

UN APPROCCIO COOPERATIVO ALL'INSEGNAMENTO DELLA CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE IN UN ISTITUTO DI SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

2. Applicazione del modello logico R.A.Re.Co. allo studio della strumentazione gascromatografica

ANTONELLA ANDRACCHIO*

* I.S.I.S. "ARCHIMEDE", S.Giovanni Persiceto (BO) e I.I.S. "G. SCARABELLI - L. GHINI", Imola (BO).
e-mail: antonella.andracchio@libero.it

PAOLA AMBROGI^o, ROBERTO ANDREOLI^o, PAOLA VERONESI^o

^o SSIS, sez. di Modena, Indirizzo Scienze Naturali, Università di Modena-Reggio Emilia, v. Campi 183, Modena

SERGIO ZAPPOLI*^o

*^o Dipartimento di Chimica Fisica ed Inorganica, Università di Bologna, v.le Risorgimento 4, Bologna

Riassunto

Il modello R.A.Re.Co (Rappresentazione, Analisi, Relazione, Comunicazione) è stato adottato in una quinta classe di un ITIS, per lo studio della strumentazione gascromatografica. L'intervento didattico, svolto durante il periodo di tirocinio diretto previsto dalla SSIS, si è inserito nel quadro di una più ampia sperimentazione didattica di apprendimento cooperativo. Il modello si articola in quattro fasi che hanno l'obiettivo di stimolare specifiche e distinte abilità degli allievi. Da un punto di vista disciplinare, sono stati valutati sia l'apprendimento immediato, legato al livello di attenzione durante le lezioni, sia l'apprendimento più duraturo, legato all'utilizzo del modello. Le criticità e le positività del modello, emerse nel corso della sperimentazione, sono discusse in relazione alle reazioni della classe e ai risultati delle verifiche.

Abstract

The R.A.Re.Co. (Representation, Analysis, Relation, Communication) heuristic model has been adopted in a high school class (age 18) in a Technical Institute, for the study of gaschromatographic instrumentation. The didactic act, which was a part of the final stage period within the post graduate course for teacher training (SSIS), was implemented in the frame of a larger didactic experimentation devoted to cooperative learning. The model is divided into four phases, which have the purpose of stimulate different and specific abilities of the students. From a disciplinary point of view two aspects were evaluated: i) the immediate learning, dependent on the attention level during the Lessons; ii) the long-lasting learning, due to model application. Both critical and positive aspects of the model, as appeared during the experimentation, are discussed in relation with class reaction and tests results.

INTRODUZIONE: i fondamenti pedagogici del modello logico R.A.Re.Co.

La scuola sta di fatto vivendo un lungo momento di transizione passando da un modello di tipo trasmissivo, centrato sul processo di insegnamento, ad uno che trova il suo focus sul processo di apprendimento, assegnando sempre più all'alunno il ruolo di attore primario. E' accentuata tra le finalità della scuola la necessità di formare gli alunni, di sostenerli nel loro processo di maturazione personale e di favorire la crescita della dimensione relazionale oltre che di trasmettere competenze in ambito cognitivo.

In questo panorama pedagogico la personalizzazione dell'insegnamento e dell'apprendimento, attraverso la proposta di strategie didattiche diversificate, appare essere una delle strade che si possono percorrere per rispondere alle mutate esigenze. Infatti l'apprendimento, che è un processo "situato", avviene in un particolare contesto e dipende dall'azione sinergica di fattori diversi quali: i supporti forniti, gli strumenti a disposizione, la mediazione dei compagni, le operazioni sociali e cognitive suggerite dai docenti.

L'insegnante utilizzando più categorie di stimoli didattici, offre agli studenti maggiori opportunità di conoscere se stessi

Approccio cooperativo all'insegnamento della chimica analitica strumentale

ed i propri compagni, favorendo l'acquisizione di competenze trasversali legate alla costruzione della personalità, alla capacità di autovalutarsi ed alla convivenza civile.

In questo contesto, il modello R.A.Re.Co., proposto per la prima volta da Maria Famiglietti [1], è uno degli strumenti metodologici che i docenti possono utilizzare per personalizzare il processo di apprendimento, incidendo positivamente anche sulla motivazione, elemento indispensabile perché scaturisca la voglia ed il bisogno di imparare. Se, infatti, la struttura di tale modello è predefinita e pensata per stimolare capacità o tipi di rappresentazioni diversi, il prodotto finale atteso lascia ampio spazio alla elaborazione personale e costituisce un traguardo raggiungibile per qualunque tipologia di studente.

Come già accennato nel precedente contributo [2], l'acronimo R.A.Re.Co. (R = rappresentazione; A = analisi; Re = relazione Co = comunicazione) identifica la struttura del modello, le fasi logiche che lo contraddistinguono e il tipo di abilità che di volta in volta va a stimolare. Questo strumento si può applicare a qualunque "oggetto culturale" dotato di struttura fisica o rappresentabile attraverso un modello.

Si parte dalla *rappresentazione* visuale, grafica o fotografica, stimolando la capacità di osservazione sia in senso complessivo che analitico. L'immagine muta dell'oggetto che viene proposta, permette allo studente di percepire la struttura come sintesi delle singole parti.

Tale rappresentazione può essere fornita dal docente o realizzata direttamente dagli studenti. Nel primo caso, l'eventuale adattamento rispetto al reale, permette l'adeguamento del modello allo specifico contesto classe; mentre la rappresentazione realizzata dagli studenti fornisce, già in questa prima fase, indicazioni utili sulla capacità di percepire l'oggetto di studio.

