

# La (ri)valutazione delle attività di laboratorio: riflessioni e proposte. Parte 1

ENRICO MANSUETI\*

e-mail: enrico.man@libero.it

## Riassunto

*I sistemi adottati nella valutazione dell'attività laboratoriale spesso non sono efficaci per stabilire l'effettivo raggiungimento degli obiettivi di apprendimento. Molti di essi, e tra questi la relazione tradizionale, talvolta diventano il naturale sbocco di proposte didattiche improntate ad una concezione trasmissiva della conoscenza. Quale deve essere il ruolo della didattica laboratoriale nella scuola? Gli schemi di lavoro maggiormente adottati assegnano all'attività sperimentale una funzione verificativa subordinandola alla teoria. Con questo approccio si rischia però di trasmettere un'idea positivistica del progresso del sapere scientifico; inoltre può crearsi nella mente dei giovani l'immagine di due discipline autonome, e il processo di costruzione della conoscenza diventa completamente avulso sia dalla realtà che dal contesto storico in cui il sapere scientifico si è sviluppato e si aggiorna. In questo contributo l'applicazione di una relazione semistrutturata permette di accertare non solo l'effettivo raggiungimento (o meno) degli obiettivi fissati ma anche (e soprattutto) la "consapevolezza obbiettiva" di quanto è stato ottenuto da parte di ogni singolo studente mediante la sua partecipazione attiva.*

## Introduzione

Perché il tema della valutazione nella scuola è sempre stato al centro dell'attenzione e fonte di preoccupazione? Non sono solo gli studenti a temere il voto, ma gli stessi insegnanti incontrano difficoltà nel valutare con giudizio e trasparenza perché si è chiamati ad esprimere livelli di misurazione su elementi e dimensioni difficilmente misurabili, in quanto dietro la valutazione si celano diversi punti di vista e modi di intendere la scuola. Dare valore (giudizi qualitativi o misure quantitative) a determinati aspetti relativi all'apprendimento degli studenti, mette la categoria a dura prova e per ciò che concerne l'attività di laboratorio il problema è particolarmente significativo e attuale, in quanto in molte realtà la riflessione dovrebbe toccare non solo le modalità di valutazione, ma bensì scendere fino all'impostazione metodologica alla base del lavoro. Recentemente è stato giustamente sottolineato che "per realizzare un insegnamento finalizzato alla creazione di un complesso di conoscenze realmente fruibili dagli alunni della scuola superiore, si ritiene fondamentale una riflessione sul ruolo del laboratorio nel processo di apprendimento. In tal senso, viene considerato obiettivo prioritario il conseguimento della capacità di progettare e svolgere in modo ragionato e consapevole le attività di laboratorio, individuando gli ostacoli che si possono riscontrare nel lavoro di gruppo, nell'interpretazione dei dati sperimentali e nella stesura di relazioni conclusive, con la finalità di sviluppare negli studenti la capacità di interpretazione critica dei fenomeni osservati"<sup>2</sup>.

In laboratorio a fare che cosa? Ci interessa l'apprendimento oppure (la verifica di) una serie di operazioni pratiche in sequenza? *Rendere l'allievo attore del processo di apprendimento non significa semplicemente renderlo "attivo", ossia, come pensano molti insegnanti, impegnarlo in attività di laboratorio, come se sviluppare abilità sperimentali equivallesse ad acquisire saperi scientifici*<sup>3</sup>. Manca una "cultura chimica" nei cittadini, ed è indispensabile che chi insegna chimica lavori sulla propria didattica puntando sul "far capire"<sup>4</sup>.

Nell'ultimo congresso nazionale della divisione didattica (Dipartimento di Chimica e Chimica industriale dell'Università di Genova) i dati che il prof Casado Linarejos dell'ateneo di Salamanca ha portato a supporto della discussione sulla crisi delle "vocazioni" scientifiche (in Spagna ma anche in altri paesi) indicano in modo inequivocabile tra le cause più significative l'esiguo numero di ore dedicate nella scuola superiore all'attività laboratoriale. La presentazione di questo lavoro sulla valutazione delle attività di laboratorio (nelle sue linee generali, in quanto all'epoca non ancora completato), avvenuta successivamente all'intervento dell'illustre ospite ha suscitato un ampio dibattito tra favorevoli (molti) e contrari. L'autore ha esordito sottolineando come sia importante soprattutto la qualità e l'indirizzo che viene a darsi a queste attività, senza dimenticare l'indispensabile raccordo che esse debbono avere con la disciplina "dura". Il "doppio" ruolo che al momento il sottoscritto ricopriva (insegnante teorico in alcune

