così l'apprendimento può diventare comportamento personalizzato (del singolo studente) e sociale (della classe) ad un tempo, in risposta all'obiettivo di cittadinanza che questa idea di laboratorio porta con sé.

L'apprendimento implica "spiazzamento" e "assunzione di responsabilità": le attività che le cosiddette "ricette" o i protocolli chiusi offrono, favoriscono sicurezze preconfezionate e non contribuiscono all'emancipazione degli studenti né alla loro crescita sul piano educativo. Si potrebbe pensare che i libri di testo proponano questi approcci laboratoriali rigidi e strutturati (le ricette) non per favorire gli studenti, ma per rispondere alle ansie dei docenti che ne gradiscono gli aspetti di rassicurazione. Se le cose stanno così c'è da chiedersi come sia possibile pretendere che gli studenti imparino a costruirsi capacità critiche. Per acquisire capacità critiche è necessario misurarsi con scelte, ipotesi, errori, correzioni e ri-contestualizzazioni: questa è dunque la sfida che la didattica laboratoriale deve raccogliere e lanciare a insegnanti e studenti.

### **Esercitazione**

L'esercitazione si riconosce facilmente poiché il linguaggio di riferimento utilizza la forma imperativa: terminologie quali "*devi misurare*", "*devi identificare*", "*devi preparare*" o comunque lo stesso tipo di consegna ove anche non sia presente il riferimento esplicito al "dovere". L'esercitazione è un processo iterativo e ripetitivo finalizzato a riprodurre atti, eventi, fenomeni ed azioni secondo tecniche acquisite e consolidate. Essa risponde ad obiettivi sostanzialmente addestrativo (laboratorio addestrativi) ed è *autocratica poiché agli allievi non resta che l'azione esecutiva che, privata delle fasi di condivisione, di volontà e di progettazione intersoggettiva, non risponde a finalità formative.*

L'esercitazione diventa "cruciale" quando riesce a mettere in luce i punti critici da tenere sotto controllo operativo per garantire la riproducibilità dell'evento.

L'esercitazione può connettersi con l'esperimento e con l'esperienza, garantendone gli spazi di standardizzazione tecnica o tecnologica.

### **Dall'esperimento all'esperienza e viceversa**

Se la strategia didattica è quella di mettere gli studenti, dopo aver scelto con loro di occuparsi di fenomeni ed interrogativi che abbiano un senso ed uno scopo, nella condizione di imparare a partire da sé, il laboratorio costituisce ambito privilegiato di sperimentazione e si offre come contesto di apprendimento tanto più efficace quanto più lo studente è posto nella condizione di "condurre la danza", di fare delle scelte anche di fronte al rischio di sbagliare. Questo tipo di educazione alla ricerca scientifica si manifesta potentemente, sul piano didattico, proprio in corrispondenza della linea di confine che separa l'esperimento dall'esperienza. Imparare ad abitare questo confine, imparare a frequentarlo coscientemente e imparare a trasmetterne l'opportunità ad altri lasciando che poi essi stessi ne prendano le giuste misure, costituisce l'obiettivo principale di questo nostro contributo. Si tratta di una prospettiva didattica che si apre su due fronti: quello del docente, che può aggiornare i propri saperi ri-contestualizzandoli sulla linea di demarcazione tra docenza trasmissiva e docenza esperienziale, e su quello dello studente che può abitare una scuola in modo vitale piuttosto che passivamente ripetitivo. Passare dall'esperimento all'esperienza e viceversa implica una scelta in tal senso, una metodologia coerente allo svelamento delle due strutture costitutive ed implica la disponibilità a destrutturare le discipline per metterne in luce la "materia da insegnare", alla ricerca di spiegazioni funzionali all'azione.

Il passaggio dall'esperimento all'esperienza (o viceversa) implica il ricorso ad almeno due competenze che sono fondative del laboratorio: la *decisionalità* quale atto di piena assunzione di coscienza, la *relazionalità* quale strumento necessario alla emancipazione democratica. Tuttavia è chiaro che per apprendere dall'esperienza occorre saper pensare. Secondo Confucio, "*Apprendere senza pensare è tempo perso; pensare senza apprendere è pericoloso*". Questa riflessione bene si attaglia al laboratorio di esperienza: per Donata Fabbri infatti "*imparare a pensare è... imparare a decidere*"<sup>5</sup>. Per imparare a decidere occorre "*sapere*", cioè disporre di conoscenze e concetti correlati a riconosciuti contesti di senso, tanto da orientare azioni responsabili tese a svolgere compiti (competenze) e così il cerchio si chiude. Decidere, dal latino de-caedere, cioè "tagliar via": "significa non solo scegliere una alternativa, ma soprattutto rinunciare alle altre"<sup>6</sup>. Puntare sulla centralità dello studente e metterlo nella condizione di aprirsi alla decisionalità, accompagnato e sostenuto in ciò dall'insegnante, cambia radicalmente la cornice entro cui si definisce l'esperienza di apprendimento, che è funzionale alla assunzione di competenza e non alla semplice giustificazione di una nozione prevista dal programma di studi.

Offrire agli studenti un laboratorio come quello fin qui descritto, significa puntare fortemente alla soddisfazione delle loro esigenze formative, necessarie perchè possano apprendere nella prospettiva funzionale alla costruzione di competenza. Fatto questo primo passo, l'insegnante può recuperare, in positivo e a opportuno complemento, sia le finalità dimostrative che quelle esercitative del laboratorio.

Questa *didattica laboratoriale* chiede all'insegnante di utilizzare i libri di testo che propongono attività sperimentali così come sono oggi disponibili e però gli propone di imparare per primo a destrutturarne i protocolli a partire dalla ricostruzione dei perchè associabili ad ogni singola fase e dalla apertura alle ipotesi alternative che ne conseguono. L'insegnante che sappia destrutturare i protocolli sperimentali ne scoprirà la ricchezza formativa e potrà proporre agli studenti di percorrere strade alternative (le aperture illustrate nei diagrammi di flusso attraverso la simbologia dei rombi), di cui si assumano responsabilità e di cui poi relazioneranno alla classe. La parte successiva del processo potrà portare ad un confronto delle varie esperienze in classe, alla ricerca di quale sia il protocollo giudicato più rispondente ai fini della ricerca sperimentale condivisa. Da qui scaturirà un protocollo unico e condiviso dalla classe, sintesi delle esperienze su cui gli studenti hanno prodotto riflessioni ulteriori e linearizzato secondo una negoziazione partecipata, e potrà anche scaturire il protocollo lineare dell'esperimento di partenza. In questo passaggio "consapevole" dall'esperienza all'esperimento sta la formatività del laboratorio come luogo di costruzione di nuove idee oltre che di cittadinanza attiva, che implica appunto la partecipazione a processi collettivi di decisionalità ed assunzione di responsabilità sociali.

Esempi di destrutturazione di protocolli lineari sono riportati nelle Figg. 1-9.

La didattica "di" e "in" laboratorio richiede comunque una serie di consapevolezze ulteriori che l'allievo deve essere messo nella condizione di "vivere" e che si basano:

1. sulla **individuazione di un problema** purché sia "riconosciuto" collettivamente come tale in un preciso contesto di senso (della vita quotidiana, della Natura, della materia di insegnamento, della cultura, degli interessi condivisi);
2. sulla **volontà condivisa** di risolverlo (questo fattore implica la volizione dello studente e della classe a cui l'insegnante proponga un "contratto formativo" strettamente legato al contesto di senso e dunque riconosciuto ed accettato);
3. sulla **progettazione intersoggettiva** quale fase preliminare di una **esperienza** (riemerge qui lo spessore del ruolo dell'insegnante come "accompagnatore-collaboratore" dello studente, regista attento e paziente di una rappresentazione a soggetto entro i canoni tracciati dal contesto di senso e di cui lo studente sia il vero protagonista);
4. sulla sua **sperimentazione consapevole**;
5. sulla **analisi-valutazione**, personale collettiva, delle relazioni tra progettazione, esecuzione sperimentale, interpretazione e contesto di riferimento;
6. sulla **consapevolezza della indeterminazione** connessa con la percezione degli eventi;
7. sulla **formalizzazione dell'esperienza** ad un livello accettabile e che solo ora, dopo discussione collettiva, si può **riconfigurare come esperimento riproducibile**;
8. sulla **riflessione rispetto all'azione** funzionale alla sua validazione e allo svelamento della metacognizione.

Tutto questo si correla con specifiche strategie di "accompagnamento" che l'insegnante può mettere in atto proponendo all'allievo alcuni strumenti utili per la sua auto-verifica e, allo stesso tempo, funzionali sia al consolidamento degli apprendimenti (imparare ad imparare) che alla strutturazione della competenza (imparare ad agire coscientemente ricorrendo alle risorse necessarie). Stiamo parlando di strumenti come i seguenti, che alcuni consigliano per la didattica in generale<sup>7</sup> e che, dal nostro punto di vista, certamente trovano terreno fertile nella didattica laboratoriale:

- **mappe cognitive e concettuali** (per misurarsi circa il dominio delle relazioni tra le nozioni entro i reticoli dei propri concetti);
- **diagrammi di flusso** (per imparare a mettere in chiaro le strutture procedurali, le sequenze temporali, le fasi di scelta, le giustificazioni delle scelte, le fasi di sperimentazione, le strutture di progettazione);
- **riconoscimento di quello che già si sapeva e di quanto si è imparato** come novità sul tema (per abituarci a fissare i processi metacognitivi);
- **storie o biografie cognitive** (per ripercorrere le tappe del proprio apprendimento attraverso il racconto, che permette di riflettere autonomamente sulle proprie risonanze cognitive, sulla propria capacità di fare inferenze, di trasferirle in contesti diversi aprendosi al confronto ed ai consigli degli altri);
- **mosse cognitive e metacognitive** (per imparare a costruirsi la mappa di cosa si è fatto, cosa si fa o si dovrebbe fare per dominare ciò che si desidera sapere: utili per assumere coscienza dei propri modi di apprendere);
- **quaderni di bordo** e appunti (da imparare a mettere a punto per fissare esperienze e considerazioni personali o collettive);
- **studi di caso** (sui quali sperimentare il proprio sapere ed il saper agire in contesti diversi da quello dell'esperienza direttamente vissuta).

## Didattica laboratoriale e traguardi di competenza

Affrontiamo ora il problema di sviluppare competenza attraverso degli esempi concreti ove venga esplicitata la prassi didattica per le esperienze *di* e *in* laboratorio nell'ambito delle quali tutti i suddetti strumenti possono essere messi in atto.

### Esempi di destrutturazione per la didattica laboratoriale

Solitamente, come abbiamo detto, la scuola propone agli studenti alcuni concetti teorici che poi l'esperimento di laboratorio si incarica di confermare. L'obiettivo "confermativo" richiede di per sé di seguire protocolli standardizzati e riproducibili, dunque sequenze di azioni successive chiuse a qualsiasi alternativa proprio per negare ogni spazio possibile all'imprevisto. I libri di testo ne sono concreta testimonianza e infatti, come ognuno può facilmente verificare, propongono sempre e solo protocolli sperimentali lineari, chiusi e strettamente esecutivi. In questi casi il ruolo dello studente è oggettivamente passivo: egli deve seguire il protocollo che infatti viene giustamente chiamato "ricetta", visto che ne riproduce la stessa struttura. A dimostrazione, riportiamo la ricetta per realizzare una torta allo yogurt così come è stata proposta dalla maestra ai bambini di una classe di scuola primaria, nel contesto di una attività annoverata tra quelle "laboratoriali" (Fig.1). Associamo poi, di seguito alla ricetta, il diagramma di flusso che ne rende palese la struttura lineare, propria dell'esperimento didattico (Fig. 2). Anche la struttura del diagramma di flusso mette in evidenza la sequenza rigida del processo che non può che essere esecutivo. La passività dello studente è tale che non gli si chiede nemmeno perché si intenda preparare una torta, e perché proprio allo yogurt: la maestra così ha deciso e così sarà. In questo modo è evidente che ai bambini non si permette di sviluppare alcuna abilità critica, al massimo essi possono rinforzare alcune abilità, ma sostanzialmente in termini esercitativi. Per rendere palesi gli spunti che si potrebbero aprire alla ricerca di cui gli studenti potrebbero fare esperienza diretta, abbiamo associato ad ogni fase dei punti interrogativi perché l'apertura dell'esperimento all'esperienza passa innanzitutto dall'analisi critica del protocollo-ricetta. Se sottoposta ad analisi critica, ogni fase del protocollo mette gli studenti nella condizione di ipotizzare risposte circa le motivazioni che stanno dietro l'azione proposta, che poi possono essere sottoposte a verifica sperimentale e, nello stesso tempo, permette di aprire il protocollo a possibili scelte alternative (Fig. 3).

Per esemplificare come sia possibile partire dalla ricetta riportata in Fig. 1 e proporre questa volta una didattica laboratoriale non più meramente esecutiva, ma centrata sullo studente e sulla sua dimensione di cittadino entro il gruppo classe, riportiamo un elenco di motivazioni scaturite dalle attività di brainstorming realizzate, sullo stesso tema della torta, con i bambini di due classi parallele (Fig. 4). All'analisi critica del protocollo-ricetta segue il diagramma di flusso aperto alle possibili alternative che si configurano come specifici ambiti di esperienza, ove allo studente viene proposto di assumersi in proprio qualche responsabilità di scelta (Fig. 5). Lo schema permette anche di immaginare il lavoro di classe ove ogni studente, in piena autonomia o in piccolo gruppo e comunque sempre sapendo di poter contare sull'aiuto dell'insegnante, può percorrere scelte diverse, salvo poi renderne conto alla classe e riflettere collettivamente su quale sia la scelta più ragionevole, funzionale ed efficace, in relazione all'obiettivo finale. Questa destrutturazione permette agli studenti di formulare ipotesi e sviluppare idee. È importante qui sottolineare che "... la parola **idea**, nella accezione più elementare è sinonimo di **differenza**"<sup>8</sup> e che, in più, "Conoscere è in ogni caso tracciare nuove differenze e creare nuove connessioni, non avvicinarsi alla cosa in sé"<sup>9</sup>.

Quando infatti allo studente si chieda di progettare un'esperienza per verificare un'idea o una possibile risposta ad una certa situazione fenomenologica e problematica, ovvero quando gli si chieda di partire dal protocollo lineare di un esperimento per destrutturarne tutte le fasi successive analizzandone i relativi perché e aprendosi pertanto alle possibili scelte alternative, ecco che allo studente si offre l'opportunità di ricercare in proprio percorsi metodologici di cui saprà rendere conto ad altri. Perché ciò accada, occorre necessariamente che lo studente sottoponga la sua riflessione ad una personale rielaborazione (premessa per una possibile meta-riflessione) che poi potrà confrontare con quanto elaborato dai propri compagni. L'insegnante deve naturalmente operare proponendo all'allievo dei contesti adatti entro cui egli possa fare esperienza di queste sue possibilità, accompagnandolo e allenandolo ad assumere responsabilità (ri-conoscere i propri saperi, fissare i modi per apprendere al meglio ciò che occorre sapere, prendere coscienza delle proprie mosse cognitive e metacognitive e della loro funzionalità al contesto di senso, assumere coscienza delle proprie abilità applicative e procedurali in contesti noti, scegliere di frequentare contesti diversi da quelli sperimentati per autoverificare le proprie potenzialità in termini di sapere e di saper agire, essere cosciente del percorso svolto, delle scelte adottate, del modello di riferimento e delle procedure conseguenti).

Una didattica laboratoriale centrata sul processo di apprendimento dello studente che, accompagnato dall'insegnante, passi attraverso la "sua" esperienza e la socializzazione in classe, riguarda trasversalmente le diverse materie di insegnamento: allo scopo riportiamo due esempi, il primo riferito alla *analisi della tessitura del terreno* (Figg. 6 e 7, Scienze della terra), il secondo alla *decomposizione termica del clorato potassico* (Figg. 8, 9 e 10). Quest'ultima esperienza è realizzabile senza problemi nel biennio della Secondaria Superiore: il clorato potassico  $\text{KClO}_3$  si decompone a dare cloruro potassico (KCl) e ossigeno ( $\text{O}_2$ ) che può essere raccolto a secco (e rilevato con la prova alla saggina) o raccolto contro acqua (con provetone o buretta rovesciata come in figura 10). Il KCl in provetta a secco consente di rivelare la presenza del potassio (K al saggio alla fiamma) e, nella provetta con acqua, lo ione  $\text{Cl}^-$  (saggio con  $\text{AgNO}_3$  acquoso).

Nei diagrammi di flusso che illustrano i protocolli delle esperienze, appaiono gli snodi che si riferiscono alle scelte (rombi) dai quali si esce con un SI o con un NO. In particolare il SI apre ad una serie di articolazioni possibili tra cui lo studente potrà scegliere. L'uscita negativa significa invece che, per qualche motivo, non si è operata alcuna scelta e dunque occorre tornare a riflettere sulle fasi precedenti (ecco il senso delle frecce di feed back corrispondenti al NO).

Negli schemi di flusso delle esperienze (figg. 5, 7 e 9), quando si procede dai "rombi" (lungo la freccia a cui è associato SI) con l'intento di effettuare una scelta, si diramano alcune possibili alternative che a volte abbiamo indicato come tutte aperte alla sperimentazione di diversi studenti della classe (da ognuna di esse si procede secondo la direzione indicata dalla freccia) e a volte solo come ipotesi che possono emergere dagli studenti o essere loro offerte in termini esemplificativi dall'insegnante, salvo poi scegliere una sola via da sperimentare. Naturalmente l'insegnante, sulla scorta di questi esempi e discutendo con i suoi allievi, può decidere di sperimentare tutte le possibili alternative oppure di praticarne solo alcune: ciò che conta è infatti che in tutti i casi alla scelta venga associato il contesto delle possibili alternative quale sfondo necessario perché il singolo allievo o la classe siano nella condizione di giustificare l'opzione effettuata argomentandone le ragioni.

Se ad esempio il protocollo dell'esperimento suggerisce di prelevare una punta di spatola di clorato potassico (vedi Figg. 8 e 9), l'esperienza si apre subito alla domanda: *"perché proprio una punta di spatola? Cosa accadrebbe se ne prelevassi 0,05 grammi? Oppure 0,1 grammi e così via?"*

E' necessario che l'insegnante renda consapevole lo studente di questo snodo fondamentale del suo stesso processo di apprendimento. Dal confronto tra gli schemi di un esperimento e quelli della sua corrispondente esperienza balzano in evidenza le possibili scelte a cui l'insegnante può accompagnare gli studenti quando questi, cosa che sarebbe invece auspicabile, non vi pervengano autonomamente. Questo approccio critico apre dunque alle possibili alternative che lo studente, consapevole del proprio ruolo di "ricercatore di saperi", s'incarica poi di sperimentare, valutare e raccontare all'insegnante e alla classe per raccoglierne, quando possibile, il consenso e la condivisione. Anche per ovvie ragioni di opportunità e di economia rispetto al tempo a disposizione, la classe, autentico e concreto ambito di coniugazione tra identità ed appartenenza, diventa lo strumento ideale per dare corpo all'esperienza, visto che gli studenti si possono dividere i compiti (competenza organizzativa): uno studente sperimenta cosa accade prelevando una punta di spatola di sostanza, un secondo ne preleverà 0,05 grammi ed un terzo 0,1 grammi e così via, sapendo già in partenza che la sua esperienza, utile in sé, lo sarà anche per gli altri compagni. Alla fine le esperienze individuali verranno infatti socializzate ed i risultati ottenuti nei vari casi verranno sottoposti a valutazione collettiva: ne scaturirà quale sia il prelievo più funzionale agli scopi della sperimentazione e quali le fasi più efficienti; può essere che, per tornare al caso della decomposizione termica del clorato potassico, effettivamente si riscontri che la punta di spatola indicata dal protocollo iniziale costituisca la scelta migliore. E' chiaro però che l'esito offerto dalla esperienza rende possibile la discussione critica che il protocollo dell'esperimento di per sé impediva. Ora gli studenti sono coscienti delle ragioni di quel certo prelievo e ne portano con sé tutti i termini di competenza metodologica.

Il profilo, legato alla progettazione e all'assunzione delle responsabilità decisionali da parte dell'allievo, da cui egli parte per sperimentare, riflettere e valutare la propria azione, costituisce testimonianza concreta della centralità assegnatagli da questo tipo di didattica laboratoriale a cui si lega la costruzione di autentica competenza. D'altra parte, anche l'insegnante si trova nella condizione di poter esprimere la propria azione didattica al meglio, entro i confini rassicuranti di una programmazione chiara nella quale prefigurare misurazioni di apprendimento e valutazioni circa i traguardi di competenza.

In una didattica laboratoriale che si fondi sulle esperienze, la socializzazione dei risultati è funzionale, come proposto da Lewin, alla *crescita di ogni individuo entro il contesto di mutua relazione con l'alterità*<sup>10</sup>. E' qui il caso di notare che l'alterità di cui si parla si riferisce ai propri compagni di classe, ma anche alla esperienza che viene vissuta in relazione al fenomeno sperimentalmente indagato. Questa dinamica costituisce di per sé la palestra della **cittadinanza attiva** di cui la scuola può e deve farsi portatrice: vi si riconosce infatti, sul piano strutturale, *l'organizzarsi in modo multiforme dei diversi studenti, la differente messa in campo di risorse umane, tecniche e finanziarie, l'agire con modalità e strategie differenziate al fine di tutelare i diritti alla conoscenza, esercitando poteri di scelta nell'interesse del bene comune alla classe*.

Come si può vedere non è una questione che attiene semplicemente ai contenuti disciplinari quanto alla prospettiva didattica di una scuola che potrebbe definirsi "attiva" in quanto pensata come "laboratorio" di esperienza viva: qui c'è una idea di "laboratorio" come "struttura che connette" l'azione didattica alla realtà soggettiva del singolo studente e che, contemporaneamente, ne colloca la crescita nel contesto sociale della classe.

Questa didattica laboratoriale non porta ad alcun appesantimento del percorso didattico, semmai, al contrario, lo alleggerisce implicando un discernimento delle attività didattiche in risposta a criteri di qualità e non di quantità, come invece generalmente si fa a tutti i livelli di scolarità. Una didattica laboratoriale di questo tipo è infine trasferibile anche alla didattica d'aula, nei contesti di riferimento delle diverse materie di insegnamento dell'area scientifica ma, forse, anche di qualsiasi altra area di cui la scuola centrata sugli studenti si voglia occupare per davvero.

### Bibliografia

1. G. Le Boterf, "Construire les compétences individuelles et collectives", Les éditions d'organisation, Paris, 2001.
2. G. Le Boterf, ibidem.
3. E. Tiezzi, "La bellezza della Scienza", Raffello Cortina Ed., Milano, 1998.
4. S. Manghi, "Il gatto con le ali", Asterios editore, Trieste, 2000.
5. D. Fabbri, "La memoria della regina, pensiero, complessità, formazione", Guerini, Milano, 1990.
6. P. Faldella e L. Truffo, "I laboratori a scuola, una risorsa per imparare", Carocci, Roma, 2005
7. M. Castoldi, P. Cattaneo, F. Peroni in [www.scribd.com/doc/47181/dossier-competenze](http://www.scribd.com/doc/47181/dossier-competenze), 2006.
8. G. Bateson, "Verso un'ecologia della mente", Adelphi, Milano, 1985.
9. S. Manghi, ibidem.
10. K. Levin, "La teoria, la ricerca, l'intervento", Il Mulino, Bologna, 2005.

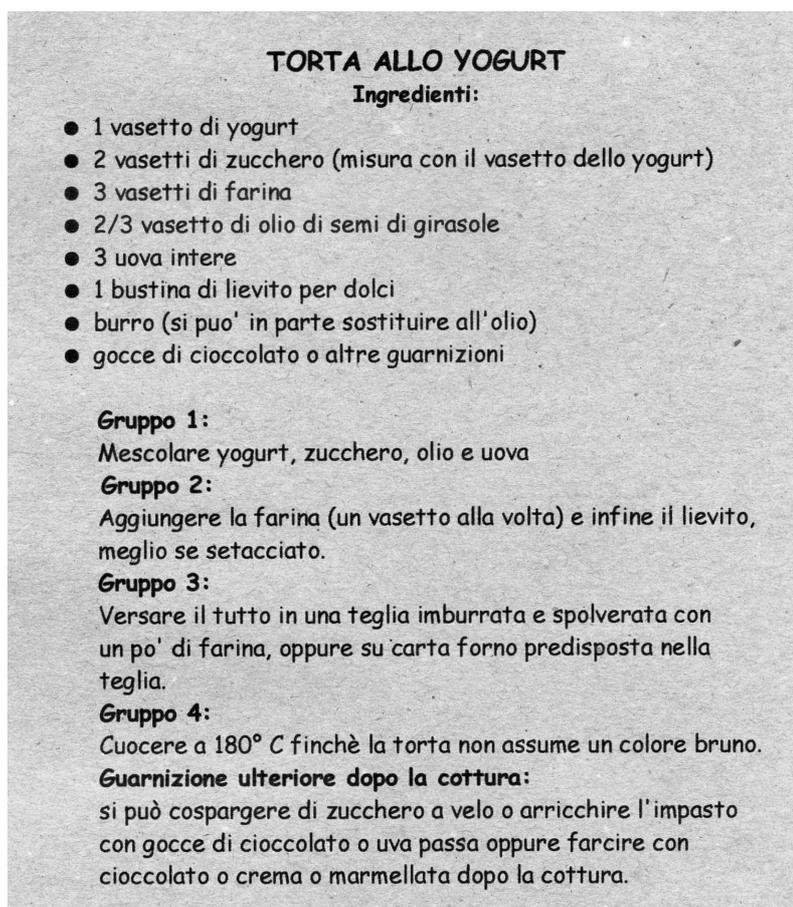


Fig. 1 - La ricetta per preparare la torta

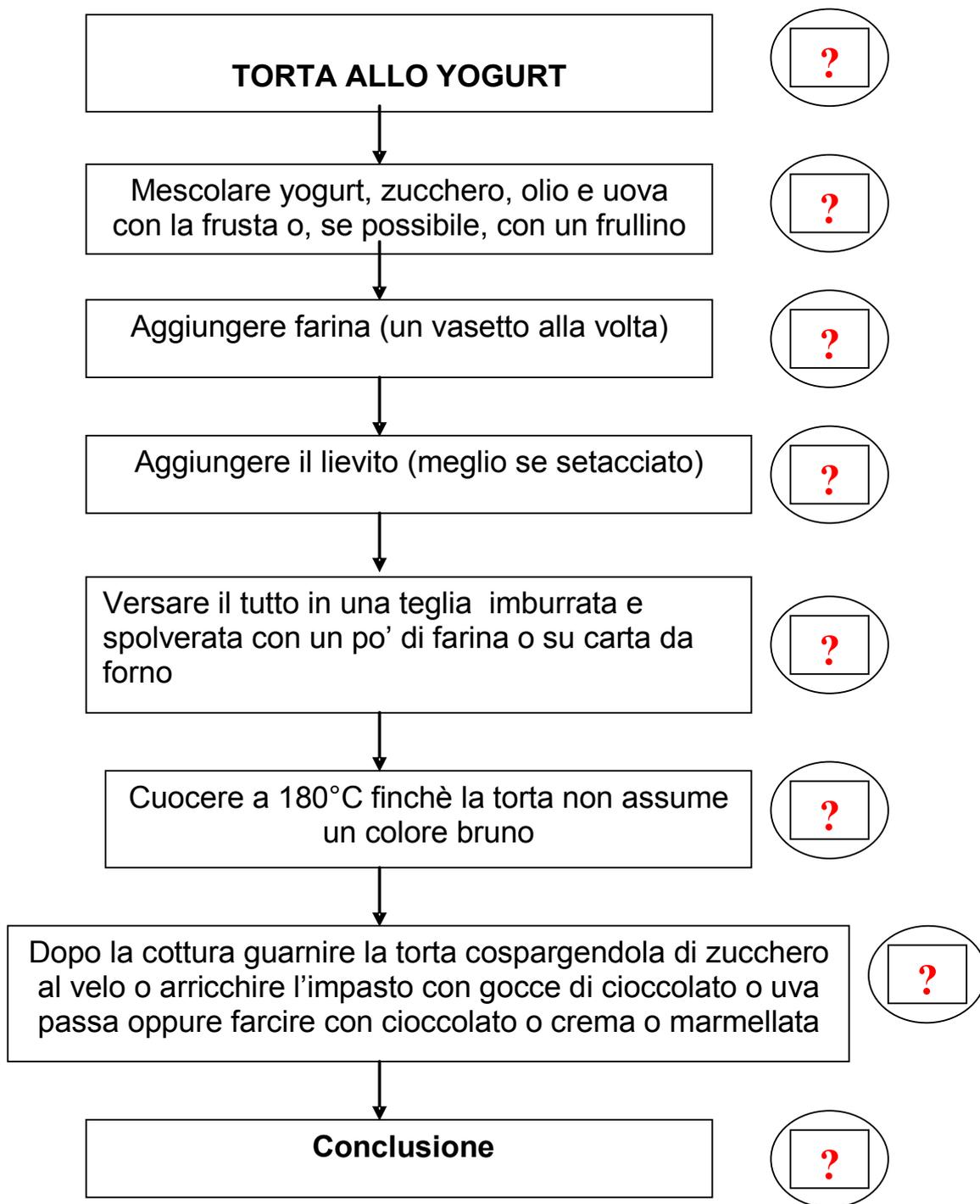


Fig. 2 – Diagramma di flusso riferito alla ricetta per preparare la torta allo yogurt

**FASE 1 - Perché proprio allo yogurt?**

Potremmo preparare una al cioccolato, al cacao, alle fragole e così via: potremmo scegliere in funzione di alcuni criteri quali ad esempio il nostro gusto oppure la disponibilità di ingredienti.

**FASE 2 - Perché “mescolare”?**

Potremmo sperimentare cosa accade se non lo facessimo.

Perché mescolare con la frusta o con frullino elettrico?

Si potrebbe provare ad effettuare la stessa operazione con un cucchiaino, con una forchetta, con altri oggetti e ragionare sull'efficienza relativa al mescolamento che se ne otterrebbe nei diversi casi.

Perché oltre allo yogurt occorre aggiungere zucchero, olio e uova?

Si potrebbe provare a realizzare l'impasto alternativamente senza zucchero, o senza olio o senza uova (oppure aggiungendone ad esempio uno invece che tre).

**FASE 3 - Perché aggiungere farina?**

Se ne potrebbe sperimentare l'assenza o domandarsi quale tipo di farina occorra e se non si possa fare la torta ricorrendo per esempio alla farina di mais o a quella di grano duro.

Perché poi aggiungerne tre vasetti e perché uno alla volta? Potremmo provare ad aggiungerne uno solo o due o quattro separatamente oppure in una volta sola.

**FASE 4 – Perché aggiungere il lievito?**

Potremmo cercare una risposta chiedendoci cosa sono i lieviti e che funzione svolgono oppure provare a farne senza e sperimentare cosa accade, oppure ancora chiederci quale lievito sia migliore o più adatto di altri.

**FASE 5 – Perché versare il tutto in una teglia imburata e spolverata da in po' di farina oppure ricorrere alla carta da forno?**

Anche qui si aprono possibilità di scegliere differenti profili sperimentali.

**FASE 6 – Perché cuocere? Perché fino a 180°C? Perché cuocere fino a colorazione?** Perché il colore bruno rappresenta il nostro obiettivo di “cottura” dell'impasto?

**FASE 7 – Perché guarnire la torta ottenuta?**

**FASE 8 – Quale conclusione possiamo prevedere?**

Fig. 3 - L'analisi critica del protocollo

I bambini rispondono:

perché sì! (1)

perché mi piace; (1)

per mangiarla; (2)

per giocare reimpastando i resti in teglie differenti; (2)

per giocare alle torte in faccia; (2)

per realizzare collages divertenti; (2)

per imparare un metodo; (3)

per fare un esperimento; (3)

per fare esperienza; (3)

per diventare un bravo pasticciere; (4)

per diventare un bravo cuoco; (4)

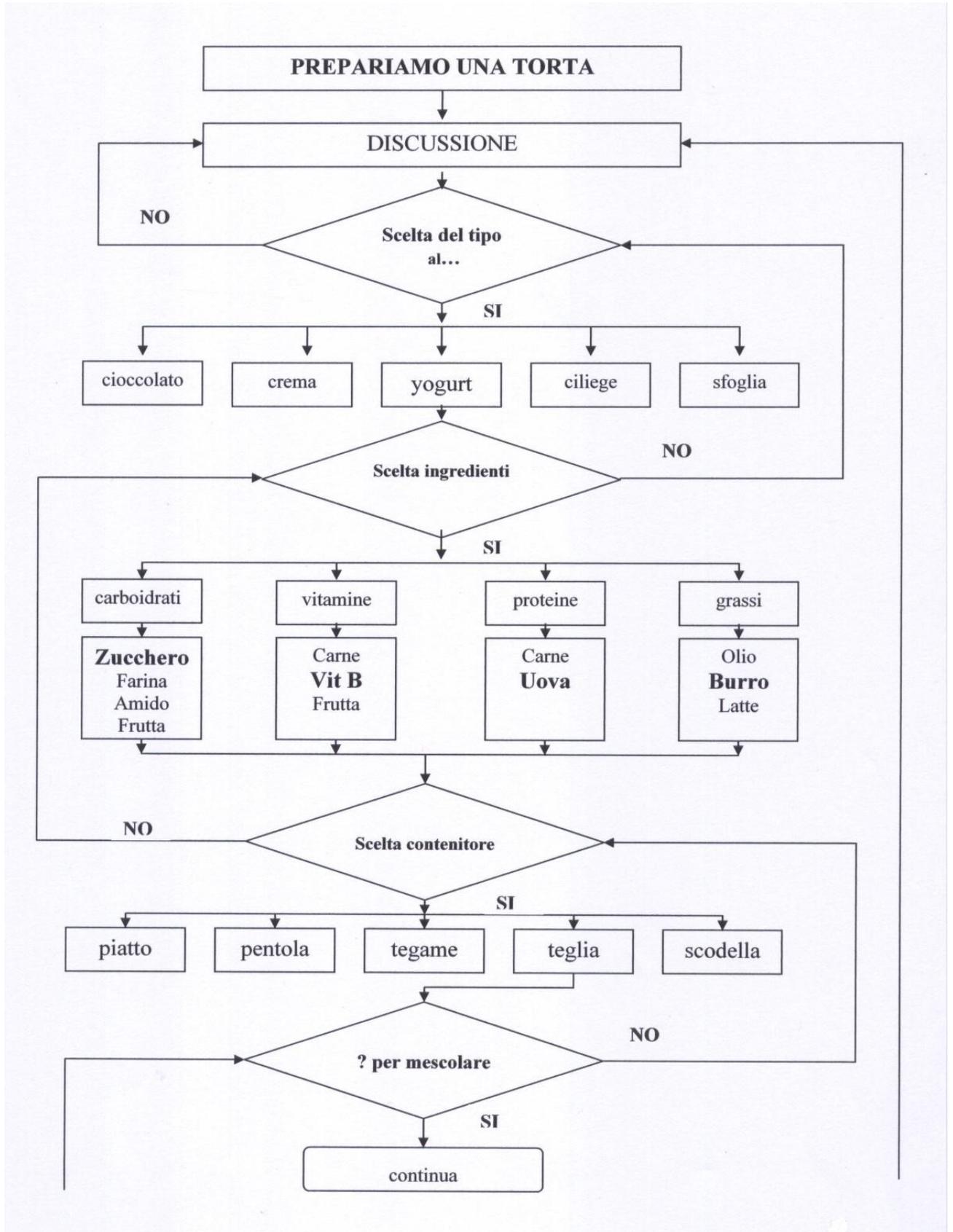
per far piacere a qualcuno; (5)

per dimostrare che sono bravo; (5)

perché me lo chiede la maestra. (6)

Queste risposte configurano differenti categorie di relazione tra chi interroga e chi risponde: da qui i diversi numeri da cui sono contrassegnate. Le (1) sono le risposte apodittiche; le(2) quelle legate al divertimento; le (3) quelle che potremmo chiamare “diligenti”; le (4) quelle legate ad una passione che prefigura un mestiere; le (5) quelle proiettate verso l'alterità, dettate dalla volontà di dimostrare il proprio valore o semplicemente di far piacere a qualcuno e infine l'ultima, la (6), che si può intendere in due modi: far piacere alla maestra o, più semplicemente, eseguire un ordine senza porsi problemi.

Fig 4 - PERCHÉ PREPARARE UNA TORTA? Risposte dei bambini



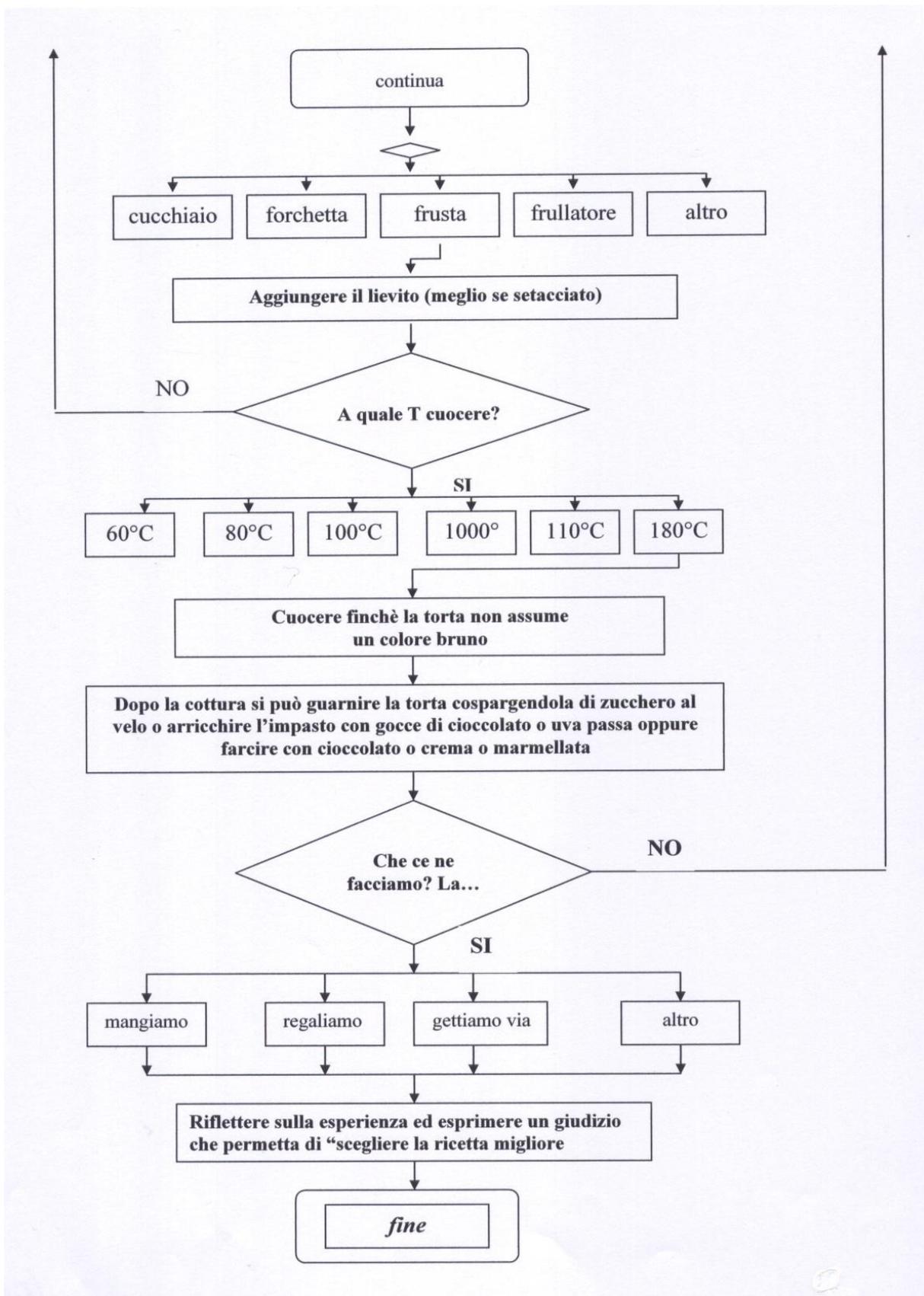


Fig. 5 – Diagramma di flusso riferito al protocollo aperto dell'esperienza per la torta allo yogurt.

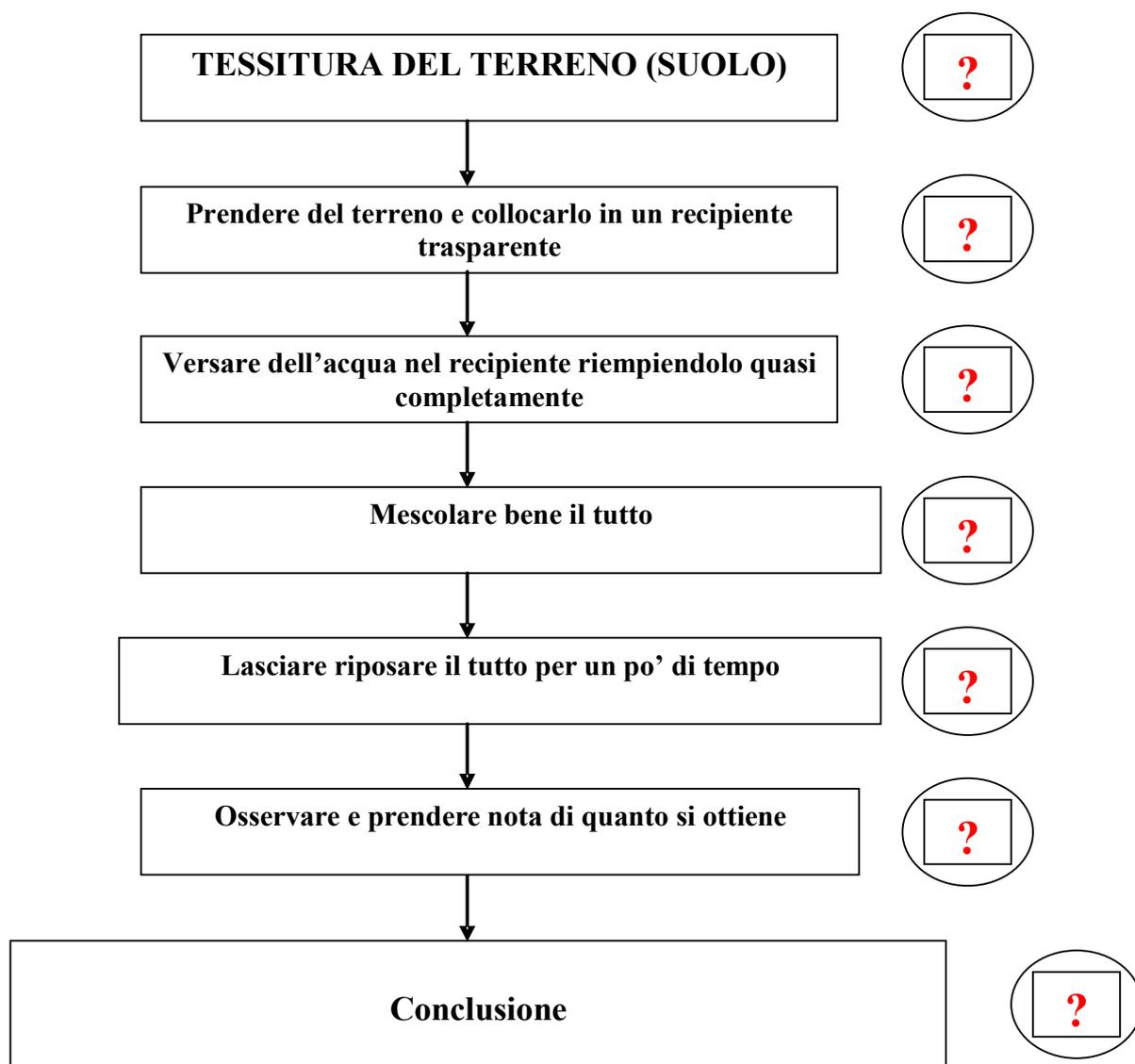
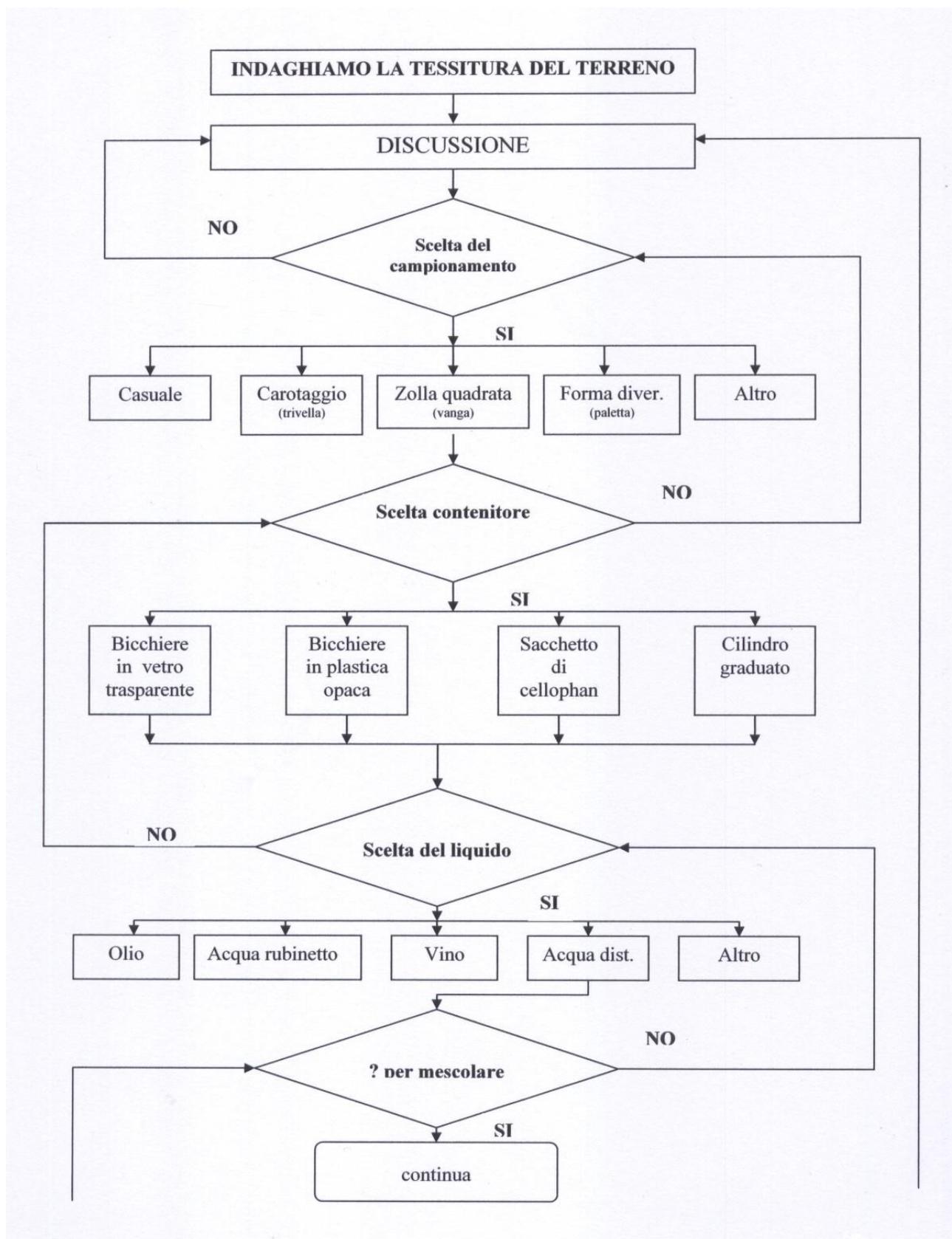


Fig. 6 – Diagramma di flusso riferito al protocollo di un esperimento proposto ad una classe di Scuola Primaria per indagare la TESSITURA DEL TERRENO (suolo).



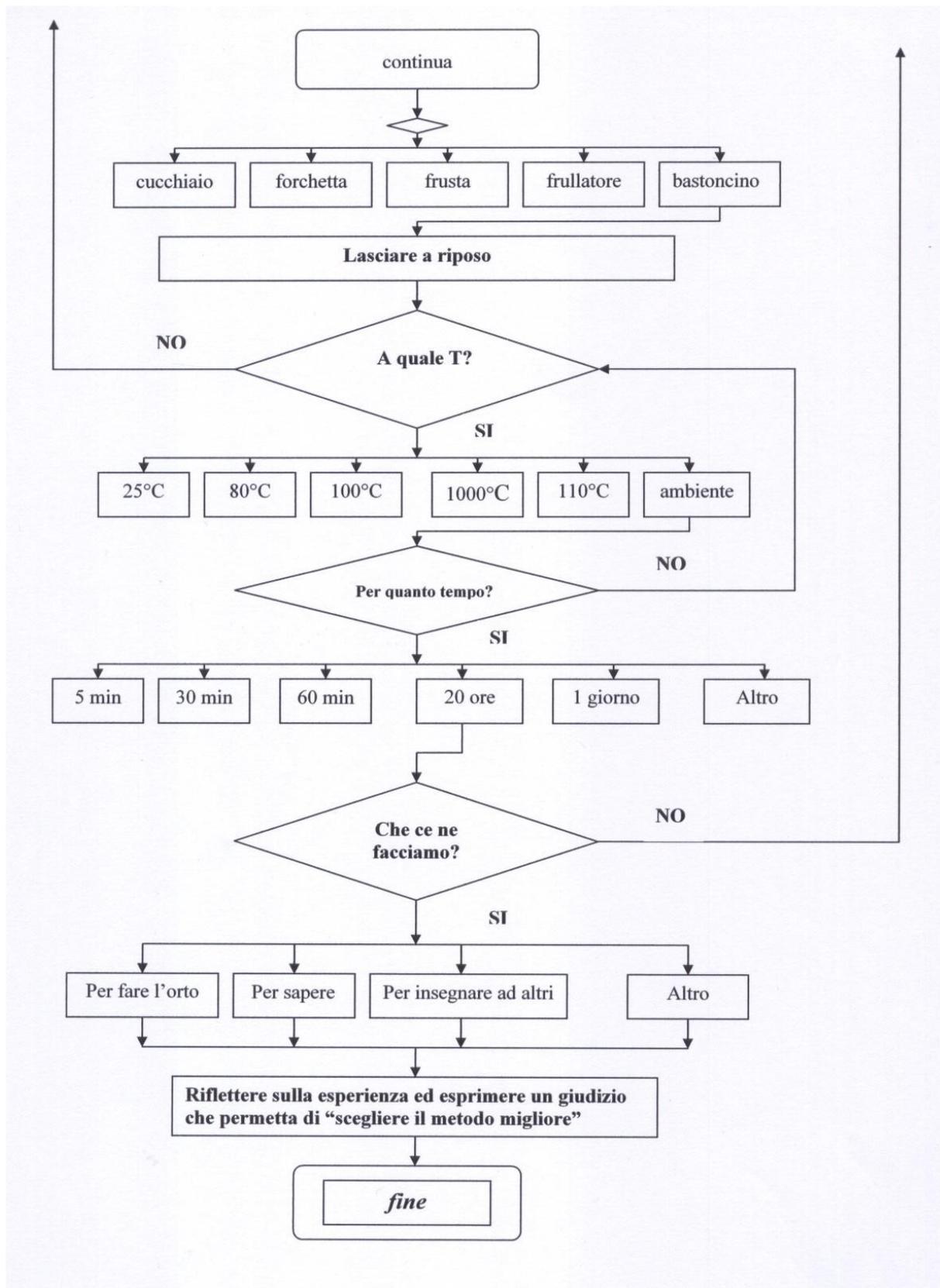


Fig. 7 – Diagramma di flusso di esperienza proposta ad una classe di Scuola Primaria per indagare la TESSITURA DEL TERRENO.

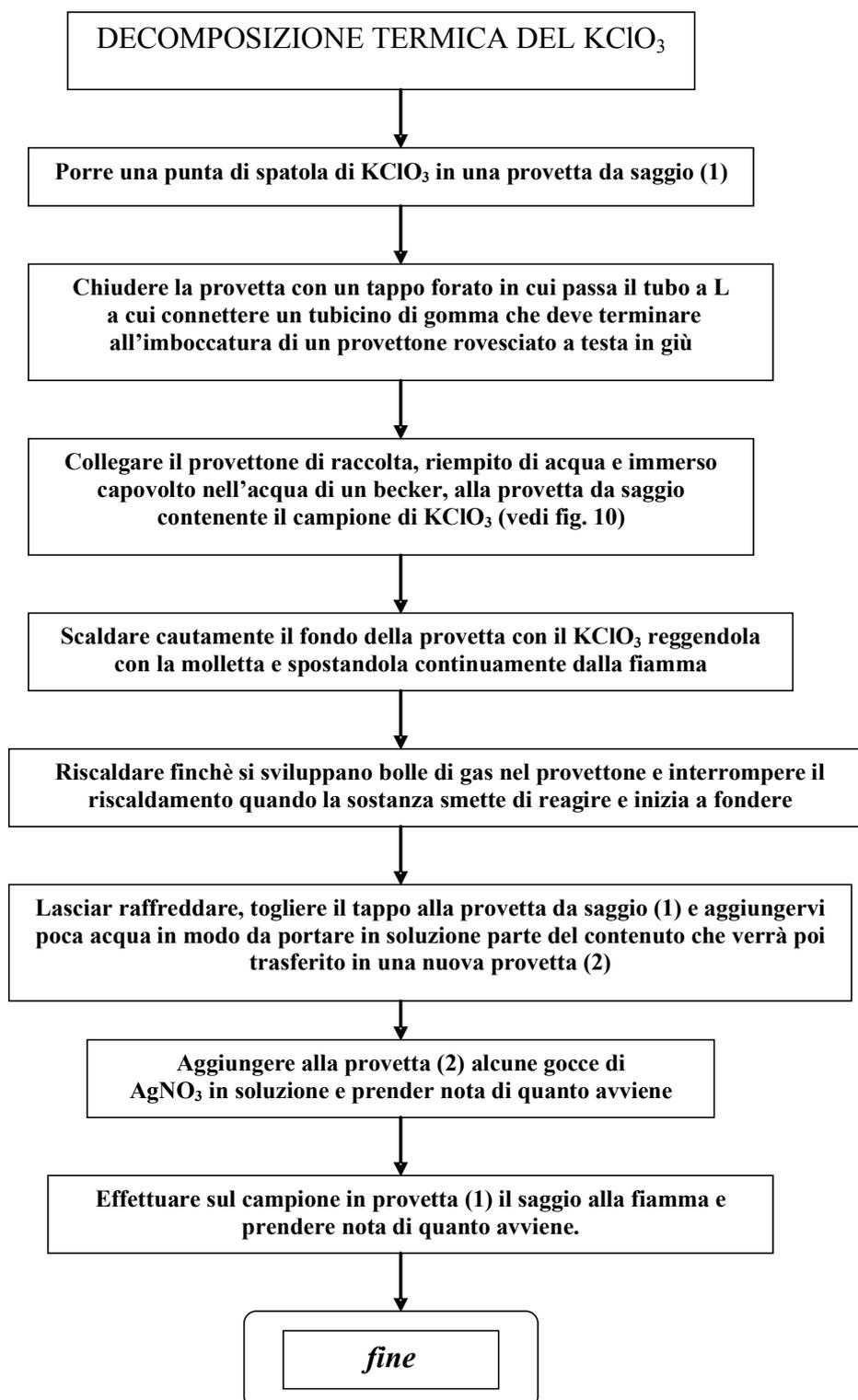
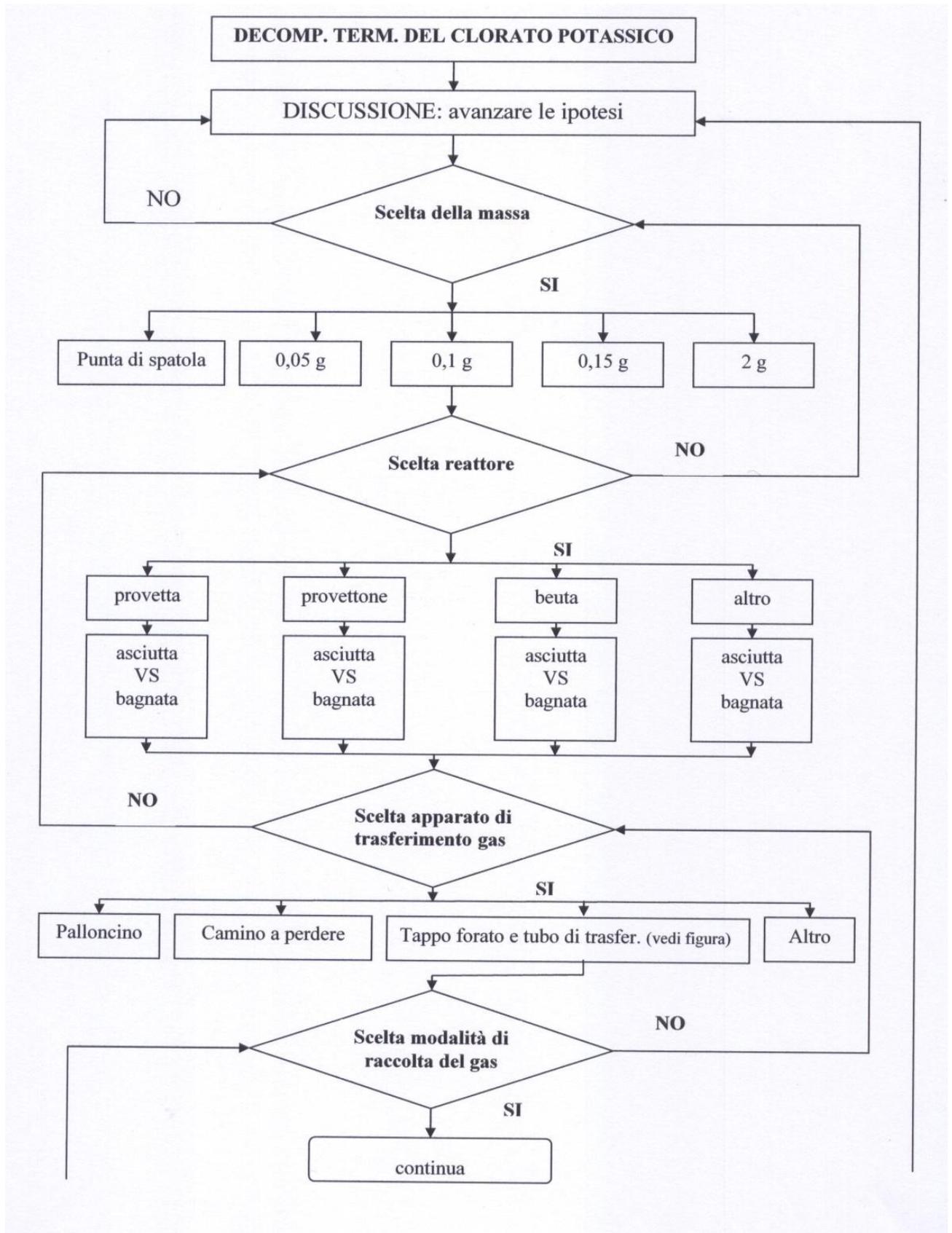


Fig. 8 – Diagramma di flusso di esperimento riportato da un libro di testo di Scuola Secondaria per indagare la DECOMPOSIZIONE TERMICA del Clorato potassico Il clorato potassico  $KClO_3$  si decompone a dare cloruro potassico  $KCl$  e ossigeno  $O_2$



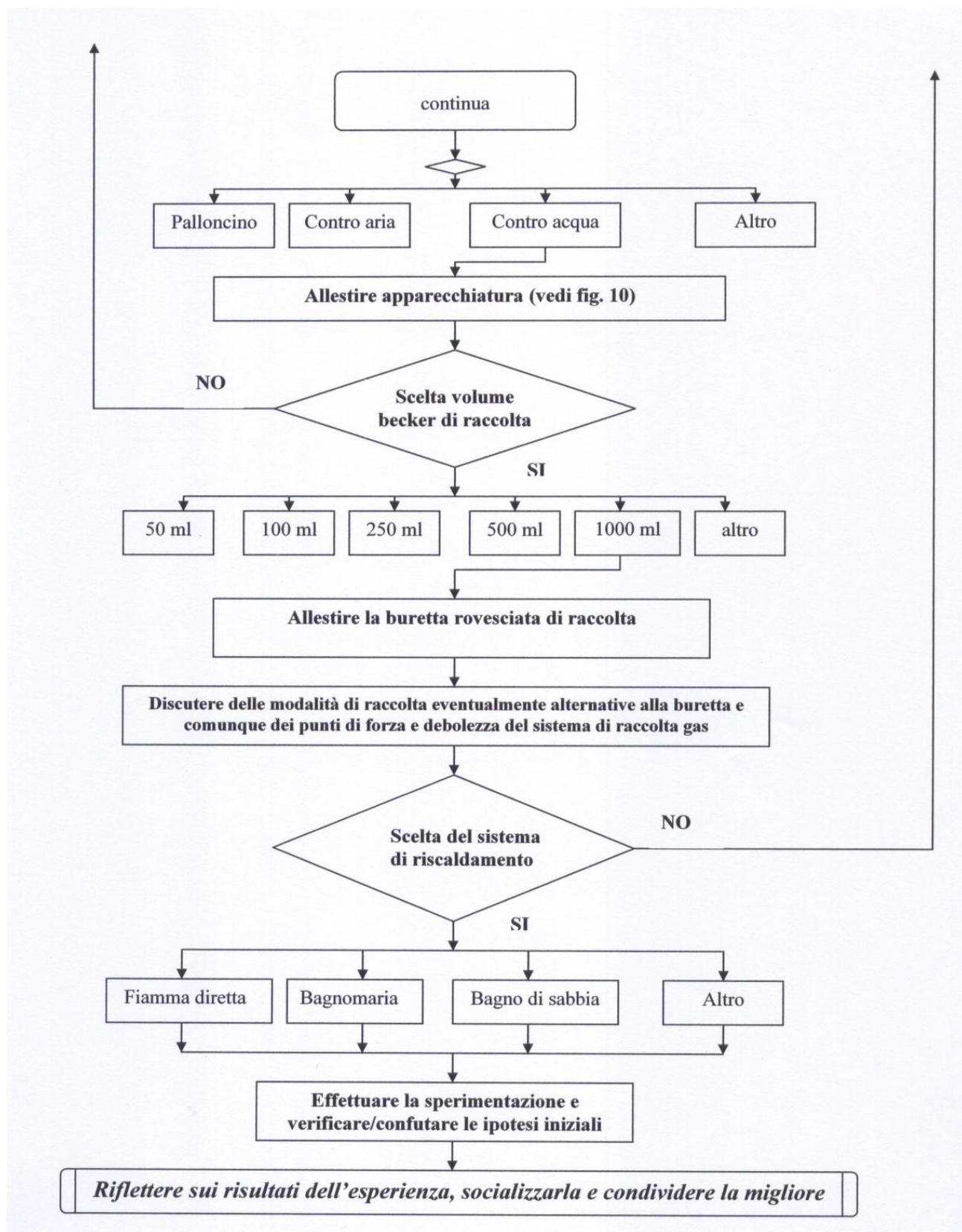


Fig. 9 – Diagramma di flusso di esperienza proposta ad una classe di Scuola Secondaria per indagare la DECOMPOSIZIONE TERMICA del Clorato potassico.