La fase di *analisi* è finalizzata alla comprensione della struttura dell'oggetto attraverso l'identificazione, la denominazione e la descrizione delle funzioni e delle caratteristiche delle singole parti. Stimola processi mentali di gerarchia, di appartenenza, di inclusione, avvia all'utilizzo di un linguaggio specifico rigoroso e alla costruzione di una conoscenza di tipo dichiarativo. Gli allievi sono condotti, attraverso l'uso di diversi linguaggi, alla descrizione gerarchica delle parti che costituiscono l'artefatto e la fase si conclude con la realizzazione di una tabella a doppia entrata in cui si riportano i termini specifici e un breve testo descrittivo.

La fase di *relazione* si realizza attraverso la costruzione di una sequenza lineare all'interno di una nuova tabella a doppia entrata ed è finalizzata alla descrizione delle relazioni esistenti fra parti, elementi, operazioni e promuove una conoscenza di tipo procedurale. La sequenza lineare agevola la comprensione di un processo complesso segmentando e ordinando i diversi stadi all'interno della tabella dove la successione di cifre romane, collocate in ascissa, rappresenta la sequenza temporale del processo a cui contribuiscono le parti riportate in ordinata. I singoli stadi e le loro sequenze sono individuate da frecce che, seguendo la logica dell'operazione, collegano gli elementi che partecipano al processo.

L'ultima fase, di *comunicazione*, è caratterizzata da due momenti complementari e sequenziali. Prima gli studenti producono una comunicazione di tipo paratattico che nasce dalla lettura e trascrizione delle singole sequenze della sequenza lineare che hanno costruito. Il vettore-freccia si trasforma linguisticamente in un verbo – operatore che esprime la relazione esistente tra due o più elementi. Il risultato di questo primo stadio di lavoro è una serie di frasi brevi, ma corrette sul piano lessicale. Si passa, quindi, ad una "pulizia del testo", eliminando le eventuali ripetizioni, collegando termini, sequenze e operazioni per ottenere, così, una comunicazione discorsiva di tipo ipotattico in cui, al rigore del linguaggio specifico, si unisce l'efficacia sul piano comunicativo. Il testo di tipo paratattico dà una descrizione statica e segmentata dell'oggetto di studio, mentre quello ipotattico evidenzia il processo di funzionamento.

Il modello R.A.Re.Co. ha trovato applicazione prima in ambito tecnologico, per poi diffondersi ad altre discipline. Sono ormai numerosi gli esempi realizzati nella Scuola Primaria e Secondaria di 1° grado, mentre sporadiche sono le applicazioni di questo modello logico nella Scuola Secondaria di 2° grado.

1 Il modello R.A.Re.Co. in azione: l'applicazione in aula

1.1 Pianificazione dell'intervento didattico e predisposizione degli strumenti operativi

La sperimentazione dell'applicazione del modello R.A.Re.Co. allo studio di uno strumento per l'analisi chimica è stata condotta durante il periodo di tirocinio diretto, previsto dalla SSIS, in una quinta classe di un indirizzo chimico di un ITIS, all'interno di un percorso di apprendimento di tipo cooperativo durato complessivamente venticinque lezioni e i cui contenuti disciplinari hanno riguardato l'unità didattica di gascromatografia. In particolare, il tempo dedicato all'applicazione del modello R.A.Re.Co. è stato di sette ore di lezione.

La sperimentazione vera e propria è stata preceduta da un periodo di osservazione della classe, i cui risultati sono stati dettagliatamente descritti nell'articolo precedente [2]. Tale osservazione aveva evidenziato come gli studenti non mostrassero particolare interesse verso le lezioni frontali, mentre fossero maggiormente interessati alle lezioni svolte in laboratorio o a lezioni in cui fosse richiesta una partecipazione più attiva.

Inoltre, dalle analisi delle mappe cognitive prodotte dagli allievi a seguito di un brainstorming sulla gascromatografia, era emerso come essi conoscessero i principi generali della cromatografia e delle parti principali di un gascromatografo (GC), ma avessero una scarsa conoscenza delle relazioni esistenti tra le sue parti.

In questo contesto, si è ritenuto importante sia sperimentare l'applicazione di una strategia di apprendimento più attivo, al fine di stimolare gli allievi con un approccio didattico non tradizionale, sia applicare una metodologia che permettesse di superare le difficoltà cognitive.

Si è ritenuto che il modello R.A.Re.Co. oltre a rispondere a tali esigenze, fosse propedeutico alle attività di tipo cooperativo pensate per altre parti del programma e potesse contribuire positivamente alla preparazione dell'esame di stato finale, grazie alla richiesta di costruzione di asserti linguisticamente e tecnicamente corretti.

Prima dell'intervento è stato predisposto un programma per la presentazione del modello R.A.Re.Co. alla classe e per la sua successiva applicazione, che viene riportato sinteticamente nella Tabella 1: ad ogni fase logica sono associate le azioni del docente, quelle degli allievi, le modalità di presentazione, i tempi ipotizzati e il luogo dove si svolgeranno le lezioni, con la disponibilità di modificare, in itinere, le parti critiche e i tempi di presentazione dei contenuti attraverso il reale confronto con la risposta degli allievi e con la loro capacità di assimilare le specificità di apprendimento del modello.

Tabella 1: Programma sintetico per la presentazione ed esecuzione del modello R.A.Re.Co in classe.

