

Progetto dell'unità formativa di apprendimento

**La combustione: un esempio di trasformazione chimica  
da modellizzare**

**Fausta Carasso**

L'Unità Formativa costituisce un esempio di progettazione per competenze e padronanze ed è dimostrazione dell'efficace apporto di modelli e strategie cognitive che le scienze chimiche e fisiche sono in grado di offrire all'insegnamento integrato delle scienze.

### Unità formativa

#### La combustione: un esempio di trasformazione chimica da modellizzare

#### Padronanza

Acquisizione e applicazione di un modello di organizzazione cognitiva per stati e trasformazioni, funzionale alla descrizione ed all'interpretazione dei cambiamenti che avvengono nei sistemi reali

#### Contesto didattico

<i>Classe</i>	<i>Periodo</i>	<i>Area</i>
Gruppi di lavoro PIANO ISS	Seminari 2006- 2007	Scienze sperimentali

#### Tipo di unità

Unità formativa per la Scuola secondaria di primo grado raccordata alla primaria ed al biennio della secondaria di secondo grado

#### Motivazione della proposta e suo valore formativo

L'Unità formativa fa parte del percorso verticale "La combustione: dall'idea di fuoco al modello della trasformazione"<sup>1</sup> che interessa la scuola primaria, si espande nei primi anni della secondaria di primo grado ed acquista una connotazione disciplinare più specifica nel biennio, con l'introduzione e l'uso del linguaggio formalizzato. Il percorso comprende le seguenti unità:

- Dall'idea di fuoco al concetto di combustione (*Scuola primaria*)
- La combustione come esempio di trasformazione chimica da modellizzare (*Scuola secondaria di primo grado*)
- Aspetti quali e quantitativi delle formule chimiche e delle reazioni. Reazioni red-ox (*Biennio della Scuola secondaria di secondo grado*)

<sup>1</sup>La proposta, presentata ed elaborata a Milano e Napoli nei primi seminari del Piano ISS (Insegnare Scienze Sperimentali), è stata pubblicata (Piano ISS - I Seminario nazionale - Documenti di lavoro vol. 2 , pag. 190) e successivamente discussa nei forum della Piattaforma ANSAS

La combustione può essere considerata dapprima sfondo integratore, poi ambito di osservazione per un approccio sperimentale alle trasformazioni, e successivamente contesto nel quale avviene l'interpretazione dei fatti e dei dati acquisiti sperimentalmente per la caratterizzazione della trasformazione chimica e la costruzione di un modello generale di trasformazione. La verticalità del percorso è stata cercata non solo rispetto allo sviluppo dei contenuti ma anche, e soprattutto, rispetto all'acquisizione di modi di guardare la realtà e di strategie di analisi dei sistemi materiali.

L'unità formativa qui proposta, rivolta alla scuola secondaria di primo grado, intercetta i nodi concettuali di *trasformazione, proprietà, composizione, energia*. Aiuta a *guardare la realtà per sistemi*; a ragionare in termini di *cambiamento/ permanenza di proprietà*; a costruire (o consolidare) *il modello della trasformazione* come passaggio di un sistema *da uno stato iniziale ad uno finale*.

Il modello si articola in una serie di passi che comportano: l'individuazione di un sistema, dei suoi componenti, delle proprietà significative e dei fattori influenti sul sistema; la comparazione tra gli stati iniziale e finale; la rilevazione dei cambiamenti; l'interpretazione della trasformazione

Coniugando progressivamente conoscenze ed abilità, gli studenti sviluppano competenze relative alla combustione, acquisiscono le strategie cognitive afferenti al concetto di trasformazione chimica e uno schema di ragionamento generale, acquistando la consapevolezza di poterlo usare nello studio di altre trasformazioni anche in contesti diversi. Stabiliscono collegamenti con saperi di biologia, scienze naturali ed ecologia

Il modello della trasformazione aiuta a supportare schemi di ragionamento via, via più complessi nell'avanzamento degli studi delle trasformazioni fisiche e chimiche ed è utile anche per sostenere la trasversalità nello studio di svariati altri sistemi; ad esempio, lo stesso schema di ragionamento può essere usato nello studio delle trasformazioni dei sistemi ambientali, oppure nelle indagini sull'evoluzione del territorio e sulle modifiche del paesaggio.

## Apprendimenti che si intendono promuovere

### Competenza attesa

L'allievo sperimentando e argomentando sul fenomeno della combustione, verificherà la trasformazione dei reagenti in prodotti, giustificherà il processo ed acquisirà il modello di analisi per stati per lo studio delle trasformazioni.

