

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

Enrico Mansueti¹

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 positivista 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 obiettiva" di quanto è stato ottenuto da parte di ogni singolo studente mediante la sua partecipazione attiva.

La relazione semistrutturata: Ricerca dei Perborati in uno sbiancante

Nel caso di un'unità didattica, dove è necessario verificare tempestivamente che ciascun allievo abbia conseguito ogni singolo obiettivo, sembra più opportuno articolare la relazione di laboratorio in diversi quesiti semi-strutturati. La proposta presentata nelle pagine seguenti vuole mostrare come la relazione semistrutturata possa essere un procedimento di valutazione in grado di appurare con certezza l'effettivo raggiungimento degli obiettivi di apprendimento.

Di seguito viene riportata una relazione con questa struttura, riguardante la ricerca di perborati in uno sbiancante.

Ogni domanda che compone questa prova è composta da: 1) uno *stimolo chiuso*, 2) che presenta determinati *vincoli prescrittivi*, 3) seguito da una *risposta criterio*, 4) che permette di *attribuire un punteggio* alle prestazioni degli studenti.

Presentazione della prova e dei relativi vincoli²

Questo lavoro deriva da un intervento didattico destinato ad una terza classe di un Istituto Tecnico Industriale a indirizzo chimico che è costituito: 1) da lezioni frontali riguardanti la composizione e i rischi (per l'ambiente e per la salute) delle sostanze presenti generalmente nei detersivi sintetici, 2) dall'illustrazione dell'esperienza pratica di laboratorio, 3) dall'esecuzione della stessa a cura degli allievi (titolazione permanganometrica dell'acqua ossigenata liberata dalla reazione di una soluzione del campione in esame con l'acido solforico).

La prova di valutazione è proposta a conclusione del lavoro di laboratorio con lo scopo di verificare il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- 1 saper individuare le sostanze presenti in un detersivo sintetico che presentano rischi per la salute e per l'ambiente in generale;
- 2 saper elencare questi rischi;
- 3 saper enunciare le definizioni fondamentali in merito alle reazioni di ossidoriduzione;
- 4 saper svolgere le operazioni relative alle reazioni di ossidoriduzione;
- 5 sapere enunciare i principi generali della permanganometria;
- 6 saper riprodurre correttamente le applicazioni pratiche della permanganometria in laboratorio, con particolare riguardo alla ricerca dei Perborati in uno sbiancante (facendo attenzione agli aspetti legati alla sicurezza);
- 7 saper rielaborare in modo sintetico i risultati dell'attività laboratoriale.

Per la valutazione è stata prevista la relazione di laboratorio (figura 1) impostata come prova semistrutturata. Il tempo a disposizione degli studenti per rispondere alle diverse domande è di un'ora.

1. e-mail: enrico.man@libero.it. 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. Per maggiori dettagli sulla prova in oggetto il riferimento è all'autore dell'articolo.

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

Classe: III __	Data: ___ / ___ / ___
Nome e cognome: _____	
Titolo: Bisogna fornire in <u>massimo due righe</u> un'indicazione sintetica dell'oggetto e delle modalità di analisi.	
Introduzione: <u>In numero di righe compreso tra 5 e 10</u> , bisogna elencare: 1) le sostanze presenti nei detersivi sintetici, 2) i rischi che queste comportano per l'ambiente e la salute.	
Metodo: <u>In un numero di righe compreso tra 10 e 20</u> , bisogna: <ol style="list-style-type: none">scrivere le reazioni di ossidoriduzione implicate curandone:<ol style="list-style-type: none">l'individuazione;il bilanciamento.l'identificazione dell'ossidante e del riducente.fornire una definizione di ossidante.fornire una definizione di riducente.indicare il ruolo dell'Acqua Ossigenata<ol style="list-style-type: none">nella prima reazionenella seconda reazioneindicare i rischi e le accortezze d'uso associate a:<ol style="list-style-type: none">acido solforicopermanganato di potassio	
Risultati: <u>In un numero di righe compreso tra 5 e 15</u> , bisogna: <ol style="list-style-type: none">indicare il risultato numerico delle operazioni eseguite;illustrare in modo analitico le operazioni che sono state svolte;commentare le titolazioni effettuate.	
Discussione critica/conclusioni: <u>In un numero di righe compreso tra 10 e 20</u> , bisogna: <ul style="list-style-type: none">confrontare i valori ottenuti con quelli riportati sull'etichetta del detersivo esaminato e commentare i risultati della comparazione;proporre quali sbiancanti si possono utilizzare in alternativa ai perborati;proporre metodologie di analisi alternative a quelle svolte.	