1. Parte dei contributi e delle riflessioni alla base di questo articolo si trovano nel volume: *Verifica e valutazione dei processi formativi, Quaderni della SSIS Lazio 1*, Edizioni Nuova Cultura, di: D. Arnold, G. Benvenuto, M. Fabbri, A. Giacomantonio, E. Mansueti, L. Morichelli e S. Pozio.

2. A. Borsese, M. Carnasciali e altri, *Formazione iniziale degli insegnanti nella SSIS: il caso A013 a Genova*, Atti del XV Congresso nazionale della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007.

3. E. Roletto, *Apprendimento delle scienze e didattiche disciplinari*, Iridis, Torino, 2003

4. Riflessioni in margine all'Introduzione agli atti del XV Congresso, curata dal prof A. Borsese, attuale presidente della Divisione di Didattica Chimica, e agli interventi della prof.ssa R. Carpignano, past president della Divisione.

classi e tecnico-pratico in altre) ha permesso una panoramica ampia e una visione obiettiva (forse) di una questione che anche il piano ISS (Insegnare Scienze Sperimentali)<sup>5</sup> ha posto al centro dell'attenzione. Gli incontri e le discussioni avute con alcuni colleghi congressisti (dentro ma anche fuori dall'aula dei lavori) hanno evidenziato in diversi casi un male comune: spesso l'attività di laboratorio nella scuola non procede integrandosi alla teoria ma viene proposta con modalità e tempi tali da farle assumere i connotati di una vera e propria disciplina autonoma. Che senso ha proporre nelle prime classi di un ITIS esercitazioni di laboratorio sui composti chimici mentre il lavoro (in classe e a casa) procede sulla composizione percentuale delle soluzioni? Dal Congresso<sup>6</sup> è emerso anche che “la confusione nasce da un uso improprio del laboratorio” [...] e “non si può pensare che l'attività sperimentale sia di per sé sufficiente alla comprensione di concetti scientifici”. Il confronto con i colleghi a Genova ha rivelato che tali situazioni non rappresentano esempi e casi sporadici, ma sono piuttosto la testimonianza di modi di fare che si vanno radicando nelle diverse realtà. Forse è questa (?) la risposta di certi insegnanti a chi trova insensata la domanda circa il fatto se il laboratorio debba collocarsi prima o dopo l'attività teorica? Simili comportamenti forzano all'estremo la progressiva sistematizzazione delle discipline che si avvia proprio nel biennio della scuola superiore, e qualcuno probabilmente troverà conforto (anche) nelle indicazioni ministeriali (che impongono nella prima parte dell'anno giudizi distinti: uno per chimica e uno per il laboratorio). Importa qui sottolineare che un tale modo di procedere non solo fornisce ai ragazzi una visione incompleta e parziale della materia ma finisce per privarla, nei casi peggiori, di un complemento fondamentale come quello rappresentato dall'attività laboratoriale per la teoria e viceversa (la precisazione è qui necessaria allo scopo di evitare equivoci). L'argomento del mio intervento era rivolto principalmente alla valutazione dell'attività sperimentale, ma (come era prevedibile forse anche dal titolo scelto: ***L'attività in laboratorio dal punto di vista della valutazione: costruzione di saperi scientifici o semplice acquisizione di abilità sperimentali?***)<sup>7</sup> la vastità del tema, le esperienze riportate da alcuni colleghi presenti e riflessioni emerse dall'analisi di altri lavori (del resto il filo conduttore alla base del Congresso era: *L'insegnamento della Chimica nell'ambito delle Scienze sperimentali: dalla scuola di base all'università*) hanno portato il dibattito finale a toccare aspetti ben più profondi, alimentando una discussione ricca di idee e contributi. Il sottoscritto ha precisato sin da subito che non intendeva sminuire la validità dell'uno o dei diversi approcci (salvo il non poter nascondere il pieno accordo con chi afferma che “...l'insegnante deve abituarsi a considerare il laboratorio come il luogo dove si impara a progettare e discutere, allo scopo di costruire una conoscenza condivisa [...] e cessa di essere un luogo fisico per assumere quello di uno spazio-temporale polivalente in cui si effettuano attività teoriche e manuali e assume il significato di 'atteggiamento mentale' proiettato all'indagine e alla progettazione dell'esperimento”<sup>8</sup>). Spiace pensare che talvolta la validità di certe idee non sia purtroppo pari alla loro condivisione (Comprensione?).