Sarà consapevole di aver acquisito un modello procedurale che consente di procedere con metodo per esplorare situazioni analoghe anche in contesti diversi.

#### Conoscenze

- Materiali combustibili
- Metodi di riconoscimento dei prodotti della combustione
- Proprietà della combustione e fattori che influiscono sulla trasformazione
- La combustione come esempio di trasformazione chimica: "il sistema si trasforma con cambiamento della natura delle sostanze"
- La trasformazione chimica in riferimento ad un modello generale di trasformazione

#### Abilità/capacità

- Eseguire esperimenti e descrivere i risultati
- individuare proprietà significative per l'analisi delle trasformazioni
- confrontare combustioni che avvengono in situazioni ambientali diverse per individuare fattori influenti sulla trasformazione del sistema
- argomentare per interpretare dati sperimentali relativi alla combustione o per procedere per analogia
- giustificare le procedure e le strategie messe in atto per studiare la combustione
- ricondurre fatti, concetti e procedure relative alla combustione ad uno modello generale
- confrontare tipologie di trasformazioni diverse per cogliere le proprietà che cambiano o si conservano

#### Atteggiamenti/comportamenti

Grazie alla consapevolezza di saper padroneggiare l'insieme delle conoscenze e delle abilità acquisite, ci si attende:

- propensione ad incrementare il proprio bagaglio di conoscenze
- interesse per l'indagine scientifica
- responsabilità e sicurezza nell'applicazione del modello.

#### Metodo

Dal punto di vista metodologico – didattico, l'unità costituisce un esempio di didattica laboratoriale che promuove una continua e consapevole interazione tra attività operative - sperimentali e attività di supporto ai processi di elaborazione - organizzazione dell'informazione e di riflessione metacognitiva.

L'impianto teorico generale è quello della "Didattica per padronanze" che assume come riferimento il modello ILVP (Informazione, Laboratorio, Verifica, Personalizzazione)

#### **Verifica e valutazione**

**Indicatori di valutazione:**

Curiosità, organizzazione di contenuti e metodi; capacità di fare analogie; coerenza; autonomia di scelta.

**Prove di verifica:**

La rilevazione degli elementi necessari verrà fatta attraverso l'osservazione e l'accertamento nel corso delle attività. La prova di verifica finale sarà articolata in più sezioni e organizzata da specifiche domande.

#### **Tempi previsti**

10-12 ore

### Articolazione del percorso

Il percorso è stato articolato in tappe per sollecitare l'attivazione prevalentemente differenziata dei processi di apprendimento: attivazione dei saperi naturali (SN); mapping (M); applicazione (A); trasferimento (T); ricostruzione (R); generalizzazione (G)

Tappe dell'unità formativa	Organizzazione metodologico didattica
<p><b>1. Attivazione dei saperi naturali e creazione di un sapere condiviso</b> Lo studente, posto in una situazione problematica, recupera nella mente le conoscenze che già possiede (SN), le socializza, le confronta con quelle dei compagni e contribuisce a costruire un sapere comune di base ricavando sicurezze personali e motivazioni alla ricerca ed all'approfondimento.</p> <p>La sintesi alla quale possono giungere gli studenti è la seguente: <i>" Dopo l'innesco, il combustibile reagisce con l'aria e si trasforma nei prodotti della combustione con emissione di luce e calore"</i></p>	<p>Il docente richiama l'attenzione sui temi della combustione e dell'energia con attività coinvolgenti (visione di pezzi di filmati o la lettura di piccoli brani) per offrire spunti di riflessione sulla "combustività" di alcuni materiali e sulla natura del fenomeno. Facilita la comunicazione suggerendo il lessico appropriato. Con discussione (o brain storming) e sintesi condivisa, induce a descrivere la trasformazione ed a riconoscere la necessità di approfondirne la conoscenza.</p>
<p><b>2. Rilevazione di dati sperimentali relativi alla combustione e costruzione del modello di trasformazione chimica</b></p> <p>La didattica laboratoriale delle scienze privilegia le attività sperimentali. Nell'esecuzione di semplici esperimenti, gli studenti rilevano dati, comparano, elaborano le informazioni in base ai costrutti ed alle regole in loro possesso, trovando collegamenti tra vecchie e nuove informazioni e producono inferenze. Ci si aspetta che gli studenti, stabilendo le giuste relazioni tra i risultati dei singoli esperimenti, trasformino fatti e saperi oggettivi in esperienze soggettive (A, M) ed acquisiscano il concetto operativo di trasformazione chimica</p>	<p>Le attività sperimentali, nel caso specifico, consistono nell'esecuzione di una serie di esperimenti per la comprensione del fenomeno della combustione e la caratterizzazione dei prodotti. Gli esperimenti vengono effettuati, secondo modalità concordate con l'insegnante, in piccoli gruppi per far lavorare gli studenti in condizioni di autonomia e per facilitare, nel confronto tra pari, il pensiero ideativo. Le modalità di svolgimento vengono descritte dettagliatamente nelle pagine seguenti (v. Attività 1 del repertorio ragionato).</p>
<p><b>3. Costruzione del modello di trasformazione chimica</b></p>	