Figura 1: Scheda presentata agli studenti per la redazione della relazione di laboratorio.

Come si vede, la prova (a cui vanno allegati almeno due fogli di risposta che in questa sede si omettono per ovvi motivi) è costituita da un insieme di quesiti semi-strutturati ciascuno dei quali è composto da:

- uno stimolo chiuso (come, ad esempio, indicare qual è il ruolo dell'acqua ossigenata [...])
- un vincolo prescrittivo di carattere formale (in un numero di righe compreso tra 5 e 15) e sostanziale (indicare qual è il ruolo dell'acqua ossigenata nella prima e nella seconda reazione)³.

Ogni domanda prevede una risposta aperta; di seguito forniamo le risposte tipo e indichiamo il punteggio che potrebbe essere attribuito alle risposte degli studenti.

Risposte tipo e attribuzione dei punteggi

Titolo:

Deve indicare l'analisi effettuata (ad esempio *Determinazione permanganometrica di Percomposti in uno sbiancante* o titolo simile)

Viene attribuito 1 punto se la risposta è soddisfacente, 0 in caso contrario.

³ I vincoli formali rappresentano un adattamento di quelli proposti da R. Corasaniti, *Relazioni di laboratorio*, in G. Domenici (a cura di) *Le prove semistrutturate di verifica degli apprendimenti*, Torino, UTET, 2005.

Introduzione:

È richiesto:

1) *Un elenco descrittivo delle sostanze generalmente presenti nei detersivi sintetici (quelle che presentano particolari rischi per l'ambiente e la salute)*

Risposte tipo:

1. Perborati (derivati dell'Acido bórico);
2. Fosfati;
3. Sbiancanti ottici;
4. Candeggianti al Cloro;
5. Citrati e Fosfonati, detti sequestranti in quanto hanno la funzione di sequestrare il calcare;
6. Additivi vari fra cui Carbonati e Sodio Solfato.

Vengono attribuiti: 6 punti se l'elenco richiesto è completo, altrimenti 1 punto per ogni sostanza dell'elenco presente; 0 punti se nessuna risposta è stata fornita. Non si attribuisce nessuna penalizzazione all'introduzione di elementi non presenti nell'elenco.

2) *Rischi di queste sostanze per l'ambiente e la salute.*

Risposte tipo:

1. Perborati: irritanti per le mucose e nocivi per ingestione.
2. Fosfati: attualmente proibiti per legge in quanto sono tra le cause dell'eutrofizzazione delle acque.
3. Sbiancanti ottici: tingono le stoffe e sono inquinanti.
4. Candeggianti al Cloro: sono cancerogeni se dispersi nell'ambiente.
5. Citrati e Fosfonati: sono poco biodegradabili.
6. Carbonati e Sodio Solfato: nuocciono gravemente all'ecosistema delle acque dolci.

Vengono attribuiti: 6 punti se l'elenco richiesto è completo, altrimenti 1 punto per ogni sostanza dell'elenco presente; 0 punti se nessuna risposta è stata fornita. Non si attribuisce nessuna penalizzazione all'introduzione di elementi non presenti nell'elenco.