Non sono riportate le due ore utilizzate per la revisione dei prodotti degli studenti

FASE	cosa fa il DOCENTE	cosa fanno gli ALLIEVI	modalità	tempi	luogo
0	presenta il modello	prendono appunti	lezione frontale	40-50 min	aula
1. R.	presenta la rappresentazione grafica dell'artefatto	osservano l'artefatto ed esprimono le prime percezioni	lezione interattiva	15 min	aula
2. A.	descrive le parti, le funzioni e i modi che costituiscono l'artefatto	prendono appunti	lezione frontale/ lavoro individuale.	2 ore	aula
	distribuisce materiale informativo e/o di approfondimento	integrano gli appunti consultando il materiale fornito e scambiandosi le informazioni con i compagni	lavoro di gruppo	30-40 min	aula
	numera, con l'aiuto degli allievi, le parti dell'artefatto alla lavagna e illustra l'uso di alcuni strumenti gerarchici	numerano e descrivono le parti mediante strumenti logici gerarchici	lezione interattiva	20 min	aula
	spiega come si costruisce la tabella di analisi delle parti e il significato delle domande focali alle quali gli allievi dovranno rispondere e assegna i compiti.	costruiscono la tabella di analisi delle parti	lezione interattiva lavoro individuale	10 min 8-10 giorni	aula a casa
3. Re.	spiega come si costruisce la sequenza lineare lineare esemplificando il significato di relazione fra le parti e assegna i compiti	costruiscono la sequenza lineare individuando delle fasi principali e mettendo in relazione per ciascuna di queste fasi le varie parti coinvolte	lezione interattiva lavoro individuale	10 min 8-10 giorni	aula a casa
4. Co	spiega il significato delle comunicazioni paratattica (a) e ipotattica (b) e assegna i compiti	producono: (a) dei testi scritti analitici traducendo, per ogni fase il significato delle frecce indicate; (b) un testo discorsivo che descrive il funzionamento dell'artefatto, ottenuto dall'unione dei testi (a)	lezione frontale lavoro individuale	5 min 8-10 giorni	aula a casa

1.1.1 Dalla presentazione dello strumento logico all'osservazione dell'immagine: la fase di Rappresentazione

Il modello R.A.Re.Co è stato applicato allo studio di un gascromatografo (GC) equipaggiato con iniettore split/splitless, rivelatore FID e colonna capillare. All'inizio della prima lezione, si è proceduto alle spiegazioni della struttura e delle potenzialità del modello e all'osservazione della rappresentazione grafica dell'artefatto riportata nella Figura 1 in cui, per maggiore chiarezza di lettura, sono state già contraddistinte le parti con dei numeri.

Data la complessità che presentano in genere gli apparati tecnologici, le funzioni ad essi associate sono molteplici e, di conseguenza, sono possibili più livelli di applicazione del modello.

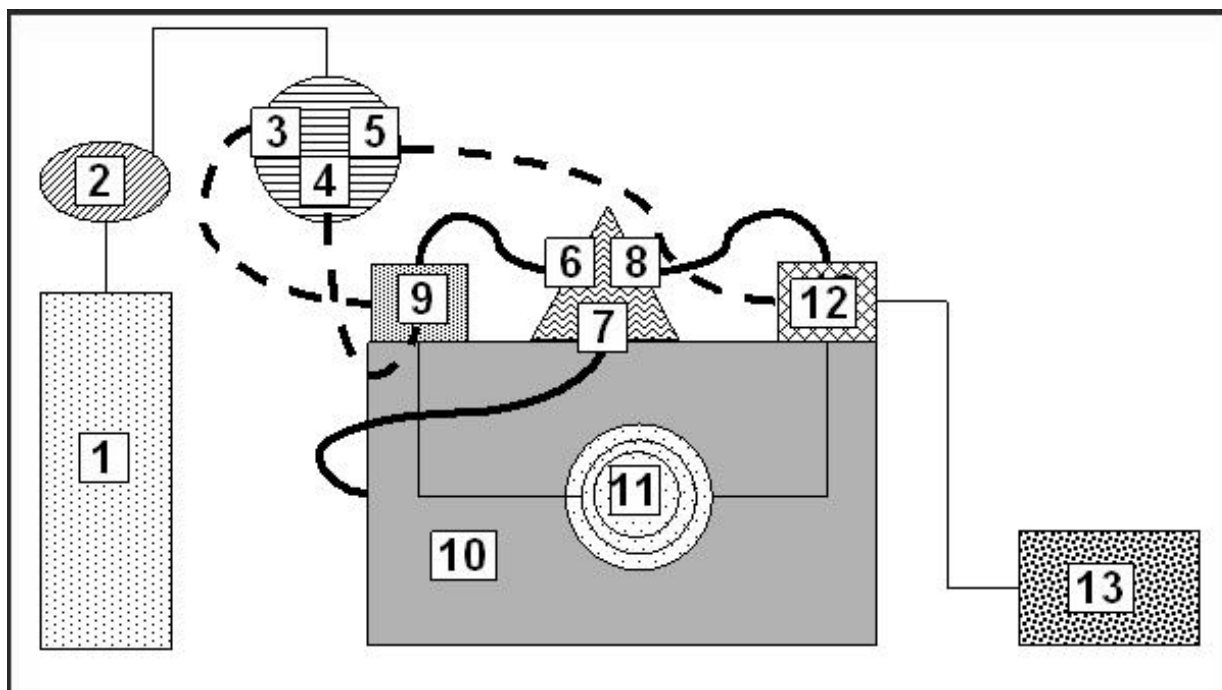


Figura 1. Esempio di “schema a blocchi” muto di un gascromatografo

La scomposizione in parti macroscopiche del GC rappresenta, come indicato nella Tabella 2, il livello I di applicazione del modello. Ognuna di queste parti può essere scomposta in ulteriori parti, consentendo di dare maggior dettaglio a funzioni specifiche dello strumento (livello II). Altre parti si possono poi prestare ad una indagine ancora più approfondita (livello III e livello IV) non prevista al livello educativo considerato, ma che potrebbe essere ben utilizzata in un contesto multidisciplinare. Il livello di dettaglio della descrizione è una scelta autonoma del docente, che si matura e conferma solo in itinere, attraverso la mediazione fra gli obiettivi formativi che si è proposto e l’effettiva risposta della classe.