<p>Gli studenti rilevando la significatività dell'esperienza e l'utilità del modello procedurale, imparano a ragionare in termini di sistemi e componenti; incominciano a identificare le operazioni necessarie per cogliere il cambiamento o la permanenza di proprietà in seguito ad una trasformazione. Prendono coscienza dell'esistenza di un schema di ragionamento generale e se lo rappresentano come modello procedurale (M).</p>	<p>L'insegnante, con discussione guidata, induce a guardare la combustione come un percorso diacronico, come una trasformazione da uno stato iniziale (in cui sono presenti alcuni componenti), ad uno stato finale (in cui sono presenti altri componenti). Suggerisce i criteri per la rappresentazione grafica di uno schema di trasformazione. (v. Attività 2 del repertorio ragionato).</p>
<p><b>4. Trasferimento del modello della trasformazione chimica in contesti diversi per la validazione di un modello procedurale generale</b></p> <p>Il modello della trasformazione chimica può essere trasferito in altri contesti per il suo consolidamento e ampliamento. Le attività da proporre alla classe devono quindi promuovere processi di transfer (T). Particolarmente interessanti sono sembrati quelli di riconoscimento del modello (ad esempio, nell'esame di altre trasformazioni chimiche) oppure di discriminazione (ad esempio, per la distinzione tra trasformazione fisica e chimica), oppure di riconoscimento di somiglianze e differenze per creare, con la produzione di analogie, collegamenti trasversali con altri campi di conoscenza.</p>	<p>Il docente può selezionare e proporre attività basate sul ragionamento analogico sia per promuovere il trasferimento delle conoscenze in situazioni più complesse o problematiche, sia per mettere alla prova il modello in altre trasformazioni che comportano l'analisi e l'interpretazione di cambiamenti/permanenze. Il docente potrà invitare a considerare altri tipi di trasformazioni (fusione, sublimazione, dissoluzione, ecc) in cui i componenti del sistema rimangono invariati mentre cambiano altre proprietà. Si evince che la trasformazione chimica comporta il cambiamento dei componenti, mentre nelle altre trasformazioni variano solo le proprietà dei componenti</p>
<p><b>5. Ricostruzione del percorso e generalizzazione</b></p> <p>Le attività per la ricostruzione del percorso hanno lo scopo di aiutare gli studenti a riorganizzare la loro mappa cognitiva. Nel rivedere i fatti, i concetti e le procedure che hanno contribuito alla modellizzazione della trasformazione, ciascuno potrà ricostruire l'esperienza e giustificare le scelte effettuate (R). Altre attività dovranno invece essere proposte per facilitare la personalizzazione degli apprendimenti sollecitando la metacognizione e lo sviluppo del pensiero</p>	<p>Molti tipi di attività possono essere proposti in questa tappa conclusiva. E' intuitivo che, quanto più verranno offerte occasioni di riflessione sulle strategie cognitive insite nel modello e messe in atto nelle varie situazioni, tanto più l'apprendimento sarà significativo e personalizzato.</p> <p>L'attività 4 del repertorio ragionato è un esempio di prova in itinere (da proporre prima delle attività finalizzate alla riflessione metacognitiva) nella quale possono essere assunti come riferimento solo gli indicatori di valutazione "organizzazione di contenuti e metodi" e "coerenza".</p>