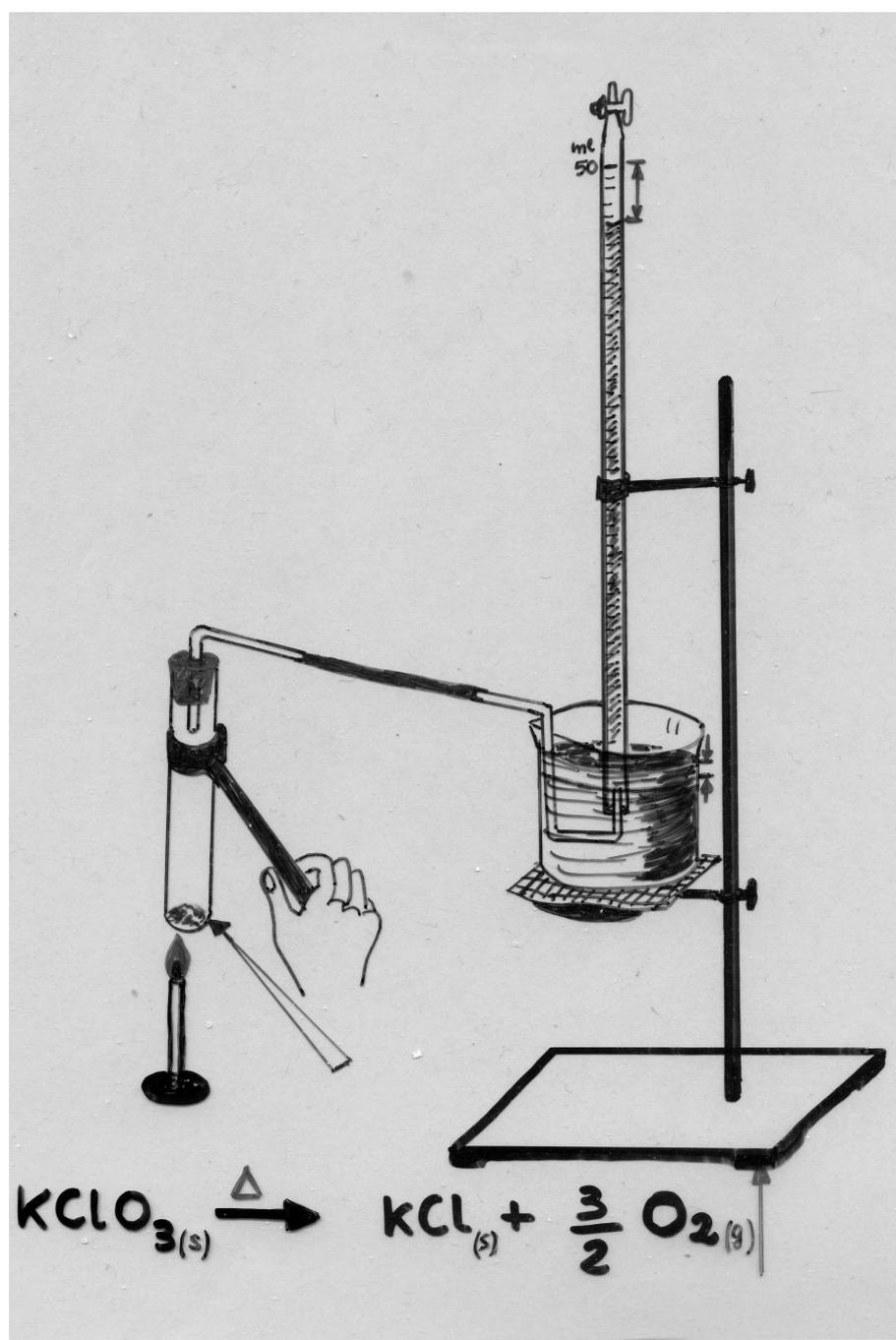


Fig. 10 - Schema di apparato per la decomposizione termica del clorato potassico

# UNO SGUARDO ALL'ESTERO

## L'insegnamento scientifico in Francia

### La sperimentazione "La Main à la Pâte" e i Programmi di Scienze nelle Indicazioni Ministeriali del XXI° secolo

Rosarina Carpignano, Tiziano Pera, Giuseppina Cerrato, Daniela Lanfranco, Elisa Meloni  
Gruppo di Didattica chimica dell'Università di Torino  
E-mail : rosarina.carpignano@unito.it

#### Riassunto

*"La Main à la Pâte" è una sperimentazione iniziata in Francia nel 1996 che ha rivoluzionato l'insegnamento delle scienze nella scuola primaria ed ha profondamente influenzato i Programmi Ministeriali Francesi del 2002 e i più recenti del 2008. E' una vera e propria avventura pedagogica che ha come principi la centralità dell'allievo, la sperimentazione diretta, il legame tra scienze e linguaggio, l'attenzione allo sviluppo dell'immaginazione e della creatività del bambino insieme al ragionamento logico e al rigore mentale. Questi stessi principi ispirano il Piano Insegnare Scienze Sperimentali (I.S.S.), attivo nei presidi che funzionano da qualche anno nel nostro Paese e si ritrovano nelle Indicazioni per il Curricolo pubblicate dal MPI nel settembre 2007 e in molti casi sono già entrate a far parte della nostra pratica didattica.*

#### Premessa

"Non siamo soli!": così potremmo dire riportando l'esperienza francese che è oggetto di questo articolo. In "La Main à la Pâte" s'incontrano infatti molti aspetti di quanto noi stessi abbiamo sostenuto a più riprese e che dovrebbero orientare una didattica preoccupata di educare gli allievi al loro stesso processo di apprendimento, invece di limitarsi a riproporre i nostri modelli adulti. La centralità dello studente, la ricerca di contesti di senso, la didattica laboratoriale fondata su esperienze dirette come ambiti di ricerca personale dell'allievo e collettiva della classe, sono ormai atti condivisi a livello europeo. Pure condivisa è poi la doppia funzione dell'insegnante come accompagnatore paziente e come esperto, che aiuta gli allievi nel loro processo di ricerca-apprendimento invece che proporre loro percorsi preconfezionati e irrigiditi da una guida prescrittiva.

Com'è noto, il Piano ISS<sup>1</sup> nasce da noi per fronteggiare i problemi messi in luce dai risultati delle verifiche OCSE-PISA relativi alle aree delle Scienze sperimentali e che hanno visto i nostri allievi ottenere esiti a dir poco modesti. La DDSCI è a pieno titolo, assieme ad AIF, ANISN e due Musei nazionali<sup>2</sup>, uno dei "soci fondatori" del Piano assunto dal MIUR. Per sintetizzare efficacemente l'idea di fondo del Piano ISS possiamo rifarci a quanto sostiene Alves: "*occorre una scuola che proponga di vivere ciò che si impara e di imparare ciò che si vive*"<sup>3</sup>. Infatti ISS si dedica alla formazione degli insegnanti affinché, sostenuti da "presidi" diffusi su tutto il territorio nazionale, essi possano porre al centro della loro azione didattica l'allievo per accompagnarlo ad apprendere attraverso l'esperienza diretta dell'incontro con fenomeni ed oggetti di studio. L'obiettivo è scandito in termini di "traguardi di competenza", differenziati per livelli di scolarità, per raggiungere i quali ci si avvale di una **didattica laboratoriale** che si fonda su alcuni indicatori di processo tra cui:

- a) i **contesti di senso** che offrono a contenuti e concetti una cornice di pertinenza riferita agli ambiti della vita quotidiana o delle diverse materie di insegnamento;
- b) la **verticalità** che si riferisce al dispiegarsi successivo dei differenti livelli di scolarità, ma anche alla ricorsività dell'azione didattica tesa ad affrontare le varie tematiche frequentandone i differenti livelli di approfondimento;
- c) la **trasversalità** che si attua frequentando le molte aree di intersezione tra le materie di insegnamento alle quali la realtà, nella sua dimensione complessa, risulta comunque sempre essere irriducibile.

Per comprendere la portata di ISS in Italia è importante conoscere quanto si sta facendo in altri Paesi che hanno dovuto far fronte a problemi analoghi ai nostri circa l'insuccesso scolastico che si rileva soprattutto nell'area delle materie di carattere scientifico. Indagando le iniziative pedagogico-didattiche sperimentate all'estero scopriremmo che molti sono i Paesi che stanno sperimentando strade simili a ISS. A titolo di esempio citiamo qui alcuni studi, esperienze e progetti che ci paiono di grande spessore e significato.

- Il Rapporto "**Science Education Now: a Renewed Pedagogy for the Future of Europe**"(2007): contiene i risultati della ricerca sull'educazione scientifica nei Paesi UE e le raccomandazioni per migliorarla. La ricerca è stata condotta dall'High Level Group on Science Education della Commissione Europea, presieduto da Michel Rocard e

formato da Péter Csermely, Doris Jorde, Dieter Lenzen, Harriet Walberg-Henriksson, Valerie Hemmo (Rapporteur). Dal Rapporto scaturiscono i progetti comunitari denominati *Pollen* (per la Scuola Primaria) e *Sinus-Transfer* (per la Scuola Secondaria).

- Il testo “**Taking Science to School - Learning and Teaching Science in Grades K-8**”, pubblicato negli USA a cura del Committee on Science Learning, Kindergarten through Eighth Grade, del National Research Council (The National Academic Press, Washington, D. C., 2007).
- Il Progetto “**Hands on**” che prende il via negli Stati Uniti nel 1992.
- La sperimentazione “**La Main à la Pâte**”, sviluppata in Francia e che sta alla base dei programmi varati in quel Paese nel 2002 e nel 2008.

Si tratta di studi e ricerche che mostrano un comune mutamento di prospettiva riguardo all’insegnamento delle scienze sperimentali: la centralità è posta sul protagonismo dell’allievo e sulla dimensione di un apprendimento che si fondi sulla sua esperienza diretta, finalizzata a costruire competenze. Si conferma che gli allievi modellizzano ed astraggono a qualsiasi età anche se naturalmente con differenti livelli di profondità, in virtù del diverso spessore dell’esperienza accumulata, del grado di autocoscienza circa il processo di apprendimento messo in atto e dei comportamenti legati alla molteplicità dei contesti di senso frequentati.

E’ dunque importante occuparci, per quanto più è possibile, di ciò che si è elaborato all’estero, tuttavia scegliamo di cominciare dalla sperimentazione “**La Main à la Pâte**” perché si tratta di un piano operativo, ormai con una esperienza consolidata, che interviene concretamente sull’attività didattica dell’insegnante in classe e che dunque tocca direttamente la possibilità di apprendimento dell’allievo. Come in ISS, vi è un’idea di “comunità educante” riferita ai partners (Università ed Enti del territorio, famiglie, studenti). Inoltre ci pare che, come vedremo, La Main à la Pâte si misuri proprio con gli stessi traguardi di competenza messi in cantiere da ISS. Per il pedagogista francese Le Boterf, la competenza implica il fatto che l’allievo passi dal “saper fare” esecutivo al “saper agire” e questo porta con sé l’implicazione che egli impari a “decidere nella situazione”<sup>4</sup>. Agire non significa limitarsi ad eseguire azioni, ma vuol dire assumersi coscientemente la responsabilità di scegliere. Imparare a scegliere è cosa ben diversa dal limitarsi alla riproduzione di comportamenti osservati: per un allievo questo implica il passaggio dalla posizione subordinata dell’esecutore a quella ben più feconda dell’attore. L’obiettivo di “La Main à la Pâte” è proprio questo, dunque è bene occuparcene nel momento in cui si sta cercando anche da noi di perseguire il medesimo obiettivo. Questa corrispondenza d’intenti tra “La Main à la Pâte” ed il Piano Nazionale ISS ci pare una testimonianza di come in certi momenti della Storia, le stesse idee, o comunque idee molto simili, germoglino in Paesi diversi e quasi nello stesso tempo: frutto del caso o della comune necessità? Poco importa trovare la risposta: ciò che conta è guardarsi attorno con attenzione e prendere atto che anche quando crediamo di essere soli, altri stanno cercando come noi.

### La storia di “La Main à la Pâte”

L’avvio di questa vera e propria “avventura pedagogica” è legato al nome di Georges Charpak, premio Nobel per la Fisica nel 1992, che comincia ad interessarsi ad una sperimentazione nella Didattica delle Scienze nata nelle scuole dei quartieri più disagiati e problematici di Chicago. In quella città, per rispondere ai problemi dell’insuccesso e della dispersione scolastica, della violenza e del bullismo, il fisico statunitense, premio Nobel, Leon Lederman nel 1992 aveva lanciato il progetto “**Hands on**” ispirato ai principi dell’attivismo di John Dewey ed alle teorie socio-costruttiviste di Piaget e Vygotskij. L’obiettivo era quello di “*permettere l’alfabetizzazione scientifica delle frange di popolazione escluse dall’insegnamento di qualità, per consentire loro di comprendere il mondo e la natura e di diventare cittadini illuminati*”<sup>5</sup>. In quest’ottica si prevedeva che un’ora al giorno fosse dedicata allo studio delle Scienze Naturali e della Fisica per tutti i sette anni dell’insegnamento primario e che la metodologia privilegiata fosse quella sperimentale. I bambini di età compresa tra i cinque ed i dodici anni, di fronte a fenomeni o problemi, venivano stimolati a proporre ipotesi e a confrontarle tra loro, a costruire prove sperimentali per verificarle ed a strutturare nuove conoscenze, con un connubio fruttuoso di attività manuale ed intellettuale. Ogni cosa veniva poi registrata da ciascun allievo sul suo “quaderno delle esperienze”, che rappresentava una buona occasione di esercizio ed approfondimento delle capacità linguistiche e logiche. Negli anni questo progetto si era rivelato davvero molto efficace, permettendo a bambini provenienti da contesti socio-culturali deprivati di rappacificarsi con il mondo della scuola e della conoscenza, di sviluppare un buon approccio scientifico, imparando anche a relazionarsi in modo costruttivo nell’ambito di discussioni e dibattiti di gruppo. A fronte di questi successi l’esperienza si era poi estesa a numerosi Stati degli USA.

Georges Charpak, venuto a conoscenza del progetto “**Hands on**”, ne parla subito con entusiasmo: “*mi sono convinto in un solo giorno poiché ho visto, in un ghetto di Chicago, dei bambini dagli occhi scintillanti di piacere scoprire il mondo e le sue leggi manipolando oggetti semplici, ben scelti, discuterne tra di loro e con il maestro, fissare le loro osservazioni con scritti e disegni, ed impregnarsi dei concetti di cui gli insegnanti, che avevano immaginato tali esperienze, volevano che diventassero consapevoli*”<sup>6</sup>

## Uno sguardo all'estero – L'insegnamento scientifico in Francia

Parte da qui il suo impegno e nel 1995 riesce ad ottenere un finanziamento del Ministero della Pubblica Istruzione per accompagnare un gruppo di studiosi e rappresentanti istituzionali francesi a Chicago, con lo scopo di far loro conoscere questa sperimentazione e di sensibilizzare le autorità. Al termine del viaggio il gruppo di studio redige un rapporto di riflessione pedagogica sulle attività di insegnamento scientifico statunitensi e sulla loro potenziale compatibilità con il contesto francese. In Francia infatti l'interesse per la tematica all'inizio degli anni '90 è forte in virtù di due fattori:

1. nel 1991 erano nati gli Istituti Universitari di Formazione dei Maestri (IUFM) che avevano assunto la piena titolarità nella formazione dei maestri elementari affiancandosi al sistema universitario esistente. Questa novità organizzativa aveva prodotto da subito importanti risvolti anche in campo pedagogico: gli IUFM avevano introdotto importanti cambiamenti nella formazione iniziale e permanente dei maestri elementari, offrendo a quella professione una rinnovata dignità già a partire dal nome: non più "maestri", ma "professeurs des écoles", più consoni al nuovo profilo professionale e in relazione al mutare del contesto socio- culturale;
2. negli anni precedenti, alcune analisi comparative internazionali avevano messo in luce lo stato di cattiva salute della Didattica delle Scienze in Francia: i giovani francesi di 13 anni ottenevano risultati piuttosto scarsi nelle scienze naturali (Biologia, Fisica, Chimica...), mentre manifestavano prestazioni migliori di quelle dei coetanei di altre nazioni in matematica.

Il rapporto pedagogico elaborato al ritorno dagli Stati Uniti convince le autorità ministeriali francesi della bontà del metodo Lederman e dell'urgenza di agire: dopo un primo seminario di sensibilizzazione e diffusione, il Bollettino Ufficiale del 5 settembre 1996 lancia l'operazione "La Main à la Pâte" che, a differenza del progetto originario "Hands on", si rivolge a tutti i bambini francesi dell'insegnamento pre-elementare ed elementare e non soltanto ai più svantaggiati.

Rapidamente si crea un buon partenariato che vede coinvolti sia la comunità scientifica nazionale, sia il mondo della scuola, sia, infine, le istituzioni politiche: La Main à la Pâte, infatti, nasce dalla collaborazione tra l'Accademia delle Scienze, il Ministero della Pubblica Istruzione, la DIV (Delegazione Interministeriale per lo Sviluppo Urbano) e ben presto coinvolge altri enti per la formazione scientifica di alto livello (l'Ecole de Mines di Nantes, l'Ecole polytechnique, l'Ecole nationale des sciences e altri).

L'attivazione di più attori si traduce in una prima sperimentazione nell'anno scolastico 1996/ 1997 coinvolgendo 344 classi situate in cinque Dipartimenti francesi. In questa prima attività si ritrovano già i principali elementi costitutivi che, col tempo, caratterizzeranno la filosofia ed il metodo di lavoro di La Main à la Pâte: *"un lavoro sperimentale degli alunni stimolato da un problema scientifico e incentrato sulla formulazione di ipotesi esplicative, tracce scritte liberamente sul" cahiers d'expériences", accompagnamento dei maestri da parte dei membri della comunità scientifica"*.<sup>7</sup> L'attenzione dell'operazione non si rivolge all'insegnamento della matematica, che gode già di una lunga tradizione e di un forte riconoscimento, bensì alla didattica delle cosiddette "scienze della natura" (l'astronomia, la biologia, la chimica, la fisica, la geologia, la meteorologia...) e della tecnologia i cui ruoli nella Scuola Primaria necessitano ancora di una ridefinizione.

Il collettivo di partner che collaborano a La Main à la Pâte assume come ipotesi di partenza che il bambino di scuola materna ed elementare sia per sua natura un *"gourmand de science"*<sup>7</sup> (un goloso delle scienze): *"tra i 4 ed i 12 anni il bambino vive una vera età dell'oro della curiosità per le cose del mondo della natura, qualsiasi siano il suo milieu sociale, le sue difficoltà familiari o scolastiche, la sua padronanza della lingua"*<sup>8</sup>. È importante, quindi, porlo nelle condizioni di poter sperimentare la realtà che lo circonda a partire dalla manipolazione di materiali molto semplici dei quali si può disporre in ogni contesto scolastico (bilance, semi, colori e coloranti, palloncini, pezzi di metallo, leve, ecc.).

Assumere quest'ipotesi di partenza significa ribaltare le logiche consuete ed ammettere che:

- le difficoltà nell'apprendimento e gli scarsi risultati scolastici degli allievi francesi in campo scientifico non dipendono dalle loro capacità, quanto piuttosto dal tipo di didattica delle Scienze proposta nella scuola;
- l'assenza o la scarsa qualità dell'insegnamento scientifico non sono tanto imputabili all'inadeguata formazione iniziale dei maestri, quanto al loro timore di *"non sapere e di non saper fare"*<sup>8</sup>.

Per questo La Main à la Pâte si preoccupa, sin dai suoi esordi, di affiancare gli interventi in classe con i bambini ad interventi di accompagnamento rivolti agli insegnanti.

Nell'anno scolastico successivo (1997-98) la sperimentazione promossa dal Ministero dell'Istruzione e dall'Accademia delle Scienze si estende a 2.000 classi elementari collocate in 48 Dipartimenti francesi, mentre vengono creati altri importanti dispositivi a sostegno del progetto:

- un sito internet ([www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)) con la duplice funzione di porre in rete i principi e le metodologie di Main à la Pâte, gli strumenti di lavoro e le buone pratiche fino ad allora realizzate;
- il "Premio La Main à la Pâte", che annualmente viene assegnato a dieci delle esperienze più meritevoli, dando loro visibilità e riconoscimento pubblico.

Naturalmente, come sempre accade, il processo messo in atto da La Main à la Pâte è oggetto anche di attacchi che suscitano contrasti: alcuni studiosi, male interpretando l'enfasi posta dal progetto sulla manipolazione e sul fare, critica-

no l'intera operazione riducendola ad un insieme di proposte ed attività ludiche buone solo a far divertire un po' i bambini. Si tratta di una posizione che emerge a tratti anche in Italia, questa volta rivolta al Piano ISS. In realtà, "è un errore diffuso credere che si possa suddividere il tempo in periodi di apprendimento e periodi di piacere ... Il cervello non cessa mai di imparare"<sup>9</sup>. Il collettivo di La Main à la Pâte precisa chiaramente quest'idea all'interno di un manifesto pubblicato nel settembre 1998.

### **Il "manifesto" del progetto francese.**

Si tratta di un testo breve e schematico nel quale La Main à la Pâte racchiude il cuore della propria proposta: 10 principi, dei quali 6 relativi all'impianto pedagogico e 4 riguardanti il "partenariato" che deve sempre sostenere la sperimentazione. Per comprendere il valore della proposta ci sembra interessante riportarli corredati da alcuni commenti a sostegno<sup>7</sup>.

**L'impianto pedagogico** (démarche pédagogique) prevede i punti che seguono:

1- I bambini osservano un oggetto o un fenomeno del mondo reale, prossimo e sensibile, e compiono delle sperimentazioni su di esso: per "oggetto o fenomeno" si intende qui un "oggetto di studio" (l'acqua, il cielo, i miscugli...) che può anche non coincidere con un semplice oggetto materiale che l'allievo possa direttamente toccare.

2- Nel corso delle loro investigazioni bambini argomentano e ragionano, mettono in comune e discutono le loro idee ed i risultati ottenuti, costruiscono le loro conoscenze: un'attività puramente manuale non è sufficiente. Questo principio si preoccupa di valorizzare l'apporto conoscitivo, in termini di saperi, contenuti e metodi, che questa Didattica delle Scienze può offrire ai bambini. In un approccio socio-costruttivista, il bambino non è un semplice osservatore e manipolatore ma deve mettersi in gioco interamente, corpo e testa, per strutturare la propria conoscenza dialogando con i compagni, con la comunità scientifica e con il maestro. A quest'ultimo è affidato il duplice ruolo di mediatore (intermediario tra gli allievi e le conoscenze) e di esperto (riferimento per i concetti scientifici affrontati).

3- Le attività proposte agli allievi dal maestro sono organizzate in sequenze per facilitare un apprendimento progressivo. Esse si basano sui programmi e lasciano largo spazio all'autonomia degli allievi; ogni attività, quindi, non è un semplice gioco fine a se stesso, ma si deve porre in continuità con un "prima" ed un "dopo": questo evidenzia un altro compito dell'insegnante, quello di selezionare e organizzare gli stimoli opportuni avendo ben chiaro in mente il percorso complessivo. L'attivazione dei bambini si tradurrà in una maggiore autonomia se si permette loro di alternare momenti di lavoro individuale a momenti di piccolo gruppo e discussioni collettive e se l'errore è ammesso come possibile e fruttuoso tentativo di risolvere un problema.

4- Allo svolgimento di un tema occorre dedicare un tempo minimo di 2 ore settimanali per più settimane, assicurando la continuità delle attività e dei metodi pedagogici in tutto il percorso scolastico. La Main à la Pâte si preoccupa di evitare che le sperimentazioni si frammentino in una pluralità di argomenti appena abbozzati e rapidamente abbandonati sulla scia degli interessi del momento. Si riconosce, quindi, il valore di un tempo "lungo", necessario agli allievi per attivare un percorso di ricerca e per strutturare conoscenze significative.

5- In linea con quanto proposto nelle scuole di Chicago, La Main à la Pâte riconosce l'importanza di tenere una traccia scritta delle fasi più salienti dell'attività scientifica vissuta. Ogni bambino ha il compito di compilare, con parole sue, una sorta di diario di bordo denominato "quaderno d'esperienze" ("*cahier d'expériences*") che si compone di due parti: una libera, non organizzata, nella quale il bambino può riportare le proprie osservazioni senza seguire indicazioni precise; un'altra che è invece organizzata, nella quale inserire le conoscenze ed i risultati condivisi da parte dei compagni e della comunità.

6- Il principale obiettivo è quello dell'appropriazione progressiva, da parte degli allievi, dei concetti scientifici e delle tecniche operative, accanto al consolidamento dell'espressione scritta e orale della lingua. Il collettivo de La Main à la Pâte, riconoscendo alla scuola primaria il ruolo fondante dell'alfabetizzazione, non esita a sottolineare "*il legame molto forte tra l'apprendimento scientifico e l'apprendimento linguistico. Ciò può tradursi in una motivazione reciproca dei due apprendimenti ma anche, a volte, in un blocco per gli allievi che non riescono a tradurre in parole le loro idee corrette; da ciò emerge l'esigenza di un'attenzione costante dei maestri perché ciascun allievo possa esprimersi*".<sup>10</sup>

**Il Partenariato** viene istituito per dare forma all'idea di "comunità educante":

7- Le famiglie ed il quartiere vengono coinvolti nel lavoro realizzato in classe per sollecitare la partecipazione dei genitori, valorizzarne saperi e conoscenze così da farli sentire componenti essenziali del processo di apprendimento dei bambini.

8- I partner della comunità scientifica (Università, Politecnico, Grandes Ecoles...) accompagnano localmente il lavoro delle classi mettendo a disposizione le loro competenze. Per rispondere alle difficoltà dei maestri ed al loro sentimento di inadeguatezza nell'applicazione di questa nuova didattica delle Scienze, i membri della comunità scientifica offrono momenti di formazione e confronto, nuovi stimoli ed idee e infatti, a partire dall'autunno 1998, il collettivo organizza annualmente un incontro di una settimana rivolto ad un gruppo misto di maestri e di scienziati. Gli insegnanti possono

## Uno sguardo all'estero – L'insegnamento scientifico in Francia

così rivolgere domande ai membri della comunità scientifica e le risposte principali vengono poi pubblicate nei libretti della collana “Graines des sciences”, per custodirne memoria e per diffonderne l'informazione.

9/10 - Localmente anche i docenti degli IUFM mettono la loro esperienza pedagogica e didattica al servizio degli insegnanti, che inoltre possono fare riferimento al sito internet de La Main à la Pâte per trovare moduli didattici da sperimentare, idee di attività, risposte alle proprie domande, partecipare ad un lavoro cooperativo in dialogando con i colleghi, con i formatori e con gli scienziati.

Particolare importanza è data all'obiettivo di sottrarre il maestro al proprio isolamento e “metterlo in una rete di sicurezza” dalla quale possa trarre supporto quotidiano nell'insegnamento delle scienze. Ciò implica, quindi, un movimento di avvicinamento reciproco: da un parte, la disponibilità dei membri della comunità scientifica (ingegneri, fisici, chimici, biologi...) ad entrare nelle classi, adattandosi ai bisogni ed ai ritmi di lavoro dei bambini, dall'altra, lo sforzo degli insegnanti nel condividere e nello scambiare preoccupazioni pedagogiche, buone pratiche e nuove idee.

In sintesi *“La Main à la Pâte è un metodo pedagogico che pone i bambini a confronto con i fenomeni reali. Guidati in questo approccio dall'insegnante, gli allievi lavorano su di un problema scientifico tratto dal loro ambiente più prossimo: l'osservazione, la sperimentazione, l'analisi, il dibattito e la scrittura sono al centro del processo di apprendimento”*<sup>11</sup>.

Nel 1999 l'operazione La Main à la Pâte coinvolge direttamente il 2% delle scuole francesi ed i Rapporti del Ministero della Pubblica Istruzione (il Rapport Sarmant del 1998 ed il Rapport Loarer del 2002) ne sottolineano gli effetti positivi, non circoscritti al solo apprendimento scientifico.

Il “Rapport Sarmant”<sup>12</sup>, ad esempio, mette in luce che la nuova metodologia ha apportato benefici importanti nei domini del comportamento sociale e morale, in quello dell'espressione linguistica (nella lingua francese orale e scritta) e nella formazione generale dei bambini. La “démarche scientifique” si dimostra produttiva proprio perché consente agli allievi di esercitare le proprie capacità di lavoro di gruppo, di argomentazione e discussione collettiva, nell'ascolto e nel rispetto delle posizioni e dei punti di vista altrui; perché insegna loro a mettere in dubbio preconcetti e stereotipi acquisendo una mentalità aperta all'investigazione ed alla ricerca di soluzioni; ma, soprattutto, perché aiuta i bambini a padroneggiare meglio la propria lingua madre: *“li aiuta a pensare meglio, ad esprimersi meglio, a vivere meglio ed a vedere più lontano”*<sup>8</sup>.

Il riconoscimento istituzionale e pubblico fa sì che, nel giugno 2000, le autorità decidano di lanciare il Piano **PRESTE** (Piano Triennale di Rinnovo dell'Insegnamento delle Scienze e delle Tecnologie alla Scuola Primaria)<sup>13</sup>, in linea con le indicazioni europee della Dichiarazione di Lisbona dello stesso anno, chiamando in causa direttamente il nuovo collettivo. Il Piano si propone di diffondere progressivamente la metodologia de “La Main à la Pâte” in tutte le scuole primarie del Paese, dando continuità ai partenariati già esistenti. L'Accademia delle Scienze continua a svolgere il suo ruolo di sostegno e di mobilitazione della comunità scientifica, mentre nel 2001 si struttura una rete di una dozzina di “centri pilota La Main à la Pâte” diffusi sul territorio, centri riconosciuti come particolarmente dinamici nella sperimentazione e portatori di buone pratiche.

A testimonianza del successo e del riconoscimento istituzionale della metodologia de La Main à la Pâte, negli ultimi anni molti Paesi stranieri vengono coinvolti in progetti di collaborazione: nel 2004 più di venti nazioni (tra cui Belgio, Afghanistan, Brasile, Cambogia, Egitto, Marocco...) hanno dato vita ad un partenariato e ad un sito internet internazionale.

Probabilmente, però, la prova più concreta del profondo radicamento dell'operazione La Main à la Pâte nella storia dell'insegnamento scientifico in Francia si ritrova considerando la storia ed i contenuti dei nuovi Programmi Ministeriali pubblicati nel 2002, in sostituzione di quelli del 1996, e di quelli del 2008.

### **I programmi di Scienze per la Scuola Primaria in Francia nelle Indicazioni Ministeriali del 2002**

Decidendo di rinnovare i Programmi della Scuola Primaria alla luce dei cambiamenti apportati dal nuovo secolo, il Ministero della Pubblica Istruzione francese non esita, nel 2002, a sollecitare un diretto coinvolgimento del collettivo La Main à la Pâte.

I dieci principi fondanti sono assunti a pieno titolo nel documento e la loro influenza si ritrova negli obiettivi e nelle competenze previste per l'insegnamento scientifico. Scienza e tecnologia, per la prima volta, risultano integrate tra loro e accomunate dallo stesso impianto pedagogico.

La collaborazione tra autorità pubbliche e collettivo si concretizza nella preparazione e nella pubblicazione congiunta di alcuni documenti di accompagnamento ai programmi, destinati agli insegnanti di scuola materna<sup>14</sup> ed a quelli di scuola primaria<sup>15</sup> al fine di aiutarli nel processo di applicazione delle nuove Indicazioni e nel rinnovamento della pratica didattica quotidiana.

Può essere, quindi, interessante riportare alcune parti dei Programmi Ministeriali emanati nel febbraio 2002<sup>16</sup> e nei loro documenti di accompagnamento, per ritrovarvi le tracce di questo nuovo modo di intendere la Didattica delle Scienze.

Già a partire dall'Introduzione ai Programmi si possono scoprire le tracce dell'operazione La Main à la Pâte e della filosofia che la caratterizza.

La Scuola Primaria è definita come una “scuola esigente”, che non vuole semplicemente rappresentare la prima tappa di un lungo percorso di studi, bensì stimolare nel bambino una pluralità di funzioni cognitive e psichiche funzionali al suo intero processo formativo: memoria ed inventività, rigore ed immaginazione, attenzione ed autonomia. *“Accanto al ragionamento ed alla riflessione intellettuale, la cui importanza non può essere minimizzata, devono essere promossi il senso dell’osservazione, il gusto della sperimentazione, la sensibilità e l’immaginazione creativa. L’educazione artistica, l’educazione fisica, l’educazione scientifica e tecnica sono quindi elementi imprescindibili della formazione scolastica”*.

Se al processo di alfabetizzazione è affidato il ruolo fondante per l’insegnamento primario (*“la conoscenza della lingua madre condiziona in ogni caso la riuscita scolastica e costituisce la base dell’inserimento sociale e della libertà di pensiero ...”*<sup>11</sup>) si ricorda che la padronanza della lingua francese (sia in forma orale che in forma scritta) è inseparabile dall’acquisizione delle molteplici sfaccettature della cultura: *“Non c’è nessuna opposizione tra gli obiettivi fondamentali della scuola quali parlare, leggere, scrivere, far di conto ed i saperi letterari, geografici, storici, scientifici e tecnici: essi si costruiscono all’interno di una stessa dinamica e si consolidano reciprocamente”*<sup>16</sup>.

Dopo aver acquisito i primi rudimenti tecnici della lettura, l’allievo potrà sviluppare al meglio le proprie capacità di comprensione di un testo imparando a selezionare le informazioni essenziali proprio attraverso la lettura quotidiana di testi scientifici, storici e geografici. Allo stesso modo, quando un allievo padroneggerà a sufficienza le lettere dell’alfabeto ed i rudimenti del lessico, della grammatica e della sintassi, potrà trarre grande giovamento dal confronto con una pluralità di tipologie di testo scritto (racconti e poemi della letteratura nazionale e non, brevi riassunti storici e geografici, ecc.). Viene anche citato il “cahiers d’expériences” come possibilità per il bambino di elaborare resoconti di sperimentazioni svolte, strutturare conoscenze e nozioni da collegare per costruire concetti.

In sintesi già nell’introduzione ai Programmi ritroviamo interessanti collegamenti con alcuni principi de La Main à la Pâte: la centralità della sperimentazione diretta, il legame tra scienze e linguaggio, l’attenzione contemporanea sia per lo sviluppo degli aspetti immaginativi e creativi, sia per il ragionamento logico ed il rigore mentale. Ma l’interesse per noi non finisce qui: in aperta corrispondenza con le indicazioni proposte in Italia dal Ministro Fioroni e prima di queste, i programmi francesi distinguono la scuola primaria in due cicli.

### **I programmi dei due cicli pedagogici**

È interessante sottolineare la diversa interpretazione dell’insegnamento scientifico tra i due cicli pedagogici in cui è suddivisa la scuola primaria: il ciclo 2 che si svolge nelle prime tre classi, quindi con bambini di età compresa tra i 5 ed i 7 anni (degli “apprentissages fondamentaux- cycle 2”), e il ciclo 3, che interessa le ultime tre classi di scuola elementare, con bambini di età compresa tra gli 8 e gli 11 anni (degli “approfondissements- cycle 3”).

Per quanto riguarda il **ciclo degli “apprendimenti fondamentali”**, il testo non parla ancora propriamente di educazione scientifica ma preferisce utilizzare la denominazione **“scoprire il mondo”** (“découvrir le monde”). A quest’area vengono assegnate da 3 a 3,5 ore settimanali, a seconda dell’impostazione didattica dell’insegnante o della scuola stessa. Questa scelta ha la funzione di garantire la continuità del percorso di studi tra la scuola materna e la scuola elementare; in questo caso, invece di introdurre distinzioni disciplinari, il legislatore preferisce mantenere i grandi domini d’attività che caratterizzano il livello di scolarità precedente (es. i domini della “padronanza del linguaggio e della lingua francese” e del “vivere insieme”). Anche la denominazione “scoprire il mondo” si mantiene costante tra i due ordini di scuola e continua a rappresentare *“il dominio privilegiato dell’educazione alla curiosità (per il mondo umano o fisico, per il mondo dei viventi o per quello della tecnica, per il mondo reale o per quello simulato...), oltre che l’occasione per una prima strutturazione delle grandi categorie conoscitive quali: tempo, spazio, materia, causalità ...”*<sup>16</sup>.

I Programmi chiariscono non solo quali siano gli **obiettivi** da raggiungere al termine del ciclo degli apprendimenti fondamentali, ma anche i contenuti da affrontare e le competenze da valutare.

Nell’enunciare gli obiettivi, il testo riprende i principi fondanti della metodologia La Main à la Pâte, affermando che è questo il momento evolutivo in cui i bambini possono cominciare a consolidare le loro capacità di ragionamento logico ed a dare coerenza alle loro conoscenze sul mondo; devono quindi imparare *“a farsi delle domande, ad agire in modo riflesso; devono manipolare, costruire, osservare, confrontare, classificare, sperimentare. In tal modo vanno oltre le loro rappresentazioni iniziali acquisendo l’abitudine al confronto con la realtà”*.

Questo processo di investigazione e sperimentazione, accompagnato dal maestro cui si riconosce un importante ruolo di guida, di progettazione, selezione e sostegno, deve condurre all’apprendimento di nuove abilità e conoscenze sia scientifiche che trasversali. Il testo ribadisce i vantaggi dell’approccio scientifico come occasione per imparare a confrontarsi e discutere con gli altri e per familiarizzare con un uso particolare della scrittura (prendere appunti, fare degli elenchi o delle tabelle o schemi, elaborare un testo di documentazione dell’esperienza...)<sup>17</sup>.

Per ciò che concerne i **contenuti** da sviluppare, i Programmi ne elencano sei all’interno dell’area “découvrir le monde”: dallo spazio familiare agli spazi più lontani; il tempo che passa; la materia; il mondo dei viventi (le manifestazioni della vita nel bambino, negli animali e nei vegetali; diversità ed uguaglianza tra viventi; primo approccio alla classificazione scientifica; distinzione tra viventi e non viventi; regole igieniche elementari...); gli oggetti ed i materiali (utilizzare termometri e strumenti di misura delle lunghezze in situazioni di vita quotidiana; riconoscere lo stato solido e

## Uno sguardo all'estero – L'insegnamento scientifico in Francia

liquido dell'acqua e le loro manifestazioni; costruire un semplice circuito elettrico; verificare sperimentalmente la conservazione della materia...); le tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC).

Come si vede, le tematiche più strettamente legate all'insegnamento scientifico (come i primi rudimenti dello studio della materia, degli oggetti e del mondo dei viventi) ed a quello tecnologico sono ancora intrecciate al consolidamento dei prerequisiti spazio-temporali. In generale, la tendenza è quella di un progressivo ampliamento degli orizzonti: da ciò che è più vicino a ciò che è più lontano (nel tempo, nello spazio e nel livello di astrazione e concettualizzazione). In tal modo il bambino, in continuità con ciò che ha vissuto alla scuola materna, arricchisce il proprio bagaglio conoscitivo, incontrando nuove e variegate situazioni: nuove piante, nuovi animali, nuove osservazioni sul proprio corpo. È l'occasione per stimolare in lui l'emergere di domande e curiosità e, tramite la sperimentazione e la manipolazione, nuove conoscenze sugli esseri viventi e non.

Il testo infine riporta in dettaglio, per ciascuno dei contenuti proposti e come guida all'azione progettuale e valutativa dell'insegnante, le competenze che ogni allievo dovrebbe avere acquisito al termine di tale ciclo. La "competenza" è qui intesa come un insieme di sapere e saper fare di cui gli allievi debbono essere pienamente coscienti; non a caso esso si articola in due parti: "il bambino è capace di..." (in cui vengono esplicitati i saper fare, ovvero le abilità apprese) ed "il bambino ha compreso ed interiorizzato..." (in cui si elencano le nuove conoscenze significative strutturate nel percorso). Comprendere e soprattutto interiorizzare implica la coscienza del proprio modo di agire (competenza).

Il "ciclo degli approfondimenti" è caratterizzato dall'apertura a nuove distinzioni disciplinari, anche se le Indicazioni Ministeriali si preoccupano ripetutamente di sottolineare che, a livello di Scuola Primaria, l'apprendimento deve ancora mantenere una dimensione di globalità e trasversalità, senza erigere barriere tra i diversi campi del sapere. I passaggi di stato nell'acqua, ad esempio, appartengono tanto alla Fisica che alla Chimica, così come il ciclo dell'acqua fornisce informazioni preziose per la Geologia, la Fisica e la Biologia; i circuiti elettrici vanno compresi sia in termini fisici che tecnologici; la bussola ed i punti cardinali sono elementi comuni all'Astronomia, alla Geografia ed alla Fisica.

Il documento ribadisce inoltre che, anche se in questo ciclo il bambino attraversa una fase evolutiva che gli permette di costruire conoscenze più riflessive e strutturate e di appropriarsi di nuovi strumenti intellettuali, "la pedagogia non deve ripiegarsi su di una concezione astratta e formale di accesso alle conoscenze. Essa resta fondata sull'esperienza concreta"<sup>18</sup>. Questo forte richiamo all'esperienza corrisponde esattamente a quanto anche noi sosteniamo da tempo, soprattutto nel merito di una didattica laboratoriale effettivamente formativa più che verificativa.

Grande responsabilità è poi affidata agli insegnanti, che hanno a loro disposizione tre anni "per permettere a ciascun allievo, senza eccezioni, di acquisire dei saper fare intellettuali, il desiderio per il sapere e degli atteggiamenti nei confronti degli altri senza i quali non potrà beneficiare dell'insegnamento propostogli al Collège".

In questo ciclo comunque, i programmi cominciano a parlare di **domini disciplinari** in cui articolare la proposta didattica; nello specifico, il testo elenca quattro grandi domini: la "Lingua Francese - educazione letteraria ed umanistica"; l'"Educazione Scientifica"; l'"Educazione Artistica"; e l'"Educazione fisica e sportiva".

Un aspetto nuovo, che va sottolineato e che emerge da queste Indicazioni Ministeriali redatte dal legislatore francese, è l'accorpamento delle "matematiche" e delle "scienze sperimentali e tecnologiche" sotto la stessa denominazione di "Educazione Scientifica": ciò corrisponde ad un invito esplicito rivolto agli insegnanti perché si impegnino, nella loro pratica quotidiana e nella progettazione didattica, a "costruire ponti" tra le due aree disciplinari. L'essenza di entrambi gli insegnamenti è rappresentata, infatti, dalla soluzione di problemi, sia che questi abbiano per oggetto numeri e calcoli, sia che si riferiscano a problemi tratti dalla vita reale e dal mondo della natura. A conferma della prospettiva didattica legata all'apprendimento come esperienza di ricerca, non è trascurabile il fatto che si parli di problemi e non di esercizi.

Per l'insegnamento delle "scienze sperimentali e tecnologiche" vengono previste da 2,5 a 3 ore, a discrezione del corpo insegnante ed in base alle esigenze della classe.

La metodologia è sempre quella dell'approccio sperimentale, poiché "le conoscenze proposte sono tanto più profondamente assimilate quanto più nascono in relazione a questioni sorte durante manipolazioni, osservazioni e misurazioni".

Per questo ciclo degli approfondimenti il legislatore ha scelto di dettagliare non solo obiettivi, contenuti e competenze dei quattro domini disciplinari, ma anche di fornire chiarimenti sulla metodologia da impiegare. La metodologia de La Main à la Pâte viene esplicitamente proposta come riferimento per l'azione didattica. L'insegnante ha il compito di individuare una situazione di partenza che permetta agli allievi di esprimere idee e domande, progressivamente formulate con maggiore chiarezza; in seguito, con l'aiuto del maestro, il gruppo dovrà selezionare le domande che più si prestano all'investigazione scientifica ed alla formulazione di ipotesi verificabili; seguirà la elaborazione del percorso di investigazione e la sperimentazione diretta dei bambini. Il processo si concluderà con l'acquisizione e strutturazione della conoscenza esperita che fa parte della costruzione di quel sapere e saper fare previsti nei Programmi come traguardi di competenza. Vale qui la pena di sottolineare come i curricula francesi pongano in chiaro che, da quanto vi si legge, l'obiettivo della didattica delle scienze non è l'acquisizione di "verità", ma di risposte sensate che permettono di formulare ulteriori domande via via più pertinenti ed intelligenti.

Vengono anche elencate cinque tipologie che l'approccio di "investigazione sul mondo" proposto può assumere, a seconda delle risorse disponibili, delle intenzioni didattiche e della situazione della classe: sperimentazione diretta; costruzione di strumenti; osservazione diretta o assistita (con uno strumento); ricerca documentaria; ricerca sul campo e uscita didattica.

Anche il *cahiers d'expériences* viene ulteriormente dettagliato, distinguendo due funzioni imprescindibili: da un lato, il bambino deve poter scrivere per se stesso; dall'altro, deve essere accompagnato a scrivere per gli altri, con funzione di comunicazione e documentazione scientifica. Per ciò che concerne i contenuti e le competenze, il testo elenca otto argomenti che riportiamo qui in sintesi: la materia (miscugli e soluzioni; cambiamenti di stato nell'acqua; l'aria; il piano orizzontale e verticale...); unità e diversità del mondo dei viventi (gli stadi e le condizioni di sviluppo degli esseri viventi; differenze e somiglianze nella riproduzione, nella nutrizione e nella locomozione; accenni all'evoluzione...); l'educazione ambientale (catene e reti alimentari; adattamento delle specie al milieu ambientale; approccio ecologico...), intesa come opportunità di un fruttuoso approccio pluridisciplinare, che unisca sinergicamente le scienze, la geografia, la storia, l'educazione civica, l'educazione sportiva e le arti plastiche; il corpo umano e l'educazione sanitaria (nutrizione, riproduzione, locomozione; principali regole di primo soccorso...); l'energia; il cielo e la terra (luce e ombra; movimento apparente del sole; durata del giorno in relazione alle stagioni; sistema solare ed universo...); il mondo costruito dall'uomo (ricerca di soluzioni tecniche a problemi della vita di tutti i giorni, familiarizzando con le funzioni e gli usi degli oggetti); le TIC nelle scienze sperimentali e nella tecnologia.

Come si vede da questo elenco, nel ciclo degli approfondimenti si riprendono alcuni contenuti già introdotti nel ciclo precedente, e se ne introducono dei nuovi ad essi collegati (elementi di astronomia, di ecologia e di fisica).

L'ottica è quella della "ricorsività e del riciclo" degli apprendimenti, che si propone di approfondire ulteriormente dei concetti che i bambini hanno cominciato ad affrontare nel ciclo precedente. Ad esempio, nel ciclo degli apprendimenti fondamentali gli allievi sono già capaci di formulare ragionamenti sulla conservazione della materia per i solidi ed i liquidi ma non riescono a fare ragionamenti analoghi nel caso dell'aria. Basandosi inizialmente su situazioni in cui l'aria possa essere direttamente percepita, l'obiettivo del terzo ciclo è quello di insegnare ai bambini a riconoscere la sua presenza anche negli spazi che solitamente sono considerati "vuoti".

Altri esempi di questa programmazione "ricorsiva" si possono trovare nei documenti di accompagnamento ai programmi. Anche qui è utile notare come questo stesso principio sia presente anche nella nostra idea di verticalità che infatti, come abbiamo detto in altra occasione, non può essere interpretata solo come vettore di successione dei livelli di scolarità, ma deve anche essere coniugata agli approfondimenti tematici.

Il collettivo La Main à la Pâte, in collaborazione con l'Accademia delle Scienze e con il Ministero, è stato anche chiamato in causa per fornire ai maestri numerose schede (fiches) con lo scopo di aiutarli a "mettere in atto un insegnamento rinnovato delle scienze e della tecnologia, tanto dal punto di vista pedagogico, quanto rispetto agli elementi di conoscenza scientifica necessari"<sup>19</sup>.

Nella scheda "Cosa capita agli alimenti che mangiamo?", ad esempio, viene ricostruito nei tre cicli di studio il percorso di apprendimento incentrato su questo tema: nel primo ciclo, i bambini compiono attività di scoperta sensoriale con l'organizzazione di esperienze culinarie e di degustazione di diversi sapori (amaro, dolce, salato, acido); nel secondo ciclo, invece, si possono introdurre lavori sull'igiene alimentare e dentaria, oltre a fornire nozioni di base sulla dieta; nel ciclo degli approfondimenti, infine, si può svolgere un'indagine più approfondita sui bisogni alimentari dell'uomo e sull'organizzazione dell'apparato digestivo privilegiando sempre un approccio funzionale (per stabilire i legami tra le diverse funzioni della nutrizione, della respirazione e della circolazione sanguigna). Il documento esplicita anche i concetti in gioco distinguendo tra due livelli di acquisizione: il primo raggiungibile nel ciclo degli apprendimenti fondamentali (ad esempio, le trasformazioni meccaniche degli alimenti ed il loro tragitto nel nostro corpo), ed il secondo riservato al terzo ciclo o al Collège (le trasformazioni chimiche degli alimenti, la loro solubilità, il passaggio nel sangue delle componenti nutrizionali...).

In modo trasversale ai contenuti del ciclo degli approfondimenti, comunque, il testo sottolinea che in questo periodo è importante sviluppare nel bambino un'attitudine scientifica ("*esprit scientifique*") che lo stimoli a porre domande coerenti nei confronti di una situazione osservata o di un'esperienza svolta, arrivando anche a progettare una sperimentazione capace di fornire le risposte.

Le "scienze sperimentali e tecnologiche", definite così come abbiamo visto fin qui, offrono un contributo allo sviluppo linguistico dei bambini nelle tre dimensioni necessarie: del "parlare" (apprendimento ed uso appropriato del lessico scientifico; formulazione di domande; partecipazione costruttiva ad un dibattito; impiego dei connettori logici all'interno di un ragionamento), del "leggere" (comprensione di un documento di livello adeguato; sviluppo di un approccio critico; reperimento delle informazioni essenziali sulla rete) e dello "scrivere" (prendere appunti; scrivere un rapporto finale o una relazione di una osservazione e/o sperimentazione; produrre, modificare o correggere un testo informatico; comunicare tramite e-mail).

Allo stesso tempo questi Programmi evidenziano il legame tra l'insegnamento scientifico e l'Educazione Civica, asse portante della Scuola Primaria: tramite gli apprendimenti scientifici, il bambino può rafforzare il rispetto per la propria

persona e per gli altri (acquisendo comportamenti igienici, alimentari e sociali più adeguati), ma anche il rispetto per il bene comune e per la comunità (si pensi ai contributi offerti dall'educazione ambientale e dall'assunzione di responsabilità nella risoluzione di problemi). Accogliamo con piacere il riconoscimento di questo ruolo formativo assegnato all'area scientifica anche in termini di educazione alla cittadinanza, in dissonanza col tentativo di ghetizzare questa dimensione importantissima della crescita personale e collettiva dei bambini entro i confini di una improbabile disciplina fatta di teoria ed estranea ai comportamenti esperiti sul campo. Gli atteggiamenti promossi da questo nuovo modo di intendere l'apprendimento scientifico rappresentano importanti conquiste trasversali ad ogni campo disciplinare: la capacità di ascoltare gli altri, l'autonomia di lavoro, il rispetto delle regole di vita comunitarie e dei turni di parola all'interno di una discussione, il desiderio di conoscere e di inventare soluzioni creative, la capacità di fare delle scelte e di applicarle.

### I Programmi francesi del 2008

Ma i Francesi continuano a tenere *“le mani in pasta”* e, ragionando su quanto fatto fin qui, s'interrogano sugli esiti per redigere una nuova versione dei Programmi <sup>20</sup> che vedono la loro entrata in vigore con l'anno scolastico 2008/ 2009.

E' sempre difficile tentare di analizzare i contenuti e gli apporti di un documento quando esso non si è ancora confrontato con la realtà dei fatti e, quindi, ci si limiterà in questa sede a sottolineare alcune differenze e continuità principali rispetto ai Programmi 2002.

I Programmi 2008 colpiscono sin da subito per la stesura in forma sintetica: il testo, infatti, è meno corposo di quelli precedenti e, nel preambolo, il legislatore esplicita direttamente la sua volontà di dare vita ad uno strumento *“più leggibile, più corto, più ambizioso”* e ugualmente capace di rappresentare un riferimento utile per la pratica quotidiana degli insegnanti.

Nel preambolo il legislatore ribadisce che la Scuola Primaria è una scuola per tutti e infatti vi si legge testualmente: *“l'educazione è un bene collettivo ed io ho, a nome dello Stato, la responsabilità di definire i programmi nazionali che assicurino a tutti gli allievi l'uguaglianza di accesso all'istruzione perché ciascun bambino diventi un cittadino libero e illuminato, autonomo e responsabile”*. Poiché al di là degli esiti positivi ottenuti con i Programmi del 2002, l'insuccesso scolastico in Francia è ancora presente in una certa percentuale, l'organizzazione dei tempi, degli spazi e dei metodi didattici viene ripensata per offrire attività di recupero e sostegno ai bambini in difficoltà.

Il collettivo La Main à la Pâte è citato sin dalle prime pagine non solo come partner e polo innovatore dell'insegnamento scientifico, ma anche come esempio di buone pratiche, dato che il valore della *“démarche d'investigation”* e della sperimentazione diretta del bambino viene pienamente confermato.

Il ruolo della Scuola Primaria è ulteriormente valorizzato, poiché il legislatore ricorda ancora una volta che essa non è solo una prima tappa del percorso di studi, bensì la *“chiave del successo”* di tutti gli apprendimenti successivi: è a questo livello che si pongono le fondamenta della formazione che durerà per tutto l'arco della vita.

Si ribadisce, poi, l'esigenza di definire con maggiore chiarezza l'articolazione tra scuola materna, elementare e collège (nei termini di competenze da acquisire, di momenti di valutazione nazionale e di contenuti da sviluppare) mantenendo la distinzione pedagogica dei tre cicli degli apprendimenti: il ciclo dei primi apprendimenti (Scuola materna); il ciclo degli apprendimenti fondamentali e il ciclo degli approfondimenti (Scuola Primaria).

Analizzando ulteriormente il preambolo si possono trovare alcune differenze esistenti tra le nuove Indicazioni ed i Programmi 2002. Mentre le Indicazioni e i Programmi 2002 erano piuttosto vincolanti poiché definivano orari, obiettivi, contenuti e competenze da raggiungere al termine del percorso e si fornivano persino indicazioni rispetto alla metodologia da utilizzare, le Indicazioni 2008 sembrano dare maggiore spazio alla flessibilità: *“se i programmi si impongono a tutta la comunità educativa, la scelta dei metodi e dei procedimenti è completa responsabilità degli insegnanti. Questa libertà pedagogica serve alla scuola ed alle sue finalità: dà la possibilità di adattare la progressività degli apprendimenti ai bisogni degli allievi ... e di tenere in considerazione la diversità dei bambini e dei contesti”*.

La ricaduta più evidente di tale principio si ha nella definizione degli orari: il legislatore ha scelto di non indicare l'orario settimanale di ogni area disciplinare, fatta eccezione per Lingua francese e Matematica, bensì di fissare un monte ore annuale (si parla di *“durata annuale degli insegnamenti”*); la *“durata settimanale degli insegnamenti”* viene soltanto indicata come possibile proposta, modificabile in base al progetto pedagogico degli insegnanti e nel rispetto del monte ore annuale fissato. Pare di capire dunque che le modifiche introdotte colgano ancora di più la necessità di non proporre strutture rigide per fondare la relazione insegnamento-apprendimento ancora più marcatamente sulla centralità dello studente. Una seconda novità riguarda la definizione delle conoscenze e delle competenze da raggiungere al termine di ogni ciclo di studi: le Indicazioni 2008 scelgono di utilizzare come termine di riferimento il **“Socle Commun de connaissances et compétences”**<sup>21</sup>, emanato nel 2006, per esplicitare con maggiore chiarezza i riferimenti culturali e civici giudicati centrali per l'insegnamento obbligatorio. Il Socle Commun *“presenta l'insieme dei valori, dei saperi, dei linguaggi e delle pratiche la cui padronanza consente a ciascun allievo di concludere con successo la propria scolarità, proseguire la propria formazione, costruire l'avvenire personale e professionale, oltre che contribuire alla riuscita della propria vita nella società”*<sup>22</sup>.

Questo documento, senza sostituirsi ai Programmi della Scuola Primaria e del Collège, fissa le sette macro-competenze della scolarità obbligatoria giudicate imprescindibili (intese come un insieme di conoscenze e capacità di applicare tali conoscenze in diverse situazioni ed atteggiamenti):

padronanza della lingua francese; pratica di una lingua straniera; padronanza dei principali elementi delle matematiche e della cultura scientifica e tecnologica; padronanza delle tecniche più diffuse dell'informazione e della comunicazione (TIC); padronanza della cultura umanistica; padronanza delle competenze sociali e civiche; autonomia e spirito d'iniziativa.

Viene valorizzato l'approccio interdisciplinare, favorito anche dalla presenza dell'insegnante polivalente: *“la presentazione dei programmi per disciplina alla scuola elementare non deve costituire un ostacolo all'organizzazione di attività interdisciplinari e trasversali”*. Il testo propone come esempio la possibilità di utilizzare anche le scienze, la storia o la geografia per esercitare l'espressione orale, la lettura e la redazione di testi in lingua francese.

Passando poi all'esame di contenuti, obiettivi e competenze previsti per l'insegnamento scientifico, nelle Indicazioni 2008 possiamo cogliere ulteriori differenze o punti di contatto rispetto al passato.

Il nuovo testo mantiene la distinzione terminologica tra *“découverte du monde”* nel ciclo degli apprendimenti fondamentali (ciclo 2) e *“Scienze sperimentali e tecnologiche”* nel ciclo degli approfondimenti (ciclo 3) mentre cambia la definizione degli orari e delle competenze per i due livelli di studi. In particolare, nel secondo ciclo per l'ambito *“découverte du monde”*, si prevede un ammontare di 81 ore/anno: ciò significa una media di circa 9 ore settimanali da suddividere, in base al progetto pedagogico dell'insegnante ed al contesto classe, tra storia, geografia, scienze e discipline artistiche. Come si vede il tempo dedicato all'area delle Scienze viene ridotto nei fatti a meno che il docente decida di trascurare le altre aree ed inoltre, al di là del tempo a disposizione per offrire ai bambini una *“prima pratica scientifica”*, colpisce la scarsità di indicazioni presenti nei Programmi 2008. L'insieme dei contenuti in scienze e tecnologia delle prime due classi è molto ridotto in confronto a quanto previsto per la scuola materna, dove la *“découverte du monde”* è ampiamente sviluppata, provocando, a nostro parere, una pericolosa discontinuità nel percorso di studi. Le competenze inerenti le scienze al termine del secondo ciclo sono solo due: osservare e descrivere al fine di realizzare delle indagini; applicare regole elementari di sicurezza per evitare il rischio di incidenti domestici. Qui la differenza con il ciclo virtuoso di La Main à la Pâte ed i programmi del 2002 è davvero vistosa e per certi versi incomprensibile. Segnaliamo anche che il testo non fa menzione del *“cahier d'expériences”*, caro alla metodologia de La Main à la Pâte e anche questa ci sembra una mancanza grave in una fase evolutiva in cui i bambini sarebbero pronti ad arricchire il loro vocabolario, a cominciare a scrivere brevi frasi, a fare schemi, tabelle, grafici e disegni per strutturare le nuove acquisizioni e tenere traccia dell'esperienza.

Nei contenuti sono previsti due soli argomenti: *“orientarsi nello spazio e nel tempo”* e *“scoprire il mondo dei viventi, della materia e degli oggetti”*.

Nel terzo ciclo (degli approfondimenti), al contrario, l'educazione alle scienze ritrova una sua centralità. Il monte orario annuale è fissato a 78 ore, pari a poco più di 2 ore a settimana da dedicare esclusivamente all'insegnamento scientifico e tecnologico.

Il testo fa riferimento esplicito a La Main à la Pâte come esempio metodologico di qualità da seguire: le conoscenze e le competenze vengono acquisite nel quadro di un processo d'indagine che sviluppa la curiosità, la creatività, lo spirito critico e l'interesse per i progressi scientifici e tecnologici. La finalità è quella di permettere ai bambini di comprendere e descrivere il mondo in cui vivono, inteso come insieme di elementi naturali e di elementi modificati dall'azione dell'uomo.

In questo ciclo viene riaffermata l'importanza del *“cahier d'expériences”* e del *“cahier d'observations”* come possibilità per gli allievi di elaborare testi scritti di diversa natura.

Per ciò che concerne la lista dei contenuti da sviluppare, nel ciclo degli approfondimenti non si osservano grandi differenze rispetto ai Programmi del 2002, salvo l'introduzione di due nuovi argomenti: produzione, riduzione e riciclaggio dei rifiuti e biodiversità.

Anche la lista delle competenze, infine, non presenta grosse novità e si pone perfettamente in linea con la logica de La Main à la Pâte.

### **Conclusioni**

In conclusione ci pare di poter dire che le Indicazioni Ministeriali del 2002 e del 2008, sebbene con alcune specificità interne e alcuni cedimenti nei Programmi 2008, hanno saputo raccogliere e rielaborare al loro interno sia le novità apportate nell'insegnamento delle scienze a seguito dell'approccio socio-costruttivista, sia i risultati delle sperimentazioni del collettivo La Main à la Pâte, in modo coerente con le indicazioni provenienti dal contesto europeo ed internazionale.

Il quadro di riferimento francese si è dunque mosso prima di quello italiano, ma questo non costituirebbe un problema, visti i passi avanti prodottisi nel nostro Paese grazie al Piano Nazionale ISS. Il vero interrogativo non è come procedere, ma con chi procedere: chi potrà sostenere l'innovazione di ISS a fronte dei pesantissimi tagli ai fondi e al personale docente recentemente approvati per Decreto Ministeriale? Se sul piano dell'impianto pedagogico a livello internazionale

## Uno sguardo all'estero – L'insegnamento scientifico in Francia

ci troviamo in buona compagnia, su quello della concreta realizzazione di ISS nella nostra scuola siamo oggi forse un po' più soli di ieri. Per il bene dei nostri studenti auguriamoci che così non sia.