Tabella 2. Livelli di lettura dello “schema a blocchi”

LIVELLO	Qualificazione	Caratteristica osservazione	Parti definibili
I	Funzioni macroscopiche	Ricavabile da un’indagine non approfondita dell’immagine dell’oggetto (disegno o fotografia) o eventualmente dall’osservazione dell’oggetto reale	Bombole (o linea dei gas), Forno, Colonna, Iniettore, Rivelatore, Output (es registratore).
II	Funzioni specifiche	Ricavabile da un’analisi approfondita di parti specifiche dell’oggetto, coadiuvata da materiali di supporto (manuali, schemi, ecc.)	Funzioni specifiche di parti (tipo di rivelatore, tipo di iniettore, tipo di colonna)
III	Funzioni ausiliarie primarie	Ricavabili da un’indagine approfondita dell’oggetto, facendo ricorso eventualmente a schemi costruttivi	Sistema pneumatico Sistema termico
IV	Funzioni ausiliarie secondarie	Ricavabili esclusivamente da schemi tecnici forniti dal costruttore o presenti nei manuali	Sistema elettronico

In questa sperimentazione si sono sviluppati i primi due livelli. Il livello I, ha permesso di verificare la capacità degli studenti di utilizzare il modello e il loro grado di conoscenza sulla struttura generale del gascromatografo; il livello II è stato invece utilizzato come momento di verifica sommativa finale.

1.1.2 Dalla figura all'identificazione delle parti: la fase di Analisi

Gli allievi, partendo dalla loro conoscenza dei principi cromatografici, sono stati guidati a dedurre la funzione logica delle parti, numerando e nominando le singole parti dello "schema a blocchi" muto fornito. Il risultato di questa fase è riportato nella Tabella 3. In essa ad ogni numero corrisponde una parte identificata dal proprio nome.

Tabella 3. Numerazione e denominazione delle parti ricavate dalla analisi dello "schema a blocchi" muto

Numero	Parte	Abbreviazione
1	Sistema distribuzione gas	G
2	Riduttore	RP
3	Controllo flusso iniettore	CFI
4	Controllo flusso colonna	CFC
5	Controllo flusso rivelatore	CFR
6	Controllo T iniettore	CTI
7	Controllo T forno	CTF
8	Controllo T rivelatore	CTR
9	Iniettore	I
10	Forno	F
11	Colonna	C
12	Rivelatore	R
13	Sistema di acquisizione	SA

Per avere una visione che consenta la percezione immediata della struttura del GC e, al contempo, procedere ad un'analisi più puntuale dell'artefatto, si potrebbero invitare gli studenti a proporre una rappresentazione gerarchica delle funzioni primarie del gascromatografo, utilizzando diversi strumenti grafici o logici.

Tra gli strumenti applicabili si possono indicare: il grafo ad albero, l'indice americano, il diagramma di Eulero-Venn. Quest'ultima rappresentazione, in particolare, mette in evidenza come ci siano componenti in parte propri dell'oggetto ma che in parte possono appartenere ad altri strumenti (ad esempio il sistema pneumatico, l'iniettore e le uscite del segnale elettrico) a loro volta analizzabili con un modello R.A.Re.Co. La fase di rappresentazione si è conclusa con una breve comunicazione, costituita dalla descrizione testuale delle strutture precedenti di cui un esempio è riportato nel Box 1.

BOX 1. Comunicazione testuale descrittiva della rappresentazione visiva gerarchica del gascromatografo

Il sistema gascromatografico è costituito da: un sistema di distribuzione dei gas, un forno, un iniettore, un rivelatore, una colonna cromatografica e un sistema di acquisizione del segnale. La colonna è contenuta nel forno. Sono inoltre presenti un sistema per il controllo dei flussi dei gas e un sistema per il controllo delle temperature che riguardano la colonna, l'iniettore e il rivelatore.

Successivamente, agli studenti sono state poste domande focali sulle diverse parti costituenti la struttura giungendo, al termine di tale lavoro, alla costruzione di una tabella a doppia entrata, di cui un esempio, relativo a due componenti del GC, è riportato nella Tabella 4.

Gli studenti, lavorando in coppia sono giunti alla costruzione di tale tabella, guidati attraverso una lezione frontale nella quale sono stati approfonditi gli aspetti di contenuto più specifici (vedi Box 2), utilizzando anche materiale di supporto fornito dal docente (in particolare: schemi costruttivi, schemi dei sistemi di controllo dei gas e parti di manuali tecnici forniti a corredo degli strumenti).