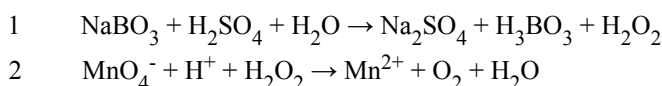
Metodo:

Si richiedono:

1) *Per le reazioni di ossidoriduzione implicate*

a) *Individuazione*

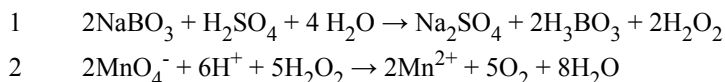
Risposte tipo:



Si attribuisce 1 punto per ognuna delle reazioni elencate correttamente, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

b) *Bilanciamento*

Risposte tipo:



Si attribuiscono 2 punti per ognuna delle reazioni elencate (si assegna un punto se sono presenti errori stechiometrici), 0 punti in caso di risposta mancante o completamente errata.

c) *Indicazione dell'ossidante e del riducente*

Risposte tipo:

1. Nella reazione considerata H_2O_2 è un riducente.
2. Nella reazione considerata MnO_4^- è un ossidante.

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

Si attribuisce 1 punto per ognuna delle risposte elencate, 0 punti in caso di risposta mancante.

2) *Spiegazione di cosa si intende per ossidante*

Risposta tipo:

Un ossidante è una sostanza che acquista elettroni.

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

3) *Spiegazione di cosa si intende per riducente*

Un riducente è un sostanza che cede elettroni

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

4) *Ruolo dell'Acqua Ossigenata*

a) *nella prima reazione considerata.*

Risposta tipo:

Nella reazione considerata l'acqua ossigenata si libera in quantità equimolecolare rispetto al perborato presente e perciò ne permette la determinazione

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

b) *nella seconda reazione*

Risposta tipo:

L'acqua ossigenata riduce il permanganato

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

5) *Rischi delle sostanze impiegate con accortezze particolari da seguire:*

Risposte tipo:

a) Acido Solforico:

Corrosività (R35: provoca gravi ustioni).

Irritante per le vie respiratorie (R37).

Rischio di reazioni violente quando messo a contatto con Acqua (R 14).

Si attribuisce 1 punto per ognuna delle risposte elencate, 0 punti per ogni risposta mancante.

b) Permanganato di Potassio (KMnO₄):

Nocivo per ingestione (R 22).

Può provocare l'accensione di materie combustibili (R 8).

Si attribuisce un punto per ognuna delle risposte elencate, 0 punti per ogni risposta mancante.

Risultati:

Si richiedono:

1) *Il valore numerico relativo ai grammi assegnati nel campione da analizzare*

Alla risposta fornita (il valore numerico) si attribuisce il punteggio indicato nella seguente griglia di correzione (tabella 1)⁴:

4. L'uso di una tale griglia è giustificato dalla comune prassi scolastica (secondo cui un errore entro lo 0,4% è considerato fisiologico e non facilmente riducibile, mentre uno scarto oltre il 3% indica un errore sostanziale).

Tabella 1: Griglia di correzione del valore numerico ottenuto alla fine delle titolazioni.

Scarto % (+/-)	Giudizio	Valore assegnato
0-0,4	Ottimo	8
0,5-0,9	Buono	7
1,0-1,9	Discreto	6
2,0-2,9	Sufficiente	5
3,0-3,9	Insufficiente	4
4 e oltre	Gravemente insufficiente	3
Nessun risultato	Non classificato	0

2) I calcoli con spiegazione particolareggiata delle operazioni eseguite.

Data la natura sperimentale e soggettiva del punto in questione elaborare una risposta tipo non è semplice. Si ritiene opportuna in tal senso una digressione sull'operato dell'insegnante.

Si suppone la determinazione del Perborato di Sodio (NaBO_3), da un campione (preparato dall'insegnante) con concentrazione pari a 2,14 eq/L (87,5367 g/L).