### Bibliografia

1. E. Balzano, A. Fichera, I. Gatti, S. Suter, a cura di, "Piano ISS, 1° seminario Nazionale, Milano e Napoli, documenti di lavoro", Atti 1 e 2, M.P.I. Dipartimento per l'Istruzione, Edizioni Museo Nazionale della Scienza e Tecnologia, 2006.
2. Divisione Didattica della Società Chimica Italiana, Associazione Insegnanti di Fisica, Associazione di Insegnanti di Scienze Naturali, Museo Nazionale della Scienza e Tecnologia di Milano e Città della Scienza di Napoli.
3. R. Alves, "La scuola che ho sempre sognato senza immaginare che potesse esistere", E.M.I., Editrice Missionaria Italiana, Bologna, 2003.
4. G. Le Boterf, "Construire les compétences individuelles et collectives", Editions d'Organisation, Paris, 2001.
5. A. Zapata, "Histoire d'un succès", in CRAP, *Cahiers Pédagogiques*, n. 443, Paris, mai 2006.
6. J. Dercourt, J.P. De Gaudemar, J.P. Sarmant, F. Gros, "De l'opération La main à la Pâte au Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école", 10 septembre 2000; sito della Main à la Pâte <lamap.inrp.fr>
7. G. Charpak, P. Lena, Y. Quere, "L'Enfant et la Science. L'aventure de La Main à la Pâte", Odile Jacob, Paris, octobre 2005.
8. G. Charpak, P. Lena, Y. Quere, "La Main à la Pâte, dix ans après", in CRAP, *Cahiers Pédagogiques*, n. 443, Paris, mai 2006.
9. M. Spitzer, "Learning", Elsevier, 2005.
10. "Les 10 principes de la Main à la Pâte", 27 novembre 2007, sito della Main à la Pâte [www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap).
11. La main à la pâte, *Que deviennent les déchets? Cycle 2- cycle 3*, Odile Jacob éducation, 2002.
12. Il testo integrale è disponibile nel sito [www.eduscol.education.fr](http://www.eduscol.education.fr)
13. Bollettino Ufficiale BOEN n.° 23 del 15 giugno 2000.
14. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (DESCO), ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PÂTE) ET ACADEMIE DES TECHNOLOGIES, *Découvrir le monde à l'école maternelle. Le vivant, la matière, les objets*, CNDP, Paris, 2005.
15. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (DESCO) et ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PÂTE), *Enseigner les sciences à l'école. Documents d'accompagnement des programmes- Cycles 1 et 2*, CNDP, Paris, octobre 2002.
16. MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE (DESCO) et ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PÂTE), *Enseigner les sciences à l'école. Documents d'accompagnement des programmes- Cycles 3*, CNDP, Paris, octobre 2002.
17. programmi pubblicati nel Bollettino Ufficiale BOEN n. 1. del 14 febbraio 2002; testo integrale reperibile sul sito generale del Ministero dell'Educazione Nazionale: [www.education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr).
18. S. Herreman, C. Boyer, P. Degret, B. Henry, "Comment enseigner au cycle 2- la découverte du monde", Hachette éducation, Paris, 2006.
19. S. Herreman, C. Boyer, P. Degret, B. Henry, *Comment enseigner au cycle 3- les sciences expérimentales et la technologie*, Hachette éducation, Paris, 2005.
20. DESCO et ACADEMIE DES SCIENCES (LA MAIN A LA PÂTE), *Enseigner les sciences à l'école. Documents d'accompagnement des programmes- Cycles 3*, op. cit.
21. BOEN n. 3 del giugno 2008.
22. Decreto Ministeriale n.° 830 dell'11 luglio 2006.
23. "Le socle commun de connaissances et de compétences", sito del Ministero dell'Educazione Nazionale Francese- [www.education.gouv.fr](http://www.education.gouv.fr)

# SOSTANZE E TRASFORMAZIONI

## Proposte per un curriculum verticale

CARLO FIORENTINI <sup>a</sup>, ELEONORA AQUILINI <sup>b</sup>, ANTONIO TESTONI <sup>c</sup>, DOMENICA COLOMBI <sup>d</sup>

<sup>a</sup> CIDI di Firenze - cidifirenze@virgilio.it

<sup>b</sup> ITI "G.Marconi" Pontedera - ele.aquilini@tin.it

<sup>c</sup> ITI "Copernico-Carpeggiani" Ferrara – ajteston@tin.it

<sup>d</sup> ITI "Copernico-Carpeggiani" Ferrara – adele.colombi@alice.it

Modalità realmente innovative del fare scuola che vogliono sintonizzarsi con le motivazioni, gli interessi e le cognizioni della maggior parte degli studenti richiedono un profondo ripensamento del che cosa si insegna, sia dal punto di vista **qualitativo** che **quantitativo**. L'aspetto quantitativo è quello più evidente: se non ci si concentra su una minore quantità di saperi non è possibile realizzare nessun rinnovamento metodologico-relazionale, cioè curricolare. Prestare attenzione ai processi di costruzione della conoscenza degli studenti, alle loro difficoltà, agli ostacoli epistemologici che incontrano ed ai loro "errori" implica tempi lunghi.

*Dalle nostre ricerche emerge un'idea apparentemente banale. Offrire allo studente una grande massa di informazioni, quando i suoi concetti sono ancora primitivi, gli impedisce di raggruppare e di maneggiare le informazioni stesse di cui ha bisogno per sviluppare i concetti. Tutti gli argomenti considerati difficili dagli studenti, che noi abbiamo analizzato, portano il marchio di tale processo di sovraccarico<sup>1</sup>.*

Vi è poi l'aspetto qualitativo. Anzi, noi riteniamo che questo problema costituisca il nodo fondamentale del rinnovamento del curriculum, ma anche quello più complesso. Ci sembra significativo quanto scrive Aldo Borsese:

*Il contributo che l'insegnamento scientifico può dare nella scuola di base allo sviluppo delle competenze osservativo-logico-linguistiche è fondamentale; ma tale contributo è possibile solo se i contenuti su cui si lavora, se gli esperimenti che vengono effettuati sono effettivamente alla portata degli alunni. Occorre lavorare sperimentalmente, occorre far discutere gli alunni, ma se si fanno discutere su problematiche che non sono in grado di comprendere, a cosa serve?.... Occorre, secondo me effettuare scelte radicali sui contenuti: competenze metodologiche adeguate possono essere sviluppate nell'alunno solo se sono stati individuati i contenuti adatti. La sopravvalutazione del metodo rispetto ai contenuti si deve a inconsapevolezza epistemologica sul ruolo della teoria in molti esperimenti apparentemente intuitivi... Se si introducono concetti che non riescono a porsi in relazione con le strutture cognitive degli studenti, potranno solo essere memorizzati. E se, per esempio, tale situazione si manifesta frequentemente nella scuola di base finisce col generare atteggiamenti che sono i più difficili da eliminare<sup>2</sup>.*

La soluzione non risiede in una riduzione (che corre spesso il rischio di trasformarsi in banalizzazione) della struttura tradizionale del sapere dei vari ambiti disciplinari, ma in una loro radicale destrutturazione e riorganizzazione, passando così dalla loro struttura specialistica ad una struttura formativa. Occorre selezionare e organizzare le conoscenze delle varie discipline in modo tale che esse siano, da una parte, fondamentali in relazione alle discipline stesse e, dall'altra, adeguate in riferimento alla struttura cognitiva degli studenti alle varie età. Questa è un'operazione particolarmente complessa, perché comporta un'accurata analisi delle discipline per estrarne i saperi essenziali sul piano sia epistemologico sia psicopedagogico. La pedagogia e la psicologia dell'apprendimento, che sono indispensabili per impostare in modo adeguato l'insegnamento, da sole non sono, tuttavia, in grado di farlo. Senza la mediazione della riflessione storica-epistemologica e della didattica della disciplina, il mondo delle esigenze educative e dell'apprendimento, da una parte, e quello della cultura, dall'altra, rischiano di rimanere due mondi incomunicabili. Soltanto le riflessioni storico-epistemologiche e di didattica disciplinare possono permettere effettivamente la realizzazione di esigenze psicopedagogiche fondamentali, quali l'individuazione dei concetti basilari delle discipline, delle metodologie proprie, dei prerequisiti dei vari concetti, delle gerarchie o delle reti concettuali ... cioè di proposte di curriculum verticale che non siano più la riproposizione del manuale universitario di base, in modo sempre più semplificato e banalizzato man mano che si scende nei vari gradi scolastici. Curriculum verticale che non significa sviluppo lineare contrapposto ad organizzazione a spirale o reticolare. Alcune problematiche fondamentali dovranno essere affrontate più volte per realizzare apprendimenti significativi e duraturi, come viene indicato nella concezione del curriculum a spirale, soltanto quando sia didatticamente ed epistemologicamente possibile individuare livelli di approfondimento e di formalizzazione differenziati.

È il caso del concetto di sostanza e quello ad esso correlato di reazione, che stanno alla base di tutta la chimica e sono talmente "trasversali" da costituire parte essenziale di qualsiasi curriculum scientifico. Il concetto scientifico di sostanza è un concetto complesso, tutt'altro che intuitivo, come viene comunemente ritenuto.

*Occorre riconoscere una difficoltà preliminare che solo la chimica fra le scienze della natura si trova a fronteggiare.*

*Discipline scientifiche come la matematica, la fisica e la biologia affrontano lo stadio iniziale del loro apprendimento utilizzando nozioni tratte direttamente dall'esperienza sensoriale, quasi sempre già acquisite a livello prescolare [...] Il passaggio all'astratto ha il sussidio di ripetute esperienze visive e tattili [...] La pe-*

*cularità della chimica è di essere priva di questa connessione diretta con il dato sensoriale: manca la possibilità di stabilire un tale legame tra le proprietà percepite e la composizione. Infatti i caratteri percepiti di un corpo materiale qualsiasi non consentono di stabilire se esso è un aggregato di sostanze pure<sup>3</sup>.*

Inoltre il fatto che tale termine faccia parte del linguaggio comune, lungi dal facilitarne la comprensione, la rende ancor più ardua perché il significato del concetto scientifico non coincide per nulla con quello di senso comune. Sostanza è un termine utilizzato nella vita quotidiana per indicare in modo indifferenziato (irriflessivo) il sostrato materiale di qualsiasi cosa, come sinonimo di materia o di materiale. Mentre, dal punto di vista scientifico, sostanza è un termine che sta ad indicare una porzione di materia caratterizzata da specifiche proprietà macroscopiche ed operative. Questa definizione è tutt'altro che ovvia. Per i bambini, è in genere molto agevole riconoscere i materiali più comuni, ma è più difficile individuarne alcune loro proprietà caratterizzanti. Negli ultimi anni della scuola primaria sarà quindi necessario proporre alcune fenomenologie che, da una parte, abbiano significato di per sé, e dall'altra, permettano di individuare proprietà operative che permettono di distinguere alcuni materiali. In questo periodo della scuola primaria e nella scuola secondaria di primo grado si dovrebbero incontrare più esempi di sostanze, cioè di porzioni di materia caratterizzate da specifiche proprietà fisiche e chimiche. Ad esempio, due fenomenologie fondamentali che a nostro parere vanno affrontate già negli ultimi anni della scuola primaria sono le soluzioni acquose e l'ebollizione-evaporazione dell'acqua. Per concettualizzarle, seppur ad un primo livello, sono necessari molti mesi di attività perché ad esse sono connesse molte problematiche di cui va costruita la rete concettuale.

L'oggetto principale di queste attività è l'acqua, che da sostanza del senso comune inizia a diventare sostanza nel significato scientifico. L'acqua della vita quotidiana appare come una sostanza, eventualmente con l'aggettivo pura, volendo così significare che è l'aggiunta di altre sostanze che la rende sgradevole. Le attività precedentemente indicate permettono di comprendere che l'acqua usuale non è una sostanza, ma una soluzione, e che la bontà dell'acqua dipende dalle sostanze in essa sciolte. L'acqua chimicamente pura la si può ottenere distillando l'acqua, togliendo, cioè, all'acqua le sostanze che naturalmente vi sono disciolte. Mentre l'acqua naturale è in generale una soluzione, l'acqua sostanza è un artefatto umano: *la purezza delle sostanze appartiene al regno umano non al regno naturale. L'uomo è il fattore di purificazione<sup>4</sup>.* È l'acqua distillata che va usata per preparare le soluzioni acquose, per non avere interferenze fra il soluto e le sostanze già disciolte nell'acqua. È di nuovo l'acqua distillata che bolle ad una ben determinata temperatura. Sono in particolare le proprietà fisiche, quali la temperatura di ebollizione, la temperatura di fusione, il peso specifico, la solubilità, quelle che permettono più facilmente di caratterizzare le sostanze<sup>5</sup>, così come, d'altra parte, sono le trasformazioni fisiche connesse (passaggi di stato e solubilizzazione) le fenomenologie di base su cui concentrare l'attività nella scuola primaria.

La distinzione fra sostanze semplici e sostanze composte è un ampliamento del concetto di sostanza che comporta un notevole salto di tipo epistemologico e nel livello di complessità psicologica. I concetti di sostanza semplice e composta non sono, infatti, concetti di tipo osservativo, ma essenzialmente teorico, la cui comprensione si ha né con esperimenti ingenui, né con definizioni. Essi non possono essere assunti come assiomi, ma vanno compresi a partire dalle conoscenze di senso comune degli studenti connesse a fenomenologie chimiche elementari. È necessario un lungo percorso nella scuola di base e nel biennio della scuola secondaria di secondo grado, con un'impostazione, prima, di tipo fenomenologico-operativo, e poi di carattere problematico e contestuale. Nella scuola di base si può arrivare fino al concetto di sostanza, che va poi ulteriormente approfondito; la distinzione, invece, tra elemento e composto va costruita nel biennio della scuola secondaria di secondo grado.

L'altro nodo concettuale strettamente connesso a quello precedente è quello di trasformazione, in particolare la distinzione tra le trasformazioni caratterizzate da conservazione e non conservazione della sostanza (trasformazioni fisiche e trasformazioni chimiche). A tal riguardo, anche noi riteniamo che *la distinzione fra trasformazioni fisiche e chimiche della materia merita di essere conservata sia in sede epistemologica, sia, con ragioni forse maggiori in sede didattica. Infatti proprio attraverso lo studio e l'utilizzazione di svariati tipi di reazione, i chimici sono riusciti non solo a sintetizzare molte delle sostanze presenti in natura, ma anche a preparare milioni di nuove sostanze [...] Inoltre le reazioni chimiche possono essere distinte dalle altre trasformazioni della materia mediante un criterio di carattere operativo. Infatti si possono ragionevolmente chiamare reazioni chimiche quei processi (e soltanto quelli) in cui si formano sostanze nuove, cioè diverse dai reagenti, ciascuna caratterizzata da una composizione definita e da determinate proprietà fisiche (temperatura di ebollizione e di fusione, densità, indice di rifrazione...).*<sup>6</sup>

Sono proprio le trasformazioni chimiche che, a livello fenomenologico, permettono di caratterizzare e riconoscere gruppi di materiali o di sostanze che hanno proprietà comuni. Si possono così definire dei raggruppamenti di grande rilevanza, non solo dal punto di vista chimico, quali quello dei combustibili, dei metalli, degli acidi, delle sostanze basiche e dei sali. Nel biennio della scuola secondaria di secondo grado si passerà poi dall'approccio fenomenologico e qualitativo delle reazioni a quello teorico e quantitativo, focalizzando il lavoro sulle leggi classiche della chimica, che rappresentano la chiave di volta per introdurre il ragazzo al mondo degli atomi e delle molecole.

(Dalton, Avogadro...). È importante, in sede didattica, non sottovalutare la profonda *frattura epistemologica esistente fra il livello macroscopico, fenomenico e concreto, dove è possibile la pratica scientifica, e quello microscopico, astratto, puro oggetto di pensiero, sede delle teorie più significative della struttura disciplinare [...]*

*C'è molta chimica prima della teoria atomica. Una chimica fenomenologica, ma, al tempo stesso, ricca di concetti e generalizzazioni. La capacità di dare spiegazioni dei fenomeni non è certo nata con le modellizzazioni microscopiche, anche se è indubbio che tali teorie hanno enormemente accresciuto il nostro potere conoscitivo. Il percorso tipico della chimica classica è forse il sostegno più convincente della validità di un progetto didattico che, partendo dal lavoro sperimentale, coerente e sistematico, valorizzi l'organizzazione delle conoscenze accumulate con l'osservazione e i ricerche possibili generalizzazioni e spiegazioni<sup>7</sup>. Il mito dell'insegnamento contenutisticamente aggiornato, oggi imperante, porta invece a ritenere che le spiegazioni valide siano sempre quelle "ultime", riconducibili alle teorie microscopiche elaborate nel Novecento, e ad ignorare che "macro" e "micro" rappresentano due livelli di organizzazione, che sono tra loro in relazione, ma non sono riducibili l'uno all'altro. Dai tempi di Dalton, cioè da due secoli, la chimica fa uso di due livelli di descrizione della materia: il livello macroscopico, o fenomenologico, delle proprietà e delle trasformazioni delle sostanze, e il livello microscopico (o più esattamente submicroscopico) degli atomi e delle molecole. I chimici si sono da tempo adattati a questa duplicità di livelli, sviluppando una forma mentis che consente loro di passare con naturalezza da un livello all'altro pur tenendoli ben distinti. Ma ciò non è affatto ovvio per gli studenti che si avvicinano per la prima volta alla chimica, specialmente se sono molto giovani... soprattutto quando l'insegnamento è fortemente sbilanciato a favore del livello microscopico, come avviene molto spesso nelle scuole italiane<sup>8</sup>.*

La situazione psicologica del non esperto di fronte al mondo dei materiali, delle sostanze e delle trasformazioni non è molto diversa da quella dello scienziato o dell'artigiano di 4-5 secoli fa. Le trasformazioni chimiche erano state fino a Lavoisier osservate e studiate nelle loro regolarità di tipo qualitativo e già questo aspetto aveva costituito un'impresa titanica. Lo sviluppo della chimica, nella così detta fase prescientifica, rappresenta un fenomeno prodigioso; durante il Seicento ed il Settecento si riuscì ad individuare, a partire dal caos della materia indistinta presente nella vita quotidiana, un numero immenso di materiali e di sostanze naturali od artificiali, e successivamente classi di sostanze e relazioni tra esse.

***Se si vogliono costruire conoscenze che siano in consonanza con le strutture cognitive dello studente e con il suo mondo percettivo, occorre dedicare gli anni della scuola di base a realizzare questo passaggio graduale dalla materia indistinta della percezione quotidiana all'individuazione di alcuni materiali, di alcune sostanze e di alcune classi di sostanze*** (C. Fiorentini, 1990; E. Roletto, 1990).

*Le proposte che seguono (le soluzioni; acidi, sostanze basiche e sali) costituiscono dei passaggi importanti sia per il riconoscimento di materiali e sostanze che per l'acquisizione dei concetti di trasformazione fisica e chimica. Le soluzioni sono pensate per gli ultimi anni della scuola primaria mentre acidi, basi e sali per il secondo anno della secondaria di primo grado.*

### **Percorso didattico sulle soluzioni**

1. Versate in un becker da 100 cc , 20/30cc di acqua distillata e una punta di spatola di sale. Agitate per alcuni minuti e chiedete agli alunni di descrivere che cosa è successo. Fate confrontare le descrizioni per ottenere da tutti una produzione linguistica accettabile.
2. Procedete con la stessa modalità prima con lo zucchero e poi con il carbonato di calcio in polvere (polvere di marmo bianco).
3. È ora opportuno confrontare le 3 esperienze evidenziando somiglianze e differenze nel comportamento delle sostanze con l'acqua.

Proponiamo come strumento funzionale al confronto, una tabella. La sperimentazione del percorso sulle soluzioni ha, infatti, più volte, messo in evidenza che il confronto non pone nessun problema finché gli esperimenti sono 2 o 3 ma quando il numero aumenta diventa molto più difficile. Dal momento che agli esperimenti con il sale, lo zucchero e il carbonato di calcio occorre aggiungerne altri simili (almeno 3), proponiamo la costruzione di una tabella anche per il confronto delle prime 3 esperienze.

*Date quindi ai ragazzi una consegna simile alla seguente: "costruisci una tabella che evidenzi il comportamento del sale, dello zucchero e del carbonato di calcio con l'acqua demineralizzata". Ovviamente una consegna di questo tipo ha senso solo se i bambini hanno già lavorato con le tabelle nell'area logico matematica e sanno usarle, cioè, riescono, almeno, a completarle e a leggerle.*

Chiedete ai bambini di costruire la tabella individualmente o a coppie con la consapevolezza della difficoltà che la richiesta pone ad un bambino di terza elementare e con la convinzione che non tutti potranno realizzare degli elaborati significativi. Riteniamo comunque che proporre ai ragazzi la costruzione abbia un significato rilevante nel contribuire a capirne l'uso e la funzione; il lavoro di ogni bambino o coppia di bambini verrà ovviamente confrontato e discusso insieme per la realizzazione di un'unica tabella ritenuta da tutti la più adeguata.

Riportiamo 2 esempi delle tabelle prodotte dai bambini:

Sostanze e trasformazioni: proposte per un curricolo verticale

	LA SOSTANZA NON SI VEDE PIU'	L'ACQUA E' DIVENTATA OPACA	LA SOSTANZA E' ANDATA A FONDO	L'ACQUA E' LIMPIDA
SALE	X			X
ZUCCHERO	X			X
POLVERE DI MARMO		X	X	

	SOSTANZA		ACQUA	
	NON SI VEDE PIU'	E' ANDATA A FONDO	E' DIVENTATA OPACA	E' LIMPIDA
SALE E ACQUA	X			X
ZUCCHERO E ACQUA	X			X
POLVERE DI MARMO E ACQUA		X	X	

Figura 1

4. Effettuate esperimenti simili ai precedenti con le seguenti sostanze: olio, sabbia, solfato di rame, farina e chiedete ai bambini di inserire nella tabella condivisa anche il comportamento delle nuove sostanze con l'acqua.

La "nuova" tabella può essere costruita dai ragazzi individualmente o a piccoli gruppi, partendo dalla precedente; oppure può essere l'insegnante che consegna ai bambini la fotocopia della tabella già costruita per il sale lo zucchero e il carbonato di calcio, lasciandola "aperta" cioè con colonne vuote per la tabulazione dei nuovi esperimenti. Chiameremo questa tabella : "La tabella dei miscugli". Riportiamo una tabella dei miscugli costruita dai bambini:

	Sostanza			Acqua		
	NON SI VEDE PIU'	È ANDATA A FONDO	GALLEGGIA	È DIVENTATA OPACA	È LIMPIDA	È COLORATA IN SUPERFICIE
SALE E ACQUA	X				X	
ZUCCHERO E ACQUA	X				X	
POLVERE DI MARMO E ACQUA		X		X		
SABBIA E ACQUA		X		X		
FARINA E ACQUA		X		X		
OLIO E ACQUA			X			X
SCIROPPO DI MENTA E ACQUA	X				X	
SOLFATO DI RAME E ACQUA	X				X	

Figura 2

5. Chiedete ai bambini di raggruppare assieme le sostanze che si comportano (interagiscono) con l'acqua in modo simile.

In genere i bambini raggruppano usando i diagrammi di Venn e producono sostanzialmente 2 diversi tipi di raggruppamenti:

1° raggruppamento di tipo percettivo



2° raggruppamento

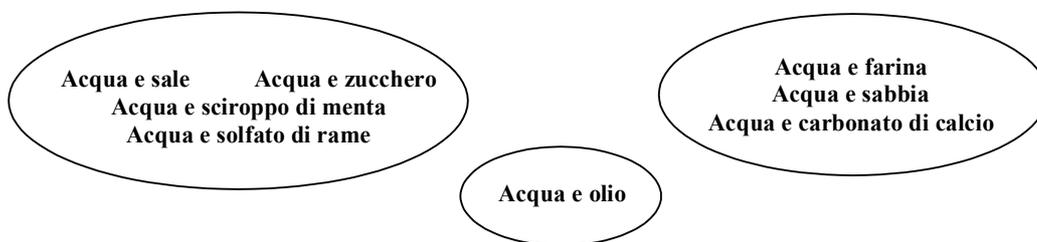


Figura 3

Fate confrontare ai bambini questi 2 raggruppamenti e discutete insieme in modo da permettere a tutti di comprendere il significato del secondo raggruppamento.

6. Chiedete ora ai ragazzi di indicare le sostanze solubili, di identificare cioè le soluzioni.

Prima di formulare la richiesta da porre è importante verificare se il termine solubile è generalmente conosciuto dai bambini come termine di vita quotidiana. Nel caso in cui così non fosse, è opportuno associarlo al termine sciogliersi e dare una consegna di questo tipo: “Colora il raggruppamento che contiene le sostanze solubili cioè quelle sostanze che si sciolgono in acqua”. È necessario porre particolare attenzione alla formulazione delle consegne da dare ai ragazzi preoccupandoci di usare termini che siano compresi da tutti; è frequente che i bambini sbagliano perché non hanno capito la consegna dell'insegnante.

Chiedete quindi, individualmente, ai ragazzi di dare la definizione operativa di sostanza solubile.

Si dovrebbe ricavare una definizione operativa di questo tipo: una sostanza è solubile in acqua quando, dopo averla mescolata con l'acqua non è più visibile, e ciò che si ottiene è limpido e trasparente.

7. La costruzione di definizioni operative è di grande importanza, ma in alcuni casi è necessario discuterle ulteriormente. Chiedete individualmente ai bambini che fine ha fatto la sostanza solida che non è più visibile. La richiesta potrebbe essere così formulata: “Dove saranno andati a finire lo zucchero, il sale e il solfato di rame? Scrivi il tuo parere”.

Alcuni risponderanno che la sostanza benché non sia più visibile, è presente nell'acqua, altri (forse la maggior parte) scriveranno che il sale, lo zucchero e il solfato di rame sono davvero spariti, lasciando soltanto il proprio sapore nell'acqua..

Dopo aver raccolto le ipotesi di tutti i bambini, chiedete loro collettivamente, se è possibile constatare la presenza della sostanza in acqua.

Con molta probabilità verrà indicata da molti l'evaporazione o l'ebollizione; procedete, quindi, a proporre la seguente esperienza:

- versate 10-15 cc della soluzione di sale in capsula e riscaldatela su un fornellino elettrico; tutti i bambini potranno così constatare che si riottiene la sostanza iniziale.

A seguito dell'esperienza date la seguente consegna individuale: “Descrivi l'esperienza e spiega che cosa hai scoperto”. Si procederà poi al confronto delle produzioni individuali.

## Sostanze e trasformazioni: proposte per un curriculum verticale

8. Dopo che i bambini hanno compreso che il fenomeno di solubilizzazione, nonostante l'apparenza, è caratterizzato dal fatto che le sostanze non cambiano, è possibile introdurre il concetto di trasformazione fisica. Le soluzioni costituiscono un esempio di trasformazione fisica, in quanto le sostanze iniziali possono essere recuperate con mezzi fisici.

Si possono confrontare le soluzioni con il fenomeno della combustione che rappresenta invece un esempio di trasformazione chimica.

9. Si può, infine, cercare di dare una spiegazione di ciò che è successo.

Chiedete ai bambini, individualmente, di formulare delle ipotesi su che cosa è successo al solido, che, benché non sia più visibile, è presente in acqua: "Che cosa sarà successo, secondo te, allo zucchero, al solfato di rame, al sale che sono spariti nell'acqua demineralizzata pur essendo ancora presenti dentro di essa?"

Se le ipotesi prospettate non sono sufficientemente adeguate e condivise, potrebbe essere utile il seguente esperimento: dopo aver messo in un becher 20-30cc di acqua distillata ed un grano di sale grosso, chiedete ai bambini di osservare alcune volte, dopo aver agitato, il contenuto del becher, fino a completa solubilizzazione del sale.

Sarà più semplice ora, formulare l'ipotesi che l'acqua scioglie il sale in quanto è capace di separarlo in particelle talmente piccole da non essere più visibili: quando una sostanza è sciolta non è più visibile perché è presente nel liquido sotto forma di particelle piccolissime.

I ragazzi possono così formulare le prime ipotesi atomistiche.

Quest'ultima fase dell'attività è indubbiamente quella più impegnativa, perché implica lo sviluppo di ragionamenti che vanno al di là dei dati percettivi. Sono, tuttavia, ipotesi alla loro portata, perché costituiscono estrapolazioni di primo livello rispetto ai dati percettivi.

### **Percorso didattico su tre classi fondamentali di sostanze: gli acidi, le basi e i sali**

Le esperienze che seguono, per ragioni di sicurezza, dovranno essere eseguite direttamente dall'insegnante, che dovrà munirsi degli appositi Dispositivi di Protezione Individuale (camice, occhiali protettivi, guanti monouso) ed attenersi alle specifiche norme di sicurezza.

#### **Gli acidi**

1. Esplorate le conoscenze di senso comune degli studenti, chiedendo loro che cosa sono gli acidi, le basi e i sali.

2. Preparate l'acido cloridrico da utilizzare negli esperimenti, nel seguente modo: mettete in un recipiente di vetro o di plastica 4-5 cc di acido cloridrico, reperibile in commercio come acido muriatico<sup>9</sup>, e una quantità simile di acqua distillata (deionizzata); versate la soluzione così ottenuta in una provetta, che utilizzerete negli esperimenti successivi, tranne quando verranno date indicazioni diverse.

Si può iniziare la serie di esperimenti che permetteranno di dare una prima definizione alla classe degli acidi. Si può adoperare un'etichetta autoadesiva per indicare le sostanze introdotte nella provetta in ogni esperimento.

3. Versate in una provetta una punta di spatola di carbonato di calcio in polvere ed alcuni cc di acqua distillata. Dopo aver agitato per alcuni secondi, che cosa è possibile osservare?

Questo esperimento è già stato precedentemente effettuato; gli studenti, dovrebbero, quindi già sapere che il carbonato di calcio non è solubile in acqua. È, tuttavia necessario, ripeterlo perché costituisce il termine di confronto percettivo dei successivi esperimenti

4. Dopo aver versato in un'altra provetta delle quantità di carbonato di calcio e di acqua distillata simili all'esperimento precedente, aggiungete alcuni cc di acido cloridrico, prelevandolo con un contagocce dalla provetta preparata precedentemente.

Chiedete agli studenti di descrivere ciò che osservano.

Mentre nel primo esperimento non si verifica nessun fenomeno, in questo: 1) si può vedere la formazione di bollicine che può essere così abbondante da assumere l'aspetto di una schiuma bianca; 2) si può sentire la formazione di bollicine, 3) si può vedere un'agitazione delle particelle di carbonato; 4) si può, infine, constatare, dopo poco tempo (se la quantità di acido è sufficiente), la sparizione della polvere (il liquido ritorna limpido) e la cessazione dell'effervescenza.

Si può, quindi affermare che il carbonato di calcio, che non è solubile in acqua distillata, si è sciolto in una soluzione di acqua ed acido cloridrico.

5. Ripetete l'esperimento precedente, utilizzando al posto della polvere, del carbonato di calcio in pezzi (2-3 piccoli pezzi, o alcuni pezzetti di marmo).

Chiedete agli studenti di indicare somiglianze e differenze.

Dovrebbe essere per loro semplice individuare la differenza più significativa col precedente esperimento, cioè, il tempo necessario per la solubilizzazione.

6. Effettuate esperimenti simili ai due precedenti, sostituendo l'acido cloridrico con dell'aceto bianco.

Anche in questo caso si può osservare il fenomeno dell'effervescenza, della solubilizzazione del carbonato di calcio e della maggiore lentezza quando si utilizzano pezzetti di solido. Vi è, inoltre, una significativa differenza: l'acido acetico scioglie in tempi molto più lunghi dell'acido cloridrico.

7. Perché il tempo di solubilizzazione è maggiore con il carbonato di calcio in pezzi?

Si è constatato negli esperimenti precedenti che il tempo di solubilizzazione si allunga passando dal carbonato di calcio in polvere a quello in pezzi.

Chiedete agli studenti di fornire delle ipotesi esplicative.

Nel caso di difficoltà, come è possibile rendere più accessibile la spiegazione?

8. Ripetete l'esperimento del carbonato di calcio in pezzi con l'acido cloridrico, aggiungendo una maggiore quantità di acqua distillata, in modo tale che l'effervescenza sia debole.

Diventa così possibile osservare in modo più evidente la formazione delle bollicine sulla superficie del solido. Poiché, quando vi è solo acqua distillata non succede nulla, è facile ipotizzare che le bollicine e la successiva solubilizzazione siano dovute al contatto, allo scontro (all'interazione) tra le particelle dell'acido e le particelle esterne del solido. Con la polvere la solubilizzazione è più veloce perché la superficie di contatto tra solido e acido è molto più grande.

9. Chiedete agli studenti se questa proprietà constatata con il carbonato di calcio sia generalizzabile, cioè, se sia valida anche per gli altri solidi la dipendenza del tempo di solubilizzazione dalla pezzatura.

Le loro ipotesi potranno essere eventualmente confermate con altre esperimenti.

10. C'è una relazione tra la quantità di acido e la quantità di solido?

L'esperimento precedente può essere utilizzato per più scopi: se la quantità di acido cloridrico fosse limitata rispetto al carbonato di calcio, l'effervescenza potrebbe in poco tempo cessare.

11. Chiedete agli studenti di spiegare perché l'effervescenza sia cessata, nonostante sia ancora presente del carbonato di calcio in pezzi.

Dovrebbe essere facile per loro ipotizzare, essendo l'effervescenza e la solubilizzazione dovute al contatto (all'interazione) tra il solido e l'acido, che la cessazione dell'effervescenza in presenza di solido debba essere attribuita al fatto che non è più presente (si è consumato) l'acido.

Questa ipotesi è banalmente confermabile: è sufficiente, infatti, aggiungere qualche goccia di acido cloridrico per osservare di nuovo l'effervescenza.

In conclusione: l'acido cloridrico scioglie il carbonato di calcio se viene aggiunto in una certa quantità, in relazione alla quantità presente di solido.

È facile constatare con altri esperimenti il carattere generale di questa correlazione; esiste sempre una relazione quantitativa tra la sostanza disciolta e l'acido.

Si è chiesto agli studenti di fornire una descrizione dettagliata dei primi cinque esperimenti. Può essere ora utile costruire con loro una tabella che riassume schematicamente gli aspetti osservati più rilevanti, e che permetta di registrare e confrontare più velocemente i successivi esperimenti

Nella tabella sottostante sono indicate le caratteristiche più importanti rilevate sulla base delle precedenti esperienze. Effettuando le successive esperienze, se vengono individuate altre caratteristiche significative, aggiungetele.

effervescenza	solubilizzazione	liquido incolore	colore del liquido	velocità veloce / lenta / lentissima
---------------	------------------	------------------	--------------------	--

**Figura 4**

- 1) carbonato di calcio in polvere + acqua
- 2) carbonato di calcio in polvere + acqua + acido cloridrico
- 3) carbonato di calcio in pezzi + acqua + acido cloridrico
- 4) carbonato di calcio in polvere + aceto
- 5) carbonato di calcio in pezzi + aceto

12. Effettuate poi gli altri esperimenti con le sostanze sotto riportate, tabulandone i risultati.

Utilizzate sempre piccole quantità di sostanze, come nei primi cinque esperimenti. Versate in una provetta:

6. una punta di spatola di polvere di ferro ed un contagocce pieno di acido cloridrico

## Sostanze e trasformazioni: proposte per un curriculum verticale

- 7) un truciolo di rame ed un contagocce di acido cloridrico
- 8) una punta di spatola di ossido rameico<sup>10</sup> (di colore nero) ed un contagocce di acido cloridrico<sup>11</sup>
- 9) un piccolo pezzo di carta di alluminio (quella utilizzata in cucina per avvolgere i cibi), ridotta in forma di pallina ed un contagocce di acido cloridrico
- 10) un pezzo di carta di alluminio, simile al precedente, tagliato in pezzi piccolissimi ed un contagocce di acido cloridrico
- 11) una punta di spatola di calcare in polvere ed alcuni contagocce di una soluzione di acido tartarico in acqua distillata (L'acido tartarico è un solido; va quindi prima sciolto in acqua distillata)

Negli esperimenti precedenti è facile per gli studenti cogliere somiglianze e differenze. L'effervescenza e la solubilizzazione delle sostanze solide sono probabilmente le somiglianze più evidenti tra la maggior parte degli esperimenti precedenti. Esse permettono una prima individuazione della classe degli acidi. Vi sono, inoltre, molte differenze che permettono, oltre che cogliere differenze tra i vari acidi, di iniziare a familiarizzarsi con alcune caratteristiche importanti delle trasformazioni chimiche.

### 13. In quale modo gli acidi sciolgono?

In molti degli esperimenti precedenti si verifica la solubilizzazione del solido: solidi insolubili in acqua vengono solubilizzati da soluzione acquose di acidi.

Il concetto di soluzione è già stato precedentemente affrontato: gli studenti dovrebbero, quindi, già essere pienamente consapevoli che quando si ottengono delle soluzioni (ad esempio, acqua e sale, acqua e solfato di rame, ecc.) si realizza una mescolanza tra le particelle di solido e quelle del solvente (dell'acqua negli esempi precedenti); si verifica, cioè, una trasformazione fisica, in quanto le sostanze iniziali sono presenti, nonostante l'apparenza, anche alla fine, dopo la trasformazione (la solubilizzazione).

### 14. Chiedete agli studenti se il modo in cui gli acidi sciolgono è simile o diverso da quello dell'acqua.

Ci troviamo qui indubbiamente di fronte ad un ostacolo epistemologico: le ipotesi degli studenti saranno le più varie e ci sarà chi riterrà la solubilizzazione realizzata dagli acidi simile a quella dell'acqua. Vi sono, tuttavia, molti elementi percettivi che possono permettere di risolvere efficacemente il problema.

Riconsideriamo l'esempio della solubilizzazione del carbonato di calcio in acido cloridrico. Si è precedentemente ipotizzato: 1) che l'effervescenza e la solubilizzazione siano dovute al contatto, allo scontro, all'interazione (questo ultimo è il termine che si utilizza in ambito scientifico) tra le particelle di acido e quelle del solido; 2) e che sia l'acido che il solido si consumino completamente, se sono presenti nel rapporto quantitativo adeguato.

15. Ma che cosa è successo alle due sostanze? Sono svanite nel nulla? Sono passate nell'aria? Si è constatato precedentemente che l'acido cloridrico non è più presente nella soluzione; ma il carbonato di calcio, che non è più visibile, potrebbe essere presente nell'acqua? Oppure potrebbe essere stato trasformato dall'interazione con l'acido cloridrico in un'altra sostanza? In quale modo si possono mettere alla prova queste ipotesi? Chiedetelo agli studenti.

Non dovrebbe essere per loro difficile la riproposizione dell'esperimento dell'ebollizione della soluzione. Prima di procedere all'ebollizione della soluzione è necessario assicurarsi che tutto l'acido abbia reagito, cioè si deve aggiungere carbonato di calcio all'acido finché non si ha più effervescenza.

16. Facendo evaporare la soluzione rimane una polvere bianca: potrebbe essere carbonato di calcio o un'altra sostanza. Come si può procedere per capirlo?

È sufficiente aggiungere acqua distillata: la polvere bianca si scioglie; non può, quindi, essere carbonato di calcio, ma deve essere una nuova sostanza che si è prodotta dalla interazione tra carbonato di calcio e acido cloridrico (essa prende il nome di cloruro di calcio).

Ci troviamo di fronte ad un'interazione molto diversa da quella tra acqua e sale: tra acido cloridrico e carbonato di calcio è avvenuta una trasformazione chimica (o reazione). Considerazioni del tutto simili possono essere effettuate con le altre sostanze incontrate precedentemente (quando la reazione si è realizzata): a differenza delle trasformazioni fisiche, le sostanze iniziali si trasformano in altre sostanze.

### 17. Come possono essere spiegati i casi in cui la solubilizzazione non si verifica?

Si è compreso che l'acido cloridrico scioglie il carbonato di calcio, perché lo trasforma in una nuova sostanza, solubile in acqua (prende il nome di cloruro di calcio).

Considerazioni del tutto simili possono essere ripetute per tutti gli esperimenti in cui un acido scioglie un solido insolubile in acqua. Si può quindi affermare che un acido è in grado di sciogliere solidi insolubili in acqua, perché li trasforma in nuove sostanze solubili in acqua.

Negli esperimenti effettuati, in alcuni casi, tuttavia, l'acido non era in grado di sciogliere, o perché neppure reagiva con il solido (rame ed acido cloridrico), o perché ciò che si otteneva dalla reazione (il prodotto di reazione) non era solubile in acqua (carbonato di calcio ed acido tartarico).

18. La solubilizzazione di una sostanza solida da parte di un acido si verifica solo se c'è effervescenza?

L'esperimento tra ossido di rame nero e acido cloridrico come va considerato? Una trasformazione fisica o chimica?

Fenomenologicamente potrebbe essere interpretato in un modo o nell'altro. Il modo in cui si verifica la solubilizzazione è simile a quello del sale e dell'acqua; non vi è, infatti effervescenza. Vi è, tuttavia, un aspetto percettivo che dovrebbe far pensare ad una trasformazione chimica: mentre il colore del solido è nero, la soluzione è verde (anche nel caso del solfato di rame la sua soluzione acquosa è colorata, ma del colore del solido).

In che modo è possibile risolvere il problema? Evidentemente riscaldando la soluzione per fare evaporare l'acqua: la polvere che si ottiene non è nera, ed è solubile in acqua.

Anche in questo caso, si è, quindi, realizzata tra acido cloridrico ed ossido di rame una trasformazione chimica, che ha portato alla creazione di una nuova sostanza (cloruro di rame). Si è realizzata una reazione chimica benché non vi sia stata effervescenza, nonostante che all'apparenza potesse sembrare un semplice mescolamento.

Si può, quindi, concludere che l'effervescenza non è un aspetto necessario di una trasformazione chimica. Che cos'è l'effervescenza?

In quasi tutti gli esperimenti precedenti si è constatato il fenomeno dell'effervescenza. Successivamente si è, inoltre, evidenziato l'importanza di questo aspetto come indice immediato di una combinazione chimica che si sta realizzando tra sostanza solida e acido. Ma, si è anche compreso che l'effervescenza non è una condizione necessaria (non è indispensabile), che si può, cioè, avere una reazione chimica anche se l'apparenza è quella di un semplice mescolamento.

19. Ci siamo finora occupati dell'aspetto fenomenico (come appare il fenomeno) e strumentale (fenomeno che segnala una trasformazione chimica) dell'effervescenza. Ci poniamo ora un'altra domanda: l'effervescenza che cos'è? Fate queste domande agli studenti: le bollicine in che cosa consistono? Avete incontrato altri fenomeni simili all'effervescenza? La somiglianza con il fenomeno dell'ebollizione dell'acqua vi sembra significativa?

Il grande scienziato Newton riteneva che questa analogia fosse significativa; pensava, cioè, che l'effervescenza che si verifica durante la solubilizzazione con acidi fosse dovuta, come nel caso dell'ebollizione dell'acqua, alla formazione di vapore acqueo.

In quale modo pensava che il vapore acqueo si formasse durante la solubilizzazione con acidi? Per Newton, un acido è capace di sciogliere una sostanza solida insolubile in acqua, quando esiste tra le particelle dell'acido e quelle del solido una forza attrattiva sufficiente per vincere la forza attrattiva esistente tra le particelle del solido (la forza di coesione). L'effervescenza si verificherebbe quando la forza attrattiva tra le particelle dell'acido e quelle del solido fosse particolarmente elevata: in questo caso, infatti, le particelle dell'acido si getterebbero con grande velocità su quelle del solido, e urterebbero conseguentemente con tale violenza le particelle di acqua che incontrano nel loro cammino da mettere in agitazione tutta la soluzione acquosa e da farne uscire una parte sotto forma di vapore acqueo.

La spiegazione fornita da Newton dell'effervescenza è da molto tempo considerata sbagliata; ci siamo, tuttavia, soffermati su essa perché crediamo che l'analogia tra l'effervescenza nelle reazioni di solubilizzazione con acidi e l'ebollizione dell'acqua sia particolarmente resistente sul piano cognitivo. (Anche durante la trasformazione del mosto in vino si ha il fenomeno dell'effervescenza, che anche in questo caso viene, a livello di senso comune, assimilato all'ebollizione; in una poesia di Carducci si parla di "ribollir dei tini"). Pensiamo, cioè, che molte persone, nonostante che abbiano studiato la spiegazione corretta, continuino in realtà a ragionare come Newton.

Se le ipotesi degli studenti sono state in parte simili a quelle di Newton, e cioè, se anche loro hanno pensato che durante la solubilizzazione con acidi, l'effervescenza sia dovuta alla fuoriuscita di vapore acqueo, questo è un indice positivo: sulla base dell'osservazione e delle conoscenze finora acquisite, questa è una delle ipotesi più sensate. Tra l'altro, del vapore acqueo si forma effettivamente come è possibile constatare dalle goccioline di acqua che si condensano nella parte superiore della provetta.

L'ipotesi corretta, cioè, che l'effervescenza sia dovuta all'emissione di gas particolari (anidride carbonica, idrogeno, ecc.) che si formano durante la reazione tra acido e solido è tutt'altro che intuitiva, evidente. L'ipotesi dell'esistenza di gas diversi dall'aria venne formulata soltanto intorno alla metà del Settecento; nonostante che da secoli fossero conosciuti acidi forti come l'acido nitrico, solforico e cloridrico e le loro reazioni con metalli e calcare, nessuno aveva pensato che l'effervescenza fosse dovuta a un gas. I gas sono anche presenti in alcuni fenomeni quotidiani, quali la combustione e la respirazione; tuttavia, l'umanità non è stata in grado per millenni di elaborare il concetto di gas.

#### **Alcuni fattori che influenzano la velocità di reazione**

È già stato affrontato il problema della dipendenza del tempo di reazione dalla pezzatura del solido.

Introduciamo il termine velocità di reazione. Evidentemente quanto più il tempo di reazione è lungo, tanto più la velocità è bassa e viceversa.

20. Chiedete agli studenti, confrontando le trasformazioni effettuate, di individuare altri aspetti (fattori) che influenzano la velocità di reazione.

## Sostanze e trasformazioni: proposte per un curriculum verticale

Sarà per loro semplice riconoscere che la velocità di reazione dipende dai seguenti fattori:

- dal tipo di acido
- dalla concentrazione dell'acido
- dal tipo di solido
- dall'agitazione
- dalla pezzatura del solido
- ecc.
- 

### La diversa aggressività degli acidi: acidi deboli e forti

La forza aggressiva degli acidi risulta essere molto diversa: è, infatti, particolarmente evidente, se si effettuassero altri esperimenti, la maggior aggressività dell'acido cloridrico, nitrico e solforico rispetto all'aceto ed all'acido tartarico. Gli acidi nitrico e solforico non sono però da utilizzarsi in contesti scolastici in cui non si sia provvisti di cappa aspirante.

Ad esempio, a parità di carbonato di calcio utilizzato nei diversi esperimenti, l'acido cloridrico e nitrico lo sciogliono in minor tempo, con un'azione più violenta. Il tempo necessario (o la velocità di reazione) per sciogliere è una variabile utile per farsi un'idea dell'aggressività dell'acido.

Abbiamo introdotto il termine "aggressività" in riferimento agli acidi, per ancorarli ad un concetto di vita quotidiana, per conferire loro una concretezza comportamentale. I termini scientifici che si utilizzano oggi per indicare i due gruppi di acidi sono "debole" e "forte".

#### Acidi deboli

acido acetico  
acido tartarico  
acido citrico

#### Acidi forti

acido cloridrico  
acido solforico  
acido nitrico

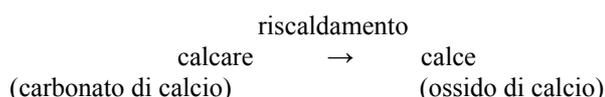
### Le sostanze basiche

Preparate una soluzione di soda caustica<sup>12</sup> (idrossido di sodio), versando 2-3 pastiglie di sostanza in una provetta contenente circa 10 cc di acqua distillata. Attenzione al forte riscaldamento! Mettete in tre provette rispettivamente una piccola quantità di alluminio, di calcare in polvere, di limatura di ferro, di zinco in polvere. Versate poi in ciascuna provetta 2-3 cc di soluzione di soda caustica.

21. Che cosa si osserva? Chiedetelo agli studenti.

Oltre la soda, vi sono altre sostanze basiche utilizzate dall'uomo da molto tempo, la potassa, la calce e l'ammoniaca.

La calce era già nota nell'antichità ed era utilizzata principalmente come legante. Con il termine "legante" si intende una sostanza che è in grado di legare assieme le pietre o i mattoni utilizzati nelle costruzioni. La calce veniva ricavata per cottura del calcare:

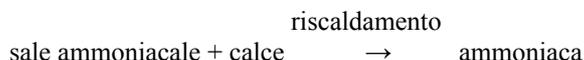


La soda (carbonato di sodio), che fu di grande importanza nell'antichità, veniva ricavata soprattutto da giacimenti naturali, quali i laghi di natron in Egitto. In Egitto il natron era più utilizzato dello stesso sale comune per la conservazione degli alimenti; costituiva, inoltre, la sostanza base nella mummificazione.

Nel Medioevo, ebbe maggiore importanza la potassa (carbonato di potassio) che veniva ricavata dalla cenere delle piante; infatti la cenere delle piante contiene quantità significative di potassa.

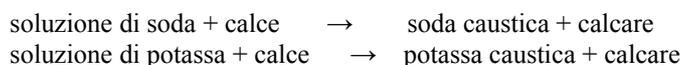
La soda e la potassa sono due sostanze molto simili. La potassa veniva anche chiamata alcali (termine che deriva dall'arabo) vegetale e la soda alcali minerale. Sono state utilizzate fin dall'antichità nella produzione del sapone e del vetro. Esse sono due sostanze di grande importanza ancora oggi. La soda, la cui produzione mondiale assomma a molti milioni di tonnellate, viene generalmente ricavata con il processo Solvay; tuttavia, esiste ancora una produzione di soda naturale, in particolare negli USA.

Nel Medioevo venne prodotto il sale ammoniacale (cloruro ammonico) per riscaldamento ad alte temperature dell'urina putrefatta miscelata col sale da cucina. L'ammoniaca veniva poi ricavata da questo sale, riscaldandolo insieme alla calce.



Tra i molteplici usi dell'ammoniaca, vi è quello di essere utilizzata in appositi preparati commerciali per la pulizia di lavabi e sanitari.

La potassa caustica e la soda caustica, che sono sostanze più aggressive della potassa e della soda, venivano ricavate da queste per reazione con la calce (processo di caustificazione):



La soda caustica e la potassa caustica rimangono in soluzione ed il calcare precipita. Oggi si utilizzano altri metodi per ricavare queste due sostanze basiche; tuttavia la soda caustica viene ancora in parte ricavata con il procedimento di caustificazione.

### Produzione del sapone

Per preparare il sapone venivano utilizzate la soda e la potassa, o, con maggior efficacia, la soda caustica e la potassa caustica. Uno dei metodi più antichi consiste nel mantenere a lungo all'ebollizione, e nel lasciare poi a riposo, una miscela di grasso e di liscivia (è una soluzione acquosa contenente soda e potassa, ottenuta da cenere e acqua).

Se avete la possibilità di accedere ad una cappa aspirante potete procedere in questo modo: versate in un contenitore da 100 cc 20 cc di acqua distillata, 10 cc di olio di oliva e 3 g di soda caustica. Utilizzando una piastra elettrica, mantenete in ebollizione la miscela per circa mezz'ora, continuando ad agitare. Si ottiene una pasta saponosa densa che forma una soluzione limpida in acqua distillata.

### Gli acidi e le basi costituiscono un'unica classe di sostanze?

22. Si è precedentemente constatato che anche le sostanze basiche risultano sostanze aggressive, sono, cioè, in grado di sciogliere alcune sostanze insolubili in acqua. Possono essere quindi definite nello stesso modo degli acidi?

Chiedete agli studenti se sono d'accordo con questa conclusione.

Qualcuno potrebbe sollevare la seguente obiezione: la soda caustica non solubilizza tutte le sostanze che sono, invece, sciolte dall'acido cloridrico; si è, infatti, constatato che non scioglie né il calcare, né il ferro. Non si può quindi affermare che può essere definite nello stesso modo degli acidi.

23. Chiedete agli studenti se ritengono pertinente questa considerazione:

Ripensando agli esperimenti ed alle riflessioni effettuate con gli acidi, si dovrebbe concludere che la considerazione precedente è sbagliata, perché anche il comportamento degli acidi è molto diversificato (vi sono, infatti acidi poco aggressivi).

Si dovrebbe quindi concludere che tutte le sostanze aggressive incontrate in questo capitolo (acido cloridrico, aceto, soda caustica) dovrebbero essere indicate con lo stesso nome, per esempio "acidi".

Tuttavia, ciò non si verifica. Per chiarire questo problema, è necessario fare alcuni esperimenti; ma prima di effettuarli, chiedete agli studenti di formulare le loro ipotesi, rispondendo alle seguenti domande.

24. Che cosa pensate che accada quando si mescolano soluzioni acquose di acidi e di sostanze basiche? Quando, per esempio, si mescolano soluzioni di due acidi, o di due sostanze basiche, o di un acido e di una sostanza basica?

Inoltre, ciò che si ottiene da questi mescolamenti pensate che sia più o meno aggressivo delle sostanze iniziali?

25. Versate in un becker da 100 cc, 4-5 cc di acido cloridrico diluito e 4-5 cc di aceto. Fate agli studenti le seguenti domande: che cosa osservate? Come pensate che sia l'aggressività della soluzione ottenuta? Come potete verificare la vostra ipotesi?

Seguendo lo stesso procedimento, effettuate i seguenti esperimenti:

- 1) versate in un becker da 100 cc 4-5 cc di acido cloridrico ed una spatola abbondante di acido tartarico;
- 2) versate in un becker da 100 cc. 4-5 cc di aceto ed una spatola abbondante di acido tartarico;
- 3) versate in un becker da 100 cc 1-2 pastiglie di soda caustica e una punta di spatola di potassa;
- 4) versate in un becker da 100 cc 1-2 pastiglie di soda caustica ed una punta di spatola di soda;
- 5) versate in un becker da 100 cc 1 cc di acido cloridrico diluito e 100 cc di aceto;
- 6) versate in un becker da 100 cc 4-5 cc di acido cloridrico diluito ed 4-5 cc di una soluzione di soda;

Nei primi sette esperimenti, durante il mescolamento non si osserva effervescenza, e ciò che si ottiene, la soluzione di 2 acidi o di 2 sostanze basiche, risulta essere sempre aggressivo, di aggressività simile (intermedia) alle due soluzioni iniziali.

26. Domanda: come mai l'aggressività della soluzione finale è nel 1° e 2° esperimento simile a quella dell'acido cloridrico, e nel 7° simile a quella dell'aceto?

L'ottavo, l'ultimo esperimento, è completamente diverso dai precedenti: a) dopo aver versato l'acido cloridrico, appena si inizia a versare la soda si osserva l'effervescenza; b) se poi si continua a versare la soluzione di soda, ad un

## Sostanze e trasformazioni: proposte per un curriculum verticale

certo punto l'effervescenza cessa.

27. Domande: quali ipotesi siete in grado di formulare in riferimento a questo esperimento? Come mai c'è l'effervescenza, e perché ad un certo punto cessa?

Nei primi sette esperimenti, la mancanza di effervescenza e la permanenza dell'aggressività permettono di ipotizzare che non si è verificata nessuna trasformazione chimica, ma soltanto un mescolamento, che ha prodotto una soluzione acquosa di due sostanze.

Nell'ultimo esperimento, l'effervescenza ci fa capire che tra soda ed acido cloridrico si realizza una trasformazione chimica, che a un certo punto cessa, perché evidentemente la prima sostanza versata nel recipiente (nel nostro esempio l'acido cloridrico) è stata completamente consumata. Quest'ultimo esperimento è innanzitutto profondamente diverso dai precedenti perché tra acido cloridrico e soda si realizza una reazione (una trasformazione chimica).

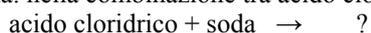
28. Domanda: se durante l'aggiunta della soluzione di soda, ci si fermasse nel punto preciso in cui cessa l'effervescenza, come pensate che sia l'aggressività della soluzione così ottenuta?

Versate in due provette la soluzione ed aggiungete in una del carbonato di calcio e nell'altra dei pezzettini di foglio di alluminio. Si constata che la soluzione non è più aggressiva, non è, infatti, capace di sciogliere né il calcare, né l'alluminio.

Possiamo completare la conclusione cui si era già pervenuti in riferimento all'ultimo esperimento: acido cloridrico e soda si combinano tra loro e danno origine ad una soluzione che non è più aggressiva, cioè, introducendo un nuovo termine scientifico, si sono neutralizzati. Ci troviamo di fronte ad una magia?

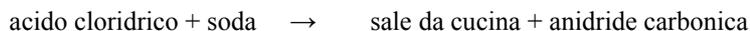
Due sostanze aggressive, quando vengono mescolate in quantità opportune, annullano reciprocamente la loro aggressività. Questa è in un certo senso una magia, un fenomeno imprevedibile; ma l'imprevedibilità è una caratteristica di tutte le combinazioni chimiche: constateremo sempre, infatti, che quando due o più sostanze si combinano (e non semplicemente si mescolano), si producono delle nuove sostanze che non hanno nessuna proprietà in comune con quelle iniziali.

29. Domanda: nella combinazione tra acido cloridrico e soda, quali nuove sostanze si sono formate?



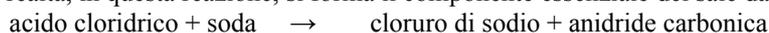
L'effervescenza, come si è detto precedentemente, indica la formazione di un gas, che in questo caso è anidride carbonica; ma nell'acqua c'è, secondo voi, qualche sostanza nuova?

Ormai sappiamo che il metodo più veloce per recuperare l'eventuale sostanza sciolta è l'ebollizione. Si ottiene così una sostanza bianca: non è altro che sale da cucina.



(Si forma anche dell'acqua che non è possibile osservare, dato che la reazione tra acido e soda avviene in soluzione acquosa).

In realtà, in questa reazione, si forma il componente essenziale del sale da cucina il cloruro di sodio.



Il sale da cucina, o sale marino, che si ricava per evaporazione dell'acqua di mare nelle saline, contiene circa il 98 % di cloruro di sodio. Le altre sostanze presenti sono in prevalenza i seguenti sali: solfato di calcio, solfato di magnesio, cloruro di magnesio.

### I sali

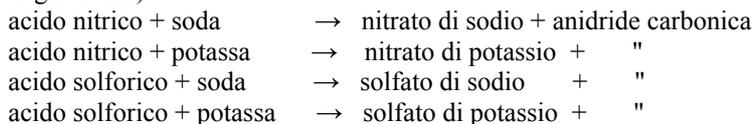
Abbiamo dedicato particolare attenzione alla combinazione tra acido cloridrico e soda, perché essa non è un caso a sé, ma è un esempio emblematico di ciò che si verifica sempre quando si mescolano un acido e una sostanza basica.

Se al posto della soda e dell'acido cloridrico si utilizzano altre sostanze basiche e altri acidi, si verifica sempre una combinazione, e si ha sempre il fenomeno della neutralizzazione. Ciò che cambia sono le sostanze solide prodotte.

Per esempio, dalla reazione tra acido cloridrico e potassa, si ottiene una sostanza bianca simile al sale da cucina, che si chiama cloruro di potassio:



Se si utilizzano acido nitrico e solforico, si ottengono le seguenti sostanze (le reazioni non sono però da effettuarsi con gli alunni):



Questi esempi costituiscono alcuni casi di una nuova classe di sostanze, che è stata chiamata classe dei "sali". Il nome "sale", che è stato impiegato per molti secoli per designare una sola sostanza; è stato poi utilizzato (è stato generalizzato) per indicare tutte le sostanze che si ricavano, come il sale da cucina, dalla reazione di neutralizzazione di un acido e di una sostanza basica.

Nel XVII secolo, grazie agli esperimenti di artigiani, alchimisti, e scienziati, con molti acidi e sostanze basiche, si generalizzò la conoscenza di questa basilare caratteristica degli acidi e delle basi, la loro complementarità (si neutralizzano vicendevolmente). Si sviluppò conseguentemente la consapevolezza che alcune sostanze solide (sali) utilizzate da secoli, come il sale da cucina, fossero sostanze composte di un acido e di una sostanza basica. Fu intrapreso, quindi, un primo passo nella comprensione delle relazioni composizionali esistenti tra le varie sostanze del mondo inorganico, che sarebbe stato ripreso e sviluppato alla fine del Settecento da Lavoisier, con la scoperta delle sostanze che sono effettivamente elementi chimici.

Fin dall'antichità, uno dei problemi teorici più importanti è stato quello della semplicità e della composizione delle sostanze. La concezione aristotelica, che effettuò una sintesi dei contributi di molti filosofi, riteneva che soltanto quattro fossero le sostanze semplici (acqua, terra, aria e fuoco), e che tutte le altre sostanze fossero combinazioni (composti) di diversa complessità di queste.

Nel corso dei secoli, si era ipotizzato che determinate sostanze fossero più complesse di altre, in quanto composte da esse, ma fu soltanto nel corso del Seicento che si scoprì una relazione di complessità tra classi di sostanze: si realizzò, infatti, la fondamentale generalizzazione che gli acidi e le basi sono più semplici, come composizione dei sali.

sale  
acido            base

Lavoisier indicò questa conoscenza come la teoria chimica più importante lasciata in eredità dai chimici che lo avevano preceduto.

### **Gli acidi sono come spilli**

Come è possibile spiegare che due sostanze aggressive, combinandosi, si neutralizzano vicendevolmente? Nel 1600 si diffuse tra gli scienziati ed i filosofi la convinzione che fosse possibile spiegare i fenomeni naturali sulla base di ipotesi relative alla forma e al movimento delle piccole particelle (atomi) costituenti i corpi (una concezione di tipo meccanicistico). Questa impostazione venne utilizzata anche per dare una spiegazione dei fenomeni chimici. Per esempio, il chimico francese Lemery spiegava la reazione di neutralizzazione in questo modo: egli immaginava che le particelle degli acidi fossero a punta e quelle delle basi porose; ed ipotizzava conseguentemente che un acido fosse neutralizzato da una base, in quanto le particelle di un acido, simili a quelle di uno spillo, penetrassero nei pori delle particelle basiche e non fossero, quindi, più in grado di bucare (perdendo in questo modo la loro capacità aggressiva).

Questa ipotesi di Lemery, come molte altre spiegazioni chimiche inventate nel Seicento possono sembrare ingenua e inutili; in realtà esse prepararono il terreno per lo sviluppo, nei secoli successivi, di sperimentazioni e di teorie sempre più adeguate. La convinzione dell'indispensabilità delle ipotesi e delle teorie sulle particelle microscopiche (atomi, molecole) costituenti i corpi per spiegare i fenomeni costituì uno dei contributi più importanti del meccanicismo seicentesco allo sviluppo successivo della chimica.

### **Il sale comune**

Fin dall'antichità il sale è stato una sostanza di primaria importanza. Veniva ricavato da giacimenti naturali (salgemma), o per evaporazione dell'acqua di mare che ne contiene quantità significative (per questo motivo viene anche chiamato sal marino).

Nelle società antiche l'importanza del sale era tale che esso veniva impiegato come moneta per lo scambio delle merci e per il pagamento delle imposte; l'utilizzo del sale per questo scopo è avvenuto, per esempio in Abissinia, fino a tempi recenti.

La conservazione ed il condimento dei cibi rappresentavano l'utilizzo più importante del sale. Un uso strano del sale consisteva nell'aggiungerlo all'olio per le lucerne; esso conferiva un colore giallo alla fiamma, rendendo la luce migliore. Soltanto nell'Ottocento, con la nascita della spettroscopia, fu possibile spiegare questo fenomeno: il sale comune, come tutti i sali contenenti sodio, emette una caratteristica luce gialla quando viene collocato su una fiamma.

30. Verificate questa proprietà del sale, collocando un cucchiaino contenente del sale sopra la fiamma della cucina a gas.

Nell'antichità al sale si attribuiva un potere purificatore: infatti il sale aveva la proprietà di conservare i cibi, impedendone la putrefazione.

### **Alcuni sali**

Prendiamo in considerazione alcuni sali noti da molto tempo.

L'allume, un solfato di alluminio e potassio, è utilizzato, per le sue proprietà astringenti, fin dall'antichità nell'industria tintoria, della concia e della carta; e per fermare il sangue di piccole ferite, quali quelle, ad esempio, che ci si procura nel farsi la barba.

Il solfato di magnesio, chiamato anche sale inglese o sale amaro, può essere usato come purgante nella dose di 15-30 grammi.