Tabella 4. Analisi delle parti. Esempio di compilazione della tabella a doppia entrata per due parti del sistema gascromatografico

N	Parte	A che categoria appartiene		Che cosa è (descrizione sintetica)		A cosa serve	Da che cosa è costituita		Come funziona		Di cosa è fatta	
		TIPO	DEFINIZIONE	FUNZIONE	PARTIZIONE		MODO	PROPRIETA'				
1	Sistema di distribuzione dei gas	Utilities e hardware	Un sistema di gas sotto pressione	Eroga i gas allo strumento	Da serbatoi dei gas necessari, in genere bombole ma a volte generatori. Da uno o più riduttori di pressione, da valvole per l'interruzione dei flussi e da trappole per l'eliminazione delle impurezze.	Una riserva di gas in pressione consente una erogazione costante e di lunga durata di flussi allo strumento. La purezza del gas può essere migliorata mediante l'uso di opportune trappole.	Di bombole di acciaio collegate alla strumentazione mediante tubi di acciaio o di rame. Dadi e ferule garantiscono la "tenuta" del sistema. (Le trappole sono costituite da cartucce, di materiale plastico o metallico, riempite di materiali assorbenti)	
12	Rivelatore (FID)	Accessorio	Un dispositivo capace di rivelare la presenza di composti chimici nel flusso in uscita dalla colonna	Consente la produzione del segnale	Da un bruciatore (camera di ionizzazione), da due ingressi per i gas di alimentazione della fiamma, uno per il combustibile e l'altro per il comburente, due bruciatori (ugello del bruciatore che funziona da catodo (-) e il cilindretto (collettore) che lo contiene che funziona da anodo (+), una resistenza elettrica, un sistema di accensione per la fiamma.	Il rivelatore riceve il gas in uscita dalla colonna e gli analiti che vengono eluiti. La miscela entra nel bruciatore dove gli analiti sono combusti in una fiamma alimentata da una miscela di H ₂ e aria. La reazione tra i prodotti radicalici della combustione produce ioni positivi ed elettroni che vengono accelerati verso l'anodo. La corrente così prodotta viene amplificata e trasformata dal circuito elettronico in un potenziale (tipicamente dell'ordine dei mV) e quindi inviata al sistema di elaborazione del segnale.	È costituito da materiale termoresistente. Presenta una resistenza per mantenerlo ad una temperatura prefissata (CTR). È presente un generatore di tensione che mantiene una determinata ddp tra anodo e catodo per la generazione di un segnale elettrico (corrente). Sono presenti i collegamenti con la colonna e con il sistema di distribuzione del gas al FID. È infine presente un collegamento per il sistema di acquisizione, attraverso il circuito elettronico, visibile come porta di output sul retro dello strumento. Gli analiti di elezione sono gli idrocarburi alifatici; la risposta è proporzionale al numero di atomi di carbonio presenti.		

BOX 2. Possibili approfondimenti di contenuto

Sistemi di iniezione. Problemi connessi all'introduzione del campione e al trasferimento quantitativo degli analiti in colonna. Camere di iniezione per colonne impaccate e capillari (sistemi split/splitless, porte di iniezioni on-column, ecc..) Tipologie di colonne e loro utilizzi. Caratteristiche generali dei principali rivelatori (TCD, FID, ECD) e richiami ai parametri per valutarne le prestazioni (selettività, sensibilità, intervallo di linearità ecc..). Valutazione della bontà di risposta dei rivelatori: rapporto segnale/rumore, deriva. Controllo della temperatura e programmazione della temperatura.

1.1.1 Dalla identificazione delle parti alla visualizzazione delle procedure di funzionamento: la fase di Relazione

La risposta alle domande focali del tipo riportato nella Tabella 4, ha permesso agli studenti di acquisire una conoscenza di tipo dichiarativo. Con la fase di relazione l'attenzione si sposta sulle sequenze procedurali di funzionamento, avviando quindi una conoscenza complessiva del gascromatografo, che si completa con la fase di comunicazione successiva. Nella Tabella 5 si riporta un esempio di sequenza lineare in cui le prime tre fasi (trasferimento, separazione e trasporto, rilevazione) sono sequenziali in termine di tempo. L'ultima fase (ottimizzazione) individua un processo complesso che richiede altre conoscenze (ad esempio ruolo della temperatura sulla velocità di eluizione) che non sono strettamente necessarie per comprendere il semplice funzionamento di un gascromatografo.

Tabella 5. Esempio di sequenza lineare per quattro possibili fasi individuabili nel funzionamento di un sistema gascromatografico

PARTI	Fase 1 Trasferimento	Fase 2 Separazione e trasporto	Fase 3 Rivelazione	Fase 4 Ottimizzazione
1. Sistema di Distribuzione dei Gas	•	•	•	•
2. Riduttore di pressione	•	•	•	•
3. Controllo flussi all'iniettore	•			
4. Controllo flussi alla colonna		•		•
5. Controllo flussi al rivelatore			•	
6. Controllo T iniettore	•			
7. Controllo T forno		•		•
8. Controllo T rivelatore			•	
9. Iniettore	•			
10. Forno		•		•
11. Colonna	•	•	•	•
12. Rivelatore			•	
13. Sistema acquisizione segnale			•	

1.1.2 Dalla sequenza lineare alla produzione scritta: la fase di Comunicazione

In questa ultima fase, gli allievi hanno descritto singolarmente il funzionamento del GC, traducendo la rappresentazione data da ogni freccia della sequenza lineare precedentemente costruita (Tabella 5) in una corrispondente sequenza scritta. Si è così ottenuto una comunicazione di tipo analitico, formata da proposizioni autonome che comprendono le parti coinvolte nelle singole fasi.