E' interessante comunque notare questo dato: spesso quando mancano proficui rapporti di collaborazione e il necessario raccordo tra colleghi, nella maggior parte delle situazioni il lavoro procede con modalità trasmissive (in classe) e dimostrativo-addestrative (in laboratorio). Una conseguenza? Oppure una causa?

Durante il congresso, non si è voluto sminuire neppure la validità di altri metodi di valutazione (dalla discussione è emersa comunque l'evidenza che ovviamente le caratteristiche della verifica dell'attività sperimentale sono in diretto rapporto con la metodologia didattica utilizzata); eventuali dubbi, semmai, sono nati osservando il fervore con cui qualcuno si arrocca in loro difesa. Penso che strumenti diversi (interrogazione, prove oggettive) siano necessari (ma non sufficienti in termini assoluti) per aiutare l'insegnante a formulare ipotesi che permettano di spiegare, interpretare e comprendere i comportamenti di un singolo allievo e di una classe al fine di adeguare la proposta didattica e di orientare gli studenti. In particolare, per ciò che concerne l'interrogazione, sono d'accordo con Chi<sup>9</sup> afferma che “la validità della comprensione intuitiva può essere relativa, ma chi non ha, o non riconosce, o pensa di dover azzerare questa capacità di ‘trasferimento’ e ‘ricostruzione’ non può supplire affidandosi a chissà quali procedure oggettive [...]. Diciamo che i concetti di senso comune ci permettono una comprensione approssimativa, incompleta, ma tutt'altro che illusoria e assolutamente indispensabile per poi meglio chiarire e approfondire [...]. La psicologia scientifica può chiarire, approfondire, ma non azzerare il senso comune (la comprensione intuitiva)”. Credo infatti che il docente debba padroneggiare e saper scegliere gli strumenti più adatti per rilevare le informazioni di cui ha bisogno, allo scopo di *pilotare* la didattica a vantaggio del successo formativo.

5. Piano ISS, I Seminario Nazionale-Milano-Napoli, Novembre-Dicembre 2006, Documenti di lavoro, Volume 1, Ministero della Pubblica Istruzione, Dipartimento Per l'Istruzione, Roma, 2006

6. E.Aquilini, La Chimica nel biennio dell'obbligo, Atti del XV Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007.

7. E. Mansueti, L'attività in laboratorio dal punto di vista della valutazione: costruzione di saperi scientifici o semplice acquisizione di abilità sperimentali?, Atti del XV Congresso della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007.

8. E. Torracca-Punti focali della didattica della chimica-Alcune considerazioni sul ruolo del laboratorio-Didichim, Sett 2000

9. M. Lichtner, *Valutare l'apprendimento: teorie e metodi*, Milano, Franco Angeli, 2004.

### La relazione di laboratorio

A seconda di come si imposta l'attività il laboratorio può assolvere a diverse funzioni:

1. Addestrativa, quando vi si apprendono le modalità d'uso di uno strumento o di un apparecchio (...) <sup>10</sup>.
2. Dimostrativa, quando è posto come momento conclusivo dell'apprendimento di un concetto (...) <sup>11</sup>.
3. Formativa, quando l'allievo conduce un'esperienza a partire da materiali e schede guida discutendo i risultati ottenuti ed elaborandoli in modo da trarne una legge o un principio.