Poiché è corretto impostare il lavoro in modo che gli allievi utilizzino dai 30 ai 40 ml di Permanganato di Potassio 0,1 N, è necessario calcolare la quantità di campione che gli allievi devono prelevare per ogni singola prova.

$$30 \text{ ml} * N (\text{KMnO}_4) = y \text{ ml} * 2,14 (\text{N H}_2\text{O}_2)$$

$$y = 30 * 0,1 / 2,14 = 1,4 \text{ ml (quantità minima)}$$

$$40 \text{ ml} * N (\text{KMnO}_4) = z \text{ ml} * 2,14 (\text{N H}_2\text{O}_2)$$

$$z = 40 * 0,1 / 2,14 = 1,9 \text{ ml (quantità massima)}$$

È opportuno effettuare almeno tre prove di titolazione, per cui è bene che l'insegnante assegni come campioni da analizzare aliquote vicine al valore di 9 ml, per farli portare successivamente a volume con acqua distillata in un matraccio tarato (250 ml).

A questo punto si prelevano 50 ml di tale soluzione, si pongono in una beuta diluendoli con acqua distillata fino a circa 200 ml e si aggiungono di H_2SO_4 (15 ml al 20 %, goccia a goccia); si prosegue titolando con KMnO_4 fino a colorazione rosa persistente.

Vediamo a questo punto un esempio pratico relativo all'allievo a cui è stato assegnato il campione di 9 ml.

Supponendo che lo studente usi per le tre titolazioni un volume medio di 36,00 ml di KMnO_4 0,1000 N, svolgendo i calcoli correttamente si otterrebbe:

$$\text{I Passaggio di calcolo: eq KMnO}_4 = \text{eq H}_2\text{O}_2 = \text{eq NaBO}_3$$

$$36,00 * 0,1000 / 1000 = 0,0036 \text{ eq H}_2\text{O}_2 = \text{eq NaBO}_3$$

Commento tipo:

L'Acqua ossigenata liberata reagisce in modo stechiometrico con il Permanganato di Potassio

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

$$\text{II Passaggio: } 0,0036 * 5 = 0,0180 \text{ eq} / 250 \text{ ml}$$

Commento tipo:

Gli equivalenti di Permanganato utilizzati vanno moltiplicati per 5 a motivo del fatto che si titola un'aliquota pari a 1/5 del campione.

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

$$\text{III Passaggio di calcolo (e valore ottenuto): } 0,0180 * \text{PE} (40,905) = 0,73629 \text{ g}$$

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

Commento tipo:

gli equivalenti trovati si moltiplicano per il peso equivalente del perborato (corrispondente al peso molecolare/2, a motivo degli elettroni scambiati)

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

NOTA

La quantità di campione fornita dall'insegnante era tale però da contenere:
 $2,14 \times 9/1000 = 0,01926$ equivalenti pari a $(0,01926 * 40,905) = 0,7878$ g

Il risultato ottenuto sarebbe quindi affetto da un errore (in difetto) pari a :

$$(0,7363 - 0,7878) \times 100 = - 5,15 \%$$

Un tale dato corrisponde al giudizio gravemente insufficiente della griglia di correzione adottata. Tale giudizio va a incidere con il valore 3 nello schema, illustrato in seguito, della relazione semistrutturata (al criterio **Valore numerico**, all'interno del punto *Risultati*)

3) *Commenti relativi alle diverse titolazioni effettuate*

Risposte tipo:

Ho scartato il valore del volume utilizzato nella prima prova perché la considero poco accurata (ho proceduto in modo veloce per avere un'idea approssimata del punto di viraggio, per cui credo di aver superato il punto di equivalenza).

Oppure:

Considero le titolazioni Numero x e Numero y particolarmente significative in quanto mi pare di aver lavorato molto bene (per cui imposto i calcoli sulla media dei volumi utilizzati in queste prove)

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

Discussione critica

È questa la parte in cui l'allievo è chiamato a interrogarsi sul significato dei risultati ottenuti. In questa fase possono essere formulati suggerimenti o ipotesi per nuovi esperimenti. In un'analisi come quella proposta la discussione verterà principalmente su:

1) *Dato quantitativo ricavato alla fine della prova in laboratorio*

Risposta tipo:

Il valore ottenuto (non) potrebbe corrispondere effettivamente ai dati riportati sull'etichetta del prodotto X

Si attribuisce 1 punto se la risposta è soddisfacente, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

2) *Proposta di sostanze alternative (come sbiancanti, rispetto ai perborati)*

Risposta tipo: Cloro attivo

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

3) *Proposta di metodi analitici alternativi*

Risposta tipo: Via iodometrica

Si attribuisce 1 punto se la risposta è corretta, 0 punti in caso di risposta mancante o errata.