Successivamente, mediante una "pulizia del testo", sono passati ad una comunicazione di tipo discorsivo. Le comunicazioni così prodotte, di cui un esempio è presentato nel Box 3 dovrebbero esprimere, con linguaggio tecnico rigoroso, il processo di funzionamento del GC nella sequenza gerarchica delle sue procedure ma, soprattutto, sono il frutto di una produzione autonoma da parte di ogni studente

BOX 3. Esempio dei due tipi di comunicazione, paratattica e ipotattica, come potrebbero emergere al termine di una R.A.Re.Co. sul sistema gascromatografico

<u>COMUNICAZIONE</u> <u>PARATATTICA</u>	<u>COMUNICAZIONE</u> <u>IPOTATTICA</u>
<p><i>TRASFERIMENTO. Il campione viene introdotto con una siringa all'interno dell'iniettore. L'iniettore viene mantenuto ad una T tale da consentire la vaporizzazione del solvente e dei soluti. Un gas inerte (carrier).....</i></p>	<p><i>In un gascromatografo un campione liquido viene trasferito, attraverso un iniettore, in testa ad una colonna contenuta in un forno che consente di controllarne la temperatura. Un gas inerte fluisce e trasporta i soluti lungo la colonna dove, per effetto della migrazione differenziale, vengono separati prima di giungere al rivelatore dove, a seguito di un opportuno processo chimico (ad esempio, nel FID), la combustione, viene generato un segnale elettrico, proporzionale alla concentrazione di analita, che viene infine manipolato elettronicamente ed inviato ad un opportuno sistema di registrazione. Per ottimizzare la separazione si può agire su tre fattori: la velocità della fase mobile, la regolazione della T del forno, la natura della fase stazionaria.</i></p>
<p><i>SEPARAZIONE. Nella colonna, contenuta nel forno, del quale è possibile controllare la temperatura, avviene il processo di migrazione differenziale</i></p>	
<p><i>RILEVAZIONE. Al termine della colonna è collegato un rivelatore nel quale entrano i soluti al termine della migrazione. Il rivelatore possiede un controllo della T e dei flussi dei gas di servizio (nel caso del FID, H₂ e aria).....</i></p>	
<p><i>OTTIMIZZAZIONE. La separazione cromatografica è il principale parametro da ottimizzare e, a tal fine, si può operare essenzialmente su tre fattori.....</i></p>	

2 LA VALUTAZIONE DELL'ATTIVITÀ IN AULA

2.1 Reazioni degli studenti

Nonostante il tempo forzatamente limitato dedicato all'applicazione del modello R.A.Re.Co., è comunque possibile mettere in evidenza alcuni elementi che permettono di tracciare le linee di una prima valutazione. Gli studenti, inizialmente, si sono mostrati poco propensi a lavorare in coppia e riluttanti ad affrontare l'argomento con la metodologia proposta e non sono mancati momenti di disorientamento. Gradualmente però, la classe ha manifestato un maggiore coinvolgimento, che ha permesso di procedere più speditamente nella proposta didattica. Durante la fase di rappresentazione gli studenti non hanno avuto particolari difficoltà ad identificare le parti della strumentazione, anche se talvolta è stato necessario l'intervento dell'insegnante, in particolare per quanto riguarda il sistema pneumatico e i controlli di flusso e di temperatura.

Per motivi di tempo e per la scarsa conoscenza di strumenti gerarchici da parte degli studenti, ci si è limitati ad utilizzare due tipi di rappresentazioni, grafo ad albero e indice americano, predisposti dal docente.

I ragazzi hanno mostrato una evidente debolezza operativa nel rintracciare, nei supporti tecnici forniti, le informazioni necessarie per completare la tabella dell'analisi delle parti (Tabella 4), per cui è stato necessario dedicare una lezione

aggiuntiva e procedere al riempimento delle prime caselle assieme ai ragazzi stessi.

Il completamento della tabella è stato effettuato, come previsto, come compito a casa ed è stato utilizzato come strumento di verifica formativa. Nonostante l'impegno in classe, il lavoro è stato però consegnato con molto ritardo rispetto al tempo previsto di due settimane, non da tutti gli studenti e talvolta non completo in tutte le sue parti.

Complessivamente si è comunque osservato un discreto livello di coinvolgimento e di partecipazione, con frequenti e pertinenti domande rivolte al docente anche durante il periodo intercorso tra consegna e restituzione del compito, confermando la validità del modello nel favorire l'interattività e l'interesse degli studenti.

2.2 Apprendimento degli studenti

Durante la sperimentazione sono state utilizzate modalità diverse per la verifica degli apprendimenti, per valutare sia un apprendimento immediato, legato al livello di attenzione durante le lezioni, sia un apprendimento più duraturo, legato all'utilizzo del modello.

Negli ultimi quindici minuti della prima giornata di lezione, subito dopo il lavoro cooperativo di coppia svolto in classe, è stato sottoposto agli studenti un questionario di tipo sommativo individuale, con domande a scelta multipla o a completamento, relativamente alla strumentazione gascromatografica. La media dei voti ottenuta si è attestata sulla sufficienza e solo uno studente ha manifestato una grave insufficienza. Ciò denota che, nonostante si fosse presentata una metodologia di lavoro del tutto nuova e vissuta, per lo meno inizialmente, con una certa diffidenza, gli allievi hanno partecipato alle varie attività e discussioni con un livello di attenzione che può essere considerato, a questo stadio dell'intervento, accettabile.

Per verificare l'efficacia del modello sul piano degli apprendimenti sono stati predisposti dei momenti di verifica sull'applicazione del modello stesso.

L'analisi degli elaborati svolti durante la prova formativa, i cui contenuti sono stati descritti nei paragrafi precedenti, ha evidenziato come il livello di dettaglio richiesto nella tabella dell'analisi delle parti producesse un eccessivo disorientamento negli allievi. In particolare, si sono osservate difficoltà: ad individuare la categoria di appartenenza di ciascuna parte dello strumento, ad operare una distinzione logica tra funzionalità ("cosa serve") e modalità operativa ("come funziona") e a distinguere tra partizione ("da che cosa è costituito") e proprietà ("di cosa è fatto"). Dal punto di vista della comunicazione si è altresì notata scarsa capacità di descrivere, con linguaggio rigoroso, le parti su indicate nonostante i contenuti fossero, nella maggiore parte dei casi, corretti. Sulla scorta di queste riflessioni si è quindi deciso, nella predisposizione della prova sommativa, di semplificare la struttura del modello R.A.Re.Co., riducendo la tabella dell'analisi delle parti alla descrizione di "modo" e "funzione" e guidando gli allievi nella scelta delle definizioni delle parti mediante una lista di definizioni.