Il solfato di rame viene utilizzato in grandissima quantità come anticrittogamico (la ramatura della vite).

## Sostanze e trasformazioni: proposte per un curriculum verticale

Il nitrato di sodio è da molto tempo utilizzato per la conservazione dei cibi (salumi, ecc.). Tuttavia, negli ultimi anni si tende a limitarne l'impiego perché si è capito che produce durante la digestione delle sostanze cancerogene (le nitrosammine).

Il bicarbonato di sodio è utilizzato per neutralizzare l'acidità gastrica.

Il nitrato di ammonio è impiegato come fertilizzante.

### Gli indicatori

Nel Seicento fu scoperto un metodo semplice per riconoscere la natura acida, basica e neutra di una soluzione: l'utilizzo di estratti colorati, ricavati da particolari fiori.

Preparazione di un indicatore

Collocate in un mortaio 15-20 cc di alcol puro<sup>13</sup>, aggiungete delle violette o dei pezzettini di cavolo rosso, pestandole (con il pestello) per 10-15 secondi. In questo modo, l'alcol si colora e l'estratto è preparato.

31. Fate agli studenti le seguenti domande: che tipo di fenomeno, secondo voi, si è verificato? Perché si utilizza l'alcol e non l'acqua?

Preparate varie provette con alcuni cc delle soluzioni acide e basiche utilizzate precedentemente. Aggiungete, poi, in ogni provetta 5-6 gocce di estratto colorato.

32. Chiedete agli studenti che cosa osservano.

Si ripete la magia già incontrata nelle reazioni di neutralizzazione tra acidi e sostanze basiche: gli acidi e le sostanze basiche risultano di nuovo due classi di sostanze distinte; è diversa la colorazione assunta dagli uni e dalle altre dopo l'aggiunta dell'indicatore.

Se al posto di indicatori rudimentali di questo tipo si utilizza la cartina indicatrice universale (o l'indicatore universale liquido), il comportamento è dello stesso tipo, ma molto più evidente: gli acidi fanno diventare la cartina rossa, le sostanze basiche blu.

Questo fenomeno costituisce quindi un modo estremamente semplice per riconoscere la natura di una soluzione, e rappresenta, inoltre, un ampliamento della definizione di acido e di sostanza basica.

### La carta indicatrice di pH

Per riconoscere l'acidità la basicità di una soluzione si può utilizzare la cartina al tornasole. Il tornasole, sostanza estratta da particolari licheni, è di colorazione blu in ambiente basico e di colore rosso in ambiente acido. Più comunemente si adopera la cartina all'indicatore universale che assume colorazione particolare a seconda del pH della soluzione.

Il colore assunto dalla cartina deve essere confrontato con quello della scala cromatica riportata sulla confezione.

Saggiare la carta indicatrice con soluzioni ottenute per diluizioni successive:

- acido cloridrico – Si parte da 1 cc di acido cloridrico diluito, si aggiungono 9 cc di acqua distillata, poi 90 cc ed infine 900 cc sempre di acqua distillata.

- Soda caustica – Come sopra..

33. Domanda: quali conclusioni è possibile ricavare da queste osservazioni?

Il colore assunto dalla carta indicatrice dipende non soltanto dal tipo di sostanza, ma anche dalla concentrazione della soluzione. È, infatti, logico aspettarsi che l'acido cloridrico, che è una sostanza più aggressiva dell'aceto, diventi, quando viene diluito, simile all'aceto o ancor meno aggressivo. Se si mette una goccia di acido cloridrico diluito in un litro di acqua, la carta indicatrice non è quasi più in grado di rilevarne l'acidità.

### Il pH

Agli allievi il pH verrà presentato facendo notare che sulla scatola contenente la cartina indicatrice, ad ogni colorazione è associato un numero; questo numero prende il nome di pH.

Il concetto di pH è in realtà un concetto complesso, che non può essere ora approfondito. Tuttavia, poiché il termine pH, semplicemente come indicatore della natura acida o basica di soluzioni, viene comunemente utilizzato in riferimento a molteplici problematiche (dalle piogge acide, al pH dei saponi), si possono fare le seguenti precisazioni, indubbiamente utili nella vita quotidiana:

- la neutralità corrisponde al valore 7 del pH

- quanto più il valore del pH è minore di 7, tanto più la soluzione è acida

- quanto più il valore di pH è maggiore di 7, tanto più la soluzione è basica.

### Bibliografia

1. A.H. Johnstone, CnS, 1984, 6, 83

2. A. Borsese, Insegnamento della chimica, immagine della chimica, ruolo dei contenuti nella comunicazione didattica, in Fondamenti metodologici ed epistemologici, storia e didattica della chimica, SEChimica 2000, Pisa 2000, volume 1, p.171.

3. L. Paoloni, Nuova didattica della chimica, Bracciodieta Editore, Bari, 1982, p 90; seconda edizione a cura della Società Chimica Italiana, Roma, 2005, p. 90.
4. G. Bachelard, *Le matérialisme rationel*, Presses Universitaires de France, Parigi, 1953, p. 73.
5. Non è possibile, comunque, ottenere una sostanza completamente priva di sostanze estranee (impurezze).
6. P. Mirone, *CnS*, 1998, 2, 49.
7. G. Bagni, *Insegnare*, 1999, 6, 42
8. P. Mirone, *CnS*, 1999, 3, 67.
9. È reperibile in commercio acido muriatico al 10%. Il tipo di diluizione indicata permette di ottenere una soluzione di acido cloridrico simile alla concentrazione di acido acetico presente nell'aceto, che verrà utilizzato in seguito.
10. L'ossido rameico è classificato come reagente nocivo, per cui va usato con le dovute cautele ed in laboratori attrezzati.
11. L'ossido rameico nero, sciogliendosi, dà luogo ad una soluzione verde perché si trasforma in cloruro rameico (è classificato come sostanza tossica).
12. La soda caustica è facilmente reperibile in commercio come tale o come sgorgante per scarichi domestici.
13. Commercializzato anche come "Alcol Buon Gusto" a 95°.

# DI COSA SON FATTE LE COSE?

## Diario di un percorso didattico sviluppato in una terza classe di sc. sec. di I grado<sup>1</sup>

GRDF(\*) -FABIO OLMI (coordinatore), SSIS Toscana-Università di Firenze  
-GRAZIA COSENZA, I.C. "Mascagni, sc. sec. di I grado "Buricchi" (Po)  
-ALESSANDRO PEZZINI, I.C. Scandicci III, sc. sec. I grado "Fermi", (Fi)

### Riassunto

*Il presente lavoro è il risultato di una ricreazione compiuta in alcune terze classi di scuola secondaria di I grado. Si tratta di un percorso didattico finalizzato all'acquisizione del concetto di sostanza che, a partire dalla complessità del mondo degli oggetti che appartengono alla nostra vita quotidiana, attraversa il concetto di misura di alcune grandezze come esigenza che scaturisce naturale all'interno dell'indagine compiuta dagli allievi alla ricerca della ... "natura delle cose". Solo più avanti si impara a ricavare sostanze, mescolate intenzionalmente insieme a vari materiali nella nostra indagine, dalla miscela che la natura o l'intervento umano ci consegnano.*

*La metodologia adottata nel percorso è quella che caratterizza il Piano nazionale Insegnare Scienze Sperimentali (ISS) fondata essenzialmente su un'efficace scelta del contesto di senso dell'indagine, su una puntuale problematizzazione delle situazioni incontrate, su una costante didattica laboratoriale che vede l'allievo attivamente partecipe alla costruzione dei concetti. Per la comunicazione è stata scelta la forma narrativa della effettiva dinamica dei vari interventi in classe capace di rendere ben evidenti e più vive le modalità didattiche seguite dall'insegnante.*

### Premessa

Il GRDF si occupa essenzialmente della progettazione e sperimentazione di percorsi didattici che hanno come discipline centrali di riferimento la chimica o le scienze della Terra, ambiti particolarmente trascurati nell'i/a delle scienze sperimentali nella scuola secondaria di I grado.

Il percorso che qui viene affrontato ha come obiettivo principale quello di far acquisire agli allievi il **concetto di sostanza** senza la cui piena comprensione è impossibile acquisire effettivamente il concetto di trasformazione chimica o reazione.

Il concetto viene affrontato anche nel biennio della scuola secondaria di II grado, laddove esistono corsi sperimentali di scienze, con un'articolazione solo in parte analoga a quella qui presentata ma, nel quadro dello sviluppo di un curriculum verticale sostenibile, si è supposto che potesse essere affrontato (in parte) con successo già nel livello scolare precedente, in seconde o terze classi, con vantaggio per lo sviluppo dello stesso curriculum verticale.

I risultati conseguiti in alcune classi in due anni di lavoro sembrano mostrare che ciò è possibile.

E' stato progettato un percorso a maglie rade (che permettesse anche di intersecare orizzontalmente altre tematiche e altre discipline, come biologia, fisica e scienze della Terra) che fosse strettamente legato al mondo dell'allievo, particolarmente stimolante da un punto di vista problematico e che affrontasse presto il concetto di misura di alcune grandezze come *esigenza reale* per l'avanzamento della conoscenza e la risposta alle problematiche via via emergenti.

Per questo motivo le "cose" che vengono sottoposte all'indagine, scelte in gran parte dagli allievi ma alcune con l'apporto dell'insegnante, contengono fin dall'inizio *anche* sostanze (sia come composti, sia come elementi) e su queste si concentra l'indagine in modo da giungere alla loro individuazione attraverso il valore assunto dalla misura di alcune grandezze caratteristiche. Solo più avanti si pone il problema di come tali sostanze si possono ottenere da quanto si trova in natura ....e nuovamente si aprono altre problematiche con cui l'indagine può continuare.

La narrazione che segue, che pone in luce l'essenziale delle dinamiche reali di classe, rivela che l'approccio seguito è quello proposto dal Piano nazionale "Insegnare Scienze Sperimentali" (ISS) che, muovendo dalla problematicità costante che informa tutto il progetto di percorso, pone al centro dell'attenzione l'allievo e vede l'insegnante nel ruolo di "accompagnatore" degli allievi stessi nel loro cammino di ricerca teorico-sperimentale (didattica laboratoriale).

(\*) Il Gruppo di Ricerca Didattica delle Scienze di Firenze (GRDF) è nato vari anni fa raccogliendo ex allievi/e della sede fiorentina della SSIS ed altri insegnanti particolarmente motivati. Il sottogruppo sc. sec. di I grado è costituito da 8 docenti (Rosa Battiloro, Daniela Sorgente, Alessandro Pezzini, Brunella Brogi, Stefania Nocentini, Grazia Cosenza, Mariangela Larini e Fabio Olmi, coordinatore) di varia formazione (Fisica, Chimica, Biologia, Sc. della Terra, Sc. Naturali). Il Gruppo ha sede e si riunisce presso l'I.C. "Montagnola-Gramsci" di Firenze.

1. L'esperienza che viene riportata è stata realizzata in diverse classi con risultati più che positivi. Qui viene presentata parlando al singolare come se l'insegnante "narratore" trattasse della sola sua classe, ma il percorso è stato realizzato in più classi e quando si forniscono i dati delle esperienze e i risultati delle verifiche si farà riferimento anche a quelli ottenuti nelle altre classi per un giudizio più ampio.

### I parte - Dai materiali alle sostanze

Avevo progettato di affrontare con i miei allievi di III, tra la fine del primo e l'inizio del secondo quadrimestre, una tematica a mio avviso di grande interesse e capace di rispondere alla fine del percorso progettato ad una di quelle classiche domande spontanee che un bambino, e anche un ragazzo, si pone su ciò che lo circonda e con cui viene in contatto quotidiano: *ma di cosa è fatta questa "cosa"?* La domanda, tutt'altro che banale, è rimbalzata anche tra le trame di testi di livello universitario: ricordo ancora quando l'illustre merceologo Giorgio Nebbia, che ho avuto l'onore di conoscere e apprezzare personalmente, parlava dello studio delle merci come "cosologia", lo studio delle cose. Nel mio caso intendevo avviare il lavoro di indagine sulle "cose" a partire dalla curiosità dei miei allievi: cominciare con una storia? cominciare da tentare di dar risposta ad uno stimolo osservativo?..Scelsi alla fine quest'ultima strada e una mattina...

-il 12/12/07 (1/2 ora)

Ho portato a scuola sei barattoli di vetro da conserva, chiusi e contenenti varie "cose" [precisamente: un po' di sale da cucina, un po' di segatura, un pezzetto di legno, alcool denaturato, un po' di limatura di ferro, un po' di olio di semi] e li ho messi sulla cattedra, ben in vista, senza fare alcun commento. Mentre mi stavo dedicando alle solite pratiche burocratiche di inizio lezione, sentivo gli allievi che sottovoce (mica tanto!) dicevano tra loro: perché ha messo lì quei barattoli? Cosa ti sembra ci sia dentro? ....finché un allievo mi ha chiesto: "prof, ma cosa c'è dentro i barattoli che ha messo sulla cattedra? " Cosa ci dobbiamo fare?"..

E io allora "tu cosa pensi ci sia? Coraggio"...

L'allievo prova " per me nel barattolo con la polvere bianca c'è farina, quello con granelli giallini sembra formaggio grattugiato,....".

Gli interventi vanno avanti per un po' poi un allievo chiede: "ma si possono stappare i barattoli?"

Dico che questo non può rientrare nelle nostre *regole di indagine* perché può essere pericoloso: qualche volta gli aromi emessi da certi materiali possono essere tossici, possono far male.

"Allora ci dica lei cosa c'è dentro prof!"

Rispondo: " sarebbe semplice...ma servirebbe a *credere a quello che dico io*, non sarebbe frutto di vostre "scoperte"... di aver appreso davvero qualcosa. Quello che posso fare è *aiutarvi a "risolvere l'enigma"* e *organizzare insieme* un lavoro per mettere alla prova, secondo certe regole che definiremo tra noi, la nostra capacità di riconoscere la *natura delle cose..* " e osservo ancora:

"Per rendere significativa l'esperienza di riconoscimento dei materiali che costituiscono vari oggetti cerchiamo di lavorare con alcune decine di barattoli e per impiegare un tempo ragionevole organizziamo gruppi che lavorino contemporaneamente".

Suggerisco allora che ciascun allievo porti la prossima volta 4-5 barattoli di vetro (senza etichette originali!) contenente ciascuno un campione di un oggetto-materiale/i presente in casa, possibilmente non troppo facilmente riconoscibile; gli allievi dovranno poi chiudere bene i barattoli e incollarci un'etichetta che renda riconoscibili chi li ha preparati: ad esempio indicando le iniziali del nome e cognome, e indicando con un numero, ad esempio, il materiale inserito dal "preparatore" (Mariani Francesco, campione 1 = MF1, ecc.)

Invito poi gli allievi a fare anche una lista dei barattoli con il loro contenuto, riportandola sul proprio quaderno di lavoro e consegnandone, il giorno stabilito, una copia all'insegnante.

La consegna va svolta per il 19/12.

Se i barattoli saranno poco convincenti o troppo pochi sarà l'insegnante che ne riempirà qualcuno con cose da lui scelte e su tutti i barattoli lavoreremo poi per gruppi secondo regole che ci daremo.

-19/12/07 (1 ora)

Raccolgo i barattoli portati da 14 su 18 allievi per un totale di 52 barattoli (due allievi sono stati a lungo malati, due sono disabili, alcuni hanno portato 3 anziché 4 barattoli) (Fig.1).



Figura 1

Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

**Nell'all. 1** è presente la lista del contenuto dei barattoli. Sono stati segnati in rosso i materiali scartati ritenuti troppo facilmente riconoscibili o ripetuti troppe volte: questi sono stati sostituiti da materiali preparati dall'insegnante.

Si osserva che non sono stati presentati materiali liquidi da nessun alunno [in altre classi invece sono stati presentati anche barattoli con liquidi, addirittura una ragazza ha portato una serie di tre liquidi diversi apparentemente identici].

Raccolti i barattoli e le liste spiego ai ragazzi come si può organizzare l'indagine: si metteranno al lavoro 6 gruppi di allievi e a ciascuno saranno affidati per il riconoscimento, ad esempio, 9 barattoli; occorreranno allora un totale di 54 barattoli: vediamo come possiamo fare.

Ad una prima ricognizione dei barattoli portati dagli allievi osservo che ci sono un certo numero di campioni da scartare perché troppo facili da riconoscere o ripetuti troppe volte: si tratta di 23 barattoli. Restano utilizzabili (52-23) 29 barattoli. Poiché ne occorrerebbero 54 per fare il lavoro secondo quanto ipotizzato, l'insegnante preparerà 25 barattoli (o provettoni con tappo di chiusura) con altrettanti campioni e il lavoro inizierà la prossima volta.

L'**All.2** riporta i campioni preparati dall'insegnante (tempo impiegato per la preparazione circa 2 ore).

**-9/1/ 2008 (2 ore)**

E' stata preventivamente preparata l'aula accostando due banchi e posizionando su ciascuna coppia di banchi 9 barattoli (Fig.2).

Ho invitato i ragazzi a sedersi tre per gruppo **evitando i campioni da loro preparati**. La consegna è stata la seguente: **cercate di individuare, facendo uso della sola vista, la natura dei campioni di materiali contenuta nei barattoli che vi sono stati assegnati; cercate di giungere ad un parere condiviso dal gruppo.**

Per ordinare il lavoro in modo adeguato gli allievi sono stati invitati a seguire una scheda da compilare che viene loro consegnata (Fig.3).



**Figura 2**



**Figura 3**

L'osservazione degli oggetti contenuti nei barattoli e la relativa compilazione della scheda è durata circa 30 minuti (Fig. 4).

Gli allievi hanno poi proceduto al completamento delle schede dei singoli gruppi tenendo conto della natura dei materiali suggerita dai "preparatori" e dall'insegnante; è stato discusso con gli allievi ogni singolo materiale e ci siamo soffermati soprattutto su alcuni, ad esempio il burro, le plastiche, la vaniglia (gomma o resina?), il ferro (ferro o acciaio?). Ogni gruppo ha fatto il bilancio del proprio livello di riconoscimento.

L'**All. 3** raccoglie le schede di riconoscimento compilate dagli allievi "preparatori" con il parere espresso dall'insegnante.

E' stata data agli allievi la consegna di **calcolare ciascuno la propria % di riconoscimento dei materiali.**



**Figura 4**

**-16/1/08 (1 ora)**

L'insegnante raccoglie i dati di ciascun gruppo di lavoro e controlla i calcoli: considerando la totalità dei campioni presentati è stato riconosciuto il 51,8% dei materiali <sup>2</sup>

Considerando solo i 25 campioni preparati dall'insegnante è stato riconosciuto il 44% dei materiali.

Nessuno degli allievi ha usato la colonna "note".

Di ogni gruppo è stata indicata la frazione individuata facendo uno schema alla lavagna e l'insegnante ha invitato gli allievi a riportarlo sul quaderno di lavoro:

	fr a z i o n e	%
<b>Gruppo 1</b>	6/9	66.6%
<b>Gruppo 2</b>	4/9	44.4%
<b>Gruppo 3</b>	6/9	66.6%
<b>Gruppo 4</b>	4/9	44.4%
<b>Gruppo 5</b>	3/9	33.3%
<b>Gruppo 6</b>	5/9	55.5%

A questo punto l'insegnante ha chiesto agli allievi come giudicavano questo risultato. Inizialmente sembrava loro un risultato accettabile (...si accontentavano di poco!). Poi, facendo riflettere gli allievi e avviando una discussione, si trova consenso generale sul fatto dell'inadeguatezza della sola vista per il riconoscimento eseguito ...per cui il 52% è un **risultato non accettabile**.

A questo punto è stato chiesto di pensare a qualche altro sistema più convincente di riconoscimento. La prima osservazione è stata quella di ricorrere ad altri sensi: tatto, olfatto, gusto. L'insegnante fa notare, dopo una breve discussione, che i sensi sono sempre legati alla capacità di percepire di un individuo che può essere differente da quella di un altro individuo: perciò il risultato di questo approccio sensoriale è sempre *soggettivo*. Tutti hanno condiviso questa osservazione.

E' stato chiesto allora di pensare a qualche altro sistema per giungere al riconoscimento ed alcuni allievi hanno proposto:

- 1) Niccolò: sottoponiamo la sostanza a reazioni chimiche
- 2) Ilaria: osserviamo la sostanza con un microscopio (...l'alunna intendeva microscopio ottico)
- 3) Alessandro: sottoponiamo la sostanza a delle cavie

Si sono discusse le proposte: la terza ci porta a determinare l'effetto di un materiale su di un organismo, non a conoscere la natura del materiale. La seconda, pur utilizzando uno strumento potente, ricorre di nuovo alla vista, perciò solo ai sensi. Per quanto riguarda la prima, se anche sottopongo il materiale a delle reazioni che mi producono altri materiali, nel decifrare quello che ottengo sono di fronte allo stesso problema...determinarne la natura.

La lezione si è chiusa dando come **consegna quella di riordinare il quaderno di laboratorio e pensare a come risolvere la questione di un sicuro riconoscimento dei materiali**

**- 30/1/08 ( 2 ore)**

L'insegnante riprende il filo del discorso e chiede se è stato pensato e trovato qualche sistema che sia oggettivo per riconoscere la "natura delle cose". Nessuno ha pensato di impiegare la misura di qualcosa (la parola grandezza non sembra nota agli allievi). Insistendo sulla necessità di un dato oggettivo e suggerendo che il numero di per sé è qualcosa di oggettivo, sono giunti a pensare alla misura di qualche caratteristica dei materiali. Poiché tra le caratteristiche misurabili immediatamente percepibili hanno individuato il peso, abbiamo iniziato con la misura del peso <sup>3</sup>.

Ci siamo trasferiti nell'aula di scienze preventivamente prenotata.

2. In un'altra classe, con campioni preparati ovviamente con allievi diversi, si è ottenuto una % di riconoscimento praticamente identica: il 52%. In esperienze precedenti il riconoscimento dei campioni di oggetti-materiali si è attestato tra il 47% e il 54%

3. Poiché il riferimento è venuto naturale, si è continuato a parlare di peso anche quando si sono usate le bilance a bracci uguali (d'altra parte il confronto tra pesi in uno stesso luogo (uguale g) equivale al confronto tra masse) rimandando alla scuola superiore la trattazione, delicata, della differenza tra massa e peso.

Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

L'insegnante mostra una bilancia a due piatti uguali in cui sono indicati i nomi delle varie parti e ne fornisce uno schema ad ogni allievo.

Spiega come si esegue la pesata e ne esegue una di un oggetto a livello dimostrativo.

Forma i gruppi e consegna ad ognuno il materiale: si tratta di una serie di cilindri di vari metalli precedentemente preparati<sup>4</sup> (Figg. 5,6).



Figura 5



Figura 6

Gli allievi pesano 4 campioni (piccoli cilindri) di metalli per gruppo e devono scrivere sul proprio quaderno le somme dei singoli pesi usati per portare la bilancia in equilibrio (35 minuti) (Fig.7).

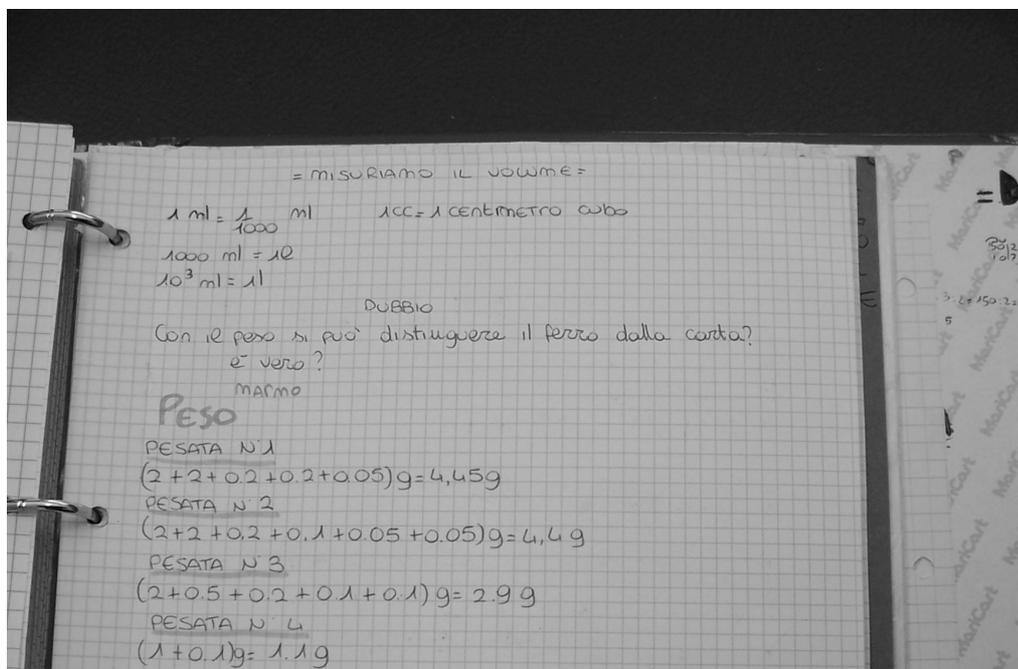


Figura 7

4. Sono stati preparati vari cilindri ritagliandoli da barre di metalli rintracciabili in magazzini "fai da te" e ricorrendo al fontaniere più vicino: ferro, alluminio, rame,...

L'insegnante ha mostrato e spiegato il funzionamento di una bilancia elettronica (sensib. 0.01 g): con questa sono state controllate tutte le pesate e sono stati discussi gli errori, calcolando lo scarto percentuale rispetto alla misura con la bilancia elettronica <sup>5</sup>. L'insegnante ha sottolineato che tutto ciò che si può sottoporre a misura si chiama **grandezza**: sono esempi di grandezze la lunghezza, il peso, il tempo,....

**-6/2/08 (30 minuti)**

L'insegnante invita gli allievi a riflettere ...” a fronte dei numeri indicanti la misura del peso dei materiali esaminati, siamo in grado di associare un numero (peso) alla natura di un materiale?” Quasi tutti gli allievi concordano sul fatto che tali numeri risentono anche della “forma” dei materiali stessi. Ma come fare ad associare anche alla forma un numero? Dopo una breve discussione si arriva a condividere la necessità di misurare il volume come seconda grandezza immediatamente percepibile (nella discussione gli allievi confondevano o assimilavano lo spazio occupato con la “forma” dell’oggetto).

L'insegnante spiega allora come si esegue la misura del volume, mostra alcuni cilindri graduati di portata diversa e parla della sensibilità di ciascun cilindro: la sensibilità dei cilindri graduati è di 0,2 ml per quelli da 20 ml e di 0,1 ml per quelli da 10 ml; viene poi discusso il modo di scrivere il risultato della lettura tenendo conto della sensibilità dello strumento che impieghiamo.



**Figura 8**

Vengono restituiti agli allievi i campioni di metallo di cui avevano misurato il peso con la consegna di misurarne il volume (Fig. 8).

Al termine del lavoro è risultato evidente che nemmeno la misura del solo volume ci fornisce un modo di individuare i materiali in esame associando un numero a ciascuno di essi.

L'insegnante pone allora sul tappeto un problema: uno stesso campione può avere pesi e volumi diversi, dipende dalla quantità di materiale di cui è costituito; se provassimo a tener costante il peso di un certo numero di campioni diversi cosa accadrebbe del loro volume? oppure **se provassimo a tener costante il volume di un certo numero di campioni diversi cosa succederebbe del loro peso?**

**-13/2/08 (2 ore)**

Si riprende il discorso lasciato in sospeso la lezione precedente e si distribuiscono ai gruppi di lavoro campioni di materiali diversi (cilindrini di diversi metalli capaci di entrare nei nostri cilindri graduati usati per la misura dei volumi) aventi tutti lo **stesso volume**: che cosa succederà del loro peso? La maggior parte degli allievi pensa che il peso sarà diverso a seconda della natura del materiale: l'ipotesi viene registrata. Passiamo alla misura...

Gli allievi controllano che il volume dei campioni sia effettivamente lo stesso (il volume dei cilindri in esame è risultato di 2,2 cm<sup>3</sup>) e, dopo averli ben asciugati, ne misurano il peso. L'insegnante spiega che i cilindri dei metalli distribuiti di ugual volume sono uno lucente e chiaro, uno nero e opaco e uno grigio e opaco: è possibile scoprire di quali metalli si tratta?

I pesi dei campioni neri e opachi (1) sono risultati in media 16,9 g

I pesi dei campioni grigi e opachi (2) sono risultati 15,6 g

I pesi dei campioni lucenti e chiari (3) sono risultati 5,9g

Al termine delle misure gli allievi osservano che campioni di materiali dello stesso tipo a parità di volume hanno lo stesso peso, **ma campioni diversi dello stesso volume presentano pesi diversi: l'ipotesi è confermata.**

Come possiamo sfruttare questo risultato? Se noi dividiamo il peso di un materiale per il suo volume cosa otteniamo?

*Si ottiene il peso dell'unità di volume.* L'insegnante fa osservare che il volume unitario di un certo materiale presenta un peso caratteristico. Come si può esprimere questo? Dalle esperienze precedentemente fatte si osserva che *tra il peso del campione e il suo volume esiste un rapporto costante: l'insegnante precisa che questo rapporto si chiama **peso specifico (p<sub>v</sub>)**.*

5. In altri casi l'insegnante ha contraddistinto i vari campioni con un numero e li ha preventivamente pesati.

## Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

Dalle misure eseguite otteniamo i seguenti dati:

- campioni (1)  $16,9\text{g}/2,2\text{cm}^3 = 7,7\text{ g/cm}^3$

- campioni (2)  $15,6\text{g}/2,2\text{cm}^3 = 7,1\text{ g/cm}^3$

- campioni (3)  $5,9\text{g}/2,2\text{cm}^3 = 2,7\text{ g/cm}^3$

L'insegnante aveva predisposto prima delle misure una tabella dei pesi specifici di sostanze comuni, compreso quelle sottoposte a riconoscimento da parte degli allievi (**All. n.4**). Dal confronto dei valori ottenuti dalle misure e i valori dei  $p_s$  riportati si ricava quanto segue:

i campioni (1) sono costituiti da **Ferro**<sup>6</sup>, i campioni (2) sono costituiti da **Zinco**, i campioni (3) sono costituiti da **Alluminio**.

### - 20/2/08 (1 ora e 1/2)

Allo scopo di consolidare il risultato che abbiamo trovato, la lezione inizia con una domanda: siamo proprio sicuri che il  $p_s$  sia una grandezza che indichi la natura di un materiale, cioè la “natura delle cose”? Vediamo. Sono stati consegnati a ciascun gruppo di allievi dei piccoli frammenti di marmo<sup>7</sup> (sempre in grado di poter essere introdotti nei nostri cilindri di misura da 10 o 20 ml). L'insegnante ha invitato gli allievi ad impiegare nella misura la procedura che presenta la minore probabilità di commettere imprecisioni: quando si eseguono misure si commettono sempre **imprecisioni**; se poi la misura di una grandezza, come nel nostro caso, risulta dal rapporto di due altre misure (si dice che la grandezza è *derivata*), le incertezze sono ancora maggiori di quelle associate ad una singola misura. E' stato misurato il peso e il volume di ciascun campione di marmo e i risultati ottenuti dai gruppi sono stati i seguenti:

Campione 1 (C 1):  $2,7\text{ g/cm}^3$

C. 2 :  $2,8\text{ g/cm}^3$

C. 3 :  $2,8\text{ g/cm}^3$

C. 4 :  $2,7\text{ g/cm}^3$

C. 5 :  $2,8\text{ g/cm}^3$

C. 6 :  $2,8\text{ g/cm}^3$

Perché i valori ottenuti non sono proprio uguali tra loro? Quale valore assumere per  $p_s$  del marmo che è stato assegnato? Senza fare altri calcoli<sup>8</sup>, ci siamo limitati a dire che il valore più corretto della misura del  $p_s$  è 2,8 (4 misure su 6). Questa è stata inoltre l'occasione per accennare al fatto che le misure possono essere più o meno **precise**, ma non possono essere **mai esatte**. La parola “esatto/a” non fa parte del mondo delle scienze sperimentali!

L'insegnante precisa poi che i materiali che abbiamo fin qui esaminato, come ferro, alluminio, zinco e marmo, si chiamano **sostanze e possono essere riconosciute tra tante, per esempio, per il valore assunto dal loro  $p_s$** . *Questo costituisce perciò una grandezza caratteristica della sostanza stessa: abbiamo finalmente raggiunto un risultato interessante...abbiamo imparato come è possibile associare ad una sostanza “un numero”, un valore oggettivo, che la caratterizzi*. Di questi “numeri” ne conosciamo diversi: la temperatura di fusione di un solido, la temperatura di ebollizione di un liquido, ecc.

Si discutono poi con gli allievi i risultati: tutti i campioni di marmo danno sempre lo stesso valore di  $p_s$ , in altre parole il peso e il volume di un materiale risultano due grandezze **direttamente proporzionali**, al crescere di una cresce altrettanto anche l'altra o viceversa. Proviamo a costruire su un foglio del nostro quaderno un sistema di assi cartesiani e riportare su di essi i valori di peso e volume di ciascun campione di marmo.... Al termine del lavoro gli allievi hanno constatato che i loro valori, a meno delle imprecisioni di misura, stavano lungo una retta, come è stato visto più volte in matematica.

### -27/2/08 (1 ora e 1/2)

Andiamo alla scoperta della natura di alcune sostanze e, per comprendere a fondo l'importanza dello “strumento” che abbiamo appreso, partiamo da una storia....”Archimede e la corona di Gerone”.

La leggenda vuole che Archimede, famoso studioso nato a Siracusa nel 287 a.C., scoprisse il principio del galleggiamento dei corpi mentre faceva il bagno in una tinozza. Gerone, tiranno di Siracusa, si era fatto fabbricare una corona tutta d'oro. Non sicuro però dell'onestà dell'orafo che l'aveva realizzata, chiese ad Archimede di scoprire se la

6. Il ferro puro non viene praticamente prodotto ( $p_s = 7,8\text{ g/cm}^3$ ), si producono correntemente miscele (leghe) ferro/carbonio (acciai) il cui  $p_s$  varia da 7,3 a  $7,7\text{ g/cm}^3$

7. Il marmo è calcare cristallino variamente impuro per cui il  $p_s$  varia entro un certo intervallo di valori a seconda delle impurezze e cioè tra  $2,4\text{-}2,8\text{ g/cm}^3$

8. Non si è calcolato il valore della media delle misure ottenute pari a  $2,76$  approssimabile a  $2,8$  per tener conto delle cifre significative.

corona fosse veramente di oro massiccio o contenesse in parte argento. Archimede meditò a lungo come dimostrare ciò che gli era stato chiesto e alla fine...prese due corpi dello stesso peso della corona, uno tutto d'oro e l'altro tutto d'argento.

Riempì di acqua un secchio fino a sfiorare l'orlo e lo pose in una bacinella più grande. Vi immerse l'oggetto d'oro e raccolse e misurò l'acqua traboccata che aveva lo stesso volume dell'oggetto immerso. Fece la stessa cosa con l'oggetto d'argento..ma la quantità d'acqua traboccata era maggiore di quella raccolta prima: il volume dell'oggetto d'argento era maggiore!

Rifece alla fine lo stesso procedimento con la corona: la quantità di acqua traboccata in questo caso era maggiore di quella traboccata dopo aver immerso l'oggetto d'oro e minore di quella traboccata dopo l'immersione dell'oggetto di argento. La corona conteneva dunque sia oro che argento...l'orafo non era stato onesto!

*“Ma prof – chiede un’allieva- non ho capito come fece Archimede a misurare il volume d’acqua traboccato...ai tempi Archimede c’erano già i cilindri graduati? “*

E l’insegnante ..” buona domanda Martina, ma a parte che si tratta di una leggenda, forse non hai seguito bene la storia: Archimede non era interessato a sapere qual era il volume esatto della corona, ma semplicemente se era uguale o diverso da quella d’oro...bastava segnare il livello dell’acqua travasata ad ogni immersione e ..il gioco era fatto”

A questo punto sono state date a ciascun gruppo due sostanze, una liquida (la stessa per tutti, alcol etilico da liquori) e una solida (piombo o rame), con la consegna di *risalire alla loro natura*.

Prima di iniziare il lavoro l’insegnante ha posto di nuovo il problema del modo di misurare peso e volume riducendo al minimo le incertezze di misura poiché per un liquido la questione è più delicata che per un solido. Gli allievi hanno discusso con grande impegno tra loro e con l’insegnante fino a che si è convenuto che il modo più preciso di misurare le due grandezze era quello che non implicava trasferimento di liquido da un recipiente ad un altro: dovevamo utilizzare il cilindro graduato come tara per la pesata (Fig. 9).



**Figura 9**

Il valore del  $p_s$  del liquido, salvo un gruppo su sei, è stato di  $0,8 \text{ g/cm}^3$  ; quello dei metalli è stato rispettivamente di  $8,7 \text{ g/cm}^3$  e  $10,9 \text{ g/cm}^3$  . Abbiamo individuato il liquido come alcol etilico e i metalli rame (un po' impuro) e Pb (leggermente impuro).

Lo “strumento”  $p_s$  funziona!

Sono stati assegnati agli allievi alcuni esercizi di calcolo del peso o del volume dati i pesi specifici o di calcolo del  $p_s$  ( e individuazione delle sostanze ) dati i valori di peso e volume.

Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

E' stata data la consegna di realizzare a casa la "carta d'identità" di almeno una sostanza su cui si è lavorato : un esempio in (Fig 10)

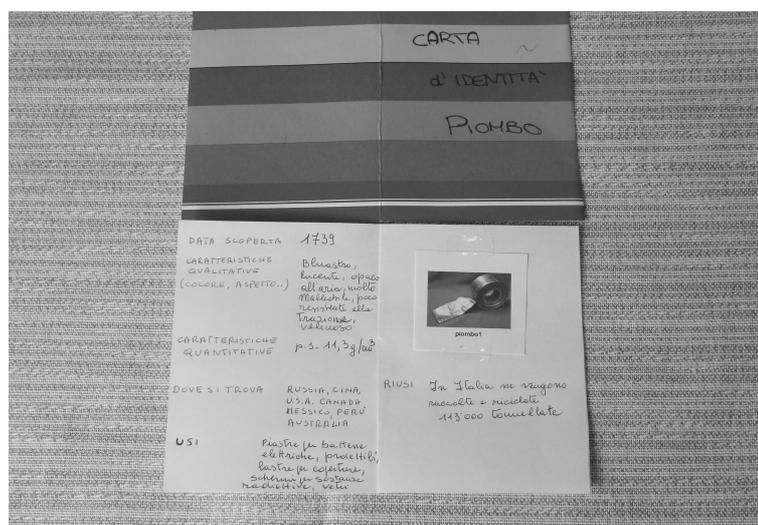


Figura 10

Si è fissata una verifica (sommativa) per la prossima lezione

-5/3/08 (1 ora)

E' stata eseguita la verifica dell'intero percorso (All. n. 5) (\*).

I risultati della verifica sono stati i seguenti:

Su 16 alunni:

1 alunna è stata assente per malattia per gran parte del percorso e non ha sostenuto le prove di verifica.

2 non hanno raggiunto gli obiettivi prefissati : non sufficiente;

4 hanno raggiunto gli obiettivi seppure in modo insicuro: sufficiente;

5 hanno raggiunto gli obiettivi in modo soddisfacente, mostrando solo alcune incertezze: buono;

2 hanno raggiunto gli obiettivi, commettendo però alcune imprecisioni negli elaborati: distinto;

2 hanno raggiunto pienamente tutti gli obiettivi: ottimo.

In conclusione, 13 allievi su 15 hanno ottenuto risultati da sufficienti ad ottimi, solo 2 allievi sono risultati insufficienti: la metodologia seguita nel proporre agli allievi l'argomento sembra aver conseguito un apprendimento significativo e quasi generalizzato.

Al termine del controllo della verifica l'insegnante pone agli allievi una questione che volutamente non era stata affrontata in precedenza: **ma quelle che abbiamo chiamato sostanze si trovano in natura come le abbiamo viste e impiegate noi?** Purtroppo non è in genere così: i metalli sono contenuti in sostanze più complesse, i minerali, che sono accompagnati da varie impurezze, e **vanno estratti** impiegando procedure anche complesse; l'alcol etilico si può **separare** con tecniche particolari da miscele, ecc.. Esistono poi altre sostanze, come le materie plastiche, che non esistono in natura come tali, ma vengono create, **sintetizzate** dall'uomo a partire da altre più semplici ... In altre parole, pur avendo compiuto un passo importante e **imparato a riconoscere sostanze** ...abbiamo preso una scorciatoia immaginandole disponibili naturalmente come tali: **dovremo ora occuparci di come si separano miscugli anche complessi** per giungere a sostanze più o meno complesse e **come si possono decomporre sostanze complesse per ottenere quelle più semplici...**il problema ha una importanza sempre più grande, come vedremo, e coinvolge la nostra stessa esistenza come specie.....La nostra ricerca continua...

Tempo totale impiegato: 12 ore e 1/2 di attività in classe (escluso il tempo di preparazione delle attività e delle esperienze di laboratorio) pari a circa 2 mesi di scuola.

(\*) Valutazione dell'apprendimento

I due questionari di verifica riportati (I e II parte) rappresentano gli strumenti formali di verifica del percorso ma la valutazione dell'apprendimento si è avvalsa anche di vari altri strumenti: l'analisi dei quaderni di lavoro degli allievi, il modo con cui veniva svolto il lavoro di gruppo, il livello di partecipazione alla discussione in classe e la puntualità con cui venivano svolte le consegne date via via.

## Allegato 1- Tabella del contenuto dei 52 barattoli

Sigla	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale indicato dall'insegnante	Note
<a href="#">Ila 1</a>		foglia	Materia vegetale	*picciolo di foglia
<a href="#">Ila 2</a>		plastica	Plastica	*ingranaggio di gioco
<a href="#">Ila 3</a>		legno	Materiale vegetale	*nocciolo di oliva
<a href="#">Ila 4</a>		ferro	Ferro	*pezzo di cerniera lampo
<a href="#">Lisa t 1</a>		plastica	Plastica	
<a href="#">Lisa t 2</a>		plastica	Plastica	
Lisa t 3		plastica	Plastica	
<a href="#">Lisa t 4</a>		plastica	Plastica	
Laura 1		ferro	Metallo (quale?)	
Laura 2		gomma	Gomma	
Laura 3		acciaio	Acciaio	
<a href="#">Laura 4</a>		plastica/vetro	Plastica/vetro	lampadina da scartare
Martina 1		semi di frumento	Semi di frumento	
Martina 2		vaniglia	Gomma naturale	
Martina 3		guscio di noce	Cellulosa	
Martina 4		guscio di conchiglia	Carbonato di calcio	
Federico 1		plastica	Plastica	
Federico 2		materia vegetale	Materia vegetale	
Federico 3		cera	Cera	
Federico 4		gomma	Gomma	
Ale 1		gomma (elastico)	Gomma	
Ale 2		gomma (da masticare)	Gomma	
Ale 3		incenso	Resina vegetale	
Ale 4		materia vegetale	Materia vegetale	
<a href="#">Francesco 1</a>		metallo	Ferro	
<a href="#">Francesco 2</a>		plastica	Plastica	tappo
<a href="#">Francesco 3</a>		plastica	Plastica	bottoni
Leo 1		alluminio	Alluminio ?	
<a href="#">Leo 2</a>		stoffa	Stoffa/tessuto sintetico	*
Leo 3		gomma	Gomma	*
<a href="#">Marco M. 1</a>		?	ferro	*
Marco M. 2		?	Materia vegetale	*
<a href="#">Marco M. 3</a>		?	Materia vegetale	*
<a href="#">Marco M. 4</a>		?	Plastica	*
Niccolo S. 1		plastica	Plastica	
Niccolo S. 2		gomma	Gomma	
Niccolo S. 3		cera	Cera	
Sara Pe 1		?	?	
<a href="#">Sara Pe 2</a>		?	Materia vegetale	piccioli
Sara Pe 3		?	Materia vegetale	arachidi
Sara Pe 4		?	Materia vegetale	uvetta
Davide 1		?	Pomice	
<a href="#">Davide 2</a>		?	Materia vegetale	pistacchio
<a href="#">Davide 3</a>		?	Carta	carta
<a href="#">Davide 4</a>		?	Elastico	plastica
<a href="#">Marco R. 1</a>		legno	Legno	legno
Marco R. 2		moneta	Acciaio con placcature in rame	5 cent. di euro
Marco R. 3		plastica	Plastica	
Sara P. 1		spugna	Acciaio	
<a href="#">Sara P.2</a>		rubinetto	Acciaio	tondino rubinetto

Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

**Allegato 2 – Tabella del contenuto dei campioni preparati dall'insegnante ( in barattoli o provettoni)**

Prof. 1	aqua	Prof. 14	zolfo
Prof. 2	alcool	Prof. 15	rame
Prof. 3	olio di vasellina	Prof. 16	stagno
Prof. 4	acetone	Prof. 17	iodio
Prof. 5	mercurio	Prof. 18	sabbia
Prof. 6	zucchero	Prof. 19	gomma
Prof. 7	zucchero a grani	Prof. 20	carta
Prof. 8	farina	Prof. 21	naftalina
Prof. 9	limatura di (ferro)	Prof. 22	lievito per dolci
Prof. 10	sale (grosso)	Prof. 23	burro
Prof. 11	amido	Prof. 24	grafite
Prof. 12	borotalco	Prof. 25	alluminio
Prof. 13	pan grattato		

**Allegato 3 – Raccolta delle schede di riconoscimento compilate dagli allievi “preparatori” con il parere espresso dall'insegnante**

SIAMO IN GRADO DI RICONOSCERE LA NATURA DI MATERIALI COMUNI?

**Gr.1**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Sara Pe 3		?			
Martina 1		semi di grano	materia vegetale		
Fede 1		plastica	plastica		
Nic S1		plastica	plastica		
Sara Pe 1		?			
Prof 18			sabbia		
Prof 14			zolfo		
Prof 3			olio di vasellina		
Prof 9			limatura di ferro		

**Gr.2**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Martina 2		vaniglia	gomma naturale		
Laura 1		ferro	ferro		
NicS2		gomma	gomma		
Davide 1		?	pietra pomice		
Prof 5			mercurio		
Prof 7			zucchero granulare		
Prof 8			farina		
Prof 25			alluminio		
Prof 6			zucchero semolato		

**Gr.3**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Lisa 3		plastica	plastica		
Martina 3		guscio di noce	legno		
Fede 3		cera	cera		
NicS3		cera	cera		
Laura 2		gomma	gomma		
Prof 20			carta		
Prof 10			sale		
Prof 12			borotalco		
Prof 2			alcol etilico		

**Gr.4**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Martina 4		guscio di conchiglia	carbonato di calcio		
Fede 4		gomma	gomma		
Ale 1		gomma	gomma		
Ale 4			materiale vegetale		
Sara Pa 1		spugna	acciai		
Prof 13			pane		
Prof 4			acetone		
Prof 15			rame		
Prof 16			stagno		

**Gr.5**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Ale 3		incenso	resina vegetale		
Ale 2		gomma	gomma		
Fede 2		cera	cera		
Laura 3		acciaio	acciaio		
Leo 1		alluminio	alluminio		
Prof 1			acqua		
Prof 17			iodio		
Prof 11			amido		
Prof 19			gomma		

**Gr.6**

Sigla del barattolo	Materiale secondo il gruppo	Materiale secondo il preparatore	Materiale secondo l'insegnante	Giusto o sbagliato	Note
Sara Pe4		?	materia vegetale (uvetta)		
Marco M2		?	materia vegetale		
Leo 3		gomma	gomma		
Marco R2		moneta	acciaio con placcatura in rame		
Marco R3		plastica	plastica		
Prof 21			naftalina		
Prof 22			lievito		
Prof 23			burro		
Prof 24			grafite		

Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

#### Allegato 4 – Tabella dei pesi specifici di alcuni materiali

MATERIALE	PESO SPECIFICO (g/cm <sup>3</sup> )
Acqua	1,0
Acqua ossigenata	1,4
Alcool etilico	0,8
Alluminio	2,7
Argento	10,5
Grafite	2,2
Ghiaccio	0,9
Ferro	7,3 – 7,9 (*)
Gesso	2,3
Marmo	2,5 – 2,8
Mercurio	13,6
Piombo	11,4
Rame	8,9
Stagno	7,3
Oro	19,3
Zinco	7,1

(\*) Il ferro puro non viene prodotto (ps 7,8) ; si producono gli acciai che sono una miscela (lega) ferro/carbonio con ps che varia da 7,3 a 7,9 a seconda della quantità di carbonio presente.

#### Allegato 5 - Verifica al termine della I parte del percorso e risposte criterio

1) Spiega cosa è la sensibilità di uno strumento di misura.

*La sensibilità di uno strumento è la più piccola quantità misurabile dallo strumento stesso.*

2) Disegna una bilancia a due piatti ed indica i nomi delle varie parti.

*Schema della bilancia e indicare i bracci di leva, il fulcro, il cavaliere, i piattelli, l'indice e la scala arbitraria di valutazione dell'equilibrio.*

3) Spiega come si esegue la misura del peso di un oggetto.

*Prima si mette la bilancia in equilibrio in aria, agendo sull/i cavaliere/i. Poi si dispone su un piattello l'oggetto di cui si vuole misurare il peso e sull'altro piattello i pesi campione aggiungendone o togliendone in modo da avere sempre i pesi campione in difetto (pesata per difetto) fino ad ottenere con il peso più piccolo possibile l'equilibrio della bilancia. Si tolgono uno ad uno i pesi campione segnando sul quaderno di lavoro il valore corrispondente di ciascuno. Infine si esegue la somma, che corrisponde alla misura del peso dell'oggetto.*

4) Disegna e descrivi lo strumento utilizzato per la misura del volume indicando la sensibilità che si ricava dal disegno

*Descrizione del cilindro graduato con indicazione della sensibilità.*

5) Spiega come si esegue la misura del volume di un oggetto mediante l'osservazione del menisco. (Puoi aiutarti con un disegno).

*Si introduce nel cilindro una quantità opportuna di acqua, si legge il volume e si riporta il valore ( $V_0$ ) sul quaderno. Poi si introduce delicatamente l'oggetto, facendolo scivolare, in modo da non far schizzare l'acqua fuori dal cilindro. Si legge il nuovo volume ( $V_1$ ). Infine il volume dell'oggetto si calcola per differenza tra  $V_1$  e  $V_0$ :  $V = V_1 - V_0$*

6) Peso, volume e peso specifico ( $p_s$ ) sono tre grandezze aventi qualità diverse: cosa differenzia il  $p_s$  dalle altre due grandezze?

*Il peso e il volume sono due grandezze che si ottengono con misura diretta mediante uno strumento, il  $p_s$  è una grandezza che si ottiene con il calcolo di un rapporto tra peso e volume ( grandezza derivata). Peso e volume non sono in grado di fornire col loro valore nessuna indicazione sulla natura di materiali, il  $p_s$  è una grandezza il cui valore è in grado di caratterizzare una sostanza (grandezza caratteristica)*

7) Spiega cosa si intende per “sostanza” e come possiamo fare per riconoscere una sostanza tra altre sostanze.

*La sostanza è un tipo di materiale che possiede alcune caratteristiche specifiche misurabili, come il peso specifico, la temperatura di ebollizione, la temperatura di fusione.*

*Una sostanza si può distinguere da altre sostanze misurando tali grandezze caratteristiche e confrontando i valori ottenuti con quelli presenti in tabelle di riferimento.*

**Per la valutazione verrà assegnato un massimo di 3 punti alle domande dalla 1 alla 7. Totale punti: 21.**

**Per ogni risposta:**

3 punti :	corretta
2,5 punti :	contiene alcune imprecisioni
2 punti:	contiene un errore, ma l'argomento è stato compreso.
1,5 punti:	contiene errori, ma l'argomento è stato compreso
1 punto:	l'argomento non è stato del tutto compreso.
0 punti:	non svolto o completamente errato.

**Si calcola infine la percentuale ottenuta:**

0 – 55%	Non sufficiente
55% - 65%	Sufficiente
65% - 75%	Buono
75% - 85%	Distinto
85% - 100%	Ottimo

## II parte – Come ottenere sostanze dai miscugli

**8/3/08 (1 ora)**

Ho messo sulla cattedra di nuovo quattro barattoli di quelli iniziali con l'aggiunta di un'etichetta che ne indicasse il contenuto (ferro/acciaio, sabbia, zucchero, acqua di mare) e ne ho aggiunti tre nuovi portati da casa in cui avevo scritto sull'etichetta: granito, vino, ematite... Sono stato subito apostrofato:

- “Prof, ricominciamo daccapo con i barattoli?...” Li ho rassicurati

- “Ma no, ne ho presi alcuni che già conoscete e ne ho portati altri per proseguire la nostra indagine... Vi faccio una domanda: sapreste dirmi quali di questi materiali sono sostanze e quali miscele?”. La discussione che è seguita ha portato rapidamente a queste conclusioni: il ferro, lo zucchero e il vino sono sostanze, la sabbia (insieme di piccoli grani di diversa natura), il granito roccia formata da sostanze molto diverse tra loro (minerali) e l'acqua di mare (che contiene molto sale) sono miscele, l'ematite... non si sa. Mentre ho detto che dell'ematite ne avremmo riparlato più avanti<sup>1</sup> ho suggerito di controllare le nostre affermazioni documentandoci e tenendo presente che ora sappiamo che una sostanza è riconoscibile attraverso il valore di alcune grandezze caratteristiche. Leggiamo insieme;<sup>2</sup> se di qualche parola può per ora sfuggire il significato (lo indicheremo ?) non è un problema... (alcuni esempi):

- *zucchero*, denominazione del disaccaride (?) saccarosio..le materie prime per ottenerlo sono la canna da zucchero e la barbabietola da zucchero. Non compaiono valori di grandezze caratteristiche ma da come si definisce si può comprendere che si tratta di una **sostanza**
- *vino*, prodotto ottenuto dalla fermentazione alcolica del mosto d'uva...I principali costituenti del vino sono acqua circa 800/900 cm<sup>3</sup>/l, alcol etilico (8-18% in volume), glicerina,... Qui gli allievi hanno commesso un errore! Il vino appare come liquido *omogeneo*, ma si tratta di una **miscuglio** di diverse sostanze (che chiamiamo soluzione)
- *sabbia*, materiale derivato dal disfacimento delle rocce, in genere silicee o quarzose,... si tratta chiaramente di una **miscuglio**
- *granito*, roccia... di struttura granulare formata da quarzo, feldspato potassico (?), plagioclasio (?) e biotite (?). Si tratta chiaramente di **miscuglio** di vari minerali...
- *ecc.*

<sup>1</sup> In quanto ossido di ferro Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (impuro) costituisce una sostanza ma da essa una volta *decomposta*, si ottiene il ferro..che è un'altra sostanza: allora ci sono due tipi di sostanze! Ma il problema della differenza tra composti ed elementi passa dal concetto di reazione chimica ...ed è prematuro: l'esempio serve per agganciare l'ulteriore avanzamento dell'indagine adatta ad un livello di scuola superiore

<sup>2</sup> Non è facile trovare in italiano testi di consultazione semplici: riteniamo che per questo livello scolare ( dando per scontato la comprensione dell'essenziale) e soprattutto per studenti di secondaria in formazione, possa essere particolarmente adatto come strumento di prima consultazione la “garzantina” La nuova enciclopedia delle Scienze- Garzanti ed., 2000

## Di cosa son fatte le cose? - Dai materiali alle sostanze

Cerchiamo allora di lavorare un po' sui possibili miscugli che possiamo incontrare: si può trattare di solidi, liquidi e gas variamente mescolati tra loro; cominciando dai solidi possiamo avere: miscugli solido/solido, solido/liquido e solido/gas. Prepariamo dei miscugli e impariamo a *separare* nuovamente i componenti.

*Cominciamo da miscugli solido/solido*

Invito ciascun gruppo di allievi a mescolare su un piattino sale da cucina con limatura di ferro in varie proporzioni seguendo la scheda consegnata (**All. 6- scheda 1**) e poi a fare le considerazioni che vengono richieste al termine dell'esperienza. Dalla breve discussione che è seguita è emerso che le caratteristiche osservabili di ciascun componente si mantengono dopo il miscuglio; è abbastanza semplice separare di nuovo i componenti ricorrendo alla calamita.

### -12/3/08 ( 2 ore)

L'insegnante invita gli allievi a proseguire l'analisi delle caratteristiche e del comportamento dei miscugli fornendo agli allievi una nuova scheda-guida (**All. 7- scheda 2a**) sempre su miscugli solido/solido tipo sabbia/segatura (\*) (\*\*\*) e sabbia/sale da cucina.

Dopo la discussione è stato condiviso che, essendo la sabbia composta da grani di diverso colore, i grani più chiari possono essere scambiati per i grani più fini della segatura; tuttavia è possibile riconoscerli con una lente di ingrandimento. Nel miscuglio 2 i due componenti sono stati riconosciuti da tutti (con sale fine anche i grani più piccoli della sabbia, anche se chiari, non si scambiano con quelli del sale). Tutti hanno detto che i componenti mantengono nel miscuglio le proprie caratteristiche (Fig. 11)

Per recuperare i componenti dei miscugli gli allievi hanno avanzato le seguenti ipotesi:

a) per recuperare la sabbia si può bruciare la segatura...!!!!

Nessuno ha pensato all'aggiunta dell'acqua.

b) per separare il sale dalla sabbia un alunno ha pensato all'acqua, per sciogliere il sale, e all'evaporazione per recuperare il sale.

Ho osservato allora che il primo metodo aveva il difetto...di "distruggere" il componente segatura che doveva essere separato: il metodo, quindi, non poteva essere accettabile. Un allievo ha proposto allora di aggiungere acqua al miscuglio per far galleggiare la segatura...

L'insegnante allora ha osservato che per separare i due componenti si poteva procedere raccogliendo la segatura dalla superficie dell'acqua (schiumatura) e poi versare l'acqua e asciugare infine la sabbia; oppure si sarebbe potuto filtrare acqua e segatura dopo averle trasferite in altro recipiente e asciugato di nuovo la sabbia dall'acqua residua.

E' stata data quindi ad ogni gruppo di allievi una scheda (**All.7- scheda 2b**), invitandoli a rispondere alle domande in essa contenute.



Figura 11

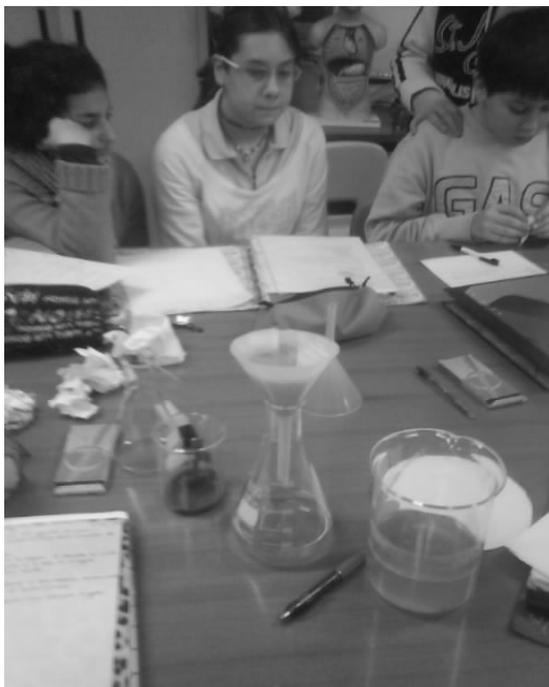
Ma come si effettua una filtrazione? L'insegnante ha fatto osservare come si allestisce e si esegue la filtrazione della segatura con filtro a pieghe relativamente al primo miscuglio.

Osservato che nel secondo miscuglio "scompareva" il sale per trattamento con acqua, ma questo in qualche modo (estremamente suddiviso?) doveva esser rimasto nell'acqua (pensiamo a quanto accade nell'acqua quando si prepara a pranzo una pastasciutta...succede lo stesso, ma la pasta cotta, attraverso l'acqua, risulta alla fine salata) si è prelevato

(\*) La sabbia deve essere ben lavata (fin quando l'acqua che la passa è diventata completamente trasparente) perché è accompagnata il più delle volte da piccole frazioni di polvere che in acqua possono ingenerare dubbi di parziale dispersione/sospensione.

(\*\*\*) La segatura è insieme di frammenti più o meno piccoli di legno ed è accompagnata anche da polvere: setacciarla prima di usarla per togliere i frammenti più piccoli e la polverosità altrimenti si va incontro ad inconvenienti ( deposito di parte della segatura sulla sabbia, opacità dell'acqua)

un po' del liquido ottenuto per filtrazione (Fig. 12) per vedere se fosse possibile recuperare nuovamente il sale facendo vaporizzare l'acqua (**All.7 –scheda 2c**).



**Figura 12**

L'insegnante ha fatto osservare agli allievi come si esegue una vaporizzazione e durante il processo ha messo in guardia dai possibili schizzi che si generano quando il liquido diminuisce sempre più (Fig. 13).



**Figura 13**

Sono stati necessari circa 15 minuti per riottenere il sale per questa via. Poiché è mancato il tempo per una completa concettualizzazione finale, ho dato il seguente compito a casa: fai un elenco dei concetti e degli elementi di carattere terminologico oppure operativo che pensi di avere imparato dalla lezione di oggi.

**-15/3/08 (1/2 ora)**

Gli alunni hanno riferito quanto avevano scritto sul proprio quaderno di lavoro e sono stati precisati i termini precipitazione, schiumatura, decantazione, filtrazione (separazione meccanica) e soluzione che si sono incontrati nell'effettuazione delle esperienze. E' emerso però che non era stato osservato con sufficiente attenzione il miscuglio sale/acqua, ovvero la soluzione; noi abbiamo usato una abbondante quantità di acqua e il sale è risultato completamente solubile: ciò non si verifica sempre e dipende anche da altre condizioni. Più avanti riprenderemo il concetto per approfondirlo, per ora concludiamo così: *una soluzione si dice anche miscela omogenea per il suo aspetto e in quanto tale deve risultare limpida.*

**-19/3/08 (1 ora e 1/2)**

Poiché i miscugli solido/liquido sono stati trattati, nelle loro due tipologie, nella separazione di miscugli di solidi, continuiamo il nostro lavoro occupandoci di **miscugli tra liquidi e tra liquidi e gas**.

Questa parte viene sviluppata essenzialmente a livello osservativo: è l'insegnante che esegue il lavoro e gli allievi seguono ciò che accade nelle esperienze. Vengono comunque consegnate agli allievi due schede per registrare i dati e rispondere ad alcune domande (**All. 8- scheda 3a e 3b**).

L'insegnante introduce in una provetta un po' d'acqua e vi versa poi un po' d'olio invitando gli allievi a rispondere alle prime domande della scheda 3a e precisa che olio e acqua sono immiscibili, ma perché l'olio galleggia sull'acqua e non viceversa? L'insegnante agita energicamente il contenuto della provetta e invita nuovamente gli allievi a rispondere alle domande della scheda.

Come si potrebbero separare i due componenti del miscuglio? Nessuna risposta convincente.

L'insegnante spiega allora che si usa allo scopo un *pallone separatore, una sorta di imbuto munito di rubinetto*, e fa osservare agli allievi come si può, manovrando il rubinetto, versare solo l'acqua in altro recipiente, separandola dall'olio.

Successivamente l'insegnante introduce dell'acqua in un bicchiere e vi aggiunge poi un po' di alcol etilico e invita gli allievi a rispondere alle domande della scheda 3b. Infine chiede agli allievi di *avanzare ipotesi circa la possibilità di separare i due componenti...* gli allievi non riescono ad avanzare un'ipotesi valida allo scopo.