Vantaggi del sistema proposto

La tabella seguente mette in relazione alcuni obiettivi didattici (prima colonna - *Obiettivo*) con le relative sezioni che costituiscono la relazione di laboratorio (seconda colonna - *Sezione*). È possibile così al contempo l'attribuzione e il calcolo dei punteggi raggiunti su ogni singolo obiettivo (colonne denominate *Stud. 1*, *Stud. 2*, ecc). La stima circa il

raggiungimento o meno, viene fatta in base ad una soglia minima stabilita per ogni obiettivo (quarta colonna - *valore soglia*). Nell'ultima colonna (denominata *Tot. Stud.*) si inserisce il numero degli studenti che hanno un punteggio superiore al valore soglia. Per completezza si indica anche quali sono il punteggio minimo e quello massimo conseguibile per ciascun traguardo didattico (terza colonna - *Campo di variazione dei punteggi*).

Nell'attribuzione dei punteggi un grande rilievo è stato dato al valore numerico fornito dall'allievo, in quanto a parere di chi scrive il criterio relativo ai calcoli deve avere un'importanza maggiore degli altri; infatti il dato fornito dallo studente non sarà solo il risultato dell'applicazione più o meno corretta di formule matematiche e di procedure di calcolo (e quindi di una sola fase), ma sarà invece prodotto da tutta una serie di aspetti derivanti dai diversi passaggi effettuati nel corso del lavoro che non sempre è possibile per l'insegnante osservare, valutare e correggere al momento. Se pensiamo ad esempio all'attenzione prestata alla preparazione della vetreria, possiamo facilmente intuire che nel caso di un avvinamento della buretta poco accurato si pregiudicherà certamente la correttezza del dato finale.

L'esame della relazione semistrutturata prodotta probabilmente ci porrà di fronte a corrette procedure di calcolo con un valore finale lontano però dal vero. Sarà importante a questo punto la procedura di feedback per capire insieme all'allievo dove è stato commesso l'errore. Se ad esempio non sono stati fatti i canonici tre avvinamenti ma uno soltanto, alla fine si userà un volume di permanganato maggiore del dovuto; se è stata omessa la fase di diluizione del campione da titolare, probabilmente non si apprezzerà in tempo il viraggio e si supererà il punto di equivalenza. Talvolta accade che con il permanganato si commettano errori nel portare a volume la buretta (a causa del colore viola della sostanza), per cui può accadere di riempirla oltre lo "zero" (con conseguente errore in difetto, perché il volume realmente utilizzato sarà maggiore di quello che pensiamo).

Può avvenire che i calcoli siano sbagliati a causa di un non corretto bilanciamento delle reazioni coinvolte o, peggio, di una errata individuazione delle stesse; del resto sono note le diverse "opzioni reattive" del permanganato in funzione del pH, (da non dimenticare neanche il fatto che l'Acqua ossigenata è generalmente nota come un ossidante: i perborati si usano nei detersivi sintetici proprio perché, grazie all'acqua ossigenata liberata, hanno la capacità di "ossidare" e smacchiare, in contrasto con quanto avviene invece nel procedimento analitico in esame). In questo caso è più che probabile che l'errore (o gli errori) emerga nettamente nella sezione riservata al "metodo" (paragrafi relativi all'individuazione delle reazioni coinvolte e all'indicazione dell'ossidante e del riducente).