I contenuti della suddetta prova hanno riguardato l'applicazione del modello a una delle funzioni specifiche descritte nel livello II della Tabella 2. In particolare si è scelto l'iniettore split-splitless (Figura 2).

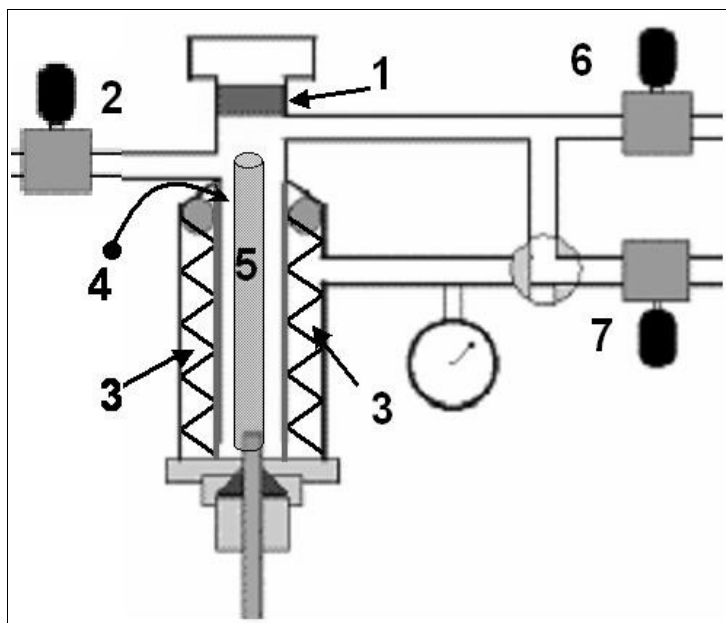


Figura 2. "Schema a blocchi" di un iniettore split-splitless impiegato per la verifica sommativa di fine unità didattica.

1. Setto poroso; 2. Valvola controllo flusso in ingresso; 3. Blocco di riscaldamento;
4. Camera di vaporizzazione; 5. Liner; 6. Valvola di purge; 7. Valvola di split.

Approccio cooperativo all'insegnamento della chimica analitica strumentale

Per la correzione degli elaborati si sono presi in considerazione gli obiettivi tassonomici individuati nella progettazione dell'unità didattica e si è costruita una griglia di valutazione che ne tenesse conto in maniera distinta. Ad ogni casella della tabella dell'analisi delle parti è stato quindi attribuito un punteggio, definito dalla somma dei punteggi dei relativi obiettivi specifici di contenuto e degli obiettivi operativi cognitivi. Così facendo, ad esempio, la casella relativa alla descrizione del "come funziona" comprendeva: un punteggio per l'obiettivo cognitivo specifico, relativo alla conoscenza del funzionamento di quella parte, un punteggio per la capacità di estrarre tale informazione dai materiali tecnici e un punteggio per la capacità di utilizzare un linguaggio appropriato. In maniera analoga sono state preparate le griglie per la valutazione delle altre parti del modello. I risultati ottenuti indicano che circa l'80 % degli studenti ha saputo applicare il modello in tutte le sue parti. Gli obiettivi specifici di contenuto sono stati raggiunti dal 90 % degli allievi, mentre gli obiettivi operativi cognitivi, connessi alla capacità di scrivere con un linguaggio chiaro e specifico, hanno avuto una percentuale di riuscita solo del 40 %, denotando una difficoltà che, probabilmente, supera i confini dello specifico disciplinare. Nel passaggio dal punteggio al voto, si sono poi stabiliti degli intervalli di merito, decidendo che la soglia di sufficienza si collocasse tra il 50 e il 60 % del punteggio complessivo della prova. Così facendo si è ottenuta la distribuzione dei voti riportata nella Figura 3, in cui si può osservare come, al di là della grave insufficienza, l'andamento presenta un'asimmetria negativa, con la frequenza più alta spostata nelle zone dei voti alti, che evidenzia il buon risultato della strategia messa in atto.