L'insegnante fa presente allora che siamo dinanzi nuovamente ad una soluzione (acqua e alcol etilico sono tra loro miscibili e danno luogo ad una miscela omogenea): mezzi meccanici (vedi filtrazione) non sono utili allo scopo

## Di cosa son fatte le cose? - Come ottenere sostanze dai miscugli

si deve ricorrere al riscaldamento della miscela in condizioni particolari approfittando delle diverse temperature di ebollizione delle due sostanze...si deve eseguire cioè una *distillazione frazionata*...Si procede al montaggio del distillatore (meglio se munito di tubo refrigerante ad acqua, posizionando l'apparecchio vicino ad un lavandino), si introduce nel recipiente (a forma di beuta per riscaldamento su piastra) la miscela da distillare e si inizia a scaldare.

L'insegnante chiede: per effetto del riscaldamento quale dei due componenti la miscela, alcol e acqua, vaporizza più facilmente? Le temperature di ebollizione sono rispettivamente circa 78 °C per l'alcol e circa 100 °C per l'acqua<sup>3</sup>. Alcuni allievi pensano che l'alcol vaporizzi prima perché bolle a temperatura più bassa: l'insegnante fa registrare l'ipotesi e prosegue il lavoro; getta via il distillato basso bollente per la presenza di impurezze indesiderate e, seguendo e leggendo la temperatura dei vapori, raccoglie ciò che distilla fra i 78°C e gli 85°C senza entrare in dettagli. Dall'odore è chiaro che è distillato per primo l'alcol, poi seguirebbe l'acqua.

### -26/3/08 (1 ora e 1/2)

Si passa ora ad esaminare miscele liquido/gas chiedendo agli alunni se a loro parere è possibile che esistano soluzioni di gas sciolti in liquidi. La classe è risultata spaccata in due: hanno risposto di sì circa il 50% e altrettanti di no. Discutendo li ho indirizzati a pensare all'acqua frizzante....

Ho chiesto loro: "se vi mostro una bottiglietta di acqua naturale ed una frizzante sareste in grado di riconoscerle a vista?" Tutti hanno risposto affermativamente per...la presenza delle bolle.

Allora ho presentato loro due bottiglie (nuove e senza etichetta): gli allievi hanno convenuto che erano indistinguibili... non ci avevano fatto attenzione.

Mi hanno chiesto di agitarle...di nuovo indistinguibili. Nemmeno una bolla!

Allora ho fatto tastare le bottigliette....hanno riconosciuto quella più dura al tatto e l'hanno giustamente associata a quella frizzante.

Abbiamo poi stappato l'acqua che pensavano fosse quella frizzante ed infatti... sono comparse le bolle. Perciò le bolle devono essere per forza del gas che prima era *sciolto* nell'acqua e non si vedeva, mentre ora si separa dal liquido perché può uscire avendo stappato la bottiglia.

E' stata eseguita poi l'esperienza del palloncino: se l'acqua fa fuoriuscire gas questo sarà in grado di gonfiare un palloncino. Introducendo sul collo di bottiglia dell'acqua frizzante appena stappata un palloncino di gomma<sup>4</sup> si osserva chiaramente il suo rigonfiamento (Fig. 14).

Infine è stata fatta bollire una porzione di acqua frizzante per un minuto (Fig. 15).



Figura 14



Figura 15

E' stata fatta raffreddare e riposta in una bottiglietta di plastica. Abbiamo agitato e le bolle erano molto diminuite, anche se ancora presenti (probabilmente occorreva far bollire l'acqua per più tempo). In conclusione l'insegnante ha invitato gli allievi a rispondere alle domande della **scheda 3c (all.8)**

<sup>3</sup> Sappiamo che l'alcol etilico forma con l'acqua degli aggregati e quindi alla temperatura alla quale bollirebbe si trascina con sé questi aggregati che aumentano progressivamente la temp. di ebollizione..in altre parole l'esempio semplice di miscela liquido/liquido presenta problemi quando si tratta di separare i due componenti. Tanto vale, allora, in modo più efficace e suggestivo, sottoporre a distillazione del vino e...riconoscere l'alcol quasi puro che si può ottenere con l'attenzione di gettare via i primi distillati (essenzialmente alcol metilico, velenoso) e raccogliere invece ciò che distilla tra 78 e circa 85-90°C.

<sup>4</sup> Il palloncino quando è nuovo risulta rigido, va dunque gonfiato e sgonfiato un paio di volte prima di essere impiegato per la prova...

Dopo aver fatto leggere le risposte date da alcuni allievi, l'insegnante ripercorre le tappe del cammino fatto sulle miscele per arrivare ad una concettualizzazione condivisa...

*Nella esperienza 3a) si osserva la formazione di un miscuglio eterogeneo formato da due liquidi non miscibili, uno di  $p_s$  minore che galleggia (olio) e uno di  $p_s$  maggiore sottostante (acqua): si tratta di **una sospensione**.*

*I due liquidi per agitazione formano quella che si chiama un'**emulsione**, cioè una momentanea miscelazione olio/acqua, che però, lasciando a riposo, riforma il miscuglio che si aveva in partenza. I due componenti sono chiaramente riconoscibili ad occhio nudo e ognuno mantiene le caratteristiche macroscopiche proprie.*

*Mescolando acqua e alcol etilico (esperienza b) si ottiene una miscela omogenea in cui un liquido non è più riconoscibile rispetto all'altro: si tratta di una **soluzione**. Si fa presente che nessuno dei metodi di separazione fin qui incontrati (filtrazione, decantazione,...) è in grado di separare i componenti di una soluzione: occorre eseguire una **distillazione frazionata**, cioè un riscaldamento con un passaggio progressivo a vapore di ciascun componente della miscela, da quello più basso bollente a quello più alto bollente, e successivo raffreddamento (condensazione) dei vapori ottenuti.*

*Abbiamo visto infine (esperienza c) che possiamo avere anche miscele omogenee acqua/gas o più genericamente liquido/gas: un esempio comune sono le nostre bottiglie di acqua minerale gasata naturale o meno. Si può aggiungere che il gas disciolto nell'acqua è biossido di carbonio, uguale a quello che emettiamo nella nostra respirazione. In tutti i casi i componenti di un miscuglio o di una soluzione mantengono ciascuno le loro caratteristiche.*

#### -28/3/08- 1 ora

Si fanno eseguire alcuni esercizi e al termine si gettano i ponti per il proseguimento del nostro... “ giallo a puntate”. La prossima volta verrà fatta una verifica.

Abbiamo visto con alcuni esempi come si può passare da miscugli e miscele omogenee alle singole **sostanze** e come **queste mantengono sempre le loro caratteristiche all'interno dei miscugli**. Vale la pena di fare un'ultima osservazione: abbiamo incontrato sostanze quali il ferro, l'alluminio, il rame e sostanze quali l'acqua, l'alcol etilico, il marmo (carbonato di calcio), l'ematite...: mentre le prime tre sono sostanze semplici, le altre sono il risultato della combinazione di sostanze semplici: come si può passare da sostanze semplici a complesse e viceversa? Come si ottengono, per esempio, i metalli dai loro minerali presenti in natura? Come si preparano per sintesi composti anche non presenti in natura? Qui per il momento ci dobbiamo fermare ...affronteremo più avanti il concetto chiave che sta alla base di queste domande: il concetto di trasformazione chimica o reazione.

Ritengo invece importante, prima di lasciare l'argomento miscugli e miscele, sottolineare l'estrema importanza assunta in tempi recenti ( purtroppo!) di recuperare le sostanze che si impiegano nella produzione dei vari oggetti che fanno parte della nostra vita quotidiana, l'esigenza cioè di **passare da cittadini consumatori (distruttori) a cittadini utilizzatori consapevoli**.

E' noto che le risorse che impieghiamo nelle nostre attività e per produrre gli oggetti che usiamo sono esauribili per cui la quantità crescente di prodotti che vengono messi sul mercato non può concludersi con un "usa e getta" generalizzato e gli oggetti, usati da una parte, finire in una discarica da un'altra, con un enorme perdita di materia e spreco di energia. Per riutilizzare, ed è possibile in gran parte, i materiali impiegati per la fabbricazione di ciò che usiamo è necessario prima di tutto una **raccolta differenziata**, è necessario separare i componenti di un enorme miscuglio, ad esempio quello dei residui solidi urbani (RSU): così si possono separare facilmente a livello domestico **carte e cartoni, vetri, metalli (lattine di alluminio soprattutto), materie plastiche (bottiglie e oggetti vari), e la "frazione umida" di residui alimentari, riducendo al minimo la frazione di residui indifferenziati**. Sulle frazioni di tale raccolta differenziata si può operare il **recupero dei materiali** per un loro riutilizzo: così per la carta, con grande risparmio di abbattimento di alberi da cui ricavare cellulosa, così per i metalli di grande importanza è il recupero dell'alluminio il cui ottenimento dai suoi minerali comporta un enorme dispendio energetico, poi i rottami di ferro, ecc. Particolarmente importante oggi il recupero di metalli preziosi dai circuiti degli innumerevoli apparecchi elettronici in uso: cellulari, computer, televisori,...(**All. 9**)<sup>5</sup>, così per il vetro. Una porzione finale di indifferenziato, comunque, resterà sempre, la più piccola possibile, ma il trattamento di questa è oggetto oggi di pareri anche molto diversi tra loro....ma qui non ce ne occupiamo.

#### - 2/4/08 – 1 ora -Verifica

La verifica che ho sottoposto agli allievi si trova in appendice (e riporta anche le risposte criterio che sono state formulate) (**All. 10**). I risultati ottenuti per fasce sono stati i seguenti ( presenti 15 allievi)

**NS : 3; S : 2; B : 4; D : 2; O : 4**

<sup>5</sup> L'insegnante distribuisce una copia dell'articolo a ciascun allievo.

Di cosa son fatte le cose? - Come ottenere sostanze dai miscugli

Come si vede 12 allievi su 15 hanno riportato un punteggio da sufficiente a ottimo per cui, analogamente a quanto fatto per la prima parte del percorso, si può concludere che l'apprendimento è stato significativo. Da osservare che i risultati ottenuti in un'altra classe sono stati del tutto analoghi.

*Le ore impiegate a realizzare questa seconda parte del percorso sono state 8 e 1/2 (pari a circa 1 mese di lavoro).*

## ALLEGATI

### Allegato 6 - SCHEDA 1 – Miscugli solido/solido

*Per il lavoro di gruppo sono necessari:*

un piattino, un cucchiaino, limatura di ferro, sale grosso da cucina, calamita, una lente d'ingrandimento, una pinzetta, un foglio di carta

*come fare:*

mescolare le due sostanze secondo le indicazioni della tabella che segue, tenendo conto del numero del proprio gruppo:

GRUPPO	LIMATURA DI FERRO	SALE DA CUCINA
1	1 cucchiaino	1 cucchiaino
2	2 cucchiaini	1 cucchiaino
3	1 cucchiaino	2 cucchiaini
4	1 cucchiaino	1/2 cucchiaino
5	1/2 cucchiaino	1 cucchiaino
6	2 cucchiaini	1/2 cucchiaino
7	1/2 cucchiaino	2 cucchiaini

*Raccogliere i dati e rispondere alle domande:*

DOMANDE			NOTE
Descrivi le caratteristiche osservabili di ciascun componente del miscuglio			
I due componenti si possono mescolare in varie proporzioni?	SI	NO	
Dopo il mescolamento si possono riconoscere ancora i due componenti			
A occhio nudo?	SI	NO	
Con una lente?	SI	NO	
Le caratteristiche dei componenti sono uguali o diverse rispetto a quando erano separati?			
È possibile separarle di nuovo?	SI	NO	
Se SI con quale strumento tra quelli dati?			

DOMANDE			NOTE
Descrivi le caratteristiche osservabili di ciascun componente del miscuglio: miscuglio 1 miscuglio 2			
Dopo il mescolamento si possono riconoscere ancora i due componenti			
A occhio nudo?	SI	NO	
Con una lente?:	SI	NO	
miscuglio 1	SI	NO	
miscuglio 2	SI	NO	
Le caratteristiche dei componenti sono uguali o diverse rispetto a quando erano separati? miscuglio 1 miscuglio 2			
È possibile separarli di nuovo?			
miscuglio 1	SI	NO	
miscuglio 2	SI	NO	

**Allegato 7 - SCHEDA 2a - Miscugli sabbia/segatura e sabbia/sale fino da cucina**

*Per il lavoro di gruppo sono necessari:*

due bicchieri di plastica trasparente, un cucchiaino, sabbia di mare ben lavata e asciutta, segatura, sale fino da cucina, una pinzetta, una lente d'ingrandimento.

*come fare:*

mescolare nel primo bicchiere 1 cucchiaino di sabbia e 1 cucchiaino di segatura e nel secondo bicchiere 1 cucchiaino di sabbia e 1 cucchiaino di sale.

**Raccogliere i dati e rispondere alle domande:**

**SCHEDA 2 b - Separazione dei miscugli esaminati**

*Per il lavoro di gruppo sono necessari:*

stessi materiali della scheda 2a più acqua deionizzata (per ferri da stiro) e 2 bicchieri, un imbuto, un sostegno per l'imbuto, 2 dischetti di carta da filtro

*Come fare?*

Aggiungere ora circa 100 cm<sup>3</sup> di acqua nel primo bicchiere e rimescolare...

Aggiungere ora circa 100 cm<sup>3</sup> di acqua nel secondo bicchiere e rimescolare...

... e rispondere alle domande:

DOMANDE			NOTE
Cosa è accaduto ai due componenti di ciascun miscuglio? miscuglio 1 miscuglio 2			
Dopo il mescolamento con acqua si possono riconoscere ancora i due componenti: miscuglio 1 miscuglio 2	SI SI	NO NO	
Le caratteristiche dei componenti sono uguali o diverse rispetto a quando erano separati? miscuglio 1 miscuglio 2	SI SI	NO NO	
È possibile ora separarli di nuovo? Come si potrebbe fare: formula le tue ipotesi miscuglio 1 miscuglio 2			

**SCHEDA 2c- Vaporizzazione dell'acqua**

La vaporizzazione dell'acqua dei due filtrati raccolti dall'insegnante è un'operazione delicata e deve essere eseguita con attenzione per evitare improvvisi schizzi pericolosi, soprattutto verso la fine del processo...

Osserva tutto attentamente e rispondi alle seguenti domande:

-descrivi l'operazione di riscaldamento dei filtrati 1 e 2 (vaporizzazione)

.....

-arrivati alla fine della vaporizzazione, nel primo "pentolino" (filtrato del miscuglio 1) rimane sul fondo qualcosa di apprezzabile?

.....

-e sul fondo del secondo "pentolino" (filtrato del miscuglio 2) cosa si osserva?

.....

-tenendo conto dell'ipotesi formulata prima della vaporizzazione cosa potrebbe essere il solido bianco che si osserva alla fine nel secondo recipiente?

-se pensi si possa trattare del sale da cucina che abbiamo messo all'inizio nel miscuglio come si potrebbe provare questo? Proviamo a farlo e commentiamo:

..... (Segue discussione con l'insegnante...)

Di cosa son fatte le cose? - Come ottenere sostanze dai miscugli

### All. 8 - SCHEDA 3a- Miscugli tra liquidi e liquidi e gas

L'insegnante introduce nel recipiente dell'acqua e poi aggiunge dell'olio...

Osserva tutto attentamente e rispondi alle seguenti domande:

-dopo l'aggiunta dell'olio sono ancora osservabili le caratteristiche dei due liquidi componenti il miscuglio?

.....  
-I due componenti si possono mescolare tra loro? Se sì in che modo?

.....  
-Se si prova ad agitare il contenuto della bottiglia con la bacchetta, cosa si osserva dopo un po' di tempo?

.....  
-Si sono mescolati i due componenti? Si possono riconoscere entrambi ad occhio nudo?

.....  
-Le caratteristiche sono uguali o diverse rispetto al momento in cui il miscuglio è stato preparato?

.....  
-Come sarebbe possibile separare i componenti di questo miscuglio? Prova a fare un'ipotesi

.....  
(Segue discussione con l'insegnante)

### SCHEDA 3b- Miscela acqua/alcol etilico

L'insegnante introduce nel recipiente dell'acqua e poi aggiunge dell'alcol etilico...

Osserva tutto attentamente e rispondi alle seguenti domande:

-Realizzato il miscuglio, sono riconoscibili le caratteristiche osservabili dei due componenti?

.....  
-I due componenti si sono mescolati tra loro? Cosa si osserva dopo un po' di tempo?

.....  
-Le caratteristiche dei due componenti sono uguali o diverse rispetto al momento in cui il miscuglio è stato preparato?

.....  
-Come si potrebbero separare i componenti del miscuglio? Prova ad avanzare un'ipotesi

### SCHEDA 3c – Miscela acqua/gas

L'insegnante stappa una bottiglia di acqua gasata e svolge alcune operazioni....

Osserva tutto attentamente e rispondi alle seguenti domande:

-Nella bottiglia prima di aprirla si osserva qualcosa di particolare?

.....  
-Quando si stappa la bottiglia che cosa si osserva? Che cosa potrebbe essere?

.....  
-Quando si agita la bottiglietta dopo averla tappata con un palloncino gonfiabile cosa osserviamo?

.....  
-Dopo che l'insegnante ha riscaldato l'acqua, rimesso questa nella bottiglia e tappata questa col palloncino agitando ora la bottiglia si osserverà ancora l'effervescenza? Cosa hai osservato? Cosa puoi concludere?

.....  
(Segue discussione con l'insegnante)

All. 9 – Un articolo interessante

RICICLAGGIO TECNOLOGICO

## «Cercatori d'oro» nei cellulari

*In Giappone fioriscono le aziende che estraggono metalli preziosi dai telefonini*



**HONJO (GIAPPONE)** - Il fenomeno va sotto il nome di «urban mining», e sta dilagando in Giappone. Consiste nel cercare all'interno di vecchi prodotti elettronici iridio e oro. Un'attività che potrebbe diventare particolarmente interessante visto la continua crescita del prezzo dei metalli preziosi. I materiali recuperati vengono reimpiegati in nuovi prodotti di elettronica mentre l'oro e gli altri metalli preziosi vengono fusi e rivenduti sotto forma di lingotti a gioiellieri, oppure a industrie che lo riutilizzano proprio per i circuiti dei cellulari, dato che è un conduttore migliore del rame. «Che siano metalli più o meno preziosi, noi vogliamo riciclare il più possibile», ha spiegato all'agenzia Reuters Tadahiko Sekigawa, presidente di Eco-System Recycling.

**DA UNA TONNELLATA 150 GRAMMI** - Da una tonnellata di minerali grezzi si ottengono mediamente solo 5 grammi di oro, mentre da una tonnellata di cellulari se ne ricavano 150 o più, secondo uno studio di Yokohama Metal Co Ltd, altra società di riciclo. Nella stessa quantità vi sono anche 100 kg di rame e 3 kg di argento. Riciclare elettronica è importante per il Giappone, che ha scarse risorse naturali con cui alimentare la sua industria di elettronica da miliardi di dollari, ma decine di milioni di vecchi cellulari e altri aggeggi che ogni anno vengono buttati via.

**ORO DALLA SPAZZATURA** - «Per alcuni si tratta solo di una montagna di spazzatura, ma per altri è una miniera d'oro», ha detto Nozomu Yamanaka, manager dell'impianto di riciclo Eco-Systems dove sono trattate montagne di cellulari. Nell'impianto di Honjo, a 80 km da Tokyo, gli scarti elettronici e industriali sono inizialmente smontati a mano, poi immersi in solventi chimici per eliminare i materiali non utilizzabili dopodiché il metallo rimanente viene raffinato. Eco-System generalmente produce circa 200-300 kg di lingotti d'oro al mese, puri al 99,99%, per un valore che oscilla tra i 5,9 e gli 8,8 milioni di euro, l'equivalente di una piccola miniera d'oro. Ma nonostante l'interesse crescente verso l'ambiente e il riciclo, il settore stenta ad ottenere abbastanza cellulari per alimentare i suoi impianti. I 128 milioni di abitanti del Giappone usano in media il cellulare per due anni e 8 mesi, ma solo il 10-20% ogni anno viene riciclato.

(Corriere della sera)

### All. 10 - Verifica II parte del percorso

1) Fai un esempio di miscuglio del tipo "solido/solido" e descrivi un possibile procedimento che porti alla separazione dei componenti.

*Gli esempi che possono essere riportati sono: sale/limatura di ferro ; segatura/sale ; segatura/limatura di ferro; sale/sabbia ; segatura/sabbia.*

*I procedimenti di separazione fanno riferimento alle esperienze di laboratorio svolte.*

2) Spiega cosa si intende con i termini:

- a. schiumatura
- b. decantazione
- c. filtrazione

*La schiumatura è l'operazione con la quale si raccoglie una sostanza galleggiante sulla superficie di un liquido.*

*La decantazione è il fenomeno che si osserva quando una sostanza solida mescolata in un liquido si deposita sul fondo del recipiente.*

## Di cosa son fatte le cose? - Come ottenere sostanze dai miscugli

*La filtrazione è l'operazione che permette di separare i componenti di un miscuglio eterogeneo di tipo "solido/liquido". Si esegue per mezzo di opportuni filtri di carta: quello utilizzato in classe è il filtro a pieghe, indicato quando interessa velocizzare la filtrazione e recuperare essenzialmente il liquido.*

3) Spiega la differenza tra miscugli omogenei e quelli eterogenei.

*Nei miscugli eterogenei si riconoscono i componenti o ad occhio nudo o con strumenti di ingrandimento; nei miscugli omogenei o miscele non si distinguono i componenti. Le miscele omogenee, dove uno dei componenti è liquido, sono sempre trasparenti (anche se possono essere colorate). Le miscele omogenee sono anche dette "soluzioni".*

4) Fai almeno un esempio di miscuglio omogeneo di tipo "solido/liquido". Indica come possono essere separati i componenti.

*Un esempio può essere quello visto in aula: acqua/sale da cucina.*

*Il procedimento di separazione si esegue facendo vaporizzare l'acqua e raccogliendo il componente che interessa, il sale.*

5) Cosa è una soluzione? Fai almeno un esempio di soluzione "liquido/liquido".

*Una soluzione è una miscela omogenea costituita da almeno 2 componenti; una soluzione liquida è limpida.*

*Gli esempi visti sono:*

*acqua/alcol etilico,*

*etere dietilico/olio.*

6) Descrivi almeno un esempio di emulsione e precisa se si tratta di un miscuglio stabile.

*Un miscuglio acqua/olio dopo averlo bene agitato. Appare un liquido di colore uniforme, ma opaco; pertanto non è una soluzione. L'emulsione non è un miscuglio stabile e in breve tempo riproduce la situazione di partenza (sospensione).*

7) Descrivi in cosa consiste la distillazione frazionata e il principio su cui si basa.

*La distillazione frazionata è una tecnica che permette di separare i componenti di una soluzione di diversi liquidi e si fonda sulla evaporazione differenziata di essi a partire da quello che bolle a temperatura più bassa; l'operazione deve essere condotta misurando continuamente la temperatura dei vapori; il raffreddamento dei vapori e la raccolta in differenti recipienti permette di ottenere la separazione di ciascun componente della miscela.*

8) Esistono soluzioni di tipo "liquido/gas"? Fai almeno un esempio.

*Acqua "frizzante". Breve descrizione di quanto visto in aula.*

9) Una soluzione liquido/gas è riconoscibile a vista? Una bottiglia di acqua frizzante è possibile riconoscerla da una di acqua non gasata anche senza etichetta? Come si può fare? Come si può procedere per mettere in evidenza il rilascio di gas dall'acqua gasata?

*No, non possiamo riconoscere a vista un'acqua gasata da una che non lo è. Se però si agitano le due bottiglie, quella che contiene gas presenta una maggior difficoltà di comprimerla rispetto a quella che non contiene gas. Se una volta stappata la bottiglia che contiene acqua gasata si applica al collo un palloncino di gomma si osserva che questo si gonfia progressivamente.*

10) Il problema della separazione dei miscugli riveste grande importanza per i rifiuti che produciamo quotidianamente per le diverse nostre attività: spiega in che modo e il tipo di attenzioni che si dovrebbero realizzare per rendere sempre più piccola la frazione di rifiuti da "buttare".

*I rifiuti che produciamo sono di diversa natura e, con riferimento a quelli urbani, possono essere separati all'origine per tipo: metalli, carta, vetro, residui alimentari o dell'orto e del giardino...Questo comporta una possibilità di riutilizzare le diverse tipologie di "rifiuti" rendendo sempre più piccola la frazione da portare, per esempio, in discariche...Importante è però che i cittadini vengano resi consapevoli di questo e che ci sia un'organizzazione accolta opportuna.*

# “BISOGNA SEMPRE PENSARE PRIMA DI DIRE QUALCHE COSA”

## L'importanza del metodo laboratoriale per l'insegnamento delle scienze nella scuola di base

SILVIA RIPOLI

Istituto Comprensivo di Volterra (PI) - ripolirb@tin.it

### **Riassunto**

*L'articolo mostra il valore didattico dei metodi operativo-laboratoriali ed in particolare del cosiddetto metodo delle 5 fasi, applicato nel caso del riconoscimento delle sostanze (identificazione di sale, marmo e zucchero con prove incrociate di solubilità e combustibilità). Questa attività, attuata nella scuola secondaria di 1° grado, ha evidenziato l'efficacia del metodo operativo-laboratoriale per facilitare l'apprendimento di concetti chimici. Inoltre, ha anche consentito di dettagliare il ruolo dell'insegnante nello stimolare il pensiero critico.*

### **Abstract**

*This paper shows the didactic value of the operative-laboratorial methods, mainly referring to the so called 5-phases method. The exemplar case of the identification of substances (identification of salt, marble, sugar with solubility and combustibility cross-tests) was described. The activity, realized in the 1<sup>st</sup> grade secondary school, evidenced the effectiveness of the operative-laboratorial method in order to facilitate the learning of chemical concepts. Furthermore, it allowed us to detail the teacher role in stimulating a critical mind.*

### **Introduzione**

Un aspetto su cui le associazioni di insegnanti di materie scientifiche si confrontano da tempo è quello della verticalità del curriculum scolastico, sia per quanto riguarda lo sviluppo dei contenuti sia per le metodologie applicate.[1] Infatti, da questo punto di vista, pur nel rispetto della varietà, c'è un'urgente necessità di rendere consuetudine le linee-guida del curriculum verticale per l'insegnamento delle scienze nella scuola di base. Conseguenza di questa mancanza è il fatto che un insegnante il quale, nel passaggio da un livello all'altro, deve definire una programmazione si trova a fare scelte su una base di competenze estremamente eterogenee, indipendentemente dal livello con cui queste sono state acquisite o dal metodo che le ha facilitate. Ciò nonostante, anche dal punto di vista metodologico, è importante definire i metodi pedagogico-didattici che anni di sperimentazioni hanno fatto emergere come efficaci per l'apprendimento significativo dei concetti scientifici; le varie metodologie che presentano tali caratteristiche comprendono certamente i metodi operativo-laboratoriali.[2]

L'esperienza nella scuola dimostra invece che tali metodi sono purtroppo ancora poco radicati, spaventano molti insegnanti, per fortuna degli alunni sempre di meno, ma attualmente l'insegnante che intende seguire una metodologia operativa-laboratoriale con alunni che in precedenza hanno seguito percorsi di diversa ispirazione, dovrà inevitabilmente porre le condizioni affinché essi si orientino in un nuovo modo di fare scienze, altrimenti l'effetto sarà completamente opposto a quello auspicato. D'altra parte il tempo a scuola è un fattore limitante e per le scienze nella scuola di base possiamo anche affermare che lo sia fortemente, quindi è opportuno calibrare tempi, metodi, contenuti unificando le esigenze su segnalate.

Questo è quello che, nel progettare le attività di una classe 1<sup>a</sup> di scuola secondaria di 1° grado, si è trovata ad affrontare l'insegnante che ha svolto il lavoro di questo articolo, che porta per titolo la conclusione di un'alunna. In altre parole, all'inizio dell'anno scolastico, volendo poi proseguire con una metodologia operativo-laboratoriale, era importante far misurare gli alunni con l'osservazione, l'uso del quaderno come strumento di verbalizzazione del lavoro e del pensiero, l'uso del libro come affinamento, la problematizzazione della situazione studiata, eccetera, in modo tale che gli allievi acquisissero un modo di lavorare (centrato sul soggetto-alunno) che poi avrebbero interiorizzato e ampliato con lo svolgersi di altre attività.

In questo contesto, è stato effettuato un percorso di osservazione delle polveri di sale, marmo e zucchero per il riconoscimento delle sostanze. Sebbene il percorso sia stato già sperimentato[3] la sua applicazione ha evidenziato alcune caratteristiche che meritano una ri-valorizzazione, qui proposta sia per quanto riguarda il percorso nello specifico, sia per quanto concerne il lavoro dell'insegnante che voglia attuare in classe un metodo operativo. In particolare l'attività di osservazione di sale, marmo e zucchero è stata realizzata nell'ambito di un corso di aggiornamento svolto dal CIDI di Firenze (Centro d'Iniziativa Democratica Insegnanti) presso l'Istituto Comprensivo di Volterra.

## Bisogna sempre pensare prima di dire qualcosa

L'unità didattica di osservazione e riconoscimento di sale, marmo e zucchero fa parte di uno sviluppo del curricolo verticale di scienze per la scuola di base proposto dal CIDI ed è considerata preliminare all'unità sulle soluzioni ed è preceduta da altre unità di chimica e fisica.[3] Di conseguenza essa è svolta generalmente in un contesto in cui l'operatività delle lezioni è stata già acquisita dagli alunni. Nonostante sia auspicabile mantenere questo percorso all'interno dello sviluppo verticale delle scienze per cui è stato pensato, nel caso del lavoro qui presentato è stato realizzato in una classe che aveva seguito attività con metodi prevalentemente di tipo deduttivo-nozionistici. Le attività di osservazione e riconoscimento di sale, marmo, zucchero hanno così richiesto una tempistica differente da quella consueta, rivelandosi tuttavia un ottimo strumento per l'acquisizione di un metodo operativo da parte degli alunni da un lato e la sua sperimentazione da parte dell'insegnante dall'altro, senza tralasciare gli importanti obiettivi concettuali alla base di questo percorso.

### Riflessioni metodologiche

Ci sono vari modi per definire l'apprendimento, ma ormai è condiviso riferirsi a questo termine considerandolo il *complesso processo di costruzione della conoscenza*. In questa accezione l'apprendimento *non* coincide con il risultato di uno studio individuale (eventualmente lo comprende), però al centro di questa idea di apprendimento c'è il soggetto-alunno, la sua creatività e la sua autonomia nel comprendere ed affrontare ciò che lo circonda. L'apprendimento può essere considerato un *processo*, e non semplicemente un risultato, poiché si realizza con una successione di determinate tappe ed in più si realizza nel tempo. Inoltre, è un processo *complesso* poiché coinvolge numerose variabili (cognitive, emotive e relazionali). Tali variabili sono strettamente connesse alla soggettività dell'individuo, che si esplica nell'attivazione di strategie mnemoniche e risolutive personali e, più in generale, nella sfera emozionale, affettiva, sensoriale o motivazionale, che influenza inevitabilmente lo stile cognitivo di qualunque soggetto.[4]

Un importante contributo alla comprensione del processo di apprendimento e dello sviluppo del pensiero è stato dato dal costruttivismo, la strategia didattica sviluppata a partire dai lavori di Piaget. Secondo la concezione costruttivista della conoscenza, il processo di apprendimento non consiste nel passaggio diretto di nozioni, concetti e procedimenti dal docente all'allievo né tanto meno in una pura imitazione. L'impostazione costruttivista della didattica considera che l'apprendimento consiste nella connessione degli elementi di conoscenza di cui si dispone per *costruire* una vera e propria struttura mentale; l'allievo riceve stimoli concettuali sia dal docente che dall'ambiente con cui interagisce ed elabora così la propria conoscenza. Volendo isolare gli aspetti più prettamente cognitivi da quelli emotivi (non meno importanti) possiamo dire che il processo di apprendimento viene stimolato dal conflitto tra le aspettative generate dalla struttura cognitiva preesistente e le osservazioni dell'ambiente.[5] Secondo questo schema l'apprendimento ha luogo in un soggetto mediante un mutamento concettuale. Il compito dell'insegnante sarà quindi quello di fornire agli alunni le esperienze che favoriscono la realizzazione di questo mutamento, cioè quelle situazioni che, in primo luogo, possano mettere in conflitto le aspettative e le osservazioni; in seconda istanza si dovrà facilitare la risoluzione del conflitto stesso e guidare l'allievo nell'ampliamento della propria rete concettuale.

Facendo riferimento al quadro appena descritto, al fine del raggiungimento degli obiettivi cognitivi, ha un ruolo particolarmente delicato la fase della ristrutturazione delle idee, cioè quella fase in cui si avvia il processo di sviluppo di una nuova struttura mentale. Nella pratica, è utile stimolare gli alunni alla verbalizzazione di quanto osservato e/o scoperto durante un'esperienza didattica (in laboratorio, in classe, all'aperto, ...).[6], [7]

Non meno importante è la fase di conflitto tra aspettative e osservazione dell'ambiente che in particolare gioca un ruolo fondamentale e ricorsivo nell'insegnamento di base delle scienze; in altre parole tale conflitto si traduce nel problema da risolvere spesso stimolato dall'osservazione.[5], [8]

Tuttavia, osservare nel senso scientifico del termine non è un'operazione semplice che gli alunni della scuola secondaria di 1° grado riescono a fare linearmente e spontaneamente. Osservare *non* significa registrare passivamente un fenomeno, cioè l'osservazione non equivale a una fotografia, anzi è un «processo attivo col quale l'osservatore controlla le proprie percezioni confrontandole con le proprie aspettative».[5] Inoltre, l'osservazione è spesso connessa ad altri procedimenti scientifici come l'isolamento delle variabili (*cosa osservo?*), l'organizzazione dei dati (*come registro quel che osservo?*), eccetera. In classe capita spesso di notare che gli allievi non sanno individuare quali aspetti di una certa situazione sono significativi e quali sono invece da trascurare, oppure accade che essi non riescano a distinguere tra osservazione e interpretazione. Non c'è da stupirsi di questo, è una abilità che si acquisisce sia in relazione allo sviluppo fisiologico della mente, sia sotto precisi stimoli che facilitino tale sviluppo.

Ogni qual volta l'insegnante progetta un'attività didattica, deve tener conto anche di questi aspetti poiché una buona guida dell'osservazione assume notevole importanza per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. Ad esempio, se si vuol lasciar gli allievi liberi di esplorare un fenomeno e esplicitare le proprie idee, allora si potrà dare una consegna generica del tipo «osserva e descrivi». Nel caso in cui si voglia guidare gli allievi alla scoperta di analogie e differenze, leggi numeriche,... saranno necessarie delle indicazioni più specifiche come «indica quali caratteristiche dell'elenco osservi», cioè delimitare in qualche modo il campo dell'osservazione. In altre occasioni, proprio a partire dalle proposte degli allievi si metterà in luce la necessità di individuare quelle variabili di cui tener conto per risolvere il problema (il

conflitto cognitivo) che abbiamo davanti. In altre parole, come sottolinea R. Driver, «finché le osservazioni non servono a rispondere ad una domanda posta con chiarezza è possibile che i ragazzi non registrino accuratamente quel che vedono».[5]

Nel caso del percorso didattico oggetto di questo articolo, le riflessioni metodologiche su sintetizzate sono state attuate applicando il metodo delle cinque fasi, che riassumiamo nelle sue linee principali.[9]

*Prima fase:* attività di sperimentazione e/o osservazione.

*Seconda fase:* verbalizzazione scritta e individuale.

*Terza fase:* confronto e discussione collettiva.

*Quarta fase:* affinamento, correzione e integrazione della verbalizzazione alla luce della terza fase.

*Quinta fase:* produzione condivisa, sintesi collettiva.

### **Il ruolo dell'insegnante.**

Prima di entrare nel dettaglio del percorso, è opportuno scandagliare le tappe seguite dall'insegnante che lo ha attuato in classe e che per la prima volta si misurava con questo tipo di attività e con il metodo delle cinque fasi.

Innanzitutto è stato necessario leggere individualmente il percorso immaginando di essere in aula, annotando eventuali dubbi teorici o procedurali. In secondo luogo, è stata avviata una discussione sul percorso con altri insegnanti all'interno di un laboratorio-aggiornamento, al fine di chiarire e confrontare eventuali dubbi. Come terza tappa, individualmente, l'insegnante ha elaborato un'ipotesi di quaderno dell'alunno in modo da:

- ~ individuare il materiale necessario per le varie esperienze;
- ~ individuare quali parti fornire come fotocopie, quali scritte direttamente dagli alunni;
- ~ formulare le consegne;
- ~ formulare ipotetiche risposte degli alunni;
- ~ prevedere l'organizzazione spaziale del quaderno;
- ~ disporre di un canovaccio da modificare e integrare in itinere, annotando osservazioni, risposte, tempi....

Dopodiché è stato necessario allestire il materiale per le esperienze (strumenti, sostanze, fotocopie,...). Infine, elaborare gli obiettivi realmente accessibili agli alunni, utili in fase di verifica formativa e sommativa.

Così come per la fase organizzativa, si ritiene opportuno sottolineare alcuni aspetti del ruolo dell'insegnante durante lo svolgimento del percorso. Infatti, nell'analisi delle metodologie operative in cui il soggetto-alunno è il centro della didattica attuata, viene indicato che il ruolo dell'insegnante è quello di guida o di regista della situazione. L'esperienza dimostra che questa definizione risulta nebulosa agli occhi di molti insegnanti che non si siano confrontati direttamente (in modo osservativo o attivo) con queste tipologie di lavori in classe. In realtà il ruolo del docente può essere declinato fattivamente in una serie di "compiti" fondamentali per facilitare il salto cognitivo.

Infatti, l'insegnante organizza le varie attività (materiale, gruppi, disposizione dei banchi, consegne verbali,...) avendo chiaro lo sviluppo del percorso, gli obiettivi concettuali intorno ai quali esso è sviluppato, gli obiettivi trasversali di metodo di lavoro e quelli accessibili a breve termine dagli alunni. Particolarmente delicato è il ruolo di guida durante le prime quattro fasi, poiché pur lasciando gli alunni liberi di eseguire le consegne durante le attività di sperimentazione (siano esse eseguite dagli alunni o dall'insegnante) dovrà ascoltare le loro osservazioni, individuando eventuali nodi concettuali inaspettati, da risolvere anche con dei cambiamenti di rotta in corso d'opera. Ad esempio, gli alunni che non sono abituati a lavorare in modo critico, cercano spesso rassicurazioni chiedendo se l'osservazione fatta/verbalizzata è giusta, poiché in genere percepiscono la consegna come una richiesta a cui è necessario dare immediatamente una soluzione corretta, cercano la certezza che a lungo andare conferirà loro l'insicurezza. In questi momenti l'insegnante, disponibile ad essere consultato sempre e senza eccezioni, tenta di porli in condizione critica in modo che siano loro stessi a prendere la decisione di cosa scrivere sul quaderno. Presto gli alunni si renderanno conto che difficilmente è l'insegnante a dire ciò che è giusto, ma la correttezza delle osservazioni deriva dal loro stesso lavoro, e questo a lungo andare conferirà loro sicurezza e metacognizione.

D'altra parte l'ascolto o la lettura delle verbalizzazioni degli alunni è importante per poter guidare la discussione (*terza fase*) verso un preciso obiettivo, piuttosto che farla andare alla deriva. E' proprio dalla fase di discussione che possono sorgere esigenze, poste spesso dagli alunni stessi, come ripetere alcune esperienze o parte di esse per poter scrivere sul quaderno una produzione corretta.

### **Il percorso.**

*Obiettivo concettuale:* il confronto incrociato delle reattività delle sostanze consente il loro riconoscimento univoco.

*Obiettivo trasversale di metodo di lavoro* (acquisibile a lungo termine e solo in alcune parti al livello di scuola secondaria di 1° grado): il lavoro sperimentale richiede progettazione, esecuzione, verbalizzazione e riflessione, interpretazione, revisione dell'interpretazione con eventuale ripetizione di prove, teorizzazione.

Bisogna sempre pensare prima di dire qualcosa

*Obiettivi accessibili e verificabili a breve termine:*

- ~ descrivere attività sperimentali
- ~ osservare e registrare le proprietà di sale, marmo, zucchero
- ~ percepire la varietà di sostanze apparentemente simili e la necessità di un metodo di riconoscimento
- ~ percepire la necessità di metodi "oggettivi" per il riconoscimento delle sostanze
- ~ operare il riconoscimento di sale, marmo, zucchero tramite la loro solubilità e combustibilità
- ~ spiegare il metodo di riconoscimento di una sostanza della terna: marmo, sale, zucchero.
- ~ elaborare una mappa concettuale sul tema trattato.

Il percorso<sup>1</sup> è consistito nel far osservare e descrivere caratteristiche visibili con una lente d'ingrandimento di sale, marmo, zucchero in varie granulometrie (sale grosso e fine; zucchero semolato e in zollette; ghiaia di marmo). Ai ragazzi è stata soltanto imposta una regola, il cui significato è stato compreso nel corso dello sviluppo delle attività: non assaggiare.

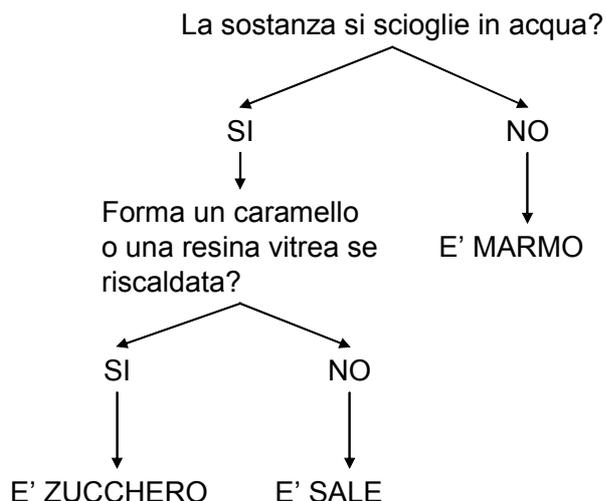
L'osservazione è stata seguita dal tentativo di stabilire se una sostanza non etichettata fosse sale, marmo o zucchero (è stato fornito sale fine o zucchero semolato) in modo da far sorgere la necessità di eliminare la variabile della granulometria (indicata dagli alunni come forma).

Successivamente le tre sostanze sono state ridotte in polvere fine e si sono ripetute le attività precedenti. Queste prime attività hanno stimolato l'esigenza di un metodo di riconoscimento oggettivo e univoco; in questo percorso si propone il criterio dell'interazione con l'acqua (solubilità) e dell'effetto del riscaldamento (decomposizione termica in presenza di aria), Tabella 1 e Figura 1.

A tale stadio non si è preteso che gli alunni padroneggiassero il concetto di solubilità o di reazione chimica, nodi concettuali da sciogliere in seguito, pertanto ci si è appoggiati alla loro esperienza quotidiana. Tuttavia queste attività, una volta portate a conclusione e verificate, sono state il punto di partenza per un'unità sulle soluzioni.

**Tabella 1** Caratteristiche delle miscele di sale, marmo, zucchero con acqua; effetto del riscaldamento

<b>SOSTANZE</b>	<b>comportamento dell'acqua</b>	<b>comportamento delle sostanze riscaldate</b>
<b>marmo</b>	<i>diventa BIANCA OPACA</i>	<i>rimane TAL QUALE</i>
<b>sale</b>	<i>rimane TRASPARENTE</i>	<i>diventa GIALLINO</i>
<b>zucchero</b>	<i>rimane TRASPARENTE</i>	<i>prima CAMELLO poi VETRO NERO</i>



**Figura 1** Chiave dicotomica per l'identificazione di sale, marmo, zucchero.

1. Le fasi procedurali dettagliate sono riportate nell'Appendice, in cui si presenta un fac-simile di quaderno con note per l'insegnante.

**Discussione e conclusioni.**

La prima attività di osservazione di sale marmo e zucchero in varie granulometrie ha un'importanza fondamentale, poiché fa emergere aspetti cruciali come la definizione condivisa dei termini, l'isolamento delle variabili, l'identificazione di un criterio oggettivo e univoco di riconoscimento delle sostanze. Tutto ciò è ovviamente velato agli occhi degli alunni, i quali avranno bisogno di tempo per rendersene conto (e il tempo andrà lasciato), ma agli occhi del docente, il quale ha ben presente gli obiettivi concettuali e metodologici, tali aspetti emergono già chiari. Ad esempio, un alunno, cercando di osservare con la lente d'ingrandimento un granello di sostanza, ha posto al suo gruppo di lavoro l'esigenza di definire la trasparenza e le condizioni di osservazione: «Guardo un mucchietto di sostanza o un granellino?». Invece, un altro alunno, trovando difficoltà a definire trasparente o opaco lo zucchero semolato, forse confondendosi anche con la brillantezza, scrive:

*ZUCCHERO SEMOLATO: la sostanza è quasi trasparente. (Dal quaderno di R.)*

In questa fase è importante il ruolo osservativo dell'insegnante che, raccogliendo le varie impressioni dalle discussioni tra gli alunni e dai loro quaderni, può indirizzare il percorso in modo da facilitare la risoluzione delle problematiche emerse. Nel caso dell'esempio appena fatto, dopo la discussione e il controllo sperimentale, gli alunni hanno corretto le loro annotazioni così:

*SALE FINO*  
*No, la sostanza non è trasparente*  
*La sostanza è bianca \**  
*Si, è in polvere*  
*Si, la sostanza è a granelli piccoli. Non so distinguere la forma.*

} Guardo l'insieme dei granelli

\* Se guardo il singolo granello vedo che è trasparente

(Dal quaderno di A.)

L'esempio che è riportato sotto va a evidenziare l'importanza della fase di discussione e confronto collettivo, anche attraverso la lettura delle proprie annotazioni. Infatti, le osservazioni di un singolo gruppo di lavoro sono esplicitate agli altri, tutte assumono la stessa importanza per il lavoro della classe e attraverso una sorta di balbettio si arriva a una sintesi comune,[10] che nel caso dell'esempio trascritto riguarda la necessità di vincolare alcune variabili e stabilire un criterio univoco di riconoscimento delle sostanze.

*Secondo noi la sostanza è zucchero perché è trasparente, cristallino, bianco, fine e di forma squadrata; ma Ro. pensa che la sostanza è zucchero perché ha il suo odore. Ro. dice questo perché le stesse proprietà elencate dai maschi ce le ha anche il sale, lei è convinta che sia zucchero e cerca una proprietà che ha solo lo zucchero. La differenza è che un granellino di sale ha una forma maggiore di un granellino di zucchero. E lo pensiamo in gruppo. Leggendo le osservazioni di ogni gruppo e le idee di ogni compagno ci accorgiamo che ci sforziamo di cercare e alla fine trovare una proprietà che mi fa capire subito se la sostanza è sale o zucchero. Alcune idee che sono venute fuori: il sale è più grosso dello zucchero; lo zucchero ha un odore diverso dal sale.*

(Dal quaderno di R.)

I nodi emersi dalla prima attività sono stati successivamente risolti con le altre esperienze previste dal percorso o opportunamente predisposte in base alle esigenze poste nelle discussioni da questa classe. Tra i vari elementi che sono affiorati, due sono particolarmente rilevanti: la problematizzazione della situazione; la traduzione verbale o grafica (ad esempio con una mappa concettuale o un racconto) dell'apprendimento.

Per quanto riguarda il primo elemento citato, vale la pena di soffermarsi ancora su un estratto dai quaderni degli alunni poiché mette in luce quanto sia importante condividere un problema per essere motivati a risolverlo e attuare così il salto cognitivo necessario all'ampliamento della propria mappa concettuale.

*I) Avevamo il problema delle dimensioni dei granelli → lo abbiamo risolto macinando le sostanze.*

*II) Abbiamo riosservato le sostanze pestate.*

*MARMO: BIANCO-SPORCO POLVERE*  
*ZUCCHERO: BIANCO POLVERE\*→ \* un granello è*  
*SALE: BIANCO POLVERE\*→ trasparente?*

Bisogna sempre pensare prima di dire qualcosa

*III) Rimane il solito problema.*

*Qualcuno continua a vedere che c'è un granellino trasparente, altri non sono d'accordo. Continuiamo a non trovarci d'accordo su come capire che una sostanza è sale, zucchero, marmo. I. ha detto: «Ci sarebbe un modo: assaggiare, ma non possiamo farlo».*

**PROBLEMI URGENTISSIMI DA RISOLVERE**

**1° PROBLEMA**

*Capire perché non possiamo assaggiare.*

**2° PROBLEMA**

*Trovare finalmente un modo SICURO per riconoscere le sostanze. Senza litigare.*

(Dal quaderno di G.)

Per verificare l'esito delle attività e l'eventuale assimilazione di concetti da parte degli alunni, oltre a visionare i quaderni in itinere, al termine del percorso è stato proposto un questionario, riportato nell'Appendice, e la seguente richiesta: *Racconta che cosa hai capito durante queste prime esperienze di scienze su sale, marmo, zucchero (se vuoi sfoglia il quaderno, se vuoi fai dei disegni o anche delle mappe concettuali).*

*Durante queste esperienze ho capito che con le sostanze spesso non si capiscono cosa sono, cioè se ho un barattolo con una polvere bianca non so cosa è ma siamo arrivati a una conclusione dopo molto tempo che è: se metto il sale, il marmo e lo zucchero in una pentolina il sale diventa duro e giallino, il marmo rimane uguale, lo zucchero diventa caramello. Ma possiamo anche prendere tre bicchieri metterci l'acqua: dove ci metto il sale l'acqua rimane trasparente e la sostanza si scioglie come con lo zucchero con il marmo però l'acqua diventa bianca e la sostanza non si scioglie. [nell'originale segue un disegno]*

(Dal quaderno di I.)

*Durante queste prime lezioni di scienze ho capito che non vanno mai assaggiate le sostanze, vanno solo osservate ed esaminate con cura, ogni sostanza ha delle sue proprietà. Abbiamo osservato anche il marmo, sale e zucchero sciolti nell'acqua e si sono sciolti tutti tranne il marmo che si è espanso solamente. Abbiamo visto le sostanze anche sulla piastra elettrica e lo zucchero è diventato caramello bruciato, il sale è diventato giallo, il marmo non è mutato. Quindi noi diciamo che le 3 sostanze sale, marmo, zucchero sono delle sostanze particolari che meritano di essere studiate già all'inizio dell'anno.*

(Dal quaderno di R.)

*Durante queste prime esperienze ho capito che bisogna pensare prima di dire qualche cosa ad esempio io penso che è zucchero invece è sale, è per questo che la professoressa ci ha insegnato dei metodi per riflettere: se si mettono le tre sostanze: sale, marmo e zucchero nell'acqua si può capire senza avere l'etichetta nel bicchiere però il sale e lo zucchero non si distinguono perché l'acqua rimane trasparente invece il marmo si distingue perché l'acqua è di colore bianca sporca.*

*Invece un altro metodo per riconoscerle tutte si mettono a riscaldare su una piastra.....*

(Dal quaderno di L.)

Quanto scrivono questi tre alunni è di fatto una sintesi della filosofia che ha caratterizzato l'intero lavoro sia sul piano concettuale che su quello metodologico: l'osservazione a vista delle sostanze non consente di identificarle («le sostanze spesso non si capiscono cosa sono»), però «ogni sostanza ha delle sue proprietà», tramite le quali essa può essere identificata; inoltre le sostanze sconosciute possono essere pericolose e quindi «non vanno mai assaggiate».

D'altra parte l'affermazione «ma siamo arrivati a una conclusione dopo molto tempo che è...», sottolinea la fatica provata e prolungata nel tempo, ma pienamente soddisfatta dalle conclusioni. Questo ci permette di sbilanciarci nell'opinione che questo tipo di percorso e le modalità con cui è stato attuato sono motivanti e probabilmente hanno costituito un buon inizio del rapporto con le scienze nella scuola secondaria di 1° grado. Anche l'incipit delle riflessioni di L., diventato il titolo di questo articolo, riassume, in modo forse altisonante, l'approccio scientifico alla comprensione dei fenomeni e l'ampio lavoro che precede la risoluzione di un problema o la formulazione di una teoria.

### **Ringraziamenti**

Ringrazio il prof. Carlo Fiorentini il quale, coordinando il laboratorio di aggiornamento a cui ho partecipato, ha dato il giusto stimolo per affrontare in classe questo lavoro. Un sincero grazie va anche alla prof.ssa M. Adelaide Barbieri per la sua incessante disponibilità al confronto sulle problematiche dell'insegnamento.

**Bibliografia**

- [1] (a) E. Aquilini, *Cns*, 2005, **1**, 13. (b) C. Fiorentini, M. V. Massidda, F. Olmi, P. Riani, *Scienze della Natura: Chimica*, in A. Colombo, R. D'Alfonso, M. Pinotti, *Curricoli per la Scuola dell'Autonomia*, La Nuova Italia, Firenze, 2001.
- [2] F. Olmi, *CnS*, 2006, **4-5**, 2.
- [3] L. Barsantini, C. Fiorentini, *L'insegnamento delle scienze verso il curricolo verticale. I fenomeni chimico-fisici*, L'Aquila, IRRSAE Abruzzo, 2001.
- [4] G. Domenici, *Manuale dell'orientamento e della didattica modulare*, Laterza, Bari 2002.
- [5] R. Driver, *L'allievo come scienziato?*, Zanichelli, Bologna, 1988.
- [6] E. Aquilini, *CnS*, 2004, **4**, 135.
- [7] E. Aquilini, D. Basosi, *CnS*, 2004, **2**, 51.
- [8] (a) J. Bruner, *La cultura dell'educazione*, Feltrinelli, Milano 2007. (b) N. Gridellini Tomasini, G. Segrè, *Conoscenze scientifiche: le rappresentazioni mentali degli studenti*, La Nuova Italia, Firenze 1991.
- [9] C. Fiorentini, *Quali condizioni per il rinnovamento del curricolo scientifico*, in F. Cambi, *L'arcipelago dei saperi. Progettazione curricolare e percorsi didattici nella scuola dell'autonomia*, Le Monnier, Firenze, 2001.
- [10] C. Pontecorvo, A. M. Ajello, C. Zucchermaglio, *Discutendo si impara*, Carocci, Roma, 2004.

**APPENDICE**

Proponiamo un fac-simile del quaderno dell'alunno integrato con annotazioni a posteriori per gli insegnanti (*cfr* riquadri). Il simbolo [...] sostituisce possibili annotazioni degli allievi.

**RICONOSCIAMO SALE, ZUCCHERO E MARMO****Esperienza 1.**Attrezzatura e materiali occorrenti

- ~ piattini
- ~ lente d'ingrandimento
- ~ zucchero in polvere e in zollette
- ~ sale fine e grosso
- ~ ghiaia di marmo

Il titolo sarà fatto proporre dagli alunni al termine dell'esperienza e potrà essere anche diverso da quello qui suggerito purché condiviso dalla classe (tempo 1-3 minuti). Materiale e consegne sono fornite come fotocopie da incollare sul quaderno.

**Non assaggiare mai le sostanze !**

Osserva a occhio nudo o con la lente d'ingrandimento le sostanze che hai a disposizione.

Per ciascuna sostanza rispondi alle seguenti domande.

1. La sostanza è trasparente?
2. Di quale colore è la sostanza?
3. La sostanza è in polvere?
4. La sostanza è a granelli? Se sì, quale forma hanno?
5. Osservi altre caratteristiche che secondo te sono importanti? Se sì, scrivile.

[...]

Osserva la sostanza che hai nel piattino. Sapresti dire di quale sostanza si tratta? Perché?

[...]

L'esperienza è seguita da una fase di riepilogo e riflessione sulla scelta della proprietà discriminante per il riconoscimento della sostanza: si veda a questo proposito la scheda 1.

**Tempi**

- 1 ora osservazione sostanze
- 1 ora sistemazione quaderno, lettura e confronto delle osservazioni
- 1 ora osservazione sostanza incognita e discussione
- 30 min riepilogo sulla scelta delle proprietà discriminante per il riconoscimento

Bisogna sempre pensare prima di dire qualcosa

## OSSERVAZIONE DELLE SOSTANZE MACINATE

### Esperienza 2.

#### Attrezzatura e materiali occorrenti

- ~ mortaio e pestello
- ~ sale fine
- ~ zucchero/sale/marmo in polvere impalpabile
- ~ sale fine e grosso
- ~ lente d'ingrandimento

Osserva l'insegnante che pesta nel mortaio un po' di sale.  
Annota sul tuo quaderno cosa accade al sale?

[...]

L'esperienza è seguita da una fase di riepilogo e condivisione dei problemi da risolvere: si veda a questo proposito la scheda 2.

#### Tempi

30 min osservazione delle polveri

1 ora riepilogo e condivisione di problemi da risolvere

### Non assaggiare mai le sostanze !

Osserva a occhio nudo o con la lente d'ingrandimento le sostanze che hai a disposizione nei piattini e scrivi sul quaderno le loro caratteristiche.

[...]

Osserva la sostanza che hai nel piattino. Sapresti dire di quale sostanza si tratta? Perché?

[...]

## RISOLVIAMO IL PRIMO PROBLEMA

### Compito per casa

Elenca tutte le polveri bianche che hai in casa. (ricorda di NON assaggiare!)

[...]

### Riflessione in classe sul compito per casa.

Rispondi alla domanda: «Perché non dobbiamo assaggiare le polveri che non conosciamo?»

[...]

#### Tempi.

30 min discussione sull'elenco di tutte le polveri bianche e risoluzione del 1° problema

## COME FARE A RICONOSCERE LE SOSTANZE SE NON LE POSSIAMO ASSAGGIARE?

### Esperienza 3

#### Attrezzatura e materiali occorrenti

- ~ 3 bicchieri trasparenti
- ~ 3 cucchiaini
- ~ zucchero/sale/marmo in polvere impalpabile
- ~ 1 foglio di carta d'alluminio
- ~ acqua distillata
- ~ piastra elettrica riscaldante

Versiamo un punta di cucchiaino di sale, zucchero e marmo in tre bicchieri. Versiamo nei tre bicchieri un po' d'acqua distillata e mescoliamo.

Osserva e scrivi cosa accade alle tre sostanze dopo averle mescolate con l'acqua distillata.

[...]

Osserva e scrivi cosa accade all'acqua dopo averla mescolata con le sostanze.

[...]

Appoggiamo un foglio di carta di alluminio su una piastra elettrica calda. Mettiamo sul foglio di alluminio un mucchietto di sale, uno di zucchero e uno di marmo. Aspettiamo 5-10 min.

Osserva e scrivi cosa accade alle tre sostanze dopo averle riscaldate sulla piastra elettrica.

[...]

### **Compito per casa**

Riassumi in una tabella le osservazioni fatte in laboratorio, mettendo in evidenza cosa accade alle sostanze e all'acqua quando sono mescolate e cosa accade alle sostanze riscaldate.

### **Riflessione in classe sul compito per casa**

SOSTANZE	comportamento dell'acqua	comportamento delle sostanze riscaldate
marmo	[...]	[...]
sale	[...]	[...]
zucchero	[...]	[...]

### **Discussione orale**

Rispondiamo alla domanda iniziale: **come fare a riconoscere marmo, zucchero e sale se non li possiamo assaggiare?**

[...]

### **Problema (da porre in classe)**

Un tuo amico ti dà un barattolo con una sostanza bianca in polvere, poi ti dice:

«Scopri se è marmo, sale o zucchero».

Racconta per scritto come faresti e cosa vai ad osservare per rispondere al tuo amico.

### **Esercitazione in classe (verifica del processo)**

Racconta che cosa hai capito durante queste prime esperienze.

### **Questionario di verifica**

- 1) Quali sono le caratteristiche di sale, marmo e zucchero che puoi osservare a occhio nudo oppure con la lente d'ingrandimento?
- 2) a) Fai 5 esempi di sostanze bianche in polvere che hai in casa.  
b) Perché, per riconoscerle, non si sceglie il sapore?  
c) Perché, per riconoscerle, non si sceglie l'odore?
- 3) Spiega come faresti a riconoscere il sale dallo zucchero.
- 4) Spiega due metodi sicuri per riconoscere lo zucchero dal marmo.
- 5) Spiega come faresti a riconoscere il sale dal marmo.
- 6) Costruisci una mappa concettuale con le seguenti parole:  
zucchero, marmo, sale, bianco, polvere, brucia, acqua

Tempi. 1 ora prove di solubilità e combustibilità 1 ora confronto e riepilogo osservazioni 1 ora esercitazione in classe 1 ora questionario
---

Bisogna sempre pensare prima di dire qualcosa

### SCHEDA 1

*Elaborata dall'insegnante in seguito alla discussione emersa tra gli alunni durante l'esperienza 1; fornita agli alunni e inserita nel quaderno*

#### IL PROBLEMA CON CUI CI ERVAMO LASCIATI il .....

Osservando la **sostanza sconosciuta**, ci veniva spontaneo dire che la sostanza osservata era zucchero oppure sale. Però: andando a fare l'elenco delle proprietà della sostanza ci rendevamo conto che erano **le stesse** tra zucchero e sale. Allora abbiamo cominciato a cercare delle proprietà che ci facessero dire con sicurezza se la sostanza era zucchero o sale.

1) Qualcuno proponeva l'**odore**. A questo proposito leggiamo questa storiella.

Mario e Luigi sono al mercato del pesce.

Mario dice: «Puh! Che puzzo! Mi ricorda la mensa del martedì!»

Luigi dice: «Uhm! Che odorino di mare! Mi ricorda le vacanze!»

Chi ha ragione? [...]

2) Qualcuno proponeva la **dimensione dei granelli**. A questo proposito osserva l'insegnante che pesta nel mortaio un po' di sale e annota sul tuo quaderno cosa accade.

[...]

Visto che la dimensione dei granelli ci fa confondere ripetiamo le osservazioni con le sostanze marmo, zucchero, sale macinate finemente.

#### **Compito per casa**

Spiega perché abbiamo escluso l'odore e le dimensioni dei granelli come proprietà utili per riconoscere sale, marmo, zucchero.

### SCHEDA 2

*Elaborata dall'insegnante per la fase di affinamento in seguito alla discussione emersa tra gli alunni e inserita nel quaderno*

#### FACCIAMO IL PUNTO DELLE NOSTRE OSSERVAZIONI

I) Avevamo il problema delle dimensioni → lo abbiamo risolto macinando finemente le sostanze

II) Abbiamo osservato di nuovo le sostanze.