Gli esempi appena formulati forniscono suggerimenti in merito al carattere dettagliatamente informativo della relazione semistrutturata, che può risultare essenziale come strumento di *feedback*, perché permette sia al docente che all'allievo di capire dove è stato commesso l'errore, e in tal modo l'eventuale programmazione delle attività di recupero verrebbe supportata da indicazioni precise.

Il modello di valutazione rappresentato nella tabella 2 potrebbe aiutare nel processo di *feedback* sia l'allievo che l'insegnante; troppo spesso gli studenti ricevono insieme al giudizio vaghe esortazioni rivolte verso un'evoluzione positiva dei propri risultati nella forma "devi impegnarti di più", oppure "puoi fare meglio la prossima volta". Per un docente alle prese con classi di 26 alunni è difficile (talvolta oggettivamente impossibile) illustrare agli allievi gli errori commessi, motivare in maniera analitica il giudizio e al contempo indicare la strada più opportuna per migliorarsi. Un sistema come quello proposto permette:

1. allo studente di sapere con precisione quali obiettivi ha raggiunto e quali non ha conseguito; l'insegnante può così indicare con precisione all'allievo le eventuali attività che deve svolgere per colmare le lacune;
2. al docente di riflettere sulle attività didattiche che sono state proposte al fine di formulare ipotesi sulla loro adeguatezza e sui motivi che ne hanno influenzato l'efficacia; contemporaneamente le informazioni trattate nel modo proposto sono utili per programmare le attività di recupero e, nel migliore dei casi, per definire meglio le future proposte didattiche.

Il laboratorio: un luogo o un momento?

La relazione di laboratorio presentata permette al docente di verificare se gli obiettivi della relativa unità didattica sono stati conseguiti da ciascun alunno, e perciò consente l'operazione di *valutazione* intesa nella sua accezione ristretta.

A volte si accerta il conseguimento di un obiettivo per mezzo di un solo quesito⁵. In queste situazioni è buona regola chiedersi se la *misura che si ottiene è attendibile*. Rilevare le informazioni necessarie esclusivamente per mezzo di un quesito dicotomico (come un vero/falso) potrebbe essere insufficiente: ogni studente, infatti, ha il 50% delle possibilità di rispondere correttamente affidandosi al caso. Se, invece, poniamo un quesito semi-strutturato cresce la probabilità dell'insegnante di ricevere un'informazione di ritorno affidabile. Possiamo valutare il conseguimento di un obiettivo per mezzo di un solo quesito, ma bisogna porre molta attenzione alle caratteristiche dello stesso obiettivo (ovvero, al suo contenuto ed alle capacità intellettuali che presume siano acquisite) ed alla struttura dell'*item* che si utilizza a tale scopo. Al fine di ottimizzare il tempo disponibile, però, potremmo adottare un sistema di valutazione che ci consenta di verificare il conseguimento di ogni singolo traguardo didattico.

5. Vedi, a titolo esemplificativo, il primo obiettivo.

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

Tabella 2: Corrispondenza tra obiettivi didattici, sezioni della prova, campo di variazione dei punteggi, standard e punteggi di ogni singolo studente

Obiettivo	Sezione	Campo di variazione dei punteggi	Valore soglia	Stud. 1	Stud. 2	...	Stud. n	Tot. stud.
Saper individuare le sostanze presenti in un detersivo sintetico che presentano rischi per la salute e per l'ambiente in generale	Introduzione (item 1)	Da 0 a 6	4					
Saper riprodurre correttamente le applicazioni pratiche della permanganometria in laboratorio, con particolare riguardo alla ricerca dei Perborati in uno sbiancante (facendo attenzione agli aspetti legati alla sicurezza).	Metodo	Da 0 a 17	Si richiede anche un minimo di 5 (giudizio sufficiente) sul valore numerico ottenuto con i calcoli alla fine delle titolazioni (il giudizio si ricava dalla griglia che considera lo scarto).					
	Risultati	Da 0 a 12						
	Totale: da 0 a 29							
Saper rielaborare <i>in modo sintetico</i> i risultati dell'attività laboratoriale	Titolo	Da 0 a 1	5 (Questo obiettivo deve essere necessariamente raggiunto)					
	Introduzione	Da 0 a 1						
	Metodo	Da 0 a 1						
	Risultati	Da 0 a 1						
	Discussione critica	Da 0 a 1						
	Totale: da 0 a 5							