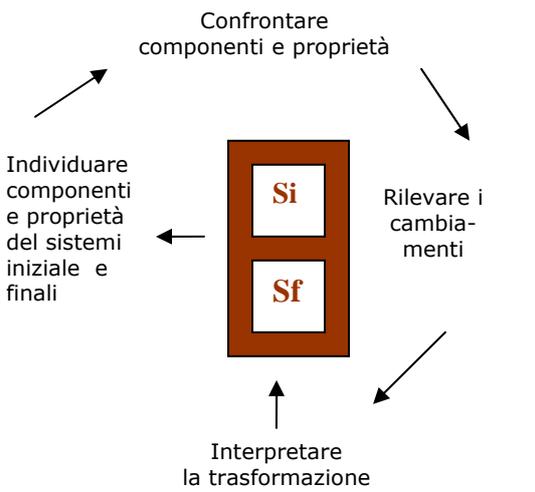
<p>ideativo/immaginario (G).</p> <p>Indicatori di valutazione,: "coerenza" e "autonomia di scelta"</p>	<p>Quanto alla tipologia delle attività, la scelta può spaziare dal questionario per la verifica dell'apprendimento o per l'autovalutazione, al gioco di ruolo e all'incidente che consentano agli studenti di entrare in simulazioni specifiche e maturare la consapevolezza di essere in grado di affrontare nuovi compiti.</p>
--	---

## Repertorio ragionato di attività<sup>2</sup>

Attività 1	Attributi e note d'uso
<p><b><i>L'attività comprende momenti di attività sperimentale alternati a momenti di apprendimento tra pari e si conclude con una rielaborazione collettiva seguita da una prova individuale</i></b></p> <p>Lo scopo principale è di far acquisire tutti gli elementi indispensabili per argomentare sulla combustione e per rappresentare la trasformazione come reazione chimica.</p> <p>Gli esperimenti da eseguire sono i seguenti:</p> <p>a) Esperimento per cogliere le variazioni della massa e della lunghezza di una candela in seguito alla combustione dopo un tempo stabilito</p> <p>.b) Esperimento per individuare l'acqua nei prodotti della combustione per condensazione del vapore a contatto con una superficie fredda</p> <p>c) Esperimento per individuare l'anidride carbonica nei prodotti della combustione con l' "acqua di calce"</p> <p>La notazione oggetto di studio è la seguente:</p> <p>Combustibile + Aria → Acqua + Anidride carbonica + luce e calore</p> <p>Lo studente impara che la trasformazione chimica comporta un cambiamento della natura delle sostanze</p>	<p>L'insegnante concorda con studenti, in momenti separati, le modalità di esecuzione degli esperimenti. Le operazioni vengono eseguite in gruppi di due o tre persone. Al termine di ciascun esperimento viene richiesta al gruppo una breve relazione scritta, sollecitata da domande del tipo: Che cosa avete osservato/ misurato? Descrivete brevemente l'esperimento e/o fate un disegno schematico (<i>offerta di uso di linguaggi diversi</i>). A quali conclusioni siete giunti con questo esperimento? (<i>proposta di argomentazione</i>)</p> <p>Per aiutare ad elaborare le informazioni, l'insegnante legge alcune relazioni e le commenta con la classe: nascono occasioni di confronto tra i gruppi che aiutano a rinforzare o correggere le acquisizioni personali. Con una discussione collettiva, l'insegnante aiuta ad attribuire significato all'intera esperienza. Infine, invita a commentare individualmente e per scritto la notazione oggetto di studio.</p> <p><i>La relazione scritta aiuta lo studente a modellizzare il processo. Consente all'insegnante di accertare l'apprendimento e comprendere la polarità di stile prevalente dello studente con riferimento, ad esempio, agli stili Globale - Analitico o Intuitivo - Sistemico</i></p>

Attività 2	Attributi e note d'uso
<p><b>Costruzione del modello di trasformazione chimica</b></p>	

<sup>2</sup> Per esigenze di spazio , si riportano solo 4 attività del Repertorio dell'Unità formativa