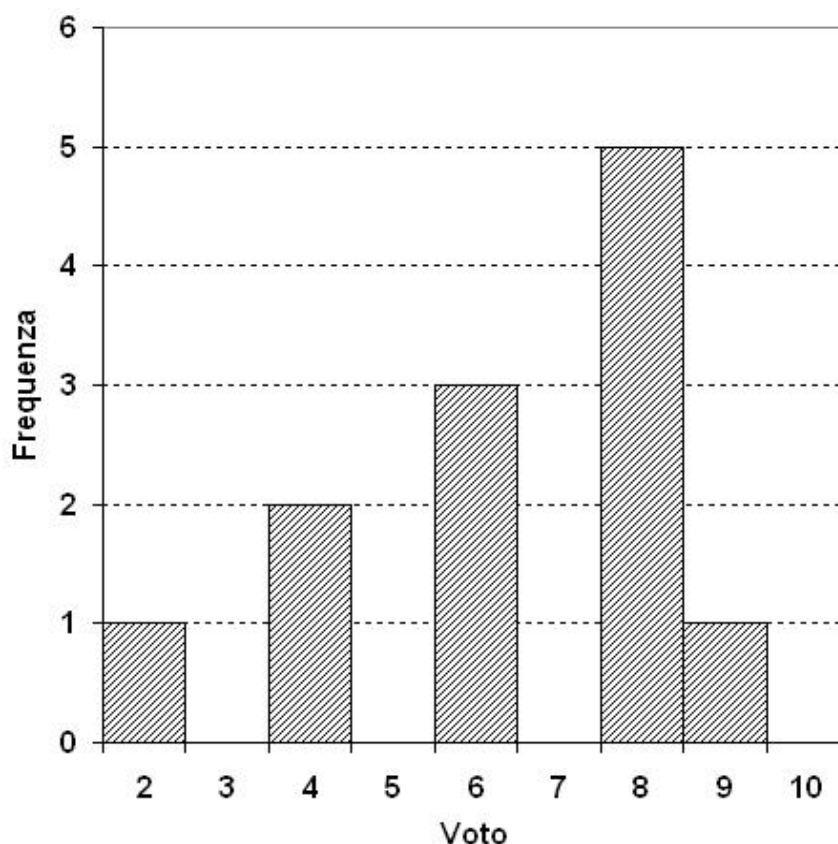


Figura 3. Istogramma per classe di merito dei risultati ottenuti nella verifica sommativa condotta sull'applicazione del modello R.A.Re.Co all'iniettore Split-Splitless.

3 CONCLUSIONI

L'esperienza maturata a seguito dell'applicazione del modello R.A.Re.Co. porta a trarre diverse considerazioni.

In primo luogo si può concludere che il modello si presta molto bene allo studio della strumentazione analitica, in quanto consente di descrivere, in maniera chiara e dettagliata, le parti coinvolte e di mettere in evidenza i collegamenti tra queste e le loro relazioni funzionali, il tutto fatto autonomamente e criticamente dallo studente.

Inoltre, anche da un punto di vista della verifica dell'apprendimento, risulta semplice riuscire a distinguere l'acquisizione delle conoscenze specifiche dalla capacità di mettere in luce le connessioni logiche fra le varie parti coinvolte.

Il modello, come ogni nuova proposta metodologica, richiede ovviamente un periodo di addestramento di base, affinché gli allievi possano padroneggiarne le componenti e trarne pieno vantaggio cognitivo.

Nel nostro caso, i tempi forzatamente limitati di un tirocinio non hanno permesso di cogliere tutte le opportunità formative e cognitive offerte dal modello. Ad esempio, pur notando delle difficoltà di tipo comunicativo, non c'è stato abbastanza tempo per valutare se un utilizzo più continuo del modello potesse in qualche modo aiutare a superare tali difficoltà.

Ad ogni modo l'utilizzo di questo approccio ha consentito, in tempi contenuti, di ottenere informazioni sui diversi stili di apprendimento degli alunni. In particolare due studenti hanno migliorato in maniera significativa la loro abituale performance, mentre uno studente ha avuto delle evidenti difficoltà a rapportarsi con la metodologia proposta. Questi risultati confermano che l'offerta metodologica deve essere ampia e sembrano indicare che il modello deve essere comunque affiancato da altri strumenti.

Punti critici rimangono i tempi lunghi sia per la predisposizione, da parte del docente, dei prodotti attesi e dei materiali integrativi al libro di testo, sia per la realizzazione, da parte degli allievi, dell'elaborato finale. È inoltre richiesta una certa esperienza nel gestire i tempi e le dinamiche di classe.

Rimane aperto, infine, il problema di come valutare il modello R.A.Re.Co. prodotto dagli studenti: non essendo una prova chiusa, a tipologia definita, la sua valutazione male si adatta all'utilizzo degli strumenti docimologici "oggettivi" e, data la grande variabilità che può caratterizzare il prodotto finale, risultano elaborate e complesse le fasi di attribuzione dei punteggi a priori e a posteriori. Alcune sperimentazioni in atto tendono a considerare il modello R.A.Re.Co. come un compito unitario, capace di evidenziare non solo le conoscenze e le abilità acquisite, ma anche competenze di tipo cognitivo e trasversale, per questo, l'uso di rubric, quali strumento di valutazione autentica [3, 4], sembra essere un'ipotesi di lavoro percorribile per le valutazioni del modello.

RINGRAZIAMENTI

La prof.ssa Antonella Andracchio, desidera ringraziare gli studenti della classe VA6 a.s. 2004/2005 e le prof.sse Maria Letizia Vannini e Stefania Nesi per la fattiva collaborazione e la piena fiducia ricevuta durante tutto il periodo di tirocinio

BIBLIOGRAFIA

- [1] M. Famiglietti, Verso la distinzione tra pensiero scientifico e pensiero tecnologico, in Progetto ICARO, a cura di M. Famiglietti, IRSSAE Basilicata, Emilia Romagna, Friuli V.G., Marche, Sicilia, Palermo 2000
- [2] A.Andracchio, P.Ambrogi, R.Andreoli, P.Veronesi, S.Zappoli, CnS Chimica nella Scuola, a. XXVII, n.4/2007, p.149
- [3] M. Comoglio, *Insegnare e apprendere con il Portfolio*, Fabbri Editore, Milano 2003
- [4] L.Pini, P.Veronesi, R.Zanoli, Rivista on line Istruzione Emilia Romagna, 2006, <http://www.rivista.istruzioneer.it/pratichedidattiche/archivio/ancora%20sulle%20rubrics.pdf>.
- E.Zecchi, Rivista on line Istruzione Emilia Romagna, 2004, http://www.rivista.istruzioneer.it/innovazioneericerca/archivio/rubric_Zecchi.pdf.