Supponendo che ad ogni obiettivo corrisponda un certo numero di quesiti e, quindi, un determinato campo di variazione dei punti ottenibili e stabilendo che un valore compreso in questa scala rappresenta la soglia minima di accettabilità (al di sopra della quale l'obiettivo può considerarsi raggiunto), la valutazione del conseguimento di ogni singolo traguardo si traduce nel semplice confronto tra il valore soglia ed il punteggio ottenuto da ciascuno studente. Nel lavoro proposto è chiaramente esemplificato un sistema di valutazione di questo tipo. La validità di altri metodi di valutazione dell'attività laboratoriale è indiscussa, ma credo che questa proposta operativa possa incontrare l'interesse di quei docenti interessati alla costruzione di apprendimento significativo, verificabile solo attraverso la formulazione di un giudizio aderente alla realtà. È evidente che in questo contributo l'azione degli studenti è a carattere osservativo-riproduttiva: attraverso la manipolazione, gli studenti riescono ad acquisire concetti, schemi mentali e operativi che difficilmente padroneggerebbero se gli interventi didattici si limitassero alle lezioni frontali ed allo studio individuale. Limitare gli allievi ad esercitazioni ed esperienze a carattere riproduttivo (o, peggio, osservativo) che ben poco hanno in comune col modo di procedere della scienza (basato su ipotesi, prove, verifiche, confutazioni) è però cosa ben diversa dal proporre attività realmente sperimentali, in cui gli allievi devono formulare ipotesi che rappresentano la potenziale soluzione di un problema e tentare di falsificarle è comunque indispensabile al fine di impedire che gli studenti acquisiscano un'idea positivista del progresso del sapere scientifico. Non esiste osservazione "neutrale", anche se in buona parte degli studi epistemologici contemporanei si immagina la conoscenza scientifica come un sapere fondato sul metodo ipotetico-deduttivo, fortemente condizionato dal contesto storico in cui si sviluppa⁶; neanche possiamo contribuire ad affermare un'immagine della scienza dogmatica poiché la pedagogia dell'osservazione evita accuratamente ogni ipotesi, discussione e verifica sperimentale, ritenute troppo al di là delle competenze dei ragazzi. La formazione di uno spirito critico realmente democratico esige quindi, da un lato, il superamento di una visione obsoleta della scienza da parte degli insegnanti e, dall'altro, «la pratica, a scuola, del vero metodo scientifico»⁷. Il laboratorio è *un momento* fondamentale per la costruzione della conoscenza e non *un luogo* per la verifica sperimentale di ipotesi precedentemente formulate, perchè permette di avvicinarsi alla cultura scientifica dandone una visione obiettiva e ravvicinata. I risultati più evidenti di un metodo di insegnamento trasmissivo e dogmatico si esprimono soprattutto nel metodo di lavoro adottato dagli studenti, quando essi vanno alla ricerca delle *parole che l'insegnante vuole*. L'attività di laboratorio presenta criticità organizzative non facilmente risolvibili (adeguatezza delle attrezzature e del migliore raccordo tra colleghi in primo luogo), e problemi per ciò che concerne la sicurezza; il docente di una disciplina scientifica dovrebbe però valutare i lavori prodotti dagli allievi non soltanto a livello della singola unità