<p>L'insegnante invita a riflettere su quanto c'era di comune nei procedimenti dei tre esperimenti e sul ragionamento comune seguito in ogni caso: ogni volta si è fatto un confronto tra la situazione iniziale e finale.</p> <p>Per facilitare la modellizzazione del fenomeno della combustione presenta il modello procedurale "Stato iniziale - Stato finale".</p> <p>Aiuta gli studenti a recuperare i passi seguiti sperimentalmente e ad attribuire un significato unitario al lavoro svolto. Il procedimento viene sintetizzato in questo modo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Individuare un sistema</li> <li>- Individuare i componenti del sistema, le loro proprietà ed i fattori influenti sul sistema, prima della trasformazione (Stato iniziale Si)</li> <li>- Individuare i componenti del sistema, le loro proprietà ed i fattori influenti sul sistema, dopo la trasformazione (Stato finale Sf)</li> <li>- Confrontare per rilevare ciò che cambia e ciò che rimane invariato e interpretare il cambiamento.</li> </ul>	<p>La rappresentazione grafica rinforza la comunicazione e favorisce l'apprendimento di chi preferisce lo stile visivo a quello verbale.</p>  <p>Il diagramma illustra il modello procedurale "Stato iniziale - Stato finale". Al centro c'è un rettangolo rosso con due riquadri bianchi: il superiore contiene "Si" (Stato iniziale) e il inferiore "Sf" (Stato finale). Quattro frecce circolari lo circondano, indicando i passaggi del processo: "Confrontare componenti e proprietà" (in alto), "Rilevare i cambiamenti" (a destra), "Interpretare la trasformazione" (in basso) e "Individuare componenti e proprietà del sistemi iniziale e finali" (a sinistra).</p>
---	--

<b>Attività 3</b>	<b>Attributi e note d'uso</b>
<p><b>Fusione della cera</b></p> <p><i>L'insegnante predispone un esperimento per inquadrare, con lo stesso modello Si-Sf, le differenze tra le trasformazioni chimica e gli altri tipi di trasformazione.</i></p> <p>L' esperimento consiste nel pesare un pezzo di cera, farla fondere in un recipiente con acqua, lasciarla raffreddare, asciugarla e ripesarla.</p> <p>Con questa attività si estende il modello della combustione alla fusione, procedendo per analogia. Gli studenti, individuando "Cosa cambia e cosa rimane invariato", si rendono conto che la fusione è una trasformazione che non cambia la natura del materiale. Analogamente, con la domanda "si può tornare dalla situazione finale a quella</p>	<p>L'esperimento si caratterizza per la ricerca di analogie e differenze. Le domande saranno finalizzate alla attivazione di processi di proceduralizzazione di composizione per consolidare la rappresentazione del modello:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Il procedimento seguito è uguale a quello per lo studio della combustione?</li> <li>- A cosa serve descrivere un sistema guardandone le proprietà prima e dopo un evento?</li> <li>- Quale proprietà è variata durante la fusione della cera?</li> <li>- Quale proprietà è variata durante la combustione della cera?</li> <li>- Quali differenze tra fusione e combustione della cera?</li> <li>- Qual è la proprietà che varia sempre nelle trasformazioni chimiche?</li> <li>- Se la combustione della cera si può</li> </ul>

<p><i>iniziale?" imparano a distinguere tra trasformazioni reversibili e non reversibili</i></p>	<p>rappresentare nel seguente modo, <i>Cera + Aria → Acqua + Anidride carbonica + luce e calore</i> quale notazione scriveresti per la fusione della cera?</p>
--	--

<b>Attività 4</b>	<b>Attributi e note d'uso</b>
<p><i>Riflessioni su un'attività sperimentale già svolta.</i></p> <p>L'insegnante propone di riflettere sull'esperimento per la raccolta delle sostanze aeriformi prodotte dalla combustione della candela ed al loro gorgogliamento nell'acqua di calce. Chiede agli allievi di descrivere e commentare l'esperimento in questi termini:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>A. Disegnare in modo schematico, il piccolo apparato sperimentale</li> <li>B. Descrivere le operazioni seguendo l'ordine con cui devono essere compiute</li> <li>C. Descrivere la trasformazione osservabile durante lo svolgimento dell'esperimento</li> <li>D. Rispondere alle domande <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perché la candela si è spenta?</li> <li>2. Perché le sostanze prodotte dalla combustione non sono uscite dal recipiente rovesciato?</li> <li>3. Come sono state prelevate?</li> <li>4. Quale delle sostanze prelevate ha fatto diventare bianca l'acqua di calce?</li> <li>5. Quali di queste domande si spiegano facendo riferimento alla regola generale: <i>Combustibile + Aria → Acqua + Anidride carbonica + luce e calore</i></li> </ol> </li> </ol>	<p>Questa attività permette di controllare l'acquisizione delle conoscenze e capacità basilari.</p> <p>Con riferimento agli indicatori scelti per l'unità formativa: "organizzazione di contenuti e metodi", "coerenza", è possibile cominciare a descrivere, sia pure in semplificato, la situazione di ciascuno studente e ipotizzare possibili interventi di sostegno.</p>