MARMO: bianco, polvere

ZUCCHERO: bianco, polvere

SALE: bianco, polvere

III) Rimane il solito problema: qualcuno continua a vedere che c'è un granellino trasparente, altri non sono d'accordo. Continuiamo a non trovarci d'accordo su come capire che una sostanza è sale, zucchero, marmo. I. ha detto: «Ci sarebbe un modo: assaggiare, ma non possiamo farlo»

#### **Problemi urgenti che dobbiamo risolvere.**

##### 1° problema

CAPIRE PERCHÉ NON POSSIAMO ASSAGGIARE

##### 2° problema

TROVARE FINALMENTE UN MODO "SICURO" PER RICONOSCERE LE SOSTANZE SENZA DOVER LITIGARE OGNI VOLTA

# LA COMUNICAZIONE NEL PROCESSO DI INSEGNAMENTO-APPRENDIMENTO: UNA QUESTIONE DI METODO?

ALDO BORSESE

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Via Dodecaneso, 35 – 16146 Genova  
educ@chimica.unige.it

## **Riassunto**

*Viene affrontato il tema della comunicazione didattica sottolineando che si tratta di un processo che coinvolge l'individuo con tutte le componenti della sua interiorità individuale. Conseguentemente, affinché la comunicazione possa essere realmente dialogica, è certamente indispensabile lavorare sul metodo per incidere sulla componente affettivo-emozionale, ma è altrettanto essenziale tener conto della componente cognitiva.*

## **- introduzione**

La scuola dovrebbe essere il luogo istituzionale in cui si realizza la formazione complessiva degli allievi e, pertanto, occorrerebbe che in essa si operasse per riconoscere e valorizzare le loro potenzialità, far crescere la loro autostima e favorire la loro autonomia cognitiva.

L'insegnamento, quindi, dovrebbe porsi una prospettiva culturale dovrebbe privilegiare la riflessione, la dimensione metacognitiva, e non quella informazionale che, al contrario, punta sull'efficienza, sulla velocità.

E il lavoro in classe dovrebbe essere condotto in modo da generare processi cognitivi in cui si favorisce il capire rispetto al credere, la costruzione il più possibile autonoma del sapere. Oggi a scuola troppo spesso l'allievo apprende cose che non comprende ma che semplicemente crede. A volte, addirittura è costretto a ritenere mnemonicamente nozioni solo perché lo vuole l'insegnante anche senza necessariamente crederle vere.

I processi cognitivi si realizzano nell'ambito di una situazione comunicativa e l'esito di tali processi dipende dalla situazione comunicativa che si instaura. Riflettere sulla comunicazione, allo scopo di individuare le condizioni che la possano rendere efficace è, pertanto, essenziale.

## **- la comunicazione**

Si tratta di un fenomeno assai complesso condizionato da numerosi fattori; molti la definiscono un sistema, dando a sistema il significato che assume in ambito scientifico cioè di "insieme di elementi interconnessi". Io non concordo con questa definizione perché "elemento" nel linguaggio naturale ha una connotazione che gli attribuisce il significato di "oggetto semplice, privo di complessità interiore", mentre le componenti che entrano in gioco nella comunicazione non presentano certamente queste caratteristiche, sono cioè a loro volta sistemi. Ritengo pertanto più corretto definire la comunicazione un supersistema, un insieme cioè di sistemi interconnessi. Si tratta di una distinzione non formale ma di merito perché consente di mettere in evidenza che il processo non è condizionato solo da interazioni tra le componenti che lo influenzano ma anche da interazioni che si manifestano all'interno di ognuna di esse; in altre parole l'esito della comunicazione non dipende solo da interazioni intersistemiche ma anche, e prima, da interazioni intrasistemiche. L'interazione dell'allievo con l'insegnante è, cioè, certamente influenzata da condizioni che dipendono dall'interiorità individuale di ciascuno di loro, da un insieme di interazioni che si manifestano nel singolo sistema. D'altra parte, l'insegnante e l'allievo sono gli attori principali della comunicazione didattica e l'andamento della comunicazione dipenderà innanzitutto da loro.

La comunicazione oggi viene spesso considerata essenzialmente come un processo di collaborazione. Si ritiene, cioè, che, se coloro che fruiscono del messaggio sono disposti favorevolmente verso l'emittitore e il messaggio che egli propone, l'esito della comunicazione sarà positivo.

Ciò ha condotto coloro che si occupano di comunicazione a privilegiare studi e ricerche sul metodo, sulla relazione. Si tratta di studi di grande utilità: come insegnanti siamo consapevoli delle difficoltà che si incontrano per ottenere una disposizione favorevole degli allievi verso la comunicazione che vogliamo instaurare e sappiamo che queste difficoltà aumentano al crescere dell'età degli allievi.

## **- l'atteggiamento degli allievi**

Quando si entra in classe si hanno di fronte allievi non sempre particolarmente disponibili e, generalmente, la loro disponibilità va calando col crescere dell'età. Così nella scuola media e, soprattutto, nella scuola secondaria superiore, un certo numero di loro ha un atteggiamento abbastanza critico verso la scuola e verso l'insegnante. Poiché quando si incontra una persona per la prima volta si tende a costruirne un'immagine che si basa essenzialmente su dati percettivi (il sesso, l'età, il modo di vestire, il modo di parlare) e, solo in un secondo tempo sulla base del messaggio che egli propone e di come lo propone, a volte, se l'atteggiamento critico coglie una percezione negativa dell'insegnante si

## La comunicazione nel processo insegnamento-apprendimento

può determinare nell'allievo una condizione di rifiuto così forte da causare discontinuità nella comunicazione ancora prima che l'insegnante possa dimostrare l'affidabilità di ciò che propone.

### - **caratteristiche dell'emittitore del messaggio**

Gli esperti di comunicazione individuano tre caratteristiche di chi emette il messaggio che influenzano l'esito della comunicazione: l'attraenza, il potere e la credibilità. L'attraenza non è solo determinata dai dati percettivi citati prima ma anche dal grado di sintonia tra il punto di vista dell'emittitore e quello del fruitore, dalla piacevolezza dello stile e del carattere dell'emittitore. Il potere, in generale, evoca la compiacenza, che può portare ad accettazione dei valori espressi mentre la credibilità può persuadere il fruitore a fornire la sua collaborazione.

Un altro problema si pone quando l'emittitore del messaggio presenta punti di vista che contrastano con quelli del fruitore: pur essendo, infatti, sistemi cognitivi aperti in continua interazione con l'ambiente, anche quando ci rendiamo conto che possedere più strumenti ci consente di vivere in maniera più attiva e partecipe, si possono creare in noi dei meccanismi di omeostasi complessiva per cui tendiamo a non dare attenzione, perché assumere nuovi punti di vista comporterebbe un laborioso riarrangiamento della nostra struttura cognitiva.

### - **lavorare sulla relazione**

Lavorare sulla relazione è pertanto fondamentale. Si tratta di agire sulla componente affettivo-emozionale dell'individuo allievo. Quest'ultimo è portatore di un atteggiamento verso di noi e verso il nostro ruolo determinato da un insieme di componenti individuali quali, ad esempio le sue propensioni caratteriologiche, le sue intenzioni, i suoi desideri, i suoi obiettivi, le sue credenze, il suo vissuto scolastico precedente, la sua condizione sociale, la sua condizione familiare, il rapporto con l'insegnante, il rapporto con i compagni, ecc. E il suo atteggiamento determina o meno l'interesse, la motivazione, l'attenzione, l'impegno e, conseguentemente, l'azione e la prestazione.

Lavorare sulla relazione significa riuscire a modificare alcune delle componenti individuali prima elencate; per esempio, i bisogni, gli obiettivi, le intenzioni, in modo che l'atteggiamento verso la comunicazione che abbiamo instaurato si disponga favorevolmente.

### - **i consigli degli esperti**

I consigli ed i suggerimenti che ci vengono forniti a questo proposito sono numerosi; praticamente tutti gli studiosi della comunicazione nel processo di insegnamento-apprendimento si occupano di questo aspetto. Non solo gli specialisti nel settore socio-psico-pedagogico ma anche gli esperti di didattica disciplinare. Tra i suggerimenti forniti da questi studiosi per orientare positivamente gli allievi, si ricordano i seguenti:

- creare in classe un clima sereno e amicale
- partire dagli interessi degli allievi, da problemi reali che coinvolgono la loro vita quotidiana
- dare uno spazio rilevante all'attività di laboratorio facendo operare gli allievi in prima persona
- far lavorare gli allievi in piccoli gruppi
- interrogare i ragazzi sulle loro rappresentazioni mentali rispetto agli eventi su cui si intende lavorare.

Si tratta di indicazioni importanti che indubbiamente possono scuotere emotivamente gli allievi e suscitare la loro curiosità e la loro attenzione.

Tenere conto di questi consigli e attuarli nella pratica didattica è indispensabile.

### - **una buona relazione, necessaria ma non sufficiente**

Dopo aver ribadito ancora che il metodo non è in discussione, che individuare gli aspetti metodologici adatti è essenziale per realizzare una comunicazione efficace, ciò che vuole sottolineare è che si tratta di una condizione necessaria ma non sufficiente.

La comunicazione che si realizza in un contesto in cui l'argomento trattato è ritenuto importante per convenzione condivisa, in cui gli allievi sono motivati, intelligenti e laboriosi e in cui l'insegnante è capace di creare un clima sereno e amicale non è necessariamente una comunicazione effettivamente dialogica.

La comunicazione, infatti, è un processo che attraversa non solo tutti i fenomeni della sfera emozionale e relazionale degli individui ma anche quelli della loro sfera cognitiva; è un fenomeno, cioè, che coinvolge l'intero essere umano nella sua complessità con l'ambiente che lo circonda.

Non si può pensare di ottenere una reale comunicazione dialogica agendo solo su una delle sfere dell'interiorità individuale.

E', pertanto, indispensabile lavorare perché il messaggio che si intende proporre sia alla portata dei fruitori.

### - **l'importanza del linguaggio**

Da questo punto di vista, si sottolinea l'importanza del linguaggio utilizzato. E si rileva che gli insegnanti, indipendentemente dalla disciplina che trattano, dovrebbero verificare in ogni momento le espressioni che usano, per ri-

durre al minimo la discontinuità nella comunicazione con i loro allievi. Una tale discontinuità è dovuta al fatto che a scuola non ci si pone sistematicamente il problema del significato delle parole e non si tiene presente la questione del loro carattere polisemico e del rapporto linguaggio naturale-lessici specifici. Per linguaggio naturale si intende il linguaggio usato normalmente in una comunità. A volte, anziché di linguaggio naturale, si parla di linguaggio comune; mentre, più propriamente, il linguaggio comune corrisponde a quella piccola parte del linguaggio naturale costituita da parole che si presume siano conosciute praticamente da tutti. Ci sono contesti, quello scientifico per esempio, in cui il linguaggio naturale appare inadeguato, non riesce a rappresentare compiutamente le cose. L'ambiguità delle parole del linguaggio naturale in ambito scientifico è a volte intollerabile e diventa indispensabile intervenire.

#### **- gli scienziati e le parole**

Gli scienziati allora hanno cercato e cercano di ridurre la carica semantica legata alle parole o attraverso l'uso di complementi e di aggettivi o congelandole attraverso l'eliminazione della loro componente connotativa e mantenendo solo la componente denotativa, trasformandole cioè in termini. Hanno inventato un lessico specifico che vuole rispondere alle esigenze di precisione e sinteticità che l'ambito richiede. Mentre la precisione viene assicurata dall'eliminazione della componente connotativa, la sinteticità si ottiene sia attraverso l'introduzione di designanti di gruppo sia attraverso quella di notazioni speciali, la cosiddetta simbologia. I designanti di gruppo rappresentano pacchetti di proprietà e la loro funzione di sintesi è facilmente rilevabile facendo un esempio: il termine composto può essere associato ad un numero molto grande di sostanze e indica che tali sostanze sono costituite da due o più elementi in un rapporto costante e con una struttura cristallina ben definita allo stato solido.

In quanto alla simbologia, essa rappresenta un esempio emblematico di lessico polisintetico; in pochissimi simboli infatti sono racchiusi, per chi conosce la chimica, moltissimi significati

#### **- cosa fare col linguaggio a scuola**

A scuola occorrerebbe partire dal linguaggio dei propri allievi con l'intenzione, però, già dal primo giorno, di lavorare per accrescere le loro competenze linguistiche. E' necessario che gli insegnanti di scienze si convincano di essere insegnanti di lingua per i propri allievi esattamente come gli insegnanti di lettere. Occorre, inoltre, che acquisiscano la consapevolezza che possono essere protagonisti di una funzione culturale molto importante data la sensibilità ai codici linguistici delle discipline scientifiche, presentare ai propri allievi le innumerevoli interazioni tra linguaggio naturale e lessici scientifici, mostrando calchi, prestiti, derivazioni, analogie.

#### **- parole e significati**

Ed è estremamente importante che facciano nascere nei propri allievi l'esigenza di associare alle parole i significati; si tratta di obiettivo fondamentale in quanto favorisce la costruzione dei concetti espressi dalle parole. Per farlo occorre far lavorare i propri allievi individuando l'estensione e l'intensione delle parole, dove l'estensione è rappresentata dall'insieme degli oggetti cui quella parola può essere attribuita e l'intensione è l'insieme delle caratteristiche associabili a quella parola. Naturalmente questo lavoro va iniziato il più presto possibile cominciando a lavorare su parole che rappresentano oggetti di uso comune per le quali è facile individuare sia l'estensione che l'intensione. E, successivamente, dovrebbe essere effettuato su parole del linguaggio naturale che sono state prestate ai lessici scientifici in modo che, continuandolo negli anni successivi, possa consentire di giungere al loro significato in ambito scientifico. Le parole che possono essere prese in considerazione sono numerosissime (per esempio, acido, forza, sostanza, trasformazione, capacità, calore) e vanno scelte anche sulla base del percorso di didattico che si intende portare avanti.

Essere sistematicamente attenti alle parole che si usano nella comunicazione è estremamente importante ma, come si è affermato ora, le parole trascinano con sé significati e non si può pensare di separare l'espressione e il contenuto. Emerge, cioè, in tutta la sua importanza la questione dei contenuti.

#### **- implicazioni ed inferenze**

I discorsi che facciamo nella vita i tutti i giorni, gli interventi che realizziamo a scuola, i contenuti dei libri e degli altri mezzi di comunicazione sono, infatti, caratterizzati da sottodeterminazione semantica e questa sottodeterminazione richiede a chi ascolta, a chi legge, a chi fruisce del messaggio l'individuazione di implicazioni, l'effettuazione di inferenze. Per individuare le implicazioni gli individui fanno ricorso alle conoscenze che possiedono. Ciò che devono fare per comprendere è "tradurre" la proposizione espressa (da chi parla, dal libro o da qualunque altro mezzo di comunicazione) in proposizione implicata. I processi che seguono questo passaggio si chiamano processi pragmatici; e, come si diceva prima, gli individui si servono della loro enciclopedia cognitiva per interpretare ciò che leggono e ciò che ascoltano.

Le implicazioni presenti nei messaggi che ci vengono proposti richiedono inferenze che, per essere effettuate, possono necessitare di "più o meno teoria". Ci sono, cioè, inferenze che richiedono l'utilizzo di conoscenze che sono possedute praticamente da tutti in quanto vengono acquisite nella vita quotidiana, fin dai primi anni d'età; ce ne sono altre, invece,

## La comunicazione nel processo insegnamento-apprendimento

che, per essere effettuate, necessitano del possesso di conoscenze particolari, acquisibili solo in contesti specifici. I messaggi proposti a scuola richiedono quasi sempre quest'ultimo tipo di inferenze e, pertanto, gli insegnanti e, più in generale, gli educatori dovrebbero sistematicamente porre attenzione a questo fatto nella loro interazione con gli allievi. Infatti, se ciò che proponiamo ai nostri allievi, per essere compreso richiede il possesso di requisiti che non hanno, il messaggio arriverà loro distorto o non arriverà affatto. Pertanto, se il nostro scopo è farci capire, occorrerà lavorare per evitare che questo succeda.

### - la scelta dei contenuti e le abilità

E' allora necessario che nello scegliere i contenuti da trattare gli insegnanti siano consapevoli che lo sviluppo del significato delle parole, l'acquisizione dei concetti implicano la presenza di abilità e conoscenze che non possono essere apprese semplicemente a memoria e che richiedono un lungo e sistematico lavoro. Tra queste, per esempio, capacità logico-linguistiche, capacità di cogliere uguaglianze e differenze, capacità di descrivere, di distinguere la descrizione dall'interpretazione, capacità di classificare in base a criteri, capacità di sintetizzare, capacità di effettuare generalizzazioni, capacità di individuare le variabili in un fenomeno. Molti dei concetti delle scienze sperimentali e, più in generale, delle discipline, per essere appresi in maniera significativa (cioè, non solo sapendone ripetere le parole che li definiscono ma sapendoli anche utilizzare) richiedono il coinvolgimento delle abilità prima citate e possono quindi essere acquisiti solo da individui che sono in grado di padroneggiare i processi soggiacenti. Se si vuole perseguire un insegnamento che favorisca atteggiamenti comprensivi, i contenuti da proporre debbono essere scelti in modo che possano porsi in un rapporto interattivo con le conoscenze già possedute di chi deve apprenderli

### - agire sui due aspetti della comunicazione

Creare condizioni che favoriscano il coinvolgimento dell'interiorità affettivo-emozionale degli allievi conduce alla comprensione reale di ciò che viene proposto e all'acquisizione dei concetti sottesi solo se i contenuti considerati sono alla loro portata, se le implicazioni richieste e le inferenze che debbono effettuare non necessitano del possesso di requisiti che non hanno.

Ma mentre sul piano del metodo si è lavorato molto e si è giunti ad alcune importanti conclusioni condivise, in relazione al livello a cui proporre i contenuti i punti di vista sono molto diversi. Facendo riferimento, in particolare, alla chimica, alcuni ricercatori ritengono che nella scuola di base l'avvio alla dimensione microscopica della disciplina debba avvenire in maniera molto graduale e che si debba dare invece grande spazio alla dimensione fenomenologia della chimica, altri invece sottolineano che le potenzialità dei bambini sono enormi, che sono in grado di modellizzare anche da piccoli e che, pertanto, la dimensione microscopica della disciplina può essere introdotta tranquillamente nei primi anni della scuola elementare. Le due posizioni sono apparentemente inconciliabili e un loro confronto su base sperimentale sarebbe estremamente importante.

### - conclusione

Si parlava all'inizio della indispensabilità di puntare ad una dimensione culturale della didattica. E una didattica che privilegia la dimensione riflessiva e metacognitiva non concepisce percorsi didattici improvvisati e, pur nella consapevolezza che, per tanto che si rifletta e si facciano previsioni, la realtà produrrà sempre situazioni non considerate, si preoccupa di prepararli nei minimi dettagli, con un sistematico lavoro in cui si prefigurano diverse possibili alternative.

E' chiaro che nella pratica scolastica si effettueranno degli aggiustamenti in itinere sulla base di ciò che succede in classe ma è altrettanto chiaro che tali percorsi, anche se percorreranno strade differenti da quelle prefigurate, prevederanno comunque attività volte al perseguimento degli obiettivi che ci si è posti prima dell'azione didattica. Si potrebbe parlare di una vera e propria "rete pedagogica": si passa da uno stadio "iniziale" ad uno "finale" attraverso un itinerario che procede adattandosi di volta in volta alle specifiche esigenze della classe ma che punta a far acquisire agli allievi le conoscenze ed abilità stabilite nella fase progettuale iniziale.

### - bibliografia

- Kember, D. (2000). *Action learning and action research: Improving the quality of teaching and learning*. London: Kogan Page.
- Leamson, R. (1999). *Thinking about teaching and learning*. Sterling, VA: Stylus.
- Hoban, G. (Fall, 1999). Using a reflective framework for experiential education in teacher education classes. *Journal of Experiential Education*, 22(2), 104-111.
- Elder, L. & Paul, R. (2001). Critical Thinking: Thinking with Concepts. *Journal of Developmental Education*, 24(3), 42-43.
- Hanley, G.L. (1995). Teaching Critical Thinking: Focusing on Meta-cognitive Skills and Problem Solving. *Teaching of Psychology*, 22(1), 68-72.
- Wade, C. (1995). Using Writing to Develop and Assess Critical Thinking. *Teaching of Psychology*, 22(1), 24-28.
- Borsese, A. (2004), Linguaggio e designazione: un possibile modo di condurre il lavoro in classe, *UeS, Università e Scuola*, IX, 1/R, 86-90

- Borsese A(2004), La definizione nel processo di insegnamento-apprendimento: sintesi concettuale o insieme di parole da ricordare a memoria?. *CnS, La Chimica nella Scuola*, 157-160
- Borsese A(2005), Comprensibilità, comprensione e formazione degli insegnanti, *Insegnare*, n.2-3, 36-39
- Borsese A(2006), Comunicazione didattica. Il linguaggio: necessario e insufficiente, *Insegnare*, 7/8, 22-25
- Borsese A(2007), Per un insegnamento scientifico nella scuola di base che favorisca il pensiero autonomo, *CnS, La Chimica nella Scuola*, pubblicato sul numero 2,
- Borsese A(2008), Il linguaggio nell'ambito delle scienze sperimentali(e, in particolare, della chimica), *La Chimica e l'Industria*, anno 90, maggio p.80

# OLIVE IN SALAMOIA E FRUTTA SCIROPATA

## dalla realizzazione di un prodotto alimentare all'acquisizione del concetto di sostanza solida solubile<sup>1</sup>

GIUSEPPINA CAVIGLIA giugigiuseppina@libero.it  
LIA ZUNINO zuni.li@alice.it

### **Riassunto**

*Nell'articolo si riporta la progettazione e realizzazione di un'attività di educazione scientifica attuata in due classi di Scuola Primaria (terza e quarta).*

*Il tema, l'acquisizione del concetto di sostanza solida solubile in acqua, riguarda la chimica, ma l'obiettivo primario del lavoro è quello di sviluppare competenze trasversali necessarie per lo studio delle scienze sperimentali.*

*Il lavoro con i bambini è avviato in un contesto motivante, la preparazione delle olive in salamoia, da cui si sviluppa la necessità di osservare, descrivere, classificare, discutere e formulare ipotesi, attività che consentiranno di affinare il linguaggio e di formulare, solo alla fine del lungo percorso di osservazione e ricerca, una definizione condivisa di sostanza solida solubile.*

### **Alcune considerazioni a priori: la fase progettuale**

Abbiamo progettato questo lavoro ponendoci nell'ottica della ricerca-azione, con l'intento, cioè di verificare in itinere la possibilità, per noi insegnanti, di staccarci da un insegnamento tradizionale, legato spesso alle proposte fintamente sperimentali dei libri di testo, che non tengono conto dell'enciclopedia cognitiva degli alunni, della comprensibilità<sup>2</sup> della proposta in relazione al contesto e della necessità di muoversi su tempi lunghi per giungere a concettualizzazioni durature.

Le competenze che intendevamo sviluppare negli alunni si possono ascrivere a tre differenti tipologie:

- competenze trasversali di tipo comunicativo<sup>3</sup> (usare la lingua per descrivere, discutere ed argomentare) e di tipo metodologico (osservare allo scopo di individuare caratteristiche funzionali allo studio di un fenomeno osservato, formulare ipotesi, progettare verifiche, argomentare in funzione della progettazione, ricavare inferenze, generalizzare...);
- competenze sociali (saper collaborare in gruppo e partecipare in modo proficuo ad una discussione di tipo matematico-scientifico);
- competenze disciplinari finalizzate alla costruzione e all'acquisizione di conoscenze in relazione al tema della solubilità.

La progettazione del lavoro si prefigge di organizzare e mettere in atto una didattica laboratoriale. Nelle "Indicazioni per il curricolo" si considera il laboratorio, che unifica i tre filoni matematica-scienze sperimentali-tecnologia, non solo come luogo fisico ma soprattutto come metodo di insegnamento/apprendimento<sup>4</sup>. In questa prospettiva, nella strutturazione del progetto trovano spazio attività che spingano i bambini a problematizzare la realtà, a progettare interventi e ad elaborare ipotesi progettuali e previsionali che vengono verificate sia in modo argomentativo che sperimentale.

Occorre precisare che i bambini delle classi sono abituati, per contratto didattico fin dalla prima, ad affrontare consegne scritte per esprimere il loro pensiero, per descrivere e confrontare o per formulare ipotesi in relazione ai fenomeni oggetto di studio e a discutere<sup>5</sup> per costruire "socialmente" la propria conoscenza. I testi prodotti forniscono all'insegnante materiale per esplorare le loro concezioni, per comprendere i processi mentali di ciascuno e per avere materiale per discutere, confrontare, riprogettare continuamente il lavoro in relazione alla risposta dei singoli e della classe.

L'età degli alunni e le scelte metodologiche che da tempo le insegnanti coinvolte hanno operato, hanno condotto alla decisione di inserire l'argomento della solubilità in un contesto di riferimento significativo per i bambini, un campo di esperienza<sup>6</sup> quale la preparazione di ricette (dall'assaggio, alla preparazione, alla possibilità di degustare a casa con la propria famiglia il prodotto finito preparato a scuola) capace di suscitare la motivazione a risolvere i problemi che la situazione presenterà. La preparazione del cibo ha costituito fin dall'antichità un'occasione per riflettere su fenomeni fisici e chimici e per scoprirne leggi e applicazioni. Dunque, perché non farne uno "sfondo di senso" per i nostri piccoli allievi?

### **Il resoconto dell'esperienza: le fasi del lavoro, le consegne, le risposte dei bambini**

**Fase 1** (tempo circa 14 ore – esclusa la preparazione effettiva delle olive in salamoia)  
Osserviamo e confrontiamo due prodotti alimentari finiti (olive in salamoia e pesche sciropate), per comprendere come sono stati preparati i poter, a nostra volta, preparare a scuola le conserve da portare a casa. Lo scopo di questa

prima fase è principalmente quello di creare un contesto di riferimento significativo per i bambini (vedi quanto scritto sopra a proposito di *campo di esperienza*); la nostra attenzione è volta a costruire o potenziare, in questo primo momento, le abilità dell'osservare e descrivere, utilizzando liberamente il linguaggio naturale sul quale e a partire dal quale porremo le basi per l'acquisizione condivisa di un lessico che si farà gradualmente più specifico, indispensabile per affrontare la seconda parte del lavoro.

Queste le tappe e le consegne assegnate:

**1a. Presentazione dei prodotti e confronto:** i bambini vedono sul tavolo una confezione di olive in salamoia e una di pesche sciroppate; dopo una conversazione guidata per reperire informazioni in vista della preparazione dei prodotti in classe, svolgono la seguente consegna scritta: *“Confronta i due prodotti scrivendo cosa hanno di uguale e di diverso. Poi scrivi come pensi che siano stati preparati”*.

Con la consegna di confrontare si intende agevolare l'individuazione delle caratteristiche comuni ai due prodotti, astruendo dai particolari che li connotano. Tale consegna, che in questo caso è incentrata su un confronto di oggetti, si inserisce nella didattica del confronto sperimentata in questi anni dal Gruppo di Ricerca del Dima di Genova<sup>7</sup>.



Qualche esempio di risposta dei bambini alla prima consegna di confronto:

*Una cosa diversa logica è che sono in liquidi diversi anche perché una cosa è salata che sono le olive infatti le olive sono in salamoia che è acqua e sale invece le pesche che sono dolci sono in uno sciroppo alla pesca che è acqua e zucchero. Le olive non sono state lavorate perché le olive hanno il nocciolo e certe olive hanno addirittura il picciolo. Invece le pesche sono state lavate, sbucciate fatte a pezzi e dopo aver tolto il nocciolo le hanno messe nell'acqua e zucchero. Una cosa uguale è che in tutti e due i barattoli c'è l'acqua. Un'altra cosa di uguale è che in tutte e due ci sono dei conservanti e cose per non fare venire acida la roba. (M.M. classe IV)*

*Di diverso c'è che nel contenitore con le olive, esse sono state messe in salamoia fatta mischiando acqua e sale, probabilmente con più cucchiari di sale perché molto salata, le pesche sono state messe nel contenitore dove era stato messo dello sciroppo formato da acqua e zucchero, ma sono state messe nel contenitore snocciolate e ci hanno tolto la buccia, al contrario le olive, che sono state messe nel contenitore tutte intere e con i nocciolo. Tra pesche e olive di uguale c'è che sono tutti e due frutti di un albero e che sono stati messi tutti e due sottovuoto con il tappo a posta che appena entra aria si sente un certo rumore. Leggendo gli ingredienti ho notato che in tutti e due è presente il correttore di acidità. I due liquidi sono diversi, lo sciroppo è meno liquido della salamoia, si nota guardando che quando il piatto è in discesa lo sciroppo scorre più lentamente della salamoia. (F.P. classe IV)*

*DIVERSO Di diverso c'è che la salamoia è fatta di acqua e sale e lo sciroppo è fatto con acqua e zucchero, le pesche hanno un gusto dolce invece le olive no, le olive “vanno” in autunno e le pesche in estate. UGUALE Di uguale c'è che sono tutti e due fatti anche con acqua, la salamoia e lo sciroppo sono tutti e due liquidi, i liquidi ci sono perché se no le olive e le pesche sarebbero marcite infatti i liquidi conservano abbastanza. (D.C. classe IV)*

L'individuazione e la denominazione delle caratteristiche comuni porta a considerare la possibilità che vi siano modalità di preparazione analoghe, anche se i bambini non sanno ancora che in entrambi i casi si tratta di soluzioni ottenute sciogliendo una sostanza solida in acqua.

Esempi relativi alla seconda parte della consegna *“Poi scrivi come pensi che siano stati preparati”*:

*Io credo che le olive sono prima state scelte perché quello che prende le olive non può prendere a caso un'oliva. Dopo sono state guardate meglio lavate e messe in un barattolo che poi ci metteranno la salamoia. Dopo per chiuderle bene con una macchina hanno fatto in modo che non ci entri l'aria. Per le pesche all'inizio hanno fatto come con le olive le hanno guardate bene poi lavate e tagliate dopo però l'hanno sbucciate e tolto il nocciolo messe in un barattolo dopo hanno rovesciato lo sciroppo nelle pesche. Dopo come le olive con una macchina le hanno chiuse bene in modo che non entri l'aria. (M.M. classe IV).*

*Secondo me le pesche sono state fatte con questi ingredienti: pesche, zucchero e acqua. Le olive invece così: olive acqua e sale. Però secondo me prima di fare tutte queste cose le avranno sicuramente raccolte poi avranno sbucciato e tolto il nocciolo e forse anche cotto le pesche e messo seguentemente le pesche nel barattolo. Alle olive invece hanno fatto dei trattamenti strani dal gusto, sicuramente hanno lavato le olive prima di metterle nel barattolo. (L.S. classe IV)*

## Olive in salamoia e frutta sciropata

*Le olive saranno state preparate così: in autunno le avranno raccolte, le avranno lavate, ci avranno tagliato con le forbici (perché è un taglio preciso) un pezzo del picciolo, avranno messo nel barattolo acqua e sale dopo ci averci messo le olive e avranno messo il coperchio al barattolo. Le pesche saranno state preparate così: avranno comprato e raccolto le pesche non le avranno lavate perché sono senza buccia le avranno tagliate a metà (dico tagliate a metà perché è un taglio preciso, se fosse rotto avrebbe un bordo non preciso) avranno tolto il nocciolo intanto avranno preparato lo sciroppo (acqua e zucchero) e dopo aver messe le pesche ce lo avranno rovesciato sopra, infine avranno chiuso il barattolo con il coperchio. (A.A. classe IV)*

**1b. Discussione sulle caratteristiche emerse e sulle modalità di preparazione:** denominazione delle caratteristiche emerse; confronto delle modalità di preparazione per individuare una ricetta comune; validazione delle ricette (consultazione di libri – ricettari - o altre fonti attendibili).

Fra i bambini che spiegano come fare la salamoia, pochi indicano le quantità; la necessità di tenerne conto viene chiarita nelle discussioni di questa fase.

**1c. In gruppo, realizzazione della salamoia e dello sciroppo:** si elabora una griglia di osservazione che i bambini, suddivisi in gruppi, utilizzeranno al momento della preparazione delle soluzioni (attività sperimentale). *(Abbiamo notato che la parte in blu sopra scritta è in carattere più piccolo)*



### Scheda osservazione dell'esperimento

- Un bambino mette il sale in un bicchiere e contemporaneamente un altro mette lo zucchero nell'altro bicchiere.
- Un bambino mescola nel bicchiere con il sale.
- Un bambino mescola nel bicchiere con lo zucchero.

Osservazioni.

1. Scrivete cosa osservate prima di mettere il sale (e lo zucchero) nell'acqua.....
  2. Scrivete cosa osservate appena avete messo il sale (e lo zucchero) nell'acqua.....
  3. Mescolate con il cucchiaino (guardate l'orologio quanto inizi a mescolare): cosa osservate, mentre mescolate, nei due bicchieri.....
  4. Dopo un minuto.....
  5. Dopo due minuti.....
  6. Dopo tre minuti.....
  7. Dopo quattro minuti.....
  8. ecc. (se è necessario).....
  9. Come avete fatto a stabilire quando non era più necessario mescolare?.....
  10. Cosa osservate alla fine (quando avete deciso che non si deve più mescolare)?.....
- Scrivete un testo per esporre alla classe le conclusioni, su quanto osservato nell'esperimento, dal vostro gruppo

Un esempio di compilazione della griglia:

1. *L'acqua ha delle bollicine attaccate alla parete del bicchiere e sul fondo.*
2. *L'acqua sta diventando più bianca in tutti e due i bicchieri (con sale e con zucchero ma sono sul fondo).*
3. *L'acqua si colora di più ma sale e zucchero sono sul fondo.*
4. *Il colore è di nuovo trasparente, sale e zucchero sul fondo sembrano meno.*
5. *I due ingredienti si sono quasi sciolti.*
9. *Il sale e lo zucchero si sono sciolti nell'acqua quindi abbiamo smesso di mescolare e non si vede più sale e zucchero.*
10. *Non si vedono più sale e zucchero nell'acqua e sui bordi del bicchiere ci sono bollicine.*

*Osservando i bicchieri con sola acqua abbiamo notato che attaccate alle pareti del bicchiere e sul fondo ci sono delle bollicine. Appena messo sale e zucchero nei bicchieri abbiamo osservato che l'acqua ha cambiato colore:*

è diventata leggermente bianca, sale e zucchero sono andati sul fondo del bicchiere. Mescolando l'acqua è diventata sempre più colorata di bianco. Dopo un minuto, quando abbiamo smesso di mescolare, l'acqua è diventata di nuovo trasparente perché zucchero e sale non sono più stati mossi dal cucchiaino, sul fondo le quantità sembravano minori. Dopo due minuti gli ingredienti si erano quasi sciolti del tutto, poi abbiamo ritenuto giusto smettere di mescolare perché sale e zucchero si sono sciolti nell'acqua e non si distinguevano più e nel bordo dei bicchieri c'erano le bollicine e l'acqua era di nuovo trasparente.

**1d. Relazione alla classe e discussione** per individuare uguaglianze e differenze nelle fasi di preparazione dei due liquidi. Nella discussione si utilizzano aggettivi su cui si lavorerà nel punto 1f e si introduce l'aggettivo 'solubile'. Un breve spezzone di discussione:

(...)

*D: osservazioni... sì che c'erano le bollicine sul fondo*

*Maestra: allora sei d'accordo con Francesca*

*G: secondo me ha detto tutto giusto*

*LR: però non sono d'accordo in una cosa quando dice che diventa sempre più bianca **quando io ho visto il bianco non era bianco era trasparente***

*AD: **più che bianca l'acqua era torbida***

*DA: volevo dire che ha detto che **il sale e lo zucchero sono spariti***

*Maestra: nella relazione il gruppo ha detto che sale e zucchero non si sono più visti*

*DC: volevo dire che non sono d'accordo con LR perché **per me il termine trasparente si può usare solo quando l'acqua è normale senza niente***

*G: secondo me Luca ha ragione perché quando mescolavamo **il sale e lo zucchero lo vedevamo sul fondo però l'acqua la vedevamo sempre trasparente***

*LR: non dico proprio trasparente io dico solo che un po' di bianco c'era ma non del tutto (...)*

**1e. Preparazione delle olive in salamoia in classe:** la preparazione richiede qualche ora, ma poiché dopo 40 giorni occorre cambiare la salamoia e è necessario attendere altri due mesi prima che le olive siano pronte per essere messe nei vasetti, si presentano occasioni per risolvere problemi di calcolo di durate e di spesa per il confezionamento.

**1f. Precisare il lessico: in particolare le parole COLORATO – INCOLORE – TRASPARENTE – OPACO :**

Per precisare le parole emerse in tutta la fase precedente e indispensabili alla comprensione e alla partecipazione alla fase successiva, si progetta un'attività che esula dal contesto-ricetta e che viene proposta per operare in un contesto "pulito" in cui precisare il lessico. Si propone di classificare oggetti (barattoli in IV e bicchieri in III) che presentino caratteristiche di trasparenza e di colore utili allo scopo. Per avviare l'attività, l'insegnante raccoglie dalle sbobinature e dai testi dei bambini frasi in cui le parole da chiarire sono state utilizzate (non sempre in modo corretto).

Esempio:

*su "Colorato, chiaro, scuro, trasparente, opaco":*

*- il colore è di nuovo trasparente*

*- il bianco adesso si sta schiarendo*

*- liquido molto scuro*

*Manuel: anche l'azzurro può essere un po' chiaro*

*Ad ci sono degli azzurri trasparenti*

*Laura: quello del cielo è trasparente perché non si può toccare?*

*ins: trasparente allora è una cosa che si può toccare*

*G: è quando ci si vede dentro*

*DC: trasparente è che si può vedere*

*Ma: l'aria è trasparente*

*DC: perché è invisibile*

*ins: ma allora è trasparente qualcosa che non si vede?*

*Molti: no*

*DC: è il colore del nulla*

*DC: i liquidi sono trasparenti secondo le sostanze che ci aggiungi dipende da che sostanza ci metti, se c'è l'acqua e ci metti altra acqua rimane trasparente*

*Laura: è più opaco*

*ins: Laura dice che questo liquido, la salamoia è più opaco e allora*

*Matteo: è un trasparente opaco*

*DA: cosa vuol dire opaco?*

*Laura: che si vede male*

*Gaia: che però forse la salamoia (del barattolo comprato) è trasparente perché se siamo riusciti a vedere l'oggetto non l'abbiamo visto bene però l'abbiamo visto lo stesso*

## Olive in salamoia e frutta sciropata

Dalle affermazioni dei bambini si coglie l'interferenza del linguaggio quotidiano rispetto all'acquisizione del significato dei termini scientifici e la necessità di giungere a significati univoci e condivisi.

A questo punto, dopo aver discusso sulle frasi precedenti, si propone l'attività di classificazione: ai bambini viene chiesto di raggruppare bicchieri o barattoli di diversa forma, colore e materiale tenendo conto di criteri in un primo tempo scelti liberamente e poi delle parole oggetto dell'attività.

Consegna individuale scritta: *trova un modo per mettere in ordine, raggruppandoli, i barattoli (o bicchieri) che vedi sul tavolo e spiega come hai ragionato per farlo.*

Alcuni bambini considerano caratteristiche non collegate al significato da chiarire:

*Il mio modo di mettere in ordine i barattoli è di metterli in ordine dal più piccolo al più grande (la grandezza del barattolo). (D.C. classe IV)*

Oppure considerano più elementi:

*Io metto in ordine così: il gruppo 6,8,12 li metto insieme perché hanno un disegno o un'etichetta, il 10, 7 perché hanno la stessa forma, il numero 9, 3,1,11,8,5, il numero 4,2. (A. C. classe IV)*

Altri considerano in parte le caratteristiche correlate alle parole emerse nell'attività precedente:

*Il mio modo di mettere in ordine consiste nel dividere i barattoli a seconda del colore del materiale con cui è stato fatto: i barattoli con i numeri 6,5,11,4,1,7,10 sono trasparenti e si vede all'interno (sono di vetro), i barattoli con i n. 2, 8, 12 sono di legno, metallo e ceramica, non sono trasparenti e non si vede all'interno, i n.3, 9 sono colorati ma si vede all'interno e li metterei nello stesso gruppo. (F.P. classe IV)*

*Io per mettere in ordine i barattoli raggruppati dividerei i trasparenti colorati e no che sarebbero l'1, il 5, il 4, il 7, l'11, il 10 e il 6 dalle cose colorate non trasparenti che sono il 12, l'8, il 2, il 3 e il 9 perché i colori dei materiali sono talmente diversi: ora faccio un esempio: il 9 che è rosa non ha niente in comune con il 5 che è trasparente.*

*Un altro modo che mi "piace" come il primo è che divide in più gruppi è questo: dividere i trasparenti colorati, che sono 4,7 e 10 dai trasparenti non colorati che sono l'1, l'11, il 5 e il 6: poi dividere i barattoli che hanno il colore bianco che sono il 8 il 3 il 12 dagli altri che sono il 2 e il 9 perché per me stanno bene insieme, per me sembrano delle "famiglie barattolo". (G.M. classe IV)*

Dall'analisi degli elaborati dei bambini si evidenziano le seguenti strategie:

- classificazione per materiali
- classificazione mista: materiali e trasparenza o presenza disegni, tipo tappo e simili
- classificazione trasparente/non trasparente con possibili variazioni (per esempio considerazione trasparente colorato o qualità della trasparenza).

e alcune modalità di visualizzazione della classificazione (v. figg.1-2)

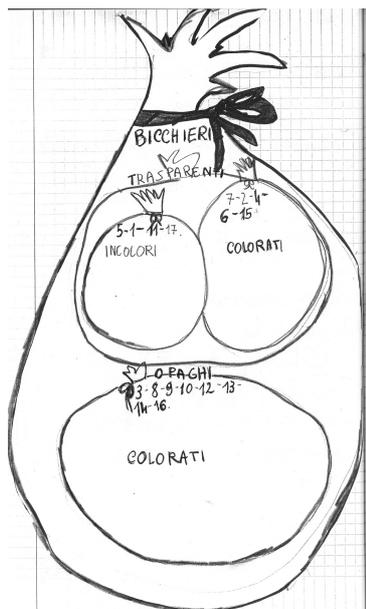


Figura 1

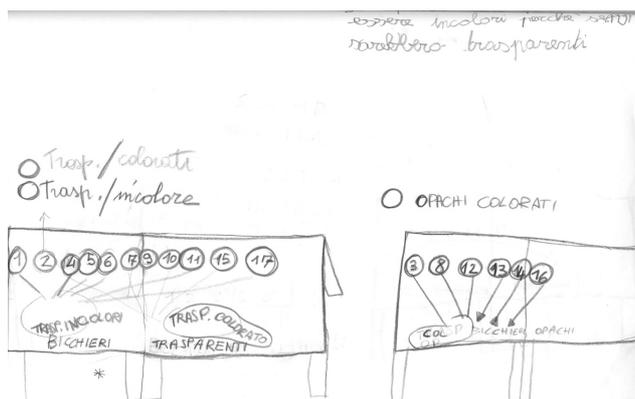


Figura 2

Figg. 1-2: I bambini di queste classi non hanno mai svolto attività di "insiemistica", quindi rappresentano i raggruppamenti di oggetti con riferimenti alla realtà: tavoli su cui appoggiare i bicchieri, mensole, scatole o un sacco (che ricorda i diagrammi di Eulero-Venn) che contiene altri sacchi, i suoi sottoinsiemi.

Si innesca una discussione chiedendo ai bambini di ritrovare la propria strategia di raggruppamento fra quelle emerse in classe, quindi si ricordano le parole analizzate nell'attività precedente (colore, colorato, chiaro, scuro, incolore, opaco, trasparente) e si chiede quale sia il criterio di classificazione più utile per capire il significato delle parole emerse in modo da arrivare alla consegna (individuale scritta) di classificare secondo la categoria trasparente/opaco o secondo la categoria colorato/incolore.

Esempio tratto da una sbobinatura registrata durante il lavoro di gruppo di classificazione di barattoli:

*LV: ma è opaco!*

*Ins: perché pensi che quello sia opaco?*

*LV: perché non si vede bene come quelli*

*Giulia: ma si vede bene dentro, si vede bene*

*Ins: cosa ha di diverso dal n. 6?*

*LV: è più scuro*

*Ins: sembra giallognolo, marroncino*

*LV: e lei vuol metterlo nei trasparenti*

*Giulia: ma si vede! Per me si vede ho detto che è trasparente*

*Francesca: dice che per lei è trasparente perché si vede dentro*

*LV si vede però più male,*

*Francesca: quando lei ha detto che è trasparente io ho pensato che opaco non vuol dire che non si vede, ma che si vede un po'... Ma queste parole abbiamo detto che sono dei contrari*

*Poi abbiamo anche scritto, quello il n.7 e il 10 sono colorati e si vedono dentro...E io adesso che ho sentito lei penso che potrebbe aver ragione*

*Ins: quindi lei ha dato una motivazione, ha detto: "è trasparente perché si vede dentro" mi sembra che sia valida*

*Giulia: questo è di plastica, è un po' più spesso del barattolo di vetro semplice, ma si vede lo stesso.*

*Ins: I trasparenti colorati però non li vedo nella vostra classificazione*

*Giulia: ce ne sono altri trasparente colorato, il n. 7 è solo un esempio*

Viene infine attuata una nuova classificazione, con altri oggetti (bottoni, righelli) per verificare se i termini sono stati effettivamente compresi:

*Per capire quali bottoni vanno negli spazi giusti ho guardato se si vedevano al di fuori del bottone, se era così andava nei trasparenti o negli incolore, se non si vedeva al di fuori andava in colore o opaco. Oppure si poteva mettere in trasparente colorato cioè se si vedeva al di fuori ma era colorato, comunque non ne ho avuti.*

*Ho messo i bottoni dove si vede oltre nei trasparenti quelli dove non si vede certi negli opachi ho avuto difficoltà dei bottoni trasparenti colorati perché è sia colorato che trasparente. (Giulia classe IV)*

**Fase 2** (tempo circa 12 ore – esclusa la realizzazione degli esperimenti per la verifica della conservazione della massa) In questa seconda fase ci domandiamo con i bambini se tutte le sostanze siano solubili come il sale e lo zucchero e chiediamo loro di progettare degli esperimenti che consentano di dimostrarlo. La realizzazione degli esperimenti, con sostanze bianche e colorate, pone la questione della "sparizione" della sostanza solubile bianca.

Lo scopo di questa parte è principalmente di concettualizzazione (sostanza solubile e conservazione della massa); ai bambini viene chiesto di formulare ipotesi (progettuali e previsionali) motivate e coerenti con il contesto di riferimento, ed essi riescono a mettere in gioco, sia nei testi scritti che nelle discussioni, doti di creatività e capacità argomentative inaspettate.

Solo a conclusione del lavoro si giunge alla definizione di sostanza solida solubile in acqua, che diventa la sintesi concettuale, prima individuale e poi condivisa e collettiva, del lungo percorso di scoperta<sup>8</sup>.

Queste le tappe e le consegne assegnate:

### **2a. Progettazione di un'esperienza per verificare se tutte le sostanze sono solubili come sale e zucchero:**

► consegna individuale scritta: "1. Realizzeremo un esperimento per verificare se tutte le sostanze si sciolgono nell'acqua come il sale e lo zucchero. Sul tavolo vedi alcune sostanze e del materiale. Quali azioni dobbiamo eseguire? 2. Cosa ti aspetti che succeda se la sostanza è solubile? 3. Cosa ti aspetti che succeda se la sostanza non è solubile?"

(naturalmente, prima di assegnare il lavoro, le sostanze, colorate e bianche, alcune solubili e alcune no, vengono osservate e descritte brevemente);

► al progetto individuale segue, dopo il confronto dei progetti individuali, l'elaborazione di un progetto di gruppo in cui si nota come la costruzione sociale in piccolo gruppo determini in qualche caso un progresso rispetto al lavoro individuale, ma in altri provochi una perdita di contributi o semplicemente il fondersi delle idee dei singoli bambini.

## Olive in salamoia e frutta sciroppata

Probabilmente occorre una maggiore abitudine al lavoro di gruppo per portare a risultati migliori.

Esempio di progetto di gruppo con osservazioni circa il progresso rispetto ai lavori individuali:

### Progetto del gruppo A

Per fare l'esperimento dobbiamo eseguire le seguenti azioni: prendere il contenitore graduato, metterci dentro 1 dl d'acqua poi versarla nel contenitore trasparente. Dobbiamo prendere un cucchiaino di sostanza e metterla nel contenitore trasparente (vetro) poi mescolare il tutto e vedere se la sostanza si scioglie, se si mescola con l'acqua, se non si scioglie rimane sul fondo tale e quale a prima.

Abbiamo scelto il contenitore non graduato perché è più trasparente e si vede meglio cosa succede all'acqua e alla sostanza.

Nel progetto di gruppo compaiono le quantità, si specifica la questione del contenitore di vetro, si precisa il punto di controllo in cui la formulazione è originale ma in cui compare il rimanere sul fondo della sostanza, se non si scioglie che è comune a più bambini.



### Progetto del gruppo C

- La prima azione è prendere il contenitore graduato. Scegliamo il contenitore graduato per la misurazione dell'acqua, 150 ml, ma poi usiamo il contenitore di vetro perché è più trasparente di quello graduato.

- Mettere nel contenitore di vetro con l'acqua una sostanza, di un cucchiaino.

- E girare con il cucchiaino, accelereremo di più lo scioglimento, o no, così visto che il vetro è trasparente vedremo cosa succede.

- Se la sostanza si è sciolta (se l'acqua si è colorata) o non se non si è sciolta la sostanza è andata in fondo e poi proveremo con altre sostanze.

Nel progetto di gruppo compaiono le quantità, si specifica la questione del contenitore di vetro, nel punto di controllo la formulazione è originale (rispetto al lavoro dei singoli bambini) ma si perdono le osservazioni di un bambino molto precise su cosa succedeva se la sostanza si scioglieva o no, considerando anche se era bianca o colorata.

► in discussione, dopo aver condiviso le modalità di esecuzione dell'esperimento, l'insegnante guida all'elaborazione di una scheda guida dell'osservazione/registrazione dell'esperimento.

**2b. Realizzazione dell'esperienza:** in gruppo, con materiale dato (una sostanza solubile e una no, per alcuni gruppi la sostanza solubile è colorata, per altri no) e scheda guida, i bambini verificano quali sostanze sono solubili e quali no. In una breve discussione vengono poi condivisi i risultati ottenuti dai gruppi con le diverse sostanze.

GRUPPO: Eleonora, Daniele O., Nicolò, Alice (classe III)	
AZIONI	COSA OSSERVO?
Versare 150 ml di acqua nel bicchiere	L'ACQUA È INCOLORE
Versare 2 cucchiaini di sostanza n. 4 GIALLA nel bicchiere	L'ACQUA È UN PO' GIALLINA TRASPARENTE E C'È UN PO' DI SOSTANZA SUL FONDO
Mescolare per 1 minuto	L'ACQUA È GIALLA E FA UNA SPECIE DI TORNADO
Smettere di mescolare	L'ACQUA È GIALLA, TRASPARENTE E CALMA. LA SOSTANZA NON C'È PIÙ
Se necessario mescolare ancora 1 minuto	
Smettere di mescolare	
	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO si è sciolta? Cosa osservate? L'ACQUA È GIALLA E TRASPARENTE E LA SOSTANZA SI È SCIOLTA PERCHÉ NON SI VEDE PIÙ

Consegna individuale scritta (introduce il lavoro successivo): *Secondo te, la sostanza che si è sciolta è scomparsa completamente o è ancora nell'acqua? Da cosa lo capisci?*

35 % ritengono che le sostanze siano scomparse

40 % ritengono che siano ancora nell'acqua

25 % ritengono che le sostanze colorate siano ancora nell'acqua e quelle bianche no:

*Secondo me nell'acqua c'è la polverina ma noi non la vediamo, perché si è sciolta tutta. Io lo capisco dall'acqua nel barattolo che è del colore della polverina stessa.*

Intervento scritto dell'insegnante: E quella incolore? C'è la sostanza?

*Anche se non si può vedere, la polverina c'è per forza, non può mica volare via eh! (C.P. classe III)*

*Secondo me le sostanze sono ancora nell'acqua. Lo capisco perché, se non ci fossero le sostanze, l'acqua non potrebbe essere colorata. Secondo me è la sostanza che dà il colore.*

Intervento scritto dell'insegnante: E per le soluzioni incolore?

*Secondo me per quelle incolore, le sostanze sono così piccole che non le vediamo, ed essendo piccolissime non lasciano colore. (I.V. classe III)*

*Secondo me la sostanza numero 2 è ancora nell'acqua l'ho capito perché l'acqua è diventata azzurra come la sostanza.*

*La sostanza numero 3 e la 5 per me non ci sono più perché se fossero nell'acqua, l'acqua sarebbe bianca. Per me la sostanza numero 6 è nell'acqua perché l'acqua è diventata gialla come la sostanza. (C.S., classe III)*

## **2c. Progettazione di un'esperienza per verificare se la sostanza solubile bianca scompare dall'acqua**

► consegna individuale scritta: *“Progetta un esperimento che ci permetta di capire e di dimostrare se una sostanza bianca disciolta in acqua è ancora presente nell'acqua oppure no. Puoi utilizzare strumenti che abbiamo a scuola nell'armadio degli esperimenti oppure che ritieni di dover portare da casa.”*

I progetti si mostrano ricchi e articolati. Queste le proposte dei bambini: 35 % pesare; 20 % far evaporare l'acqua; 20 % filtrare l'acqua; 5 % usare strumenti di ingrandimento; 5 % sentire il sapore o l'odore; 7 % misurare il livello del liquido, 8 % non progettano alcun esperimento perché ritengono che la sostanza sia scomparsa e non si possa più recuperare in alcun modo.

Alcuni esempi chiariscono le caratteristiche dei testi prodotti e le strategie elaborate dai bambini per “recuperare” la sostanza.

*Secondo me per vedere la sostanza bisogna prendere il pentolino, mettere la soluzione n. 3 dentro il pentolino. Poi prendi il pentolino e lo metti sopra il fornello e aspetti 20 minuti e guardi se c'è o no. Secondo me c'è. Io mi aspetto di vedere come abbiamo fatto con il tè, prima c'erano le bollicine poi dopo un po' non c'era più l'acqua, era diventato vapore; quindi secondo me succede lo stesso nella soluzione, l'acqua diventa vapore e la sostanza rimane sul fondo. (P.M., classe III)*

*Si prende un litro d'acqua e si posa sulla bilancia a due piatti e si fa la stessa cosa con un altro litro d'acqua, poi in un litro d'acqua si mette una sostanza solubile si versa nell'acqua e si lascia sciogliere. Si mette la soluzione sulla bilancia a due piatti e dall'altra parte si mette il litro d'acqua. Se il peso è uguale al litro d'acqua vuol dire che i granelli sono scomparsi se la soluzione è più pesante vuol dire che i granelli ci sono ma non si vedono (O. D., classe III)*

*Per vedere se c'è ancora il sale o lo zucchero prendi quello per fare la pasta rovesci l'acqua e guardi se lo zucchero rimane lì almeno l'acqua va giù e lo zucchero rimane lì nel colino. (M.P. classe III)*

*Secondo me nelle due soluzioni la 2 e la 3 si potrebbero assaggiare e si capisce che c'è ancora perché c'è il gusto. Invece nella soluzione 4 non si può assaggiare perché è velenosa ma si può capire anche guardandola perché ha lasciato il colore.*

Intervento scritto dell'insegnante: Immaginiamo di non poter assaggiare le soluzioni perché non conosciamo che sostanze sono. Riesci a trovare un altro modo per dimostrare che sono ancora dentro? *Secondo me si potrebbe sentire l'odore. (M.O. classe III)*

*Secondo me per vedere se la sostanza è ancora dentro il liquido oppure no io userei una lente d'ingrandimento e un cucchiaino così con questo cucchiaino prendo un po' di sostanza che è dentro il liquido e così con la lente d'ingrandimento posso vedere se la sostanza c'è oppure no.*

Intervento scritto dell'insegnante: Cosa ti aspetti di vedere se la sostanza è dentro l'acqua? *Io mi aspetto di vedere dei piccoli puntini che sembrano delle formichine. (G.S. classe III)*

## Olive in salamoia e frutta sciropata

► Seguono alcune discussioni, a partire da progetti che presentano idee differenti, lunghe e articolate. Riportiamo un breve stralcio di discussione in cui i bambini si confrontano sul progetto di pesare l'acqua prima e dopo avervi versato la sostanza e averla fatta sciogliere:

(...) **Andrea:** io voglio tornare a quello di Caterina... in quello di Caterina non va bene... perché prendi un bicchiere e ci metti la polverina e l'acqua e vedi subito quanto pesa, se pesa... tipo.... 20 grammi e aspetti un po' e arriva a 10 vuol dire che si è sciolta la sostanza. Tipo... se tu prendi quella soluzione e la metti sulla bilancia ha un peso, poi se aspetti un giorno, se pesa meno vuol dire che la polverina non c'è più

**Maestra:** questa idea di Andrea che dice di mettere il barattolo con la soluzione sulla bilancia (*lo fa*) e poi guardo se dopo un po' pesa meno o no, funzionerà?

**Michele:** puoi rovesciare l'acqua sul piatto non nel bicchiere.... poi ci mettiamo la polverina e la facciamo sciogliere. Poi se si scioglie cambia il peso diventa più leggera

**Stefano:** prima bisogna guardare se la polverina pesa o no

**Maestra:** vediamo sulla bilancia a due piatti che è sensibile (*versa il contenuto di un barattolino sul piatto della bilancia e va giù*)

**Gabriele:** certo che pesa vedi?

**Stefano:** quindi dovrebbe pesare nell'acqua

**Mirko:** allora sulla bilancia, prima pesi l'acqua, poi ci metti la polverina e guardiamo se pesa come l'acqua di prima quando si è sciolta

(...)

**Maestra:** ma cosa vi aspettate che succeda al peso dopo che si è sciolta?

**Francesco:** per me pesa di più anche dopo che si è sciolta.

**Mirko:** bisogna vedere... pesare l'acqua poi metti la polverina e guardi quanto pesa, poi la fai sciogliere e se pesa uguale è sparita.

**Maestra:** ma Francesco dice che pesa di più

**Mirko:** ovviamente, pesa di più (...)

**Andrea:** secondo me ho sbagliato ... quando tu metti la polverina continua a pesare anche quando si scioglie.

**Michele:** anche io ho sbagliato a dire che l'acqua pesa meno, perché la sostanza poi si sparge ma non si vede e continua a pesare.

**Silvia C.:** per me no. Per me invece quando si scioglie il peso ritorna come prima, quando era solo acqua

**Maestra:** allora.... abbiamo due ipotesi contrapposte (*cominciano ad emergere 2 ipotesi sull'esperimento del peso*) **Federica:** io sono d'accordo con quello che dice Silvia.

**Maestra:** ma nel tuo progetto dicevi un'altra cosa....

**Federica:** no, sparisce il peso, ma la sostanza c'è ancora. (*3^ ipotesi: può esserci la sostanza ma sparire il suo peso, dal momento che essa non si vede più*)

Alla fine del lungo dibattito sul progetto di pesare l'acqua, a cui tutti partecipano con interesse, cambiando talvolta opinione a seconda delle argomentazioni sentite, in III A abbiamo queste tre ipotesi, da verificare con l'esperimento:

- 1) *Peso dell'acqua + peso della sostanza = somma dei due pesi dopo lo scioglimento della sostanza. La sostanza rimane nell'acqua anche se non si vede (Francesco, Caterina, Elisa)*
- 2) *Peso dell'acqua + peso della sostanza = peso della sola acqua dopo lo scioglimento della sostanza, che sparisce. (Silvia C, Stefano, Silvia R., Michele, Andrea, Lorenzo, Danilo, Mirko P, Mirko M)*
- 3) *Peso dell'acqua + peso della sostanza = peso della sola acqua dopo lo scioglimento della sostanza, che tuttavia rimane nell'acqua con le sue proprietà. (Federica, Daniela, Gabriele, Mattia)*

Nella discussione svolta in classe IV, si nota un'analogia con la terza ipotesi: in questo caso alcuni bambini pensano che la sostanza sia ancora presente nel liquido ma che non faccia alzare il livello dello stesso.

**Francesca:** secondo me non possiamo capire se la sostanza c'è ancora o no perché la sostanza si è mischiata all'acqua però non fa salire il livello

**Ale. Ad.:** e noi non possiamo saperlo perché in realtà non la vediamo facendo così

**Laura:** volevo dire la stessa cosa

**Gaia:** per vedere se le sostanze ci sono ancora non serve se il livello dell'acqua si è abbassato o alzato

**DA:** per me può andare anche bene perché l'acqua prima è una certa quantità poi

**Ins:** l'acqua era 150 ml

**DA:** però se il livello dell'acqua aumenta vuol dire che c'è qualcosa dentro

**Ins:** allora se il livello è più di 150 vuol dire che davvero c'è dentro qualcosa e saranno i due cucchiaini di sostanza

**Laura:** secondo me non va bene come dice DA perché se così possiamo capire che dentro c'è la sostanza però non la vediamo e non possiamo setacciarla

**DA:** però anche se non si vede uno pensa che il livello dell'acqua si è alzato e cioè non sa perché però potrebbe pensare anche perché c'è qualcosa dentro perché io una volta avevo fatto una cosa e ci ho messo della coca cola e si è alzato il livello

**Ins:** allora Laura dice non la vedo, ma DA dice non la vedrai ma se il livello si è alzato ci deve essere qualcosa dentro, teniamo presente che si riferisce alle sue esperienze in cui si è alzato il livello di qualcosa, pensate allo scopo dell'esperimento che è per verificare se la sostanza c'è ancora non cercare di vederla

**Ale. Ad.:** però la Coca cola è un liquido la sostanza che abbiamo detto è solida

**DA:** sì è solida però quando va nell'acqua e si scioglie diventa un liquido

...

**DA:** anche una cosa solida se la metti dentro ad un bicchiere di acqua anche se non si scioglie aumenta comunque il livello dell'acqua perché quando io mi faccio il bagno faccio alzare il livello

**Laura:** comunque anche se si alza il livello del liquido che c'è nel contenitore si è vero che vuol dire che c'è dentro qualcosa però non ...non ...

**Ins:** la consegna è dimostrare che è ancora presente la sostanza, non che la vedi

**Manuel:** però magari appena hai messo la sostanza gialla nell'acqua l'acqua si può alzare però appena hai girato un po' di polverina si può essere sciolta

**Ins:** tutta si scioglie e allora? Non sarà più alto il livello?

**Manuel:** no perché l'acqua si alza soltanto se non si scioglie

**Matteo:** volevo dire a Manuel che sì che con la soluzione dell'acqua si alza un po' il livello perché la polverina che diventa quella soluzione va dentro l'acqua e la fa alzare perché anche quella si mischia con l'acqua e diventa un liquido

**Ins:** e quindi la fa alzare

► **Realizzazione degli esperimenti e verifica delle ipotesi: i bambini vedono** che la sostanza solubile bianca non "scompare" dall'acqua, ma diventa "invisibile pur essendo presente, con tutta la sua massa".

## 2d. Arrivare alla definizione di sostanza solida solubile in acqua

► Lavoro individuale scritto che costituisce il momento di verifica finale del percorso.

Viene chiesto a ciascuno di scrivere cosa sono una sostanza solubile e una non solubile, ripensando a tutto il lavoro svolto.