6. Kuhn T.S., *Logica della scoperta scientifica. Il carattere autocorrettivo della scienza*, Torino, Einaudi, 1970.

7. Legrand L., *Politiche dell'educazione*, Roma, Anicia, 2000.

didattica, modulo o prova sperimentale ma è tenuto a *pesare* tutta l'attività svolta, e non solo parte di essa (nelle scuole in cui teoria e pratica diventano *disciplina unica* solo al secondo quadrimestre⁸ si è chiamati ad esprimere giudizi sul lavoro in laboratorio, magari dopo aver delegato per tutto l'anno l'insegnante tecnico-pratico; è frequente allora il caso di docenti che, di fronte a medie finali con risultato "decimale", decidono di "togliere di qua e compensare di là" con criteri sicuramente molto aritmetici, ma che esprimono poco relativamente alla preparazione di ogni singolo allievo). Soprattutto è difficile scorgere in tali prassi quella filosofia e quei dati critici di cui anche al Congresso⁹ è stata ribadita l'importanza affinché l'attività di insegnamento sia visibile e documentata attraverso manufatti, per essere rivista criticamente e valutata dai nostri colleghi (peer review)¹⁰; la documentazione è necessaria affinché altri membri della comunità possano usare, arricchire e sviluppare, in modo analogo a ciò che succede con le scoperte della ricerca¹¹. *Un giudizio, un voto hanno senso e significato solo se contribuiscono a chiarire dal punto di vista valutativo la situazione degli apprendimenti conseguiti e a indicare le modalità per migliorarla*¹².

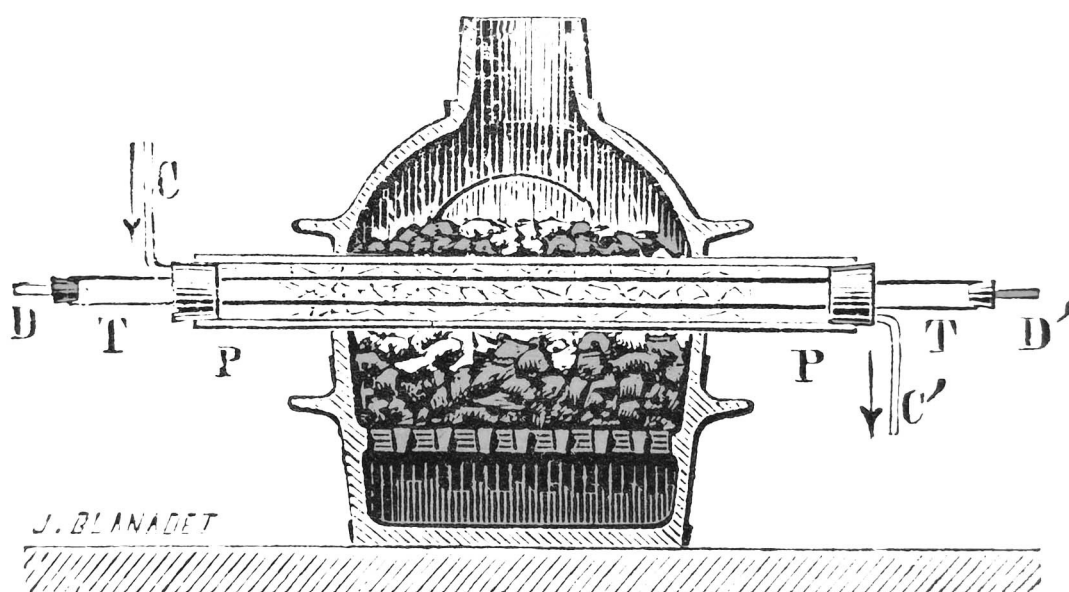
8. E' per esempio il caso del biennio degli Istituti tecnici industriali.

9. L. Cardellini: *SoTL: L'eccellenza è possibile*, Atti del XV Congresso Nazionale di Didattica Chimica, Genova, Dicembre 2007.

10. L.S. Shulman, *Teaching as Community Property: Putting an End to Pedagogical Solitude*, Change, 1993.

11. L.S. Shulman, *Taking Learning Seriously*, Change, 1999.

12. G. Benvenuto, *Mettere i voti a scuola*, Carocci Editore, Roma, 2003



Dissociation de la vapeur d'eau dans un tube de porcelaine poreuse.