Lo scopo delle relazioni di laboratorio dovrebbe essere quello di misurare e valutare l'apprendimento che gli studenti hanno conseguito partecipando attivamente ad attività laboratoriali osservative-riproduttive o sperimentali condotte nell'aula delle esercitazioni pratiche. Al termine delle attività pratiche è prassi scolastica la compilazione di una relazione ottenuta seguendo le indicazioni di un modello prestampato, il quale solitamente suddivide l'elaborato in parti distinte (in genere: *introduzione, materiali utilizzati, procedimento, eventuali osservazioni*). Sebbene anche in certi ambienti di lavoro questo sia la normalità (ad esempio nei laboratorio di un'industria chimica, dove l'autore ha lavorato), troppo spesso si riduce l'elaborato ad una semplice cronaca delle operazioni effettuate in laboratorio, producendo una prova scritta assimilabile ad un tema. La relazione tradizionale nella valutazione dell'attività laboratoriale dal punto di vista docimologico presenta alcuni difetti strutturali:

- *gli stimoli possono essere ambigui*. Gli studenti per rispondere correttamente devono formulare delle ipotesi sulle aspettative del docente: si devono chiedere, ad esempio, quale deve essere la struttura dell'elaborato, quali i collegamenti ai temi trattati durante le lezioni frontali, se sono apprezzati i riferimenti interdisciplinari etc. Queste congetture devono essere formulate senza sapere quali criteri adotterà il docente per valutare le loro relazioni (le raccomandazioni talvolta servono a poco, soprattutto se formulate all'inizio di un'attività particolarmente lunga e concettualmente ricca come quella presentata in queste pagine). Le risposte fornite dagli studenti saranno perciò necessariamente diverse; esse dipendono dalla forma specifica che hanno assunto le ipotesi formulate da ciascun allievo: una relazione sarà più lunga, una più breve; un'altra curerà gli aspetti terminologici e stilistici, un'altra ancora sarà sintetica e poco curata nella forma etc. È immaginabile che, di fronte ad una prova del genere, anche la prestazione di uno stesso studente possa essere *incostante* nel tempo.
- *la lettura e l'interpretazione delle risposte* da parte del docente rischia di essere arbitraria e soggettiva: a parità di valore del contenuto, l'attribuzione del punteggio può essere influenzata in alcuni casi dalla proprietà del linguaggio tecnico, in altri dallo stile di scrittura, in altri ancora dai riferimenti interdisciplinari. Non è escluso che un effetto significativo su un'ingiustificata variazione dei punteggi possa esercitarlo l'umore del docente o le caratteristiche del contesto in cui si leggono le risposte.

La valutazione viene influenzata anche dalla struttura della prova. Talvolta le prestazioni degli studenti sono valutate comparandole con quelle ritenute "più complete". Nelle procedure più tradizionali, invece, i primi elaborati che legge l'insegnante sono valutati confrontando la risposta osservata con quella ideale che lo stesso docente si rappresenta; per i gruppi seguenti, la valutazione dipende sia da un confronto analogo sia dalla comparazione con le risposte fornite dai primi gruppi. <sup>12</sup> Ne consegue che le stesse relazioni vengono valutate utilizzando nel tempo criteri diversi. Se consideriamo anche che spesso le relazioni di laboratorio vengono eseguite in gruppo, si capisce bene come questo strumento non consenta di determinare con precisione quali obiettivi sono stati conseguiti da ciascun alunno. Non è cioè possibile consigliare ad ogni singolo studente quali attività deve compiere per colmare eventuali lacune e lo stesso insegnante possiede delle informazioni povere per calibrare o ricalibrare la programmazione e riflettere sulla qualità della sua proposta didattica.

### "Saggiare" l'attività laboratoriale

Per ovviare a qualcuno di questi problemi è possibile elaborare le relazioni sul modello *saggio breve* (che usualmente è elaborato individualmente) <sup>13</sup>. In particolare si potrebbe strutturare la relazione in *cinque sezioni* <sup>14</sup>: 1) titolo, 2) introduzione, 3) metodo/procedura, 4) risultati conseguiti e 5) discussione/conclusione. Come nel saggio breve, ogni sezione deve essere definita attraverso uno stimolo che sia «[...] tanto articolato da specificare l'area problematica e il contesto di riferimento; il tipo di analisi o d'indagine richiesta sia sul versante teorico-concettuale che su quello metodologico-procedurale; il livello di approfondimento della questione; le finalità comunicative del saggio; il grado di estensione consentita nella trattazione» <sup>15</sup>.