Esempi dai bambini:

*Una sostanza solubile si scioglie, se è colorata l'acqua prende il colore della sostanza, se invece la sostanza è bianca, l'acqua diventa come prima, cioè incolore, noi sappiamo che la sostanza c'è ma non si vede, quindi SOSTANZA+ACQUA=SOLUZIONE, cioè acqua e sostanza unite.*

*Una sostanza non solubile rimane sul fondo però l'acqua prende il colore della sostanza, e così l'acqua e la sostanza non stanno unite ma separate. (S.G. classe III)*

*Una sostanza solida solubile nell'acqua si scioglie, si "unisce" all'acqua. e, se è colorata, la sostanza lascia il suo colore, invece se è bianca sembra acqua normale.*

*Una sostanza non solubile si comporta così: la sostanza rimane nel fondo (del bicchiere) e lascia l'acqua in cima. (I. V. classe III)*

Esempi in cui si notano imprecisioni e difficoltà nella generalizzazione:

*Una sostanza solubile (ad esempio quella azzurra) si scioglie nell'acqua e subito va sul fondo perché non l'abbiamo ancora mescolata. Quando mescoli la sostanza si scioglie e l'acqua diventa tutta azzurra e quindi l'acqua non è più incolore ma è colorata.*

*la sostanza non solubile (ad esempio quella nera) non si scioglie anche se l'abbiamo mescolata, rimane sempre nel fondo la sostanza e l'acqua non diventa nera ma rimane incolore. (A. C. classe III)*

*Il sale rimane nell'acqua e l'acqua non è colorata*

*le sostanze non solubili non si sciolgono e rimangono nel fondo. (M. P. classe III)*

► Discussione conclusiva in cui si giunge alla scrittura di una definizione condivisa:

*Si dice solubile una sostanza che, a contatto con l'acqua, scompare alla vista. Se la sostanza è colorata, l'acqua prende il suo colore, se è bianca, l'acqua torna incolore. Anche se la sostanza non si vede, c'è con tutto il suo peso.*

## Olive in salamoia e frutta sciropata

*Si dice non solubile una sostanza che, a contatto con l'acqua, non si scioglie e rimane sul fondo del contenitore, separata dall'acqua. (classe terza)*

*Una sostanza solubile a contatto con l'acqua va a fondo, ma mescolando si sparge dappertutto e si mischia così tanto con l'acqua che i suoi granuli non si vedono più però la sostanza è ancora nel liquido che diventa trasparente colorato se la sostanza è colorata, trasparente incolore se la sostanza è bianca. (classe quarta)*

Le definizioni si situano a livelli diversi di generalizzazione e riferimento contestuale al fenomeno secondo la tipologia della classe. E' importante che i bambini siano avvertiti della provvisorietà della definizione che verrà precisata con il continuare degli studi.

### **3. Alcune considerazioni a posteriori: riflessioni e problemi aperti.**

Punti di forza del lavoro:

- abbiamo sperimentato il ruolo dell'insegnante come attivatore di processi;
- le consegne e le discussioni hanno consentito ai bambini di sviluppare competenze comunicative e argomentative (lingua come strumento del pensiero);
- la richiesta di "progettare", mettendo i bambini in condizione di farlo liberamente, ha aperto la porta alla creatività di tutti, anche dei più deboli;
- eravamo consapevoli che occorresse muoversi nell'ambito del macroscopico<sup>9</sup>, dell'osservazione e descrizione dei fenomeni e non della loro spiegazione interpretativa, e l'interesse delle classi per il lavoro, mantenutosi alto fino alla fine, con produzione di elaborati e discussioni di buona qualità, ha confermato la correttezza di questa prospettiva con bambini della scuola primaria.

Riteniamo che lavorare sul "macro" non significhi appoggiarsi solo su ciò che "si vede a occhio" (e in questo l'attività è emblematica perché ad un certo punto la sostanza non si vede più!) ma soprattutto su ciò che i bambini possono davvero comprendere osservando, manipolando e stabilendo relazioni. Ci siamo volutamente fermati ad osservare quel che succede (*il sale non si vede più, c'è o non c'è? Come possiamo fare a capirlo?*) evitando di chiedere o fornire spiegazioni interpretative del fenomeno (*perché il sale si scioglie?*) che avrebbero richiesto conoscenze sulla struttura della materia che bambini di questa età non possono controllare e comprendere ma solo "credere", fidandosi della spiegazione dell'insegnante o del libro di testo.

Punti di debolezza:

- il tempo e la sua gestione è stata una variabile impazzita: ci è esploso tra le mani e si è dilatato a dismisura; segnale positivo perché dimostra che i bambini hanno mantenuto l'interesse, ma negativo rispetto alla nostra capacità di progettazione e di analisi a priori della situazione didattica;
- in alcuni bambini (si tratta di pochi casi) sembrano permanere concezioni errate che neanche la verifica sperimentale è riuscita a modificare;
- il progetto prevedeva anche un momento di riflessione metacognitiva sul percorso svolto: non siamo riuscite a realizzarlo e questo mantiene vivo il desiderio di una nuova ricerca;
- si pone l'interrogativo su come tali argomenti saranno trattati nel successivo ordine di scuola e se un lavoro di questo tipo possa trovare un effettivo sviluppo ed approfondimento o, invece, una netta discontinuità a favore di proposte che mirano alla sola memorizzazione di definizioni, non costruite con i bambini.



**Bibliografia e note**

1. Il lavoro è stato condotto nell'anno scolastico 2007/08 in due scuole diverse ed ha coinvolto le classi III A e III B (modulo) della Scuola Primaria di Masone (Ge), insegnante Zunino Lia, e la classe 4<sup>^</sup> C (tempo pieno) della Scuola Primaria "P. Thour" di Genova Pra', insegnante Caviglia Giuseppina.
2. A. Borsese, *Comprensibilità e comprensione nella comunicazione didattica*, Orientamenti Pedagogici, vol. 52, n. 5, settembre-ottobre 2005, pp. 739-747.
3. A. Borsese, *Competenza comunicativa, competenza linguistica e insegnamento*, UeS, Università e Scuola, anno IV, N. 1/R, 1999, pp 29-34.
4. "Tutte le discipline dell'area hanno come elemento fondamentale il laboratorio inteso sia come luogo fisico (...) sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati e a confrontarli con le ipotesi formulate, negozia e costruisce significati interindividuali, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive. In tutte le discipline dell'area, inclusa la matematica, si avrà cura di ricorrere ad attività pratiche e sperimentali e a osservazioni sul campo, con un carattere non episodico e inserendole in percorsi di conoscenza." Da *Indicazioni per il curricolo, Area matematico-scientifico-tecnologica*, Roma settembre 2007.
5. Intendiamo *discussione* secondo il significato dato dal Gruppo di Ricerca di Modena che si riferisce a M. Bartolini Bussi, applicabile a nostro avviso anche alle scienze sperimentali: "una discussione matematica è una polifonia di voci articolate su un oggetto matematico (concetto, problema, procedura), che costituisce un motivo dell'attività di insegnamento apprendimento." (...) "Il termine voce è qui usato nel senso di Bachtin per intendere una forma di discorso e di pensiero che rappresenta il punto di vista di un soggetto, il suo orizzonte concettuale, il suo intento e la sua visione del mondo. Una voce ha quindi una componente interna (pensiero) e una componente esterna (discorso) che rende possibile la comunicazione...". *Interazione sociale e conoscenza a scuola: la discussione matematica*, Modena 1995.
6. Nel senso dato da P. Boero, "...per "campo di esperienza" si intende anzitutto un ambito dell'esperienza culturale dell'uomo in cui si attivano particolari comportamenti evocati dalle parole e dagli altri segni utilizzati per comunicare: l'espressione "ombre del sole" di per sé attiva immagini, ricordi, conoscenze sul fenomeno; la visione delle monete correnti (come la parola "moneta") evoca esperienze di acquisto, ecc.; la scrittura  $x^2-3x+2=0$  richiama, per tutte le persone che hanno frequentato la scuola superiore, una procedura per trovare le soluzioni di tale equazione..." in [http://www5.indire.it:8080/set/set\\_linguaggi/materiali/parole/campo.html](http://www5.indire.it:8080/set/set_linguaggi/materiali/parole/campo.html)
7. vedi "La didattica del confronto" in <http://didmat.dima.unige.it>, Rapporti Tecnici, classe II, pag 12 e segg. e in [http://www5.indire.it:8080/set/set\\_linguaggi/materiali/parole/did\\_confr.html](http://www5.indire.it:8080/set/set_linguaggi/materiali/parole/did_confr.html)
8. Cfr. A. Borsese, *La definizione nel processo di insegnamento-apprendimento: sintesi concettuale o insieme di parole da ricordare a memoria?* CnS, La Chimica nella Scuola, nov-dic 2004, 157-160.
9. Cfr. A. Borsese, *Obiettivi, metodologie e contenuti nell'insegnamento della chimica nella scuola*, I Problemi della Pedagogia, n°4, 1980, Ed. L. Volpicelli, Roma.

# ACQUA, SUOLO E COLORE

## Un percorso didattico verticale dalla Scuola Primaria alla Scuola Secondaria di I grado

CRISTINA DURANTI  
ITGA "E. Santoni" - Pisa - c.duranti@katamail.com

### Riassunto

Viene presentato un percorso didattico verticale, articolato fra scuola primaria e scuola secondaria di primo grado, relativo a vari aspetti del suolo: composizione granulometrica, velocità di sedimentazione delle diverse parti, acqua contenuta, colore (in relazione con la composizione chimica). Il percorso è stato sperimentato in alcune classi di un istituto comprensivo; il lavoro è stato condotto seguendo la strategia della peer education, coinvolgendo come tutor allievi di un istituto tecnico agrario.

### Premessa

"Ma qui dentro c'è proprio tutto!" ha esclamato trionfante una bambina di quarta della Scuola primaria nel momento in cui, dopo aver svolto e discusso con i compagni un'esperienza sul rapporto acqua-suolo, l'ha messa per iscritto e ha fatto il calcolo dell'acqua assorbita con una sottrazione da lei ritenuta "molto difficile".

L'alunna ha perfettamente colto la finalità del percorso che le è stato offerto: fare di una "lezione di scienze" l'occasione per riflettere su che cosa sia una sensazione individuale e che cosa sia "oggettivo", per scrivere di scienze "in italiano" usando anche l'aritmetica per elaborare i risultati di alcune misure.

Il percorso didattico qui presentato è stato ideato e sperimentato nell'ambito del Progetto "Scuola Aperta" 2008 ed è nato dalla collaborazione tra l'Istituto Comprensivo "Fibonacci" e l'Istituto "Santoni" di Pisa; in particolare la "consulenza" dell'Indirizzo Perito Agrario è stata anche un utile supporto per alcune classi di scuola primaria coinvolte dalle loro insegnanti nel Progetto "Un orto in ogni scuola" promosso dal Comune di Pisa.

Del rapporto acqua-suolo-colore, in questo articolo, sono stati ritagliati gli aspetti che potremmo definire inorganici ma, per gli evidenti agganci con le scienze della natura, il tema si è saldato con il lavoro dell'Orto e troverà ulteriori sviluppi nella classe successiva; il suolo rappresenta, infatti, un esempio assai significativo di sistema complesso da affrontare nell'ottica dell'integrazione delle scienze sperimentali.

L'esperienza è stata condotta scegliendo la strategia della peer-education: un gruppo di studenti di una seconda classe dell'Istituto Tecnico Agrario ha preparato e messo a punto, come approfondimento, alcune esperienze sui rapporti acqua-suolo-colore e, successivamente, ad ognuno di loro è stata affidata la guida un gruppo di bambini provenienti da classi quarte di diversi plessi dell'IC "Fibonacci".

Ogni incontro ha previsto

- La presentazione del problema attraverso una discussione guidata: "Hai mai "guardato dentro" la terra? Cosa pensi di trovarci? C'è l'acqua oppure no? Rimane più acqua nell'argilla o nel compost?"
- Lo svolgimento di un'attività sperimentale accompagnata dalla discussione del significato delle azioni da effettuare e della loro sequenza "Come fai a misurare il peso della terra dentro il bicchiere! E il peso del bicchiere? (problema della tara).
- Discussione/socializzazione delle percezioni esperite e delle osservazioni raccolte e il confronto sui termini da usare: "Che cosa hai sentito? Come lo puoi descrivere? Hai avuto le stesse sensazioni del compagno? Useresti le stesse parole?"
- Descrizione individuale sui quaderni dell'esperienza con correzione immediata da parte del conduttore
- Eventuale organizzazione dei dati in tabelle e svolgimento di calcoli
- Condivisione delle conclusioni

Il gruppo (la classe) insegnante/i compreso/i è una comunità di ricerca, in cui l'apprendimento cooperativo è costantemente messo in atto attraverso il confronto di idee e di strategie risolutive. L'insegnante non solo guida, ma innesca e sostiene la motivazione; l'alunno deve essere motivato a sostenere una grande fatica intellettuale e deve quindi percepire che il suo contributo è prezioso. Ha bisogno di sentirsi compreso e incoraggiato ad agire non per compiacere l'insegnante ma per costruire sapere; per questo è così centrale il ruolo del problem-solving.

L'apprendimento significativo si realizza se nel discente si alimentano in egual misura motivazione, cognizione e metacognizione.

Alla luce di quanto appena affermato, sono stati scelti strumenti in armonia con le scelte di metodo. È stato evitato, ad esempio, l'uso precoce del microscopio e si è largamente impiegata la lente contafili con l'intento preciso di svincolare l'allievo dal "controllo" dell'insegnante e di farne "un detective naturalista" indirizzandolo all'osservazione dell'insieme (con l'occhio) ma anche del particolare (con la lente). Il contafili, quindi, come strumento privilegiato di osservazione per incoraggiare il rapporto diretto con le cose e anche per favorire l'habitus mentale a guardarsi intorno ponendosi il problema visione d'insieme/dettaglio.

Sul piano della comunicazione è stata incoraggiata l'osservazione e la descrizione di oggetti, eventi e procedimenti con più di un linguaggio (disegno, verbalizzazione orale e scritta, uso della fotografia) prestando molta cura alla condivisione dei significati e all'appropriazione di una terminologia scientifica adeguata alla fascia scolare. Gli alunni hanno lavorato con quaderno individuale di scienze, matite colorate, lente contafili 10X e macchina fotografica.

## PARTE PRIMA: IL PERCORSO DIDATTICO PER LA SCUOLA PRIMARIA

### FASE 1: LA TERRA IN GIARDINO

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

Il suolo naturale è un sistema dinamico, che **si evolve** per azione della particolare combinazione dei **fattori** geologici, climatici, ecologici ed antropici che caratterizzano una determinata area e conferiscono al suolo una specifica individualità.

Il suolo agrario è, viceversa, un sistema profondamente alterato dalle pratiche agronomiche e non presenta più la morfologia del suolo naturale primigenio. Un suolo urbano, poi, è il risultato di interventi di mescolanza e riporto ed è soggetto a processi di contaminazione specifici.

L'insegnante deve ben sapere in quale condizione si trova ad operare e tener presente l'ubicazione del giardino della scuola. Se il suolo è urbano sarà utile fare qualche indagine per appurare se è terreno riportato oppure no e fare qualche campionatura preliminare per evidenziare eventuali residui di laterizi o leganti edilizi (malte, cemento).. Inoltre è opportuno che faccia un sopralluogo per individuare situazioni particolari che differenziano una zona dall'altra (traffico, insolazione, presenza di alberi caducifolia, presenza di siepi sempreverdi, ristagni d'acqua) per progettare correttamente le attività.

#### Attività 1: il prelievo

##### Materiali

- Una paletta da giardiniere
- Piantabulbi
- Cartapaglia
- Guanti monouso

##### PROCEDIMENTO

I bambini, divisi in 3-5 gruppi, sono condotti nel giardino della scuola e sono invitati a scegliere un punto dove campionare, uno diverso per ogni gruppo; con un piantabulbi prelevano un campione circa cilindrico ed osservano la copertura vegetale, la disegnano, la fotografano ed infine l'asportano per ottenere solo terra. Dalle fotografie scattate in questa fase potrà prendere avvio un percorso sulle piante.

I bambini tornano in aula e ogni gruppo osserva il proprio terreno con la lente contafili descrivendo quello che vede sia oralmente che per scritto.

Ogni gruppo "analizza sensorialmente" il proprio campione (umidità, colore, odore, compattezza, presenza di sassolini, di sabbia) e, successivamente, presenta le proprie osservazioni al resto della classe. L'insegnante evidenzia le eventuali differenze dei risultati e, stimolando la discussione, sintetizza alla lavagna.

	Gruppo n.1	Gruppo n.2	Gruppo n.....
Con l'occhio			
Con il naso			
Con le mani			

Solitamente rilevano il colore, l'odore, presenza di sassolini, presenza di grumi, la compattezza/ friabilità.

“Come si possono spiegare le differenze rilevate? “ Guardiamo in quale parte del giardino ogni gruppo ha preso il proprio campione: “Era all'ombra? C'era ristagno d'acqua? C'erano foglie? C'erano alberi o cespugli?”

L'insegnante conduce la discussione in modo da far emergere che le caratteristiche del suolo sono riconducibili alla specifica situazione del punto di prelievo; per esempio, in una zona più assolata la terra è meno umida, più chiara e non ha odore di muffa mentre in una zona ombrosa è più umida, ha tonalità più scura e si avverte molto di più il sentore di muffa.

La sintesi della discussione è trascritta sul quaderno di scienze e la classe decide su quale zona del giardino continuare ad indagare.

La classe torna in giardino e tutti i gruppi fanno un nuovo prelievo nello stesso posto ma, poiché questa volta ci si occupa solo del suolo, si tolgono i primi 5 cm con una paletta.

In aula i ragazzi stendono il terreno su un foglio di carta paglia e lo lasciano all'aria una settimana registrando che cosa

## Acqua, suolo e colore

cambia giorno per giorno (colore, odore, umidità, friabilità...)

### Attività 2: il setacciamento

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

Il suolo è costituito da scheletro e terra fine dove per scheletro s'intende la frazione a granulometria superiore a 2 mm mentre la terra fine è costituita da sabbia, limo, argilla e dalla frazione organica che non supera mai il 6% in peso del terreno secco. Il suolo è dotato anche di struttura che è l'aggregazione delle particelle primarie, (sabbia, argilla e limo) in grumi detti anche aggregati naturali o particelle secondarie; l'aspetto più caratteristico è la porosità che permette il passaggio dell'aria e dell'acqua.<sup>1</sup> La prima operazione di setacciamento permetterà, quindi, di separare lo scheletro e gli aggregati più stabili specie se il terreno è ricco di argilla; sarà utile far notare che non tutti i sassolini setacciati "resistono" allo schiacciamento: alcuni si sgretolano e non sono veramente sassolini ma grumi di "terra".

#### Materiali

- una paletta da giardiniere
- colino a maglie di 2 mm
- matterello
- guanti monouso

#### PROCEDIMENTO

Con un colino a maglie di 2 mm i bambini setacciano il terreno mettendo da parte la terra fine: "Che cosa rimane sul setaccio? Guardiamolo con la lente contafili: che aspetto hanno i sassetti? C'è qualche residuo di mattoni? C'è qualche residuo di cemento o di calcinacci? È ghiaia come quella usata nei vialetti dei giardini?"

I ragazzi sono inviati a disegnare e fotografare ciò che è rimasto sul colino e a trasferirlo sopra un foglio.

Provate a schiacciare con un matterello di legno: "Che cosa accade? Potevate aspettarlo, per esempio, dal colore?"

Rimettete tutto nel colino e setacciate di nuovo: ora osserva che cosa non è passato (lo scheletro) fotografalo e disegna.

L'insegnante guida la discussione e pone un problema " questa parte sassosa serve alle piante oppure è dannosa?"

Ai bambini è data la consegna di indagare sulla terra contenuta nei vasi di plastica delle piante comprate dal fioraio per arrivare ad identificare la presenza di argilla espansa o di polistirolo espanso con la funzione di facilitare il drenaggio. Anche lo scheletro serve: se non ci fosse, l'acqua potrebbe intasare la terra e far morire le piante perché anche le radici respirano.

### FASE 2: DI CHE COSA È FATTA LA TERRA

#### Attività 3: la sedimentazione

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

La maggior parte dei libri di testo consiglia di svolgere questa esperienza sul terreno tal quale e non dà indicazioni sulle dimensioni del recipiente; i docenti che la effettuano così lamentano di ottenere risultati poco entusiasmanti: in genere si apprezza il materiale organico che galleggia e lo scheletro che scende rapidamente.

Si deve ricordare che la sedimentazione si basa sulla legge di Stokes che considera la velocità di caduta di particelle sferiche in un fluido in quiete a temperatura costante.

"Un corpo immerso in un fluido in quiete sedimenta con velocità direttamente proporzionale alla differenza di densità tra corpo e fluido, al quadrato del raggio equivalente del corpo stesso, all'accelerazione gravitazionale, ed inversamente proporzionale alla viscosità del fluido".

$$v = \frac{2 \times g \times (D - d) \times r^2}{9\eta}$$

Quindi la velocità di caduta non dipende solamente dalla diversa densità delle particelle ma anche dalle loro dimensioni; il suolo è quasi sempre dotato di struttura (glomeruli, lamelle, prismi) e il glomerulo a raggio maggiore sedimenta più velocemente di quello a dimensioni minori anche se entrambi sono costituiti dallo stesso materiale. D'altra parte, se si vuol osservare qualcosa di significativo, è necessario dotarsi anche di un recipiente di altezza sufficiente a permettere la separazione delle diverse frazioni granulometriche: in genere va bene una bottiglia di altezza superiore a 30 cm.

1. Belsito, Fraticelli, Salisbury, Ross Chimica Agraria 1999 Zanichelli Bologn p. 232

**Materiali**

- acqua
- bottiglie di plastica di altezza non inferiore a 30 cm con tappo
- mortaio e pestello
- guanti monouso

**PROCEDIMENTO**

I bambini hanno separato la terra fine dallo scheletro ed ora sono invitati ad indagare proprio su quest'ultima.

“La terra setacciata è un materiale unico oppure è un miscuglio di più materiali? Guardate con la lente: che cosa osservate? Come si possono separare i diversi componenti?”

Il docente non fornisce la soluzione e mette a disposizione degli alunni bottiglie di plastica trasparente e acqua.

Magari, lasciando cadere in una bottiglia di acqua una manciata di sabbia e ghiaio l'insegnante può indirizzare i ragazzi ad effettuare una sedimentazione: la sabbia cade più velocemente, la torbida si separa lentamente e della “roba scura” galleggia sul liquido.

Per il modus operandi si fa riferimento al protocollo descritto in Caratteristiche del terreno in La Chimica alle elementari.

Prendi delle foglie secche, pestale in un mortaio e mettile nell'acqua: galleggiano o cadono Ripeti l'osservazione con un pochino di terriccio raccolto sotto un albero: “Puoi fare un'ipotesi su che cosa sia “la roba nera” che hai visto galleggiare?”

Osserva bene la frazione che è scesa più rapidamente:” Che cosa ti sembra che sia?”

Il materiale che intorbida l'acqua e che impiega tanto tempo a scendere è argilla<sup>2</sup>.

**FASE 3: TOCCA E INDOVINA****Attività 4: la manipolazione (all. 1)****Materiali**

- sabbia di fiume, terreno argilloso, terriccio torboso
- acqua
- cucchiaino
- scottex

Prendiamo sabbia, argilla e terriccio e lasciamo tutto all'aria per una settimana in modo che i materiali secchino.

Tocchiamo: metti un cucchiaino di sabbia nel cavo di una mano e strofinalo delicatamente con l'altra mano: descrivi le tue sensazioni.

Nell'esperienza effettivamente svolta i bambini hanno affermato che la sabbia “scalda” perché sfregandola per attrito dà calore, e che la sabbia è bagnata contro ogni evidenza perché tutti i materiali erano stati essiccati e gli alunni lo sapevano bene..

È seguita un'inaspettata discussione sul significato dell'aggettivo bagnata,

Docente: “Cosa vuol dire bagnata?” “Che la sento bagnata!”

Docente: “Quando dici che un oggetto è bagnato?” “Quando c'è l'acqua.”

Docente:” Allora la sabbia ti lascia acqua sulla mano?“ ”No, la mano resta asciutta”

Docente:” Ma se la mano rimane asciutta, perché dici che la sabbia è bagnata?“ ”No, forse non si deve dire bagnata ma fresca”

Il dialogo è interessante perché evidenzia come non solo il linguaggio ma la stessa percezione sensoriale sia influenzata dalle esperienze pregresse del discente.. Il binomio acqua-sabbia è un'associazione molto radicata nell'esperienza dei bambini che incontrano sempre la sabbia dentro o in vicinanza dell'acqua: al mare, in riva ad un lago o ad un fiume. Il bambino si aspetta che sia bagnata e probabilmente suppone che l'adulto si aspetti da lui tale risposta: Ma il bambino deve “fidarsi” di se stesso e imparare a riferire esattamente le proprie percezioni per analizzarle ed elaborarle in concetti; l'insegnante deve coltivare la naturale curiosità del bambino.



2. A questo livello sabbia e limo non si distinguono mentre è molto evidente il comportamento colloidale dell'argilla che produce una torbida piuttosto stabile che richiede tempi molto più lunghi degli altri componenti per sedimentare. Il limo ha caratteristiche intermedie tra sabbia fine e argilla e non ha proprietà colloidali.

Acqua, suolo e colore

### Attività 5: l'impastamento (all. 2)

#### Materiali

- sabbia di fiume, terreno argilloso, terriccio torboso
- acqua
- cucchiaino
- scottex

Proviamo a impastare come fa il vasaio: i tre materiali come si comportano? Come possiamo definirli in rapporto all'impastamento? L'argilla è facilmente modellabile in palline o bastoncini abbastanza grandi: l'argilla è plastica mentre sabbia e humus no.

Se ora riprendete in mano la terra del giardino, potete cercare di capire se contiene sabbia, argilla o entrambe?

### FASE 4: CERCA L'ACQUA

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

Nella fase del prelievo i bambini hanno già apprezzato sensorialmente la presenza di umidità nel suolo, ora si tratta di rivolgere l'attenzione all'acqua che non si vede, cioè alla cosiddetta acqua igroscopica che non è utilizzabile dalle piante e che si rivela solo a temperature vicine a 100°C.

Nel suolo si è soliti distinguere acqua igroscopica, acqua gravitazionale e acqua capillare. L'acqua gravitazionale è la frazione che percola liberamente nel terreno e che, a sua volta, non è disponibile per le piante.

Solo una parte di acqua capillare, cioè che circola nei micropori del terreno, è accessibile alle piante.

La quantità massima di acqua che può essere ritenuta da un suolo è detta capacità idrica massima e realizza la condizione di completa saturazione dei macropori e dei micropori: in queste condizioni il terreno è asfittico e inadatto alla crescita vegetale.

I terreni migliori sono quelli di medio impasto detti anche franchi; un suolo equilibrato ha una percentuale di sabbia (dal 35 al 55%) tale da permettere buona circolazione idrica e sufficiente ossigenazione, una percentuale di argilla (dal 10 al 25%) tale da mantenere sufficiente umidità nei periodi asciutti, di permettere la strutturazione e di fissare i nutrienti; una frazione trascurabile di scheletro. Nei terreni franchi il limo è presente in percentuali che vanno dal 25 al 45%, tanto minore è il tenore in limo tanto migliore è la qualità del suolo.

### Attività 6: l'acqua che non si vede (all.3)

#### Materiali

- sabbia di fiume, terreno argilloso, terriccio torboso; i campioni sono tutti secchi all'aria
- acqua
- cucchiaino
- becher con vetro da orologio (sostituibili con una formina di alluminio per dolci completa di disco di chiusura)
- piastra riscaldante

Nel terreno essiccato è rimasta intrappolata dell'acqua? Provate a sfregarne un po' nella mano: provate sensazione di asciutto o di bagnato? In tutti e tre i casi la sensazione è di secchezza se non addirittura di aridità.

L'insegnante chiede agli alunni di mettere un cucchiaino di ogni materiale in un becher, coprire con un vetro da orologio e scaldare sulla piastra. Che cosa osservate?

L'acqua evidenziata in questo modo, secondo voi, può essere catturata dalle radici delle piante?

### Attività 7: quanta acqua rimane? (all. 4)

#### Materiali

- sabbia di fiume, terreno argilloso, terriccio torboso, i campioni sono tutti secchi all'aria
- acqua
- cucchiaino
- bilancia da cucina  $\pm 1g$
- bicchieri di plastica bucherellati,
- fazzolettino di carta
- becher adatto a contenere il bicchiere di plastica (va bene anche il fondo di una bottiglia di plastica)



Quanta acqua riesce ad essere assorbita al massimo da sabbia, argilla e terriccio torboso? Sarà uguale in tutti i casi oppure c'è un materiale che ne "trattene" di più?

L'insegnante prende una spugna, la immerge nell'acqua, lascia scolare il liquido di troppo: quella che rimane è la quantità massima d'acqua che può rimanere intrappolata nella spugna.

Prendendo spunto da questo "modello di suolo" potete escogitare un procedimento per valutare quanta acqua "assorbe al massimo" un terreno?

Avete a disposizione bilancia, fazzolettino di carta, un bicchiere di plastica bucherellato, sabbia, argilla e terriccio torboso, acqua, un becher.

L'insegnante guida i ragazzi nella scelta di una procedura "scientifica" per risolvere il problema.

I bambini devono sempre prendere la stessa massa di ogni campione per poter fare confronti immediati: non possono usare le percentuali!

Il docente li deve guidare all'osservazione del fatto che anche la carta assorbe acqua e da qui la necessità di tarare il bicchierino con i veli del fazzolettino bagnati.

E, infine, l'integrazione con l'aritmetica: i ragazzini devono scoprire da sé quale operazione compiere per calcolare la ritenzione idrica e, in particolare, devono essere in grado di eseguire sottrazioni "con il prestito".

## FASE 5: IL COLORE

### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

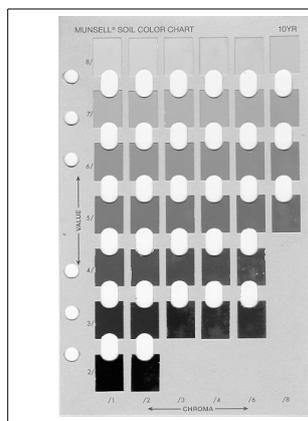
Alla fine del 1800 l'americano Albert Munsell<sup>3</sup>, pittore e docente di materie artistiche, elaborò i principi base del sistema di misurazione del colore che porta il suo nome; nel 1905 pubblicò "Note sul colore" ed nel 1915 "L'atlante del colore di Munsell" nel quale erano contenuti campioni colorati relativi a dieci tinte ed ai loro intervalli di luminosità e saturazione. Dal 1954 il colore del suolo è codificato tramite le tavole colorimetriche "Munsell Soil Color Charts", nelle quali esso è espresso dalla combinazione di tre variabili: hue, colore dominante; value, luminosità relativa del colore; chroma, intensità del colore. Ad esempio il colore giallo rossastro è designato dalla sigla 7,5YR7/8, dove 7,5YR è la hue, 7 il value, 8 il chroma.

La determinazione del colore dei suoli è una chiave per facilitare la lettura del paesaggio. Semplificando si può affermare che i terreni molto ricchi di materia organica sono bruni, quelli più ricchi di calcare sono chiari e quelli ricchi di ferro vanno dal giallo, all'arancio al rosso-bruno in dipendenza del grado di idratazione dei minerali. Il tenore di umidità comporta una accentuazione della tinta (umido) o un suo schiarimento (secco).

### Attività 7: il colore del suolo (all.5)

#### Materiali

- Copie delle tavole della carta del colore del suolo di Munsell
- Vari campioni di suolo
- Carbone, ossido di ferro (ruggine), carbonato di calcio (polvere di marmo)



I bambini sono invitati a portare vari campioni di terreno da casa, e così anche l'insegnante che avrà cura di procurarsi una torba scura, argille di colori diversi tra le quali una quasi bianca e una rossa.

Carbone, ruggine, polvere di marmo serviranno come riferimenti per il nero, il rosso e il bianco. Agli alunni è chiesto di descrivere con parole loro i colori dei campioni quando sono secchi e quando sono inumiditi per rendersi conto che l'umidità li rende più scuri e ad impastarli per riconoscere la presenza di argilla.

Ma che cosa ci può essere "di rosso" un suolo? Questo rosso che cosa vi ricorda?

Quelli rossi hanno colorazioni simili alla ruggine: i suoli rossi contengono ferro.

I ragazzi confrontano i campioni con i riferimenti (carbone, ruggine e carbonato di calcio) e vedono che i terreni più ricchi di materia organica sono bruni, quelli argillosi hanno una gamma ampia di colori, da quasi bianchi a rossi.

3. <http://www.coloracademy.co.uk/ColorAcademy%202006/subjects/munsell/munsell.htm>

Acqua, suolo e colore

### **Attività 8: dipingere con le terre**

#### **Materiali**

- Terreni di diversi colori seccati all'aria
- Polvere di carbone,
- Polvere di marmo
- Martello
- Mortaio e pestello
- Bicchieri di plastica
- Lapis e penne di vari colori
- Pennelli da pittura di varie dimensioni
- Acrilico per dipingere (vinavil)
- Spugne e cenci per pulire
- Carta
- Cartoncino per fare mascherine

Fai essiccare i campioni di terreno di vari colori su un foglio di carta per una settimana, disgregali con un martello e riducili in polvere in un mortaio con un pestello.

Raccogli ogni campione in un bicchiere di plastica osservando i colori.

Sul foglio di carta fai un disegno del soggetto da rappresentare con il lapis e fissa il foglio al tavolo o al banco con quattro strisce di cartoncino in modo che il lavoro essicchi senza accartocciarsi.

Versa piccole quantità di base acrilica in un bicchierino e aggiungi piccole quantità di terreno polverizzato e prova ad ottenere colori più o meno intensi anche mescolando altre terre.

Puoi usare il carbone per scurire e la polvere di marmo per schiarire.

Con i diversi di pennelli, spugna e cenci dipingi il tuo disegno.

Quando il lavoro è secco, eventualmente, stendi un secondo strato di colore.

## **PARTE SECONDA: IL PERCORSO DIDATTICO PER LA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO**

Lo sviluppo del percorso per la scuola secondaria di I grado dovrebbe partire dal presupposto che alla scuola primaria gli studenti abbiano svolto le attività prima descritte: questo, per vari motivi, raramente si verifica.

Nella consapevolezza di questa situazione, la proposta che segue suggerisce la ripetizione di esperimenti previsti per la scuola primaria anche se inquadrati in un'ottica ben diversa. La filosofia di fondo è quella di passare gradualmente dal qualitativo al quantitativo contando sull'uso di strumenti matematici più evoluti che, in questa fascia d'età, il ragazzo dovrebbe aver acquisito (per esempio l'uso delle proporzioni) e di andare a interpretare le osservazioni con l'introduzione di concetti più raffinati che preludono ad un approccio disciplinare: separazione di miscugli, soluzioni, reazione chimica, adattamento agli esseri viventi all'ambiente, evoluzione del paesaggio.

### **FASE 1: LA TERRA IN GIARDINO**

#### **Attività 1: il prelievo**

##### **Materiali**

vedi Scuola Primaria

##### **PROCEDIMENTO**

L'insegnante domanda agli alunni se, per studiare il suolo, il prelievo del campione deve seguire una particolare procedura indirizzando l'attenzione sulle alterazioni superficiali e, in particolare, antropiche che subisce il terreno. I ragazzi metteranno a punto un protocollo che tiene conto del fatto che i primi 10 cm di suolo sono profondamente influenzati da fattori biotici e non biotici e che, di conseguenza, dovranno essere eliminati.

L'attività seguente si realizza analogamente a quella descritta per la scuola primaria: dall'analisi sensoriale si arriva alla prima catalogazione dei terreni, per colore, odore e "struttura".

I ragazzi sono invitati a trovare autonomamente una forma adeguata (la tabella) per organizzare le osservazioni.

Qui, però, si insiste subito sull'osservazione della struttura: "Come si presenta il campione? È Composto da grumi, lamelle oppure.. Questi grumi sono tutti uguali? Si disgregano quando li strofini nelle mani oppure no? Cosa accade se schiacci la terra con un matterello? Guarda con la lente contafili: che cosa osservi?"

Gli studenti osserveranno radici, piccoli artropodi, residui organici a diversi gradi di decomposizione, sabbia, piccoli sassi. In un suolo urbano, per esempio, sono sempre presenti resti di malta, cemento e frammenti di laterizi; non è raro scoprire, seguendo le notizie di un telegiornale, che il suolo è spesso usato come discarica illegale di materiali pericolosi e, quindi, si ragiona delle alterazioni dovute all'attività umana e alla necessità della conservazione e della salvaguardia del suolo. Ma si coglie anche l'occasione per affrontare i temi dello smaltimento corretto dei rifiuti a partire da quelli prodotti in aula e a casa.

L'osservazione-manipolazione del terreno è anche lo spunto per iniziare a lavorare sulle piante e, in particolare sulle radici, per poi passare alle altre parti di una pianta superiore. "Osserva e descrivi le radici: quali differenze osservi? A che cosa servono le radici? Le parti sotterranee delle piante sono sempre radici? La cipolla è una radice? E la patata?"

## **Attività 2: preparazione del campione e setacciamento**

### **Materiali**

vedi Scuola Primaria; servono però vari setacci con maglie a luce diversa, compreso un setaccio per farina

### **PROCEDIMENTO**

Si mettono a disposizione vari setacci che differiscono per le dimensioni delle maglie fino ad arrivare al setaccio per farina.

Gli studenti hanno già osservato che il terreno è organizzato in glomeruli/grumi/ lamine che se non sono disgregati rimangono insieme allo scheletro.

L'insegnante raccoglie il problema o ne stimola l'emergenza per arrivare alla preparazione del campione. Il campione deve essere seccato all'aria e disgregato.

"Ma il terreno si disgrega sempre bene?" No, allora è necessario usare l'acqua per "sciogliere" i piccoli grumi: "Ma come si fa a togliere l'acqua aggiunta?" Gli alunni dovranno utilizzare le loro conoscenze sui passaggi di stato per risolvere il problema e poi dovranno progettare una procedura per separare le diverse frazioni granulometriche.

Dovranno classificare i setacci, metterli in ordine per dimensioni delle maglie e procedere alla separazione che li porterà a distinguere lo scheletro dalla terra fine.

### **Attività 3: la sedimentazione**

Si procede alla sedimentazione secondo lo stesso protocollo usato alla Scuola Primaria.

### **Attività 4: tocca e indovina**

Si procede alle attività di manipolazione e impastamento analogamente a quanto descritto per la Scuola Primaria.

## **FASE 2: L'ACQUA NEL SUOLO**

### **Attività 5: l'acqua igroscopica**

#### **Materiali**

vedi Scuola Primaria con le seguenti variazioni:

- Bilancia  $\pm 0,01g$
- Un barattolo grande a chiusura ermetica contenente gel di silice con indicatore al cobalto

Dopo aver sperimentato la sensazione di secchezza, gli studenti passeranno all'osservazione dell'esistenza dell'acqua igroscopica analogamente a quanto descritto per la Scuola Primaria.

Ma per questa fascia d'età si procede oltre e si propone una misura quantitativa dell'acqua igroscopica.

I ragazzi pesano una quantità precisa di sabbia, 10,00g, la trasferiscono nel becher e riscaldano su piastra regolata a 100°C rimescolando accuratamente con la spatola per circa mezz'ora.

Il docente mostra che il gel di silice assume una colorazione rosa in presenza di umidità e una colorazione blu in ambiente secco: questo materiale è adatto per far raffreddare un corpo essiccato senza che quest'ultimo "riacchiappi" umidità dall'aria.

Infatti, la sabbia appena disidratata riprende l'umidità se lasciata esposta all'aria. Le misure di massa devono essere effettuate a freddo ed allora il gel di silice è un sussidio adatto a far raffreddare il campione in assenza di umidità: si mette il becher con la sabbia dentro il barattolone con il gel di silice e si aspetta una decina di minuti.

Raffreddato il campione, gli studenti sono invitati a misurarne la massa e a calcolare la percentuale di acqua igroscopica.

## Acqua, suolo e colore

$$M_i - M_f = A_i \text{ acqua igroscopica contenuta nel campione}$$

$$A_i : M_i = x : 100$$

In una seconda media, non è più strettamente necessario che tutti i gruppi pesino la stessa quantità di sabbia perché si può procedere al confronto delle percentuali.

Questo procedimento predispose gli alunni ad affrontare il concetto di concentrazione o a rinforzarlo se è stato già trattato.

L'esperimento è ripetuto con argilla e humus in modo che i ragazzi possano apprezzare i diversi comportamenti dei tre materiali.

Nell'esperienza effettivamente svolta i risultati sono stati i seguenti:

Materiale	T Tara (g)	T+C tara+campione (g)	C Campione (g)	T+C-Ai tara+campione- acqua igroscopica	Ai acqua igroscopica	%Ai/C
Sabbia	50,15	60,15	10,00	60,10	0,05	0,5
Argilla	50,52	60,52	10,00	60,21	0,31	3,1
Humus	50,78	60,78	10,00	60,27	0,51	5,1

### Attività 6: la capacità idrica massima

#### Materiali

Vedi Scuola Primaria con la seguente variazione:

- bilancia  $\pm 0,01$ g

Anche in questo caso la procedura sperimentale è quella già proposta alla Scuola primaria senza limitazioni sulla massa di campione da misurare; gli studenti, infatti, calcoleranno le percentuali e sarà possibile paragonare il comportamento delle diverse frazioni attraverso le percentuali di acqua ritenuta.

In agricoltura, la quantità massima di acqua ritenuta da un campione è detta capacità di campo.

L'insegnante guida i ragazzi nella scelta di una procedura "scientifica" per risolvere il problema.

Nell'esperienza effettivamente svolta i risultati sono stati i seguenti:

Materiale	T Tara (g)	T+C tara+campione (g)	C Campione (g)	T+C+Ar tara+campione+ acqua ritenuta	Ar acqua ritenuta	%Ar/C
Sabbia	15,06	62,18	47,12	80,09	17,91	38
Argilla	15,02	59,89	44,87	92,30	32,41	72
Humus	15,01	68,82	53,81	160,83	92,01	171

Calcoli:

Per la sabbia  $17,91\text{g} : 47,12\text{g} = x : 100\text{g}$

Per l'argilla  $32,41\text{g} : 44,87\text{g} = x : 100\text{g}$

Per l'humus  $92,01\text{g} : 53,81\text{g} = x : 100\text{g}$

**Attività 7: l'acqua capillare (all. 6)***AVVERTENZE PER IL DOCENTE*

Il fenomeno della capillarità<sup>4</sup> è tanto comune quanto complesso

L'altezza che un liquido raggiunge quando si trova dentro un tubo capillare di raggio  $r$  dipende da vari fattori tra i quali la tensione superficiale liquido-vapore  $P_{lv}$ , l'angolo di contatto  $q$  (a sua volta legato alla tensione superficiale) la densità  $d$  del liquido e soprattutto dal valore di  $r$ .

Considerando un tubo capillare a diametro costante il dislivello  $h$  vale:

$$h = \frac{2P_{lv} \cos \theta}{drg}$$

in cui  $g$  è l'accelerazione di gravità. Si nota immediatamente che tanto minore è il raggio capillare tanto maggiore è l'altezza di risalita capillare. In un tubo di raggio elevato la risalita capillare sarà pressoché insistente ed il liquido cadrà per effetto della gravità.

Fenomeni capillari sono comuni nel mondo vegetale e talvolta sono invocati in modo errato come quando si spiega la risalita idrica lungo il fusto proprio con la capillarità: in realtà l'ascesa dell'acqua ha come forza motrice principale la traspirazione fogliare<sup>5</sup>.

**Materiali**

- sabbia a granulometria > 2mm, sabbia a granulometria compresa tra 1mm e 2mm, terreno argilloso
- acqua
- imbuto
- tre tubi di vetro di diametro 2,5 cm e di altezza 55-60 cm
- asta di sostegno
- anello di sostegno
- un cristallizzatore (va bene qualsiasi contenitore basso e largo)
- tre dischetti di tessuto a trama fitta del diametro di circa 6 cm
- 3 elastici

I ragazzi montano l'anello sull'asta e collocano la vaschetta in corrispondenza dell'anello; poi procedono ad equipaggiare i tubi con i campioni.

Chiudono un'estremità di un tubo con un dischetto di tessuto assicurandolo con un elastico, vi introducono la sabbia grossa fino ad un'altezza di circa 40 cm dal fondo, collocano il tubo, così equipaggiato, verticalmente nell'anello di sostegno e ripetono le operazioni per gli altri due campioni. Otterranno tre tubi collocati verticalmente nel recipiente di base.

A questo punto aggiungono acqua nella vaschetta fino ad un livello di circa 3 cm.

L'insegnante guida l'osservazione: "Secondo te, che cosa accadrà? In quale tubo ti aspetti che l'acqua risalga ad altezza maggiore?"

La maggior parte dei ragazzi di questa età, ma anche quelli del biennio superiore, rispondono che il livello più alto si raggiungerà nel tubo che contiene la sabbia grossa probabilmente perché ritengono che "dai buchi più grossi" l'acqua passi meglio; la colonna d'argilla si presenta molto compatta e forse suggerisce l'idea che il liquido "non trovi posto" per passare.

I ragazzi sono invitati a registrare le loro osservazioni per almeno 45 minuti: "Perché l'acqua ha raggiunto il massimo livello proprio nella colonna d'argilla? Che cosa osservi nel tubo con la sabbia grossa? E in quello intermedio? In quale caso la forza di gravità gioca il ruolo più importante?"

L'insegnante raccoglie le riflessioni e conduce alla conclusione importante che la risalita capillare è importante quando i "canalini" tra un granello e l'altro sono molto piccoli (micropori) mentre invece quando sono questi canalini hanno dimensione più grande (macropori), addirittura visibile ad occhio nudo, l'acqua cade per gravità.

4. <http://ulisse.sissa.it/chiediA/ulisse/domanda/2002/Ucau020208d006> consultato il 10-10-2008

5. Venturrelli, Virli Invito alla botanica Zanichelli, Bologna, 1995 pagg.215-228

Acqua, suolo e colore

### Attività 8: pH e colore (all. 8)

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

Il pH di un suolo è importante non solamente come proprietà del sistema ma, soprattutto, per le sue implicazioni sulla vita e sulla coltivazione delle piante; ogni essenza, infatti, ha un proprio range di pH ottimale.

L'acidità del terreno determina anche la disponibilità di nutrienti: In condizioni di neutralità o subneutralità ( $5,5 < \text{pH} < 7,5$ ) tutti i nutrienti, sia i microelementi che i macroelementi, sono presenti in forma assimilabile per le piante mentre in un terreno basico sono disponibili calcio e magnesio ma non il ferro, il manganese e il rame.

Un caso interessante è quello del fosforo che, in suoli molto acidi, precipita come fosfato di ferro e fosfato di alluminio insolubili e diviene indisponibile per la nutrizione vegetale.

In suoli fortemente basici accade anche che gli idrossidi di ferro precipitino come ematite e il ferro non sia più assimilabile: in questa situazione, piante come il pesco o, tra le ornamentali, l'ortensia non sono più in grado di sintetizzare la clorofilla e vanno incontro alla clorosi ferrica consistente in un ingiallimento più o meno pronunciato delle foglie che compromette la fotosintesi clorofilliana.

Il fiore dell'ortensia è una sorta di indicatore vivente: è azzurro in ambiente acido mentre è rosa in ambiente basico.

Spesso le piante spontanee sono classificati come ossifile (acidofile) o anossifile (basofile) rispetto al valore ottimale di pH in cui crescono; osservando la copertura vegetale si possono trarre informazioni sull'acidità del terreno. Erica, rododendro, felce e mirtillo sono essenze tipiche di suoli acidi mentre tamerici, liquirizia e ginestra odorosa lo sono di suoli basici.

Tra le piante coltivate, ricordiamo che il pesco e il ciliegio preferiscono substrati acidi e sono molto sensibili alla presenza di calcare mentre l'olivo si adatta anche a suoli nettamente calcarei.

Anche la microbiologia del suolo è notevolmente condizionata dal pH: ad esempio, i batteri nitrificanti e i Rhizobium delle leguminose sono inibiti da pH fortemente acidi ai quali resistono solamente i funghi.

Anche i concimi modificano la reazione del suolo (effetto ammendante).

Gli studenti possono saggiare il pH anche senza avere informazioni precise sulle reazioni acido-base: in pH sarà, in questo caso, una proprietà del suolo legata alla coltivabilità delle piante.

Se si decide di evidenziare il calcare con HCl, potrà essere utilizzata questa trasformazione per dare una prima sommaria definizione operativa di acido.

“Ma perché nelle città in cui l'acqua è ricca di calcio è difficile allevare le ortensie e le azalee? Perché le ortensie, già qualche settimana dopo l'acquisto, iniziano ad avere foglie gialline? Perché danno piccoli fiori rosa chiaro invece di quelle belle infiorescenze blu che vediamo dal fioraio?”

Prendiamo due ortensie e coltiviamole in terreni diversi: un terriccio universale ed uno per piante acidofile: innaffiamo le due piante rispettivamente con acqua calcarea e con acqua addolcita (in commercio si trovano caraffe addolcitrici).

“È il caso di saggiare il pH anche dell'acqua d'innaffiatura? Perché?”

Osserva che cosa accade nell'arco di due mesi.

“Il colore delle foglie è uguale nei due casi? E il colore dei fiori?”

L'acidità del terreno influenza in modo decisivo la crescita delle piante.

Posiamo suggerire agli alunni di andare da un fioraio o in un negozio di agraria ad informarsi su quali siano le piante acidofile e quali precauzioni è necessario adottare per allevarle.

### FASE 3: IL COLORE

#### Attività 8: il colore del suolo

Gli studenti svolgeranno l'attività analogamente a quanto previsto per la Scuola Primaria.

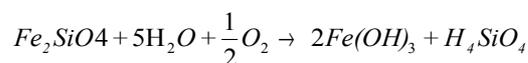
#### Attività 9: il ferro nel suolo (all. 7)

#### AVVERTENZE PER IL DOCENTE

I profili dei suoli delle zone caldo umide presentano orizzonti tipicamente arrossati a causa della rubefazione, processo pedogenetico tipico del bacino mediterraneo, e della laterizzazione, processo pedogenetico proprio delle zone tropicali ed equatoriali a clima molto caldo e umido

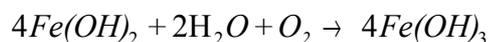
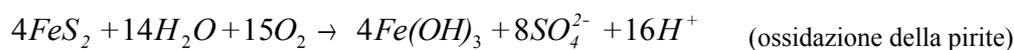
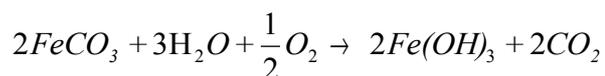
Nel primo caso è comune l'idrolisi parziale dei silicati delle rocce originarie mentre nel secondo caso l'idrolisi totale.

Quando il ferro presente nell'edificio cristallino di molti silicati passa da Fe (II) a Fe (III) provoca instabilità del minerale che si altera più facilmente; un caso tipico è quello della fayalite:



la cui idrolisi totale prende il nome di ferrettizzazione ed interessa terreni, generalmente di origine morenica, chiamati ferretti dalla caratteristica superficie rossastra per la presenza di ossidi e idrossidi di ferro.

Altre reazioni di ossidazione che interessano il ferro nel suolo sono:

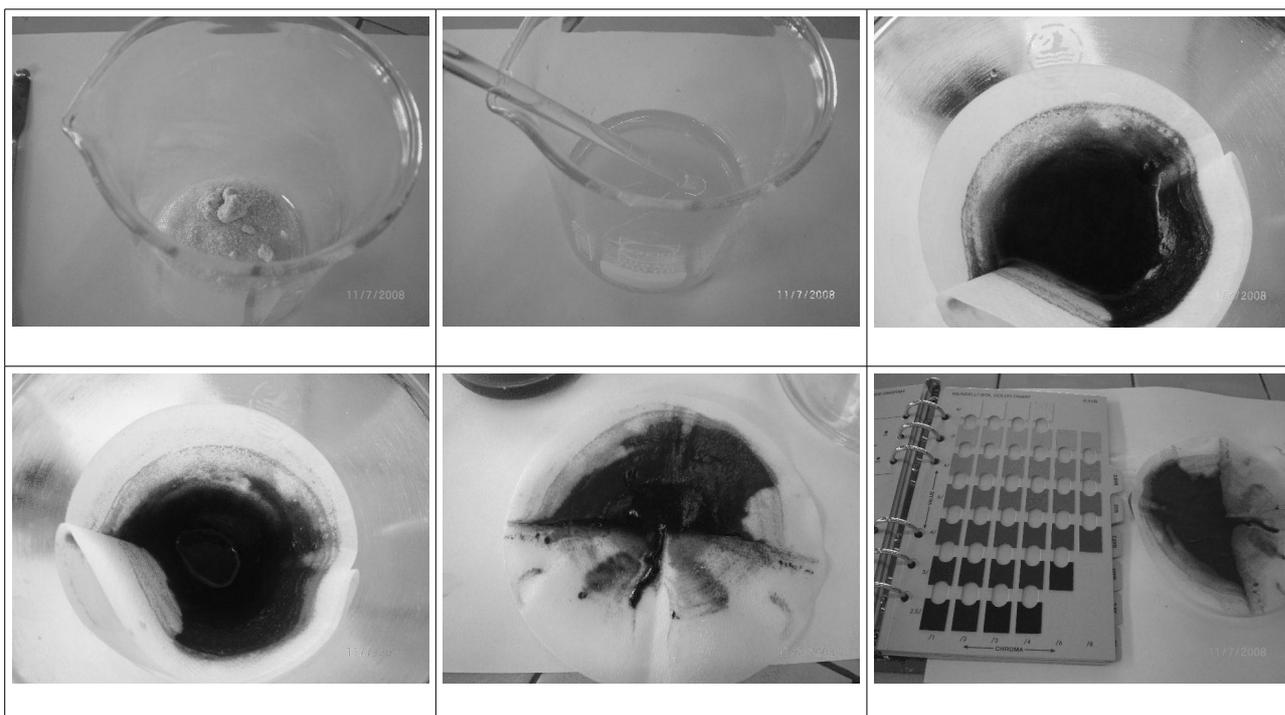


L'ultima reazione rende conto del fatto che in ambiente asfittico e saturo d'acqua prevale il ferro ridotto, verdastro, mentre in ambiente secco e ossigenato è favorita l'ossidazione a Noi (III), rossastro. La formazione di  $Fe(OH)_3$ , molto meno solubile di  $Fe(OH)_2$ , rende il tenore di ferro negli strati superficiali del suolo adeguato al fabbisogno delle piante.

$Fe(OH)_3$  a temperature elevate disidrata  $2Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$  e  $Fe_2O_3$  può subire diversi gradi di idratazione: da  $Fe_2O_3$  anidro, l'ematite rossa propria dei climi più caldi, a  $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ , limonite di colore giallo tipica dei climi più temperati; in situazioni intermedie si può formare  $Fe_2O_3 \cdot H_2O$  la goethite, e  $Fe_2O_3 \cdot 2H_2O$ , la xantosiderite, dai colori intermedi tra il giallo e il rosso. La limonite, che va dal giallo limone al bruno, può essere considerata una miscela di diversi ossidi dalla formula media  $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ .

Ogni processo è legato ad un ambiente caratterizzato da clima, valori di pH, presenza/assenza di particolari elementi chimici che influenzano la vegetazione che, quindi, ha anche valore diagnostico.

I suoli rossi sono da considerarsi paleosuoli cioè terreni formati in tempi tanto lunghi da manifestare caratteristiche che non sono coerenti con le condizioni ambientali attuali: sono il risultato di una pedogenesi lunga in clima più caldo di quello attuale che, tuttavia, li mantiene in condizioni di equilibrio.



### Materiali

- solfato ferroso
- soluzione diluita di NaOH
- acqua distillata
- 1 becher da 400 mL (va bene anche un barattolo di vetro)
- 1 beuta da 250 mL
- 1 imbuto
- una spatola (va benissimo un cucchiaino di plastica)

6.  $K_{ps} Fe(OH)_3 = 1,1 \times 10^{-36}$ ,  $K_{ps} Fe(OH)_2 = 1,6 \times 10^{-14}$

## Acqua, suolo e colore

- filtri di carta
- 1 pipetta Pasteur o un contagocce
- fogli di carta bianca
- eventualmente un phon

I ragazzi sono invitati a svolgere una WebQuest<sup>7</sup> sul colore del suolo navigando nel Web ed utilizzando libri, riviste ed articoli predisposti dall'insegnante; com'è noto, la WQ<sup>8</sup> è una inchiesta guidata e, soprattutto, agli studenti è richiesta la produzione di un documento che sintetizzi il lavoro di ricerca.

L'insegnante avrà cura di indirizzare la documentazione nella raccolta di immagini e di curare l'associazione di particolari tipi di suolo a particolari regioni e, in modo più specifico, al legame clima-suolo-colore.

Gli studenti saranno anche incoraggiati a indagare sul paesaggio che li circonda e sui suoi colori, a cogliere le differenze del paesaggio agrario tra diverse regioni italiane magari mettendo a confronto ciò che hanno visto durante le vacanze estive oppure nelle regioni di origine dei loro genitori.

La presenza di alunni stranieri può allargare il campo d'indagine e costituire un piccolo momento di socializzazione delle esperienze.

A questo punto gli alunni avranno messo a fuoco il legame tra suoli rossi e climi caldoaridi con particolare attenzione al clima mediterraneo.

L'insegnante propone ora l'osservazione lo studio di due reazioni che, seppur in condizioni diverse, sono effettivamente alla base del processo di rubeificazione.

È opportuno far emergere che il ferro solfato è effettivamente presente come siderite nei terreni asfittici e che gli idrossidi che si osserveranno sono davvero alla base dei processi di rubeificazione e laterizzazione. L'uso dell'idrossido di sodio, invece, è solo una necessità sperimentale.

Ogni gruppo di alunni introduce una punta di spatola di solfato ferroso nel becher e aggiunge acqua distillata, osserva il colore della soluzione e aggiunge goccia a goccia la soluzione di NaOH ed osserva la formazione di un solido fioccoso verde scuro. È bene caratterizzarlo per colore e consistenza; l'aspetto è gelatinoso, lucido e verdastro; è utile soffermarsi sulla classificazione del colore.

“Che cosa è accaduto? Come si chiama un fenomeno di questo tipo?”

Se il concetto di reazione chimica è già stato introdotto ci si aspetta che i ragazzi lo riconoscano ed, eventualmente servirà a rinforzarlo e perfezionarlo, altrimenti sarà il momento per far riflettere i ragazzi che alcune trasformazioni comportano la formazione di sostanze nuove: sono le reazioni chimiche.

Osserviamo meglio questo solido verde: facciamo una filtrazione ed osserviamo.

Il solido raccolto sul filtro inizia rapidamente “cambiare colore” sui bordi: prima verde giallastro, poi più aranciato fino al rosso-bruno che richiama immediatamente il colore della ruggine.

Cambia anche la lucentezza: si opacizza. La trasformazione si verifica tanto più velocemente quanto più elevata è la temperatura ambiente; se l'esperimento è effettuato a  $T < 20^{\circ}\text{C}$  (in primavera-inverno) basta mettere il filtro sul termosifone oppure scaldandolo con un phon. passare per osservare la rapida comparsa della colorazione rossa..

Che cosa è accaduto? Un cambiamento di colore così evidente indica che è avvenuta un'altra reazione. Con che cosa ha reagito la gelatina verde?

“Che cosa può essere accaduto? Il colore rosso che compare ti ricorda qualcosa di familiare?”

Apriamo il filtro: perché nella parte interna è rimasto il solido verde? Che cosa osservi lasciando il filtro aperto?

La discussione sarà condotta in modo da far emergere che è determinante la presenza/assenza dell'aria nella formazione del solido rosso-bruno.

Il filtro sarà lasciato asciugare completamente e dopo qualche giorno rimarrà una polvere rosso-bruna che richiama immediatamente alla memoria la ruggine.

### Attività 10: matite a cera con la terra

#### Materiali

- Terreni di diversi colori seccati all'aria
- Polvere di carbone,
- Polvere di marmo
- Martello e mazzuolina di gomma
- coltello o lametta per rasoio
- pellicola di plastica aderente
- sacchetto di plastica a chiusura
- mortaio e pestello

7. <http://www.bibliolab.it/webquest.htm> consultato il 10 ottobre 2008

8. <http://www.aula21.net/Wqfacil/webit.htm> consultato il 10 ottobre 2008

- bicchieri di plastica
- un gambaleto di nylon
- cera paraffinica
- piastra riscaldante
- tegamino antiaderente
- tubi da centrifuga di plastica resistente a punta conica da 15 mL
- un becher da 200 mL
- un imbuto di vetro
- bacchetta di legno per agitare
- cucchiaino da tè
- bagno di ghiaccio
- spatola metallica

Metti il suolo essiccato su carta paglia e frantumalo con il martello, raccogli i frammenti nel mortaio e riducilo in polvere fine con il pestello. Omogeneizza la polvere agitandola in un bicchiere, ben chiuso da pellicola aderente. Aggiungi polvere di carbone o polvere di marmo se vuoi, rispettivamente, scurire o schiarire la tinta del tuo pastello a cera.

Taglia la cera in fettine sottilissime, mettile nel sacchetto di plastica a chiusura e pestale con il martello per ridurle in polvere.

Metti il becher con circa 50 mL d'acqua nel tegamino nel quale, precedentemente, era stato versato un dito d'acqua e riscalda fino all'ebollizione del bagno; spengi la piastra e lascia a bagnomaria.

Contemporaneamente versa nelle provette a fondo conico circa 12 mL di cera pressando appena e immergile nel bagnomaria fino a che la cera si è tutta fusa.

Con l'imbuto di vetro trasferisci nella provetta un cucchiaino da tè di terra nella provetta, rimescola il miscuglio di cera fusa e terra con la bacchetta di legno in modo da omogeneizzare il tutto e continua a girare anche mentre immergi la provetta nel bagno d'acqua e ghiaccio.

Una volta raffreddata, estrai la provetta dal bagno, gratta l'interno per eliminare eventuali eccessi di materiale e rovesciala; fai uscire il pastello a cera battendo delicatamente sulle pareti.

Ringraziamenti

Vorrei ringraziare il prof. Giacomo Vanni per avermi messo a disposizione la sua esperienza, disciplinare e didattica, nell'analisi del suolo e la prof.ssa Lucia Stelli per i preziosi suggerimenti che mi ha dato in tutte le fasi della progettazione del percorso.

### Bibliografia

1. Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione, MPI - Roma- Settembre 2007 reperibile a [http://www.pubblica.istruzione.it/news/2007/indicazioni\\_curricolo.shtml](http://www.pubblica.istruzione.it/news/2007/indicazioni_curricolo.shtml) consultato il 10-09-08
2. MIUR - Piano Insegnare Scienze Sperimentali Documento di base 20/02/06 reperibile a <http://www.museoscienza.org/progetti/iss.asp> consultato il 10-09-08
3. Belsito, Fraticelli, Salisbury, Rossi, Chimica Agraria, Zanichelli, Bologna, 1988, Cap, 11-12-15
4. Lotti, Galoppini Analisi Chimico Agrarie. 1980 - Ed agricole
5. La Chimica alle elementari a cura di Andreoli *et al.*, Giunti Lisciani Ed., Firenze, 1996 p.144-157
6. Bargellini, Fratello, Monfroni Osservazioni ed elementi di Scienze Naturali. Fascicolo allegato al volume terzo, 1972 Signorelli Ed. Milano
7. <http://www.coloracademy.co.uk/ColorAcademy%202006/subjects/munsell/munsell.htm>
8. [http://en.wikipedia.org/wiki/Munsell\\_color\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Munsell_color_system) consultato il 2 settembre 2008
9. <http://ulisse.sissa.it/chiediAUlisse/domanda/2002/Ucau020208d006> consultato il 10-10-2008
10. Venturelli, Virli Invito alla botanica Zanichelli, Bologna, 1995 p.215-228
11. <http://www.bibliolab.it/webquest.htm> consultato il 10 ottobre 2008
12. <http://www.aula21.net/Wqfacil/webit.htm> consultato il 10 ottobre 2008

**ALLEGATO n.1**

**Tocca e indovina**

Materiali

- 1 campione di sabbia
- 1 campione di argilla
- 1 campione di terriccio torboso
- 1 cucchiaino

Metti un po' di sabbia nel palmo di una mano e sfregalo delicatamente con l'altra mano. descrivi le tue sensazioni: è umido, è asciutto, è untuoso, è ruvido, “gratta”, è appiccicoso, è scivoloso .....