10. F. Olmi, Il laboratorio nella didattica della chimica, CNS, n 4-5, 2006.

11. Ibidem

12. Gattulo M., *Didattica e docimologia. Misurazione e valutazione nella scuola*, Roma, Armando, 1968.

13. Domenici G., *Manuale della valutazione scolastica*, Roma-Bari, Laterza, 2001.

14. Corasaniti R., *Relazioni di laboratorio*, in Domenici G. (a cura di), *Le prove semistrutturate di verifica degli apprendimenti*, Torino, UTET, 2005.

15. Domenici G., *Manuale della valutazione scolastica*.

La struttura dello stimolo e i *vincoli prescrittivi* che esso contiene dovrebbero rendere le risposte degli studenti confrontabili con *criteri di correzione predeterminati* e, quindi, rappresentabili su di una scala di misura che consente di attribuire loro un punteggio. La tabella seguente presenta i criteri di correzione e la scala di misura suggeriti dalla Corasaniti<sup>16</sup>.

**Tabella 1:** Criteri di correzione di una relazione di laboratorio. Fonte: Corasaniti R., 2006

Criteri	Livello					
	Ottimo	Buono	Discreto	Sufficiente	Insufficiente	Gravemente insufficiente
Rispetto delle consegne						
Capacità di scegliere ed organizzare il materiale						
Individuazione e verifica delle ipotesi						
Abilità nei calcoli						
Rappresentazione di tabelle e grafici						
Impianto teorico						
Argomentazione						
Organizzazione						
•coerenza						
•organicità						
Capacità di sintesi						
Padronanza della lingua						
• precisione						
• conetezza						
• chiarezza						

A prima vista questa proposta potrebbe applicarsi nella valutazione di relazioni di laboratorio elaborate in tempi e per proposte didattiche differenti ma assumendo ad esempio di dover verificare se al termine di un'unità didattica tutti gli studenti hanno conseguito gli obiettivi didattici prefissati è necessario interrogarsi sulla validità della misura che otteniamo applicando i criteri di correzione e la scala rappresentati nella tabella. Gli obiettivi di un'unità didattica rappresentano le conoscenze e le capacità intellettuali che gli studenti dovrebbero aver acquisito e non pare che la proposta in esame garantisca *completamente* la verifica del loro raggiungimento. Potrebbe essere necessario escludere alcuni criteri di correzione, per esempio se l'attività didattica non ha mai preso in esame la rappresentazione di tabelle e grafici<sup>17</sup>. Inoltre la definizione dei criteri di correzione può risultare troppo astratta, soprattutto riguardo ai punti *impianto teorico* e *argomentazione*, che la concretezza di obiettivi definiti in termini operazionali non riesce a conciliare. Inoltre quanto possono concordare i punteggi assegnati ad una stessa prova scritta da correttori diversi se è vero persino che il numero di punti attribuito dallo stesso correttore varia nel tempo?<sup>18</sup> La scala di misura a sei intervalli proposta sembra davvero troppo ampia rispetto alla precisione della misura che consente la struttura del saggio breve ed i criteri di correzione suggeriti. È probabile perciò che i valori ottenuti con la misurazione siano poco attendibili soprattutto in un contesto ben determinato come quello rappresentato dalla valutazione dell'apprendimento conseguito in un'unità didattica a carattere scientifico. E' vero però che la relazione di laboratorio strutturata come un saggio breve con il relativo sistema di valutazione potrebbe ben adattarsi per esempio nel monitoraggio dell'apprendimento che uno studente dovrebbe aver acquisito al termine di uno o più moduli, nell'attribuzione dei crediti o dei debiti e nell'attestazione e certificazione delle competenze. Occorrono talvolta sistemi di valutazione che, integrando diversi strumenti, possano misurare livelli di apprendimento superiore, ovvero «[...] la capacità di adottare strutture, piani, schemi e programmi di azione capaci di integrare a livello interdisciplinare le conoscenze, formali e informali, teoriche, esperienziali e procedurali possedute per risolvere un problema in un contesto ambientale specifico; di adottare, inoltre, un sistema di monitoraggio della validità del programma nel contesto specifico (meta-cognizione), quindi di ri-adattarlo (meta-valutazione e meta-decisione), costruttivamente, per porre in atto comportamenti adatti al raggiungimento degli scopi, ovvero per il raggiungimento di un risultato adeguato alle intenzioni stabilite»<sup>19</sup>.