Ora metti un po' di argilla nel palmo di una mano e sfregalo delicatamente con l'altra mano. Che cosa percepisci? Provi le stesse sensazioni di quando sfregavi la sabbia?

Infine, metti un po' di humus nel palmo di una mano e sfregalo delicatamente con l'altra mano. Che cosa percepisci? Provi le stesse sensazioni di quando sfregavi la sabbia o l'argilla?

Descrivi le tue percezioni.

Secondo te, ci si può accorgere se un terreno è composto da sabbia, argilla e humus? Prova.

**ALLEGATO n.2**

**Impastiamo la terra**

Materiali

- Un bicchiere riempito d'acqua
- Un piatto o un vassoio o un sottovaso
- 2 cucchiaini da caffè
- 1 campione di sabbia
- 1 campione di argilla
- 1 campione di humus

Metti un cucchiaino di sabbia asciutta nel cavo della tua mano sinistra e versaci un cucchiaino d'acqua rimanendo sopra il piatto (o vassoio o sottovaso) per non bagnare tutto intorno e impasta lentamente con la destra. Eventualmente aggiungi ancora un po' d'acqua. Che cosa avverti?

Ora metti un cucchiaino di argilla asciutta nel cavo della tua mano sinistra e versaci un cucchiaino d'acqua sempre rimanendo sopra il piatto (o vassoio o sottovaso) e impasta lentamente con la destra. Eventualmente aggiungi ancora un po' d'acqua. Che cosa avverti? L'argilla si comporta come la sabbia.

Infine, metti un cucchiaino di humus asciutto nel cavo della tua mano sinistra e ripeti tutte le operazioni precedenti. Che cosa avverti? Prova a spiegare che cosa c'è di diverso rispetto alla sabbia e all'argilla.

Descrivi quello che hai visto e che cosa hai percepito con il tatto.

**ALLEGATO n.3****L'acqua che non si vede**

## Materiali

- 1 piastra riscaldante (in inverno un termosifone acceso)
- 1 becher (va bene anche una coppetta di alluminio per dolci)
- 1 vetro da orologio (va bene anche un coperchio per coppette di alluminio)
- 2 cucchiaini da caffè
- 1 campione di sabbia
- 1 campione di argilla
- 1 campione di humus

Metti un cucchiaino di sabbia asciutta nel becher (o nelle coppette) e copri con il vetrino da orologio (o con il coperchietto); deponi tutto sulla piastra riscaldante accesa a circa 110°. Aspetta un 5 minuti e osserva che cosa è accaduto.

Te lo aspettavi? Perché?

Ora metti un cucchiaino di argilla asciutta nel becher (o nelle coppette) e copri con il vetrino da orologio (o con il coperchietto); deponi tutto sulla piastra riscaldante accesa a circa 110°. Aspetta un 5 minuti e osserva che cosa è accaduto.

Te lo aspettavi? Perché?

Infine, metti un cucchiaino di humus asciutto nel becher (o nelle coppette), copri con il vetrino da orologio (o con il coperchietto), deponi sulla piastra riscaldante accesa a circa 110° e osserva che cosa è accaduto dopo 5 minuti.

Descrivi che cosa hai visto; come lo spieghi?

**ALLEGATO n.4****Quanta acqua rimane**

## Materiali

- Bicchieri di plastica forati
- Vaschetta o becher adatto a contenere il bicchiere di plastica (va bene anche il fondo di una bottiglia di plastica)
- Scottex
- Bilancia da cucina  $\pm 1$ g
- Un cucchiaino
- Campioni di sabbia, argilla e terriccio asciutti
- Acqua distillata
- Fazzoletto di carta

Bucherella il fondo e la parete di tre bicchieri di plastica con uno spillo, prestando attenzione a non fare tagli.

Separa il fazzolettino di carta in quattro veli e prendine due.

Inserisci un doppio velo nel bicchiere bucherellato in modo che il lembo esca fuori, inumidiscilo con poca acqua e pesalo annotando il valore sul quaderno. Prendi 45g di sabbia, mettila nel doppio velo nel bicchiere bucherellato.

Metti il bicchierino con il "fagottino" nella vaschetta riempita d'acqua in modo che il suo livello sia uguale a quello della sabbia nel bicchiere.

Lascia immerso il bicchiere nell'acqua finché la sabbia non è completamente satura d'acqua. Togli il bicchiere dalla vaschetta, lascialo sgrondare un po' e poi posalo sullo Scottex fino a che non smette di gocciolare.

Ora pesalo di nuovo, che cosa osservi?

Ripeti tutte le operazioni usando argilla al posto della sabbia.

Che cosa osservi?

Trattiene più o meno acqua della sabbia?

Ripeti tutte le operazioni usando humus al posto dell'argilla.

Che cosa osservi?

Quale materiale trattiene più acqua?

**ALLEGATO n.5**

**Il colore del suolo**

Materiali

Campioni di suolo

Mortaiolo e pestello

Atlante di Munsell dei colori del suolo

Foglio di carta

Beaker o spruzzetta con acqua distillata

Contagocce o pipetta Pasteur

Prendi un campione di suolo, frantumalo con cura nel mortaio.

Se il terreno è secco, aggiungi goccia a goccia un po' d'acqua con una pipetta Pasteur in modo da ottenere una pasta omogenea facendo attenzione a non inumidire eccessivamente.

Spalma una piccola quantità della pasta ottenuta su un pezzo di carta bianca.

Trova una pagina dell'Atlante di Munsell dei colori del suolo che sembra corrispondere al colore del tuo campione e, con la luce del sole alle spalle per consentirle l'illuminazione del campione, cerca il colore che più si avvicina al tuo terreno.

Identifica la posizione del campione sulla pagina a sinistra dei campioni di colore e registra tinta, luminosità, saturazione ed il termine descrittivo risultante.

**ALLEGATO n.6**

**L'acqua capillare**

Materiali

Sabbia a granulometria > 2mm, sabbia a granulometria compresa tra 1mm e 2mm, terreno argilloso

Acqua

Imbuto

Tre tubi di vetro di diametro 2,5 cm e di altezza 55-60 cm

Asta di sostegno

Anello di sostegno

Un cristallizzatore oppure una vaschetta portaoggetti (va bene qualsiasi contenitore basso e largo)

Tre dischetti di tessuto a trama fitta del diametro di circa 6 cm

3 elastici

Monta l'anello sull'asta di sostegno e metti la vaschetta alla base dell'asta in corrispondenza dell'anello.

Chiudi un'estremità di ogni tubo con un dischetto di tessuto assicurandolo con un elastico e riempilo con la sabbia grossa fino ad un'altezza di circa 40 cm dal fondo.

Disponi il tubo verticalmente nell'anello di sostegno in modo che la base cada nella vaschetta.

Ripeti le operazioni per gli altri due campioni in modo da ottenere tre tubi collocati verticalmente nel recipiente di base. Versa nella vaschetta tanta acqua da raggiungere un livello di circa 3cm.

Osserva per almeno 45 minuti.

Come puoi spiegare le osservazioni?

**ALLEGATO n.7****Il ferro nel suolo**

## Materiali

Solfato ferroso

Soluzione diluita di NaOH

Acqua distillata

1 becher da 400 mL (va bene anche un barattolo di vetro)

1 beuta da 250 mL

1 imbuto

una spatola (va benissimo un cucchiaino di plastica)

filtri di carta

1 pipetta Pasteur o un contagocce

Fogli di carta bianca

Eventualmente un phon

Sciogli una spatolata di solfato ferroso in acqua e osserva il colore.

Aggiungi goccia a goccia la soluzione di NaOH e osserva la formazione del precipitato gelatinoso. In particolare, soffermati sull'osservazione e classificazione del colore.

Filtra il precipitato e lasciandolo sul filtro all'aria.

Osserva e descrivi accuratamente le variazioni di colore.

Che cosa è accaduto? Che trasformazione è avvenuta?

Apri il filtro e osserva la parte non esposta all'aria: di che colore è? Che cosa puoi ipotizzare?

Lascia il solido ad essiccare sul filtro e confronta il colore con quello della ruggine grattata da materiali ferrosi ossidati?

Ma allora che cosa c'è nei suoli rossi?

Se la temperatura dell'ambiente è inferiore a 20°C (in primavera-inverno) puoi accelerare il fenomeno mettendo il filtro sul termosifone oppure scaldandolo con un phon.

**ALLEGATO n.8****Stima del pH del terreno**

## Materiali

Acqua distillata

Bilancia

Becher da 250 mL

cilindro graduato da 50 mL

Provetta e portaprovette

Bacchetta di vetro

Soluzione di indicatore universale

Preleva circa 10 g di terreno asciutto, trasferiscilo nel becher, aggiungi circa 25 mL di acqua distillata e agita per circa 30 minuti.

E' importante che il rapporto terreno/acqua sia sempre prossimo a 1:2,5 perché in tal modo il pH del suolo non è sostanzialmente modificato.

Lascia decantare la sospensione fino a quando la soluzione è abbastanza limpida; preleva 1-2 mL e saggia in provetta con l'indicatore universale.

# IL CONCETTO DI TRASFORMAZIONE

## Un percorso didattico verticale dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di primo grado

PIERLUIGI RIANI

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale, Università di Pisa - riani@dcc.unipi.it

### Riassunto

Viene presentato un lavoro, ampiamente sperimentato, riguardante il concetto di trasformazione, inteso senza particolari limiti disciplinari. Il problema è stato affrontato in tre livelli scolastici: scuola dell'infanzia, scuola primaria, scuola secondaria di primo grado; è comunque suscettibile di ulteriori sviluppi. Il percorso è decisamente multidisciplinare, in quanto coinvolge tutta l'area scientifico-sperimentale con possibili addentellati di tipo geometrico; in questa sede, salvo qualche indispensabile divagazione, viene privilegiata la presentazione di aspetti di pertinenza chimica.

### 0. Premessa

Da molto tempo è riconosciuta la necessità di evitare un'impostazione disciplinare per l'insegnamento scientifico in tutta la scuola di base, intendendo con questo termine il complesso di scuola dell'infanzia, scuola primaria e scuola secondaria di primo grado. D'altra parte troppo spesso, quando si procede alla progettazione di percorsi didattici, il chimico pensa ai contributi chimici, il fisico pensa a quelli fisici e così via; in questo modo l'integrazione delle discipline va in buona parte (se non del tutto) a farsi benedire.

Viene fuori prepotentemente il problema dello specialismo nella formazione (iniziale e in servizio) degli insegnanti: finché la progettazione dei percorsi sarà affidata agli specialisti, non ne verrà fuori nulla di buono. Il buon insegnante deve essere competente, ma non deve avere una specializzazione eccessiva: la sua formazione deve essere ad ampio raggio su più discipline fra loro collegate. Questo vale anche, almeno in parte, per la scuola secondaria superiore; restano ovviamente esclusi da questa impostazione gli istituti tecnici e professionali per le materie di indirizzo.

Purtroppo la gelosia di disciplina è forte: un chimico non deve in alcun modo ficcare il naso nelle altre aree disciplinari; fisici, geologi e biologi non devono avventurarsi nell'area chimica. Chi scrive aveva proposto, per l'analisi del concetto di trasformazione, la semina di piselli (vedi più avanti); in una commissione regionale che esaminava il progetto didattico è stato detto che un chimico non poteva fare l'esperto di biologia!

Basandosi su queste premesse lo scrivente ha deciso di muoversi progettando e sperimentando un percorso didattico veramente interdisciplinare. Non possiedo le necessarie competenze? Vediamo di non giudicare a priori, ma a posteriori: criticiamo dopo aver letto il lavoro e a questo punto le critiche verranno analizzate e recepite. In ogni caso devo sottolineare che il percorso è stato sperimentato con una certa soddisfazione in sede di scuola dell'infanzia, di scuola primaria e di scuola secondaria di primo grado.

### 1. Generalità

Per quanto riguarda gli aspetti prevalentemente formativi, è necessario che un allievo acquisisca nei primi livelli scolastici una certa familiarità con alcuni concetti e alcuni procedimenti. Questo non esclude che, soprattutto in sede di scuola secondaria di primo grado (che d'ora in poi, per brevità, chiameremo scuola media) vengano fornite anche alcune informazioni; riguardo all'importanza che personalmente attribuisco all'informazione si possono vedere due articoli precedenti (1, 2).

Fra i concetti, ha senz'altro un ruolo fondamentale quello di **trasformazione**. Il concetto di trasformazione è trasversale a tutta l'area scientifica; è opportuno che l'insegnante ne abbia una visione precisa e, allo stesso tempo, assai elastica. In questo lavoro prenderemo in considerazione diversi aspetti di questo concetto senza interessarci della loro pertinenza alla Chimica, alla Fisica, alle Scienze della Vita, alle Scienze della Terra.

Fra i procedimenti correlati al concetto di trasformazione emerge quello della descrizione, intesa non solo come **descrizione di sistema**, ma anche (e soprattutto) come **descrizione di processo**. Come avremo modo di vedere la descrizione di processo attiva altri procedimenti: osservazione (ovvio!), confronto, misurazione, controllo delle variabili.

Il lavoro presentato si è svolto in tappe successive. All'inizio è stata fatta una rilevazione delle idee presenti negli allievi, limitatamente alla scuola dell'infanzia e alla scuola primaria; successivamente è stato costruito un percorso relativo prevalentemente all'ambito chimico-fisico; infine è stato costruito un percorso assai articolato e complesso riguardante le trasformazioni stagionali della natura. La principale scuola di riferimento è stato l'Istituto comprensivo Camaione III, con sede in Capezzano, frazione del comune di Camaione in provincia di Lucca.

### 2. Il concetto di trasformazione negli allievi della Scuola Primaria

E' un dato di fatto che le trasformazioni possano essere suddivise in categorie diverse; d'altra parte la distinzione non dovrebbe costituire un punto chiave per l'insegnamento-apprendimento nei primi livelli scolastici.

Si può osservare in tutti i libri di testo, a partire dai sussidiari per la scuola primaria, una forte propensione verso il “distinguo”: ecco quindi le trasformazioni fisiche, quelle chimiche, a volte quelle biologiche. È sempre necessaria, per allievi di 6 - 11 anni, una distinzione del genere? Forse le finalità che vengono poste sono lodevolissime; il risultato però è inequivocabile: quello di spostare l'attenzione dell'allievo dal concetto generale a certe sue connotazioni particolari, spesso prive di qualsiasi base concreta e quindi totalmente al di fuori dell'effettiva accessibilità per la fascia di età che ci interessa.

I risultati di un'indagine riguardante l'acquisizione del concetto di trasformazione, condotta su allievi di scuola primaria, sono stati pubblicati in precedenza (3). Li riassumiamo brevemente, mantenendone l'aspetto strettamente qualitativo dovuto a diverse ragioni:

- Non si può attribuire un carattere statistico a una rilevazione condotta su campioni esigui, scelti senza alcun criterio che non sia quello della semplice disponibilità, e in più appartenenti alla stessa area geografica.
- Anche la più efficace delle rilevazioni, compiuta su un campione significativo e scelto con i dovuti criteri, può essere variata in modo sensibile da eventi esterni: basta ad esempio una trasmissione televisiva di successo che tocchi anche in modo indiretto l'argomento (4).

Il metodo seguito per l'indagine è stato quello delle interviste collettive. Ogni intervista è stata divisa in due parti: nella prima veniva posta una domanda generica (del tipo “Che cosa è, secondo te, una trasformazione?”), nella seconda si chiedeva di dire se alcuni fatti che venivano presentati costituivano o no una trasformazione. Elenco completo:

- 1) Un bambino fa una passeggiata;
- 2) Un bicchiere casca e si rompe;
- 3) Cuociamo una fetta di carne;
- 4) Leggiamo un libro;
- 5) Un pezzo di legno brucia.

Al termine delle discussioni l'insegnante ha introdotto i dovuti chiarimenti riguardo al concetto di trasformazione. Dopo un certo tempo (da due a tre settimane) gli allievi sono stati posti di fronte a un fenomeno effettivo, il discioglimento in acqua di un certo quantitativo di zucchero, ed è stato loro chiesto di descrivere ciò che osservavano e di stabilire se il fenomeno costituiva o no una trasformazione.

Risultato evidente: nei casi esaminati, il concetto di trasformazione è chiaro anche per gli allievi della classe prima (6 - 7 anni). Abbiamo la conferma dell'inopportunità di procedere, nella scuola primaria, a definizioni più o meno formali: il concetto c'è, ed è quindi inutile avviarsi su una strada che rischia solo di confondere le idee agli allievi.

I dati a disposizione mostrano un'evoluzione evidente del concetto.

- Le risposte alla domanda aperta possono essere divise in tre categorie: 1) trasformazioni vere e proprie, 2) trasformazioni di tipo magico (con intervento esplicito o implicito di maghi o simili), 3) trasformazioni che si collocano fuori della logica “adulta”, per le quali cioè non si può trovare alcun nesso fra oggetto prima e dopo la trasformazione. Le risposte della prima categoria possono a loro volta essere distinte in due sottocategorie: quelle riguardanti il mondo vivente (il bruco che diventa farfalla, il seme che diventa pianta ecc.) e quelle che riguardano il mondo non vivente (pozzanghere che si asciugano, variazioni climatiche ecc.).

- Nelle prime due classi le risposte sono alquanto difficoltose. La tipologia è abbastanza equamente suddivisa nelle tre categorie, per cui si ha una notevole percentuale per il tipo magico.

- Successivamente il numero delle risposte di tipo “magico” diminuisce rapidamente, e in classe quinta è ormai molto ridotto, anche se non del tutto insignificante.

- In tutti i livelli di età sono presenti numerose risposte della prima categoria, sottocategoria mondo vivente. Nelle prime classi la connotazione è molto spesso di tipo affettivo (il mio gattino era piccolo, poi è cresciuto ed è diventato grande); successivamente diventano nettamente prevalenti le risposte di tipo più scientifico, spesso relative alle metamorfosi degli animali e allo sviluppo delle piante.

- Le risposte riguardanti il mondo non vivente sono presenti in numero molto minore; i riferimenti più frequenti sono relativi ai fenomeni atmosferici (del tipo “ieri pioveva, oggi c'è il Sole) e alle variazioni stagionali (“ora fa caldo, mentre in inverno fa freddo”).

L'analisi delle risposte alle domande sulla sequenza di fenomeni evidenzia un effetto del procedere dell'età non del tutto imprevedibile: mentre nelle prime classi il concetto di trasformazione è visto in modo lineare, dopo qualche tempo hanno inizio quelle che possono essere chiamate le “contorsioni mentali” (5).

Nelle classi prima e seconda abbiamo elevatissime percentuali di attribuzione del termine trasformazione agli eventi 2 (rottura del bicchiere), 3 (cottura della carne) e 5 (combustione del legno), mentre la 1 (passeggiata) e la 4 (lettura di un libro) non costituiscono trasformazione. Le motivazioni delle risposte sono varie, ma generalmente plausibili.

Nelle classi successive le risposte si diversificano. L'attribuzione della combustione del legno non varia (attenzione: si tratta di un esempio presente in molti libri di testo); in compenso varia tutto il resto. Alcune delle spiegazioni fornite sono interessanti:

- Una passeggiata è una trasformazione: durante di essa si cresce, ci si rinforza, può cambiare il tempo atmosferico; si può partire di giorno e tornare di sera.

## Il concetto di trasformazione

- La rottura di un bicchiere non è una trasformazione: il vetro è sempre vetro.
- La cottura della carne non è una trasformazione: la carne è sempre carne.
- La lettura di un libro è una trasformazione, sia per il lettore (che ha imparato qualcosa), sia per il libro (che si è sciupato)

Da sottolineare, comunque, che l'attribuzione più lineare costituisce sempre la componente maggioritaria.

Terminiamo con l'esame dei risultati dell'indagine svolta sul dato sperimentale costituito dal discioglimento di un cucchiaino di zucchero in un bicchiere d'acqua. I risultati confermano almeno in parte quanto è stato visto per l'indagine precedente; abbiamo però anche qualche caso evidente che denuncia l'origine di certi errori.

Gli allievi delle classi prima e seconda descrivono il fenomeno che osservano, ponendo l'attenzione su aspetti che secondo l'opinione "adulta" possono apparire poco importanti, ma che sono sicuramente osservabili: lo zucchero va a fondo, fa le bollicine, si scioglie (con il verbo "sciogliere" si riassume la molto variegata terminologia locale) e così via. Alla domanda diretta "Si tratta di una trasformazione o no?" la risposta è pressoché unanime per il sì.

Nelle classi successive, e particolarmente in quinta, compaiono le idee preconette. Per la maggioranza degli allievi non ci sono differenze rispetto alle prime due classi, se non per l'accuratezza della descrizione del fenomeno (accuratezza che diminuisce con il crescere dell'età); vi sono però alcuni allievi per i quali ciò che viene osservato non ha alcuna importanza in quanto, evidentemente, il fenomeno è già noto. In questi casi la descrizione si limita principalmente a due aspetti: lo zucchero si è sciolto (effettivamente osservato) e l'acqua è diventata dolce (in realtà non è stato effettuato nessun assaggio).

Qualche problema deriva dalla scelta fra trasformazione o meno. Per la maggioranza degli allievi la risposta è affermativa, mentre per una minoranza non insignificante il discioglimento dello zucchero non costituisce una trasformazione, in quanto "lo zucchero è sempre zucchero". Ci troviamo evidentemente di fronte a uno dei risultati che possono derivare dall'operazione di spostare l'attenzione dal concetto di trasformazione alla categorizzazione dello stesso concetto: la categorizzazione (in questo caso per la voce "trasformazione chimica") prende il sopravvento e si sovrappone al concetto generale.

Nella generalità dei casi, anche gli allievi che hanno in prima battuta risposto che il discioglimento dello zucchero non costituisce una trasformazione cambiano opinione dopo un minimo di contestazione. Invece un allievo (considerato particolarmente dotato) aveva fissato totalmente l'idea che lo zucchero non subisce trasformazioni e continuava quindi a sostenere che non si trattava di una trasformazione. L'insegnante si è trovato di fronte a una replica del seguente tipo: nel discioglimento lo zucchero non cambia in quanto le molecole (sic!) sono sempre le stesse; quanto alla presenza di una sostanza solida prima del discioglimento, si tratta di un fatto privo di importanza in quanto possiamo recuperare la stessa sostanza solida evaporando l'acqua. Nota bene: si è appurato che lo stesso allievo aveva "approfondito" la questione su un testo di scuola media che basava la distinzione fra fenomeno fisico e fenomeno chimico proprio sul livello molecolare e sulla reversibilità.

Le conclusioni non sono molte, e dovrebbero anche essere scontate; purtroppo la pratica didattica normale dice proprio che troppo spesso si va proprio nella direzione opposta a quella più logica. Vediamo punto per punto:

- Se si parte dalle definizioni, è chiaro che si corre il rischio di togliere significatività al lavoro di osservazione e di sperimentazione, a favore di categorizzazioni più o meno forzate. Una definizione può servire unicamente come quadro unificante al termine del lavoro su un certo segmento didattico.
- Il procedimento di osservazione deve essere introdotto in modo graduale, senza forzature evidenti in ciò che viene osservato; in termini più chiari, il docente non deve pretendere che le osservazioni degli allievi siano uguali a quelle di un adulto.
- Non è necessario indurre gli allievi a seguire un metodo logico e sperimentale per trarre le loro conclusioni: lo fanno già benissimo da sé, anche se la logica è diversa da quella adulta. Nel lavoro scolastico si dovrebbe invece avere la massima cura nell'evitare di sostituire questa funzionale predisposizione con un metodo basato sulle definizioni verbali e su ciò che si è imparato, metodo che ha come conseguenza l'adattamento forzato del lavoro sperimentale a ciò che "deve" essere ottenuto.
- Non è opportuno procedere sempre, nel lavoro sperimentale, con materiali con i quali gli allievi hanno familiarità: la prenoscenza può infatti abbassare l'interesse e la motivazione, producendo conclusioni banali e scontate. Se per un allievo delle prime classi può avere interesse anche il semplice fenomeno di discioglimento dello zucchero in acqua, per gli allievi più grandi è meglio utilizzare sostanze diverse, possibilmente colorate, magari con un contorno "scientifico" (vetreria da laboratorio, barattoli per prodotti chimici) che non altera minimamente le caratteristiche dell'esperienza, ma contribuisce in modo notevole a tener desta l'attenzione.

### 3. Un percorso didattico per la scuola dell'infanzia.

L'attività scientifica con i bambini della scuola dell'infanzia è di per sé motivante, considerati i momenti di ricerca, di pasticciamento e di sperimentazione che la caratterizzano. Nel percorso sperimentato possiamo identificare due tipi di attività assai distinti.

- a) Un lavoro di tipo strettamente sperimentale e pratico;

b) Un lavoro indirizzato alla riflessione, nel quale i bambini assistono a due spettacoli che propongono lo stesso tipo di fenomeno in contesti completamente diversi.

### 3.1. “Dalla candela alla cera, dalla cera alla candela”

Diverse attività sono state proposte seguendo il canale del concetto di Trasformazione; l’esperienza che segue è risultata una delle più divertenti e coinvolgenti.

Aver dato ai bambini delle candele, poi averli lasciati liberi di distruggerle a colpi di martello ha fatto nascere nel gruppo un impegno ed un entusiasmo incredibili. L’aver poi ipotizzato la possibilità di “cuocere” la cera e addirittura di ricostruire le candele, nelle forme e nel colore desiderati, ha ulteriormente stimolato la curiosità di tutti. Curiosità che è propria dei bambini, ma che è anche il motore di ogni lavoro che, come quello scientifico, comporta momenti di indagine e di scoperta.

Va precisato che l’esperienza è stata realizzata nel periodo precedente il Natale; la ricostruzione delle candele è stata quindi finalizzata alla realizzazione di un regalo per i genitori, trovando così un ulteriore elemento motivante.

Prima di passare alla descrizione dell’esperienza è importante aver chiaro il tipo di procedimento metodologico che abbiamo seguito nel progettarela. Procedimento che, seppur flessibile, ha caratterizzato tutte le nostre attività scientifiche, e non solo.

La procedura prevede una sequenza di tre fasi:

Prima fase: ha quattro momenti che si intrecciano e si costruiscono l’uno sull’altro: pasticciamento, problematizzazione, elaborazione ipotesi (o previsioni), progettazione dell’esperienza.

Seconda fase: sperimentazione diretta, conversazione, rappresentazione tramite disegni dell’esperienza.

Terza fase: esposizione e lettura collettiva dei disegni, confronto delle previsioni con i risultati dell’esperienza.

Nell’angolo scientifico-manipolativo, i bambini hanno trovato materiali di tutti i tipi e giochi finalizzati allo sviluppo tattile-percettivo; fra questi c’erano anche le candele.

Gli obiettivi posti per l’esperienza con le candele erano i seguenti:

- a) discriminare caldo/freddo, liscio/ruvido, solido/liquido;
- b) sviluppare la capacità di fare previsioni e confronti;
- c) introdurre tecniche di registrazione;
- d) intuire un processo di trasformazione.

Ci sembra doveroso segnalare, anche se la cosa è evidente, che per fondere la cera si possono creare situazioni di pericolo, per cui è bene prendere le dovute precauzioni. Prima di tutto occorre evitare le fiamme libere, lavorando con una piastra scaldante elettrica. Inoltre si è operato all’interno di un ampio spazio dedicato alla manipolazione, spazio nel quale i bambini potevano essere tenuti a distanza di sicurezza permettendo comunque loro una chiara visione di quanto accadeva.

Vediamo alcuni dettagli tecnici.

Materiale occorrente:

- candele bianche (4/5 per bambino);
- pastelli a cera rossi o di altri colori;
- piastra scaldante elettrica;
- pellicola d’alluminio (serve per preparare gli stampi per la ricostruzione delle candele);
- martelletti di legno o altri oggetti, sempre in legno, adatti a battere;
- pentolini con manici isolanti;
- presine;
- bacinelle con acqua fredda;
- rete a maglie larghe (le maglie devono essere di dimensione tale da reggere gli stampi);
- cartelloni per registrare dati.

Per il procedimento:

- La solidificazione della cera richiede un tempo abbastanza lungo; per accelerare il processo gli stampi, inseriti nella rete, possono essere immersi in acqua fredda.
- Il lavoro è stato svolto con gruppi eterogenei per età (4/5 anni), di media grandezza (12/15 bambini) nelle attività non pericolose, più limitati (7/8 bambini) nella fase della fusione.

Nella prima fase, di puro pasticciamento, i bambini sono stati lasciati liberi di giocare, osservare, toccare, spezzare le candele. Hanno avuto così la possibilità di entrare in diretto contatto con i materiali e sono nate conversazioni spontanee, con formulazioni di ipotesi e confronto di conoscenze. Per gli insegnanti si è trattato di un momento utile al fine di individuare il punto di partenza di ognuno.

I bambini hanno portato avanti la loro attività senza dover seguire una linea comune, fino all’intervento non direttivo

## Il concetto di trasformazione

degli insegnanti. Sfruttando le loro domande ed i loro interrogativi siamo entrati nelle loro conversazioni indirizzandole verso gli aspetti che interessava far emergere. L'intervento degli insegnanti è stato caratterizzato da semplici domande -stimolo, che possono anche sembrare inutili e banali. Ricordiamo però che con i bambini niente è ovvio e niente è scontato.

- Che cosa sono?
- Che cosa si fa con le candele?
- Di che colore sono?
- Odorano?
- Sono lisce o no?
- Di cosa sono fatte?

- . . .

In questa fase, ed anche nelle successive, abbiamo introdotto, accanto alla terminologia dei bambini, quella specifica del linguaggio scientifico, sia per favorire l'arricchimento lessicale, sia per avviare una riflessione sulla lingua stessa.

Superato questo primo momento di impatto con i materiali, sono stati portati sui tavoli i martellini e gli altri oggetti di legno ed abbiamo iniziato a rompere le candele, fra lo stupore dei bambini che subito ci hanno imitato. Abbiamo raccomandato di non gettare lo stoppino interno perchè ci sarebbe servito, senza però chiarire per cosa; abbiamo lasciato così insoddisfatta la loro curiosità, per sfruttarla in seguito.

Le candele dopo poco non esistevano più, sul tavolo c'erano solo mucchietti di cera sbriciolata. Siamo così entrati nella fase delle problematizzazioni. Questi gli interrogativi che sono stati posti dagli insegnanti partendo dalle qualità percettive del materiale disponibile:

- E ora, che cosa si può fare?
- Ci sono ancora le candele?
- Sono sempre candele?
- Possono funzionare così?
- E' sempre cera?
- Possiamo accendere lo stoppino?

Andando avanti con la conversazione è stata introdotta una proposta:

- Se provassimo a ... cuocere la cera?

Chiaramente l'introduzione della proposta di "cottura" ha comportato l'elaborazione di previsioni in merito ai risultati. In particolare l'attenzione è stata focalizzata sul problema "Cosa accadrà alla cera se la riscaldo sul fuoco?"

Ogni bambino ha registrato la propria ipotesi in un cartellone appositamente preparato secondo lo schema seguente:

	BRUCIA	STRUGGE (fonde)	SECCA	.....
Bambino A	X			
Bambino B			X	
Bambino C		X		

Dopo aver organizzato con i bambini l'ambiente ed i materiali necessari (fase di progettazione) siamo passati all'esperienza diretta. Sarebbe stato importante per i bambini compiere direttamente la cottura, al fine di abituarli alla realizzazione di un progetto, a compiere gesti ed azioni precedentemente stabilite, ad un fare non casuale, ma l'analisi dei rischi ha suggerito di renderli solo spettatori attenti di quanto stava accadendo.

Per la cottura abbiamo utilizzato una piastra elettrica, tenuta a bassa temperatura per rallentare il processo di fusione. In questo modo è stata data la possibilità ai bambini di conversare su quanto stavano osservando, agli insegnanti di fare tutta una serie di domande indirizzate a far riflettere i bambini sul fenomeno che stavano osservando e, soprattutto, sul perchè di ciò che avveniva. I nostri interventi si sono concentrati su queste domande:

- Che cosa sta succedendo?
- Perchè sta succedendo?
- Che cosa è che fa fondere la cera?
- Ma è sempre cera?
- Che cosa avevi previsto?

Terminata la fusione è stato richiesto ai bambini di disegnare l'esperienza, quale ulteriore elemento di elaborazione e riflessione. Per concludere, i bambini hanno "letto" i loro elaborati, confrontando risultati e previsioni.

Al momento di tornare nell'aula l'insegnante, riordinando i materiali, ha sollevato il pentolino e ha osservato, con esagerato stupore, che la cera era di nuovo solida; i bambini sono stati invitati a prendere atto dell'accaduto e a ipotizzarne le cause. Dopo che tutti avevano visto e toccato la cera solidificata, concordato che era stata la mancanza del

fuoco ed il conseguente raffreddamento ad aver fatto tornare dura la cera, l'insegnante ha lanciato l'idea di provare a ricostruire, come successivo lavoro nel laboratorio, le candele.

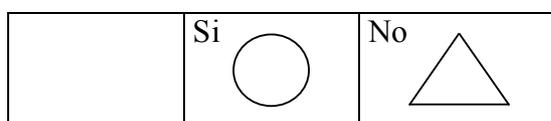
L'idea ha suscitato curiosità ed è servita a mantenere vivo l'interesse verso l'attività, come evidenziato dall'impazienza mostrata dai bambini nell'attesa di tornare nel laboratorio.

Tornati dopo alcuni giorni in laboratorio abbiamo rapidamente rivisto il lavoro precedente, attraverso i cartelloni ed i disegni.

E' stato quindi introdotto il nuovo problema legato alla possibilità di ricostruire le candele. Nella discussione nata con i bambini è emersa la necessità, visto che dovevamo poi regalarle ai genitori, di abbellirle e colorarle. Per la colorazione alcuni bambini, ricordando una precedente esperienza, hanno proposto di fare direttamente le candele con i pastelli a cera: anche quelli erano stati fusi.

L'insegnante ha avanzato un'altra proposta, facendo capire ai bambini che i pastelli a cera non sarebbero stati sufficienti e che avevano a disposizione già tante candele spezzettate. L'idea è stata quella di mescolare la cera delle candele con un poco di cera dei pastelli del colore che ognuno preferiva.

Raggiunto l'accordo siamo passati alla raccolta delle previsioni fatte dai bambini su un cartellone appositamente preparato. Ognuno ha disegnato un cerchietto se riteneva possibile ricostruire la candela colorata, un triangolo se pensava di no.



Per l'esperienza sono stati predisposti alcuni materiali:

- piastra elettrica;
- pentolini con manici lunghi (elemento importante);
- stampi, fatti con pellicola di alluminio molto spessa, arrotolata a forma di cono; in ogni cono era stato inserito lo stoppino che usciva per 2/3 centimetri dalla punta ed era legato dalla parte della base a un lungo stecchino lungo, in modo tale da posizionarlo al centro della candela.

Sopra una grande vasca di un acquario in disuso è stata fissata una rete a maglie larghe, nella quale sono stati inseriti e ben fissati gli stampi, fissando. Al momento di iniziare il lavoro la vasca è stata riempita con acqua fredda, spiegando ai bambini che questo serviva per far raffreddare immediatamente la cera, in modo da evitare la fuoriuscita dallo stampo.

Il processo di fusione è stato volutamente rallentato, come nell'esperienza precedente. Al di là dell'attenta osservazione, questo ha permesso anche di apprezzare meglio la fase di colorazione della cera man a mano che il pastello fondeva. Per una colorazione uniforme occorre mescolare bene la cera liquida. Raggiunta la fusione abbiamo chiamato un bambino alla volta, dotandolo di guanti/presine, e lo abbiamo aiutato a prendere il pentolino (ecco perchè sono importanti i manici lunghi) e a riversare il contenuto in uno stampo. La mattina dopo abbiamo subito portato nell'aula gli stampi ed ogni bambino ha potuto aprirne uno con grande soddisfazione, visto che si sono ritrovati tutti con una bella candela colorata. Superato lo stupore del momento abbiamo chiesto di confrontare le previsioni con il risultato dell'esperienza.

Dal confronto sono emersi due problemi interessanti. Il primo problema era legato alla forma della candela, che non era più un "bastoncino" ma un "cono"; questa constatazione ha portato alcuni a manifestare alcune perplessità sulla riuscita reale dell'esperienza, in quanto era stata ottenuta una candela nuova, ma non proprio uguale a prima. L'altro problema, era dovuto alla loro funzionalità: alcuni bambini infatti ritenevano che non si sarebbero accese o perchè erano state tanto tempo in acqua o perchè non erano più candele come prima. Per risolvere il quesito l'unica soluzione è stata la prova diretta.

Come al solito, l'esperienza si è conclusa con il disegno individuale e la rielaborazione collettiva. Con i bambini più grandi c'è stata in seguito la ricostruzione con varie modalità delle sequenze principali dell'attività:

- con il corpo, attraverso la rappresentazione mimica delle diverse azioni;
- con il disegno;
- attraverso percorsi fatti con i disegni;
- con simboli.

Nota relativa allo svolgimento dell'esperienza nel suo complesso. Con un minimo di attenzione, la prima fusione della cera può essere realizzata utilizzando come contenitore una vaschetta di alluminio usa e getta. E' infatti abbastanza interessante, dopo la solidificazione, eliminare la vaschetta ottenendo una mattonella di cera che gli allievi possono manipolare in modo da accorgersi che, tutto sommato, a parte la forma la cera ha le stesse caratteristiche che aveva inizialmente. Per la seconda fusione, quella eseguita per la fabbricazione della nuove candele, è invece pressoché indispensabile utilizzare i previsti pentolini con manico lungo.

## Il concetto di trasformazione

Nota relativa alla sicurezza. In tutti i primi livelli scolastici, scuola media compresa, è vietato l'uso di fiamme libere (fornelli ad alcool, fornelli da campeggio o quel che sia)); di qui l'uso della piastra elettrica. Indipendentemente dall'uso della piastra, l'impianto elettrico dovrebbe essere a norma.

### 3.2. Il mago e lo scienziato

All'inizio dell'anno scolastico abbiamo organizzato con i bambini di 4 e 5 anni una conversazione guidata per indagare e valutare le loro idee e conoscenze sul concetto di trasformazione, seguendo un'impostazione simile a quanto già esposto nel capitolo precedente, riguardo alla scuola elementare.

Punto di partenza della conversazione è stata l'introduzione immediata del problema con la domanda diretta: "Cos'è una trasformazione?". Subito dopo abbiamo presentato una serie di esempi fra i quali i bambini dovevano scegliere quelli con le caratteristiche di una trasformazione. Fra gli esempi, alcuni erano di tipo magico, alcuni erano legati a fenomeni della crescita, alcuni erano propri dell'attività di cucina, altri erano dovuti ad azioni di rottura o frantumazione, infine c'erano esempi non interpretabili come trasformazioni, se non in modo forzato.

La conversazione è stata continuamente vivacizzata dall'insegnante con domande-stimolo:

- Che cos'è che si trasforma?
- Sarà una trasformazione che può avvenire realmente o solo nelle fiabe?
- Ci vorrà poco o tanto tempo perchè avvenga la trasformazione?
- ...

L'analisi delle risposte ha delineato un quadro dove realtà e fantasia/magia si intrecciavano, interagendo continuamente. Per avere ulteriori elementi di valutazione di quanto la componente magica fosse forte nei bambini, abbiamo deciso di organizzare un'esperienza di tipo "teatrale".

Sono state rappresentate due scenette, interpretate da un insegnante, dove la magia e la realtà sono impersonificate da un mago e da uno scienziato.

Per la riuscita dell'esperienza è necessario disporre di costumi per interpretare i due personaggi e, soprattutto, di un materiale liquido incolore che, al contatto con una sostanza opportuna, diventi di un bel colore rosso, simile al vino. Per i dettagli della preparazione, vedere la nota tecnica in fondo al capitolo.

Delle due rappresentazioni è stato elaborato un breve canovaccio affinché l'esperienza, ripetuta in più plessi, fosse identica per tutti i bambini.

La prima scenetta è quella di "Gedeone, mago ubriacone".

Un mago vestito di tutto punto con bacchetta magica entra sulla scena e inizia il suo monologo rivolto ai bambini, dichiarando di voler trasformare l'acqua in vino; dopo un po' di discorsi effettua la "magia" e l'acqua (?), toccata con la bacchetta magica, diventata bella rossa.

La seconda scenetta, presentata una settimana dopo, è intitolata "Lo scienziato scoprimbrogli":

Uno scienziato dall'aspetto un po' pazzo, con occhialini, capelli arruffati e camice bianco, si presenta ai bambini portando un carrello con ampole, boccette di varie misure ed altri oggetti propri di un laboratorio chimico. Questo scienziato chiede se per caso fosse passato di lì un mago imbroglione, che spaccia per magiche cose che non sono magiche, ma dovute ad esperimenti scientifici.

Poi comincia a tirar fuori bustine colorate, bicchieri, bottigliette; alla fine, mescolando le stesse sostanze già utilizzate dal mago, l'esperimento riesce e la soluzione incolore diventa immediatamente del colore del vino.

Al termine di ogni rappresentazione i bambini hanno rappresentato con il disegno quello che hanno visto, ma la cosa più importante sono stati i dialoghi liberamente instaurati fra loro mentre disegnavano. Gli insegnanti si sono limitati ad intervenire con richieste di ulteriori chiarificazioni del tipo:

- Che cosa è accaduto? Non ho capito bene.
- Ha usato una ... che cosa ?
- Come ha fatto ?!

### 3.3. Commenti dopo le scenette

Le conversazioni seguite alle scenette sono state registrate; ne riportiamo due esempi.

Dopo la scenetta del mago:

Luca: "Questo è il mago che faceva la magia"

Piero: "Ma era il maestro truccato!"

Luca: "Sì, che ha fatto la magia"

Gabriele: "Era "briaio" (ubriaco), così ribeveva"

INSEGNANTE: "Cosa beve?"

Gabriele: "Il vino che ha fatto!"

INSEGNANTE: "Con cosa? Con l'uva?"

Luca: "No, aveva messo la bacchetta magica nell'acqua"

Piero: “Ma non era vero, era finto”  
 Gabriele: “Ma dopo il vino c’era e l’acqua no”  
 INSEGNANTE: “Chissà come ha fatto”  
 Gabriele: “Avrà fatto una magia davvero!”  
 Luca: “Sì, sì”  
 Piero: “Ma non è una magia!”  
 Gabriele: “Allora, per te, come ha fatto ?”  
 Piero: “Boh!” - e va via.

Dopo la scenetta dello scienziato:

Giorgio: “Era come col mago”  
 Piero: “Sì ma era diverso”  
 INSEGNANTE: “Come diverso?”  
 Piero: “Non era mica vestito da mago e poi non aveva la bacchetta ma tutti quegli attrezzi da dottore”;  
 Luca: “Però ha rifatto il vino”  
 Giorgio: “Ha usato una polverina e poi ha mescolato tutto”  
 Piero: “Anche la mia mamma delle volte mescola delle polverine e ci viene l’acqua colorata”  
 Giorgio: “Il vino”  
 Piero: “No, ci tinge della roba”  
 Luca: “Allora non è buona da bere, il vino sì, il mio papà lo beve”  
 Piero: “Anche il mio”  
 INSEGNANTE: “Ma lo scienziato come ha fatto?”  
 Piero: “Ha mescolato della polvere con l’ acqua ...”  
 Giorgio: “E c’è venuto il vino rosso”  
 INSEGNANTE: “Allora basta comprare la polvere e possiamo farci il vino da soli”  
 Giorgio: “Sì, perché è magica”  
 Piero: “No, non era il mago”  
 Luca: “Allora l’aveva comprato da lui”  
 Piero: “E dopo aveva fatto l’esperimento”

### 3.4. Brevi dettagli tecnici

Per ottenere un liquido colorato in rosso partendo da un liquido incolore si sfrutta il cambiamento di colore di un indicatore acido – base. La fenolftaleina è un indicatore che è incolore in soluzione acida o neutra (l’acqua pura è neutra), rosso in soluzione basica; è quindi la sostanza che fa al caso nostro. Per preparare la soluzione incolore dobbiamo disciogliere poca fenolftaleina in alcool etilico puro, poi aggiungere acqua. Quantità approssimative: fenolftaleina 0,5 g, alcool 20 ml, acqua fino a 100 ml.

Per “trasformare l’acqua in vino” basta aggiungere alla soluzione incolore un po’ di sostanza basica; va benissimo l’ammoniaca. Si procede in qualche modo ad aggiunta diretta nella scenetta dello scienziato, mentre nella scenetta del mago la bacchetta magica termina con un batuffolo di cotone imbevuto.

## 4. Spunti didattici per la scuola primaria ...

... e, con opportune variazioni, per la scuola secondaria di primo grado (d’ora in poi indicata con il termine familiare di scuola media).

Come abbiamo detto, nell’approccio al concetto di trasformazione possono essere attivati alcuni importanti procedimenti scientifici di base: osservazione, confronto (individuazione di somiglianze e differenze), descrizione, misurazione e altro. Per quanto riguarda la descrizione ci troviamo di fronte a due tipologie: la descrizione di sistema (ovvero la descrizione di qualcosa di statico) e la descrizione di processo (l’evoluzione di un sistema, fondamentale nel nostro caso). La descrizione di processo presenta evidenti difficoltà; nello spirito di un percorso non disciplinare abbiamo progettato (e lo proponiamo in questa sede) anche un lavoro che, pur essendo assai efficace, con la chimica non ha nulla a che vedere: la semina dei piselli. Iniziamo comunque con due argomenti esemplificativi che hanno maggiore attinenza con la chimica; l’esposizione è molto sommaria e non deve trarre in inganno riguardo ai tempi impiegati, assai distesi.

### 4.1 Disgregazione di materiali

Questo lavoro può essere proposto anche nelle prime classi. Esempio: a) caffè in grani come partenza; b) il caffè viene macinato o pestato con un mortaio; c) si osserva il prodotto. Viene compilata la scheda A.

Nella discussione gli insegnanti hanno contribuito a evidenziare i seguenti punti:

## Il concetto di trasformazione

- macinato o in grani, il caffè è sempre caffè;
- non ci sono variazioni di colore effettive;
- l'odore si intensifica;
- l'aspetto è completamente cambiato.

Vengono introdotti gradualmente alcuni termini non propriamente di uso comune: trasformazione, materiale, disgregazione.

Esperienze analoghe sono state proposte, usando sempre la scheda A, con i seguenti materiali: sale grosso, semi di frumento, solfato di rame. Al termine di ogni lavoro è stata compilata la scheda B.

Il lavoro può evolversi successivamente, anche nella scuola media. Fra le attività proponibili, abbiamo la realizzazione di infusi di caffè, utilizzando da una parte grani grossolanamente spezzati, dall'altra caffè macinato. Utilizzando acqua sempre alla stessa temperatura e tempi di estrazione uguali, la differenza negli infusi ottenuti è perfettamente visibile.

Altre esperienze significative riguardano la velocità di discioglimento di sostanze in pezzatura grossa e in pezzatura fine (va benissimo il sale da cucina), avendo cura che il mescolamento sia uniforme (senza mescolamento il discioglimento è sempre lentissimo). Importanti sono anche le operazioni di pesata, che introducono al principio di conservazione della massa (o del peso, visto che a questo livello scolare si preferisce parlare di peso piuttosto che di massa).

Esempi di osservazioni fatte dai bambini del secondo biennio della scuola primaria dopo la macinatura del caffè:

- Con i chicchi il livello era più alto, con la polvere più basso.
- Prima erano chicchi, poi è diventata polvere.
- I chicchi lasciavano dei buchini.
- La polvere è più pesante.
- La polvere occupa meno posto.
- Fra i chicchi c'è più aria.
- Non c'è differenza nel peso perché abbiamo macinato i chicchi di prima.

Esempio di una prima stesura individuale di relazione.

*Il 20 gennaio 2004 abbiamo preso dei chicchi di caffè. poi li abbiamo pesati con la bilancia. Marina ha messo i chicchi in un barattolo di vetro e ha segnato dove arrivavano con il pennarello nero. Poi alcuni hanno macinato i chicchi di caffè, Ginevra ha messo la polvere nel barattolo trasparente e ha segnato dove arrivava con il rosso. poi Marina con la maestra ha pesato la polvere di caffè che era uguale ai chicchi.*

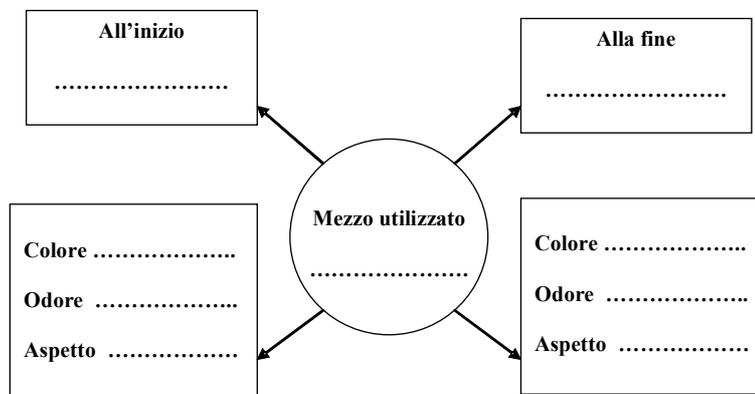
Esempio di relazione dopo la rielaborazione collettiva.

*Abbiamo fatto questa esperienza per vedere se lo spazio occupato dai chicchi era uguale a quello occupato dalla polvere. Per fare questa esperienza abbiamo usato: chicchi di caffè, una bilancia, un barattolo trasparente, due pennarelli e un macinino.*

*Abbiamo pesato i chicchi di caffè, poi li abbiamo messi in un barattolo di vetro e con il pennarello nero abbiamo segnato il livello. Dopo li abbiamo macinati e la polvere che abbiamo ottenuto l'abbiamo messa nel barattolo di prima e abbiamo segnato il livello con il pennarello rosso. Il livello dei chicchi era più alto di quello della polvere. Abbiamo pesato la polvere con la bilancia ed era uguale al peso dei chicchi del caffè.*

*Abbiamo visto che il peso era uguale, ma i chicchi occupavano più spazio perché fra loro c'era più aria.*

Nella scuola media può essere proposta la trasformazione inversa, l'aggregazione, lavorando con materiali polverizzati da sottoporre a forte pressione (materiale in polvere sul pavimento fra due fogli di carta, coperto da una tavoletta di legno; ci si salta sopra). Come simulazione della diagenesi si può lavorare con una vaschetta di sabbia sulla quale si versa a più riprese, a distanza di qualche giorno l'una dall'altra, una soluzione satura di sale. Deve essere comunque chiaro che quest'ultima è una trasformazione assai diversa dalla ricompattazione del materiale per compressione.



Scheda A

Ciò che hai visto, è una trasformazione?			Si	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
Perché? .....						
Che cosa è cambiato?						
Il colore		l'odore		l'aspetto		
.....		.....		.....		

#### Scheda B

Schede relative alle esperienze di disgregazione; scuola primaria primo biennio.

### 4.2 Formazione e separazione di miscele

Un altro tipo di trasformazione che si è dimostrata adatta per essere affrontata in tutto l'arco della scuola primaria è la **formazione e separazione di miscele**, omogenee ed eterogenee. È opportuno sottolineare come i concetti di omogeneità ed eterogeneità abbiano in questo ordine di scuola un significato puramente sensoriale.

Nei primi anni, le attività relative alla formazione di miscele sono propedeutiche all'introduzione (riservata alle ultime classi della scuola primaria) dei concetti di **reversibilità** e **irreversibilità**, attraverso il tentativo "manuale" di separare i componenti delle miscele solido – solido.

I tipi di miscela da noi proposti sono stati i seguenti:

- Solido – solido, eterogenea di materiali diversi con pezzatura diversa (es. ceci e lenticchie)
- Solido – solido, eterogenea di materiali con stessa pezzatura (es. fagioli bianchi e colorati);
- Solido – liquido, eterogenea (es. acqua + polvere di marmo);
- Solido – liquido, omogenea (es. acqua + solfato di rame, acqua + sale);
- Liquido – liquido, eterogenea (es. acqua + olio);
- Liquido – liquido, omogenea (es. acqua + vino rosso).

Per ogni esperienza proposta, gli alunni possono lavorare a piccoli gruppi, dapprima in modo totalmente autonomo, poi seguendo eventuali indicazioni degli insegnanti. È opportuno fornire setacci di varie misure, in modo da arrivare alla possibilità di separazione automatica di materiali di diversa granulometria (la miscela di ceci e lenticchie, ad esempio).

Proseguendo il lavoro, possono essere introdotti sistemi di separazione più raffinati, quali decantazione, ventilazione, filtratura; si tratta di un lavoro che consente fra l'altro lo sviluppo delle abilità manuali.

Non entriamo in ulteriori particolari, in quanto il problema di formazione e separazione di miscele non è certamente nuovo; sottolineiamo però l'importanza di procedere, soprattutto nella scuola media, alla pesata dei materiali separati e della miscela.

### 4.3 Descrizione di processo: la semina dei piselli nani.

Come mai piselli nani? È semplice: si tratta di piante che hanno un ciclo molto breve, dal seme ai nuovi semi in meno di 3 mesi. Il lavoro è stato condotto in modo da ottenere un risultato chiaramente interpretabile. Per la descrizione di processo non si possono usare esperienze di tipo strettamente chimico in quanto generalmente troppo veloci; in ogni caso è però utile sottolineare come i sistemi usati per la registrazione possano essere in buona parte applicati anche a molti altri tipi di processo.

Il procedimento viene descritto in modo analitico in quanto la bontà del risultato dipende da un certo numero di accorgimenti. Non si specificano solo le cose ovvie, quali la necessità di regolari annaffiature.

- a) Si seminano 2-3 piselli in ogni vasetto, per 5-6 vasetti.
- b) Si ripete la stessa cosa a intervalli regolari di una settimana.
- c) Dopo la germinazione si lascia una sola piantina per vasetto.
- d) Una o due piantine di ogni serie possono essere sacrificate per osservazioni riguardanti soprattutto le radici. Fra le piantine rimaste, punteremo l'attenzione su quelle meglio sviluppate.

Il risultato finale è costituito da una serie scelta di 10 – 15 vasetti contenenti piantine a diversi gradi di sviluppo, dalla germinazione alla formazione dei nuovi piselli.

## Il concetto di trasformazione

Passiamo alla fase di descrizione. Oltre alla descrizione verbale (orale e scritta), sempre indispensabile, gli allievi realizzano sicuramente disegni; per questo tipo di attività è necessario tendere alla realizzazione di un disegno oggettivo, obiettivo almeno in parte realizzabile. Una tecnica di registrazione che però è opportuno introdurre è quella della fotografia. Attualmente si tratta di una tecnica estremamente versatile ed economica; si possono scattare fotografie in gran numero per poi osservarle a video, riservando la stampa a serie ben selezionate.

Le fotografie vengono riprese dagli allievi che lavorano inizialmente in modo libero. Successivamente interviene l'insegnante che invita a realizzare una fotografia seguendo alcuni accorgimenti:

- sfondo neutro (ad esempio una parete libera);
- inquadratura sia da posizione fissa (registrata in qualche modo), sia da posizione che consenta di riempire con l'immagine tutto il fotogramma;
- orientamento determinato delle piantine fotografate;
- sequenza delle piantine fotografate ben individuata (numerare i vasetti).

Le modalità di ripresa di questo tipo di fotografia non devono variare da una settimana all'altra; ci vuole un po' di tempo, ma i risultati valgono il prezzo temporale pagato.

Dopo alcune settimane il materiale fotografico è già molto abbondante; un esame opportunamente guidato consente alcune conclusioni:

- Lo sfondo neutro focalizza l'attenzione sulla piantina; variazioni nello sfondo introducono elementi di disturbo;
- Nelle fotografie da inquadratura fissa, si evidenzia la piantina che cresce; se l'inquadratura è fatta in modo da riempire il fotogramma non si ha un risultato così immediato (si può dire che è il vasetto che si rimpicciolisce); se l'inquadratura è libera, qualsiasi confronto fra foto successive diventa difficile. L'orientamento determinato consente un confronto ancora migliore.

Alla fine del lavoro gli allievi dispongono di una serie di piantine in diversi gradi di sviluppo e di una serie (scelta) di fotografie che riproducono le fasi dello sviluppo di un'unica piantina. La verbalizzazione relativa al processo viene notevolmente semplificata, anche se non si può dire che sia facile.

Nota bene: le indicazioni date sono molto puntigliose, ma necessarie. Le speranze di realizzare le foto dello sviluppo completo partendo da una sola piantina sono pressoché nulle.

### 4.4 Trasformazioni stagionali della natura

Lo studio delle trasformazioni che avvengono in natura durante il corso dell'anno offre un ottimo spunto per sviluppi didattici multidisciplinari, coinvolgenti sia l'ambito scientifico – sperimentale, sia altre aree tematiche, in primis la lingua italiana e l'educazione all'immagine.

Molto spesso le trasformazioni stagionali della natura costituiscono motivo di osservazione, soprattutto nei primi livelli scolastici; obiettivo del nostro lavoro è quello di dare una prima “razionalizzazione” ai dati raccolti, per poter successivamente collegare, in modo più approfondito, il comportamento dei viventi con l'andamento delle stagioni e puntualizzare le cause (soprattutto astronomiche) che portano al loro avvicendamento.

Il lavoro sulle trasformazioni della natura viene articolato secondo i seguenti punti:

- 1- raccolta di dati riguardanti il tempo atmosferico;
- 2- durata del dì e della notte;
- 3- differenze di comportamento degli animali fra estate e inverno;
- 4- variazioni stagionali nell'aspetto di piante a foglia caduca e piante sempreverdi;
- 5- problemi di tipo astronomico: che cosa causa l'avvicendamento delle stagioni?

Il punto 1 costituisce la base del lavoro nelle prime classi della scuola primaria, ma è bene che venga proseguito. Nella nostra sperimentazione sono state prese in considerazione la documentazione qualitativa della temperatura, attraverso osservazioni relative al vestiario, e la registrazione di osservazioni meteorologiche semplificate e relative alle seguenti voci: tempo bello – variabile – nuvoloso – pioggia. Le osservazioni, a carattere giornaliero, sono state registrate su un cartellone murale già predisposto con i giorni di ogni mese. Il lavoro è stato svolto autonomamente dai bambini, attraverso l'uso di cartellini raffiguranti le varie tipologie di vestiario (maglietta, felpa, giaccone) e le varie situazioni meteorologiche (sole, nuvola e sole, nuvola, pioggia). Alla fine di ogni mese le osservazioni meteorologiche sono state registrate su un istogramma riassuntivo. Dopo una conversazione collettiva, sono state riportate, sotto ogni istogramma, le considerazioni dei bambini riguardanti la lettura di tutti i dati raccolti. In occasione di questo lavoro sono stati introdotti i termini: “sereno”, “variabile”, “nuvoloso”, “piovoso”. Al termine della scuola primaria e nella scuola media possono essere introdotte attività di tipo più quantitativo, quali la misurazione della quantità di pioggia caduta (realizzazione di un pluviometro) e la registrazione delle temperature (massima, minima ed eventualmente a una determinata ora del giorno). È evidente l'opportunità di stabilire una connessione con i cambiamenti di stato fisico dell'acqua.

Per il punto 2 sono opportuni diversi interventi sia nella scuola primaria, sia nella scuola media. All'inizio il lavoro può basarsi su semplici osservazioni qualitative (in inverno “fa buio” presto); successivamente può essere individuata la po-

sizione del sole nel cielo in giorni prefissati (lo stesso giorno di ogni mese) e in un momento specifico della giornata scolastica, ad esempio l'uscita pomeridiana. Per stabilire la posizione del sole occorre fissare un punto di osservazione e un riferimento; quest'ultimo può essere costituito ad esempio da un palo o da uno spigolo dell'edificio scolastico, con orizzonte pressoché libero. Le osservazioni empiriche dovrebbero essere fissate attraverso la conversazione collettiva ed il disegno. Nella sua fase più avanzata (scuola media) si possono riportare in grafico i dati relativi alla levata e al tramonto del sole, rilevabili dai comuni calendari. Questi dati possono essere utilmente rielaborati ricavando la durata del dì e della notte; l'esercizio relativo presenta qualche difficoltà dovuta alla numerazione sessagesimale.

Per quanto riguarda il punto 3, l'attenzione deve essere rivolta soprattutto all'ambiente circostante per osservare, nelle varie stagioni, la presenza o meno di piccoli animali (insetti, lucertole, uccelli e altro). In ogni caso la mobilità degli animali pone seri ostacoli a una loro accurata osservazione; è questo un campo per il quale, a tutte le età, è più opportuno ricorrere a libri e a filmati.

Punto 4: ritorna la descrizione di processo. Il lavoro può basarsi sull'osservazione di piante a foglia caduca e di piante sempreverdi che siano facilmente accessibili; per le fotografie è sempre necessario mantenere lo stesso punto di ripresa (e quindi lo stesso sfondo), in modo da evidenziare le differenze fra una stagione e l'altra. Nella scuola media, la variazione di colorazione dei frutti con la maturazione può in molti casi essere ricondotta alla presenza di indicatori di pH; ottime al riguardo le more di rovo la cui colorazione passa da rosso (mora acerba) a viola scuro (mora matura); il colore delle more mature può essere virato al rosso per acidificazione.

Il punto 5, affrontato a partire dall'ultimo anno della scuola primaria, è senz'altro il più impegnativo. Ritengo tuttavia inopportuno parlarne in questa sede, in quanto non solo esula completamente da tematiche di tipo chimico, ma richiede anche molto spazio. Vedere al riguardo (6).

#### **Bibliografia e note**

- 1) P. Riani, M. V. Massidda, Insegnamento preuniversitario della Chimica: solo formazione o anche informazione e addestramento? I - Problemi generali. CnS-La Chimica nella Scuola, **vol. 25**, pp. 143-147, **2003**.
- 2) P. Riani, M. V. Massidda, Insegnamento preuniversitario della Chimica: solo formazione o anche informazione e addestramento? II parte - Colleghiamo il problema con il livello scolastico. CnS - La Chimica nella Scuola, **vol. 26**, pp. 4-8, **2004**.
- 3) P. Riani, Analisi dello sviluppo del concetto di trasformazione nel periodo della scuola elementare. CnS-La Chimica nella Scuola, **vol. 24**, pp. 48-52, **2002**.
- 4) A titolo di esempio, durante una delle fasi del lavoro ha avuto inizio una trasmissione televisiva riguardo ai cosiddetti "transformers". Il significato della parola "trasformazione" è diventato a quel punto assolutamente univoco.
- 5) Intendo per "contorsione mentale" l'atteggiamento, molto frequente anche negli studenti universitari, per cui in un problema semplice si tendono a evidenziare tutte le possibili difficoltà che potrebbero eventualmente sorgere; il risultato, alla fine, è che il problema non viene risolto, oppure viene risolto in modo errato.
- 6) P. Riani, Le trasformazioni stagionali della natura – L'apporto di diverse discipline scientifiche allo studio del problema. Scuola e Didattica n. 9, p. 49-64, **1996**.