16. Corasaniti R., Op. cit.

17. Potrebbe fornire utili informazioni di carattere diagnostico, ma non potrebbe essere utilizzato per valutare l'apprendimento relativo ad una precisa attività laboratoriale.

18. Gattullo M., Op. cit.

19. Domenici G. *La valutazione nel nuovo sistema formativo*, in *La valutazione come risorsa. Analisi degli apprendimenti e autovalutazione di istituto*, Napoli, Tenodid, 2000.

## La (ri)valutazione delle attività di laboratorio: riflessioni e proposte

### Bibliografia

1. E. Aquilini, *La Chimica nel biennio dell'obbligo*, Atti del XV Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 10.
2. G. Benvenuto, *Mettere i voti a scuola*, Carocci Editore, Roma, 2003.
3. A. Borsese, *Introduzione agli atti del XV Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica*, Genova, Dicembre 2007.
4. A. Borsese, M. Carnasciali e altri, *Formazione iniziale degli insegnanti nella SSIS: il caso A013 a Genova*, Atti del XV Congresso nazionale della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 16.
5. L. Cardellini: *SoTL: L'eccellenza è possibile*, Atti del XV Congresso Nazionale di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 27.
6. R. Carpignano, G. Cerrato, D. Lanfranco, T. Pera, *Gli indicatori del piano ISS a confronto con Le indicazioni per il Curricolo del primo ciclo d'istruzione-Area matematico-scientifico-tecnologica*, Atti del XV Congresso Nazionale della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 35.
7. Domenici G., *Manuale della valutazione scolastica*, Roma-Bari, Laterza, 2001.
8. G. Domenici, *Le prove semistrutturate di verifica degli apprendimenti*, Torino, UTET, 2005.
9. Domenici G. *La valutazione nel nuovo sistema formativo*, in *La valutazione come risorsa. Analisi degli apprendimenti e autovalutazione di istituto*, Napoli, Tenodid, 2000.
10. Kuhn T. S., *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Torino, Einaudi, 1969.
11. C. Fiorentini, *Scuola di base: il ruolo degli insegnanti*, *Insegnare*, N 3/1997.
12. Legrand L., *Politiche dell'educazione*, Roma, Anicia, 2000.
13. M. Lichtner, *Valutare l'apprendimento: teorie e metodi*, Milano, Franco Angeli, 2004.
14. E. Mansueti, *La giusta sequenza in un'insalata*, *Didattica delle scienze e informatica nella scuola*, N 252, Novembre 2007.
15. E. Mansueti, *L'attività in laboratorio dal punto di vista della valutazione: costruzione di saperi scientifici o semplice acquisizione di abilità sperimentali?*, Atti del XV Congresso della Divisione di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 48.
16. E. Mansueti, *Officine di concetti: la cucina e il laboratorio*: Atti del XV Congresso della Divisione di didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007, Pag 51.
17. E. Mansueti, *Ricerca dei Perborati in uno sbiancante*, Programmazione didattica A.S. 2004-2005.
18. E. Mansueti, D. Arnold, G. Benvenuto, A. Giacomantonio, M. Fabbri, L. Morichelli, S. Pozio, in: *Verifica e valutazione dei processi formativi*, Quaderni della SSIS Lazio 1, Edizioni Nuova Cultura.
19. F. Olmi, *Il laboratorio nella didattica della chimica*, *Chimica nella Scuola*, n 4-5, 2006.
20. Piano ISS, *I Seminario Nazionale-Milano-Napoli*, Novembre-Dicembre 2006, Documenti di lavoro, Volume 1, Ministero della Pubblica Istruzione, Dipartimento Per l'Istruzione, Roma, 2006.
21. Popper K., *Logica della scoperta scientifica. Il carattere autocorrettivo della scienza*, Torino, Einaudi, 1970.
22. E. Roletto, *Apprendimento delle scienze e didattiche disciplinari*, Iridis, Torino, 2003.
23. L.S. Shulman, *Taking Learning Seriously*, Change, 1999.
24. L.S. Shulman, *Teaching as Community Property: Putting an End to Pedagogical Solitude*, Change, 1993.
25. E. Torracca-Punti focali della didattica della chimica-Alcune considerazioni sul ruolo del laboratorio-Didichim, Sett 2000.