

Insegnare secondo TEMI

*Come l'uso
dei misteri può aiutare
l'apprendimento
delle scienze*



TEMI

Insegnare secondo TEMI

*Come l'uso
dei misteri può aiutare
l'apprendimento
delle scienze*

Casa editrice: TEMI - Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated

Curato da: Peter McOwan, Cristina Olivotto

Autori: Marina Carpineti, Peter Childs, Johanna Dittmar, Ingo Eilks, David Fortus, Marco Giliberti, Avi Hofstein, Julie Jordan, Dvora Katchevich, Rachel Mamluk-Naaman, Ran Peleg, Tony Sherborne, Malka Yayon.

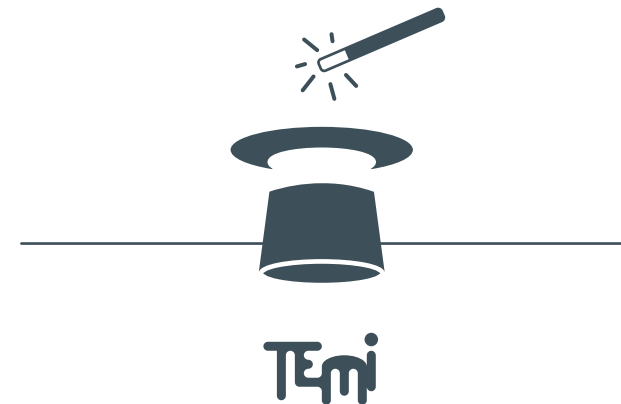
Revisione: Sirius Interactive

Progetto: Zetalab

ISBN: 9789491760112

Avviso legale: Il presente progetto è stato finanziato con il supporto della Commissione Europea. La presente pubblicazione rispecchia esclusivamente le opinioni degli autori e la Commissione non può essere considerata responsabile per qualsiasi utilizzo delle informazioni qui contenute.

Pubblicato a marzo 2015.



Benvenuti

In questo libretto vi presenteremo un nuovo modo entusiasmante di insegnare le scienze nelle vostre classi. Il progetto TEMI (*Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated*) è finanziato dall'Unione Europea e coinvolge formatori di docenti da tutta Europa per aiutarvi a inserire in classe con successo l'insegnamento basato sulla didattica *enquiry* e migliorare il coinvolgimento degli studenti e le loro competenze.



Cosa c'è di speciale nell'insegnamento TEMI

La metodologia di insegnamento TEMI comprende quattro innovazioni chiave: la prima è l'utilizzo dei misteri per sollecitare la fantasia e la motivazione degli studenti; la seconda è il ciclo delle 5E per consentire agli studenti di esplorare e valutare il proprio apprendimento; la terza comprende le capacità di presentazione per consentire ai docenti di sentirsi a proprio agio quando presentano i misteri in classe; e l'ultima è un metodo per trasferire gradualmente la responsabilità dell'apprendimento dal docente allo studente, che inverte il tradizionale canale di apprendimento.



Come utilizzare questo libretto

Questo libretto è costituito da **quattro brevi capitoli** che presentano, spiegano e danno esempi delle quattro innovazioni dell'insegnamento TEMI. Sono inclusi anche suggerimenti pratici, i cosiddetti **Consigli per la didattica TEMI**, che si possono usare in classe.



Assistenza online: teachingmysteries.eu

Un gran numero di risorse è anche consultabile sul **sito internet TEMI**, tra cui altri misteri per la classe e link ad app per smartphone che possono essere utili per l'apprendimento in classe e anche fuori.

Speriamo che troverete utile questo libretto e che insegnare secondo l'approccio TEMI si dimostri un successo per voi quanto per altri docenti che partecipano ai corsi di sviluppo professionale TEMI.



Il team TEMI

Università di Brema
Germania

Università Carlo IV
Repubblica Ceca

CNOTINFOR
Portogallo

College universitario Buskerud e Vestfold
Norvegia

Università di Leiden
Paesi Bassi

Università Sheffield Hallam
UK

Sterrenlab
Paesi Bassi

Queen Mary, Università di Londra
UK

TRACES
Francia

Università degli Studi di Milano
Italia

Università di Limerick
Irlanda

Università di Vienna
Austria

Istituto di Scienze Weizmann
Israele

1 Misteri

La loro natura e il loro scopo nell'insegnamento delle scienze

Cos'è un mistero?

Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated (TEMI) intende preparare gli studenti all'apprendimento enquiry presentando loro fenomeni impegnativi e affascinanti. TEMI vuole utilizzare ciò che è ignoto e fuori dal comune e che chiamiamo misteri. All'interno del progetto TEMI, definiamo un mistero come segue:



Un fenomeno o un evento che induce un sentimento di attesa e di meraviglia nello studente, facendogli provare un profondo desiderio di sapere, che stimola la curiosità e fa nascere una serie di domande a cui rispondere con attività di enquiry e soluzione di problemi.



Quali misteri vanno bene e quali male per la classe

Se un fenomeno induce o meno un desiderio di sapere, dipende dallo studente che lo osserva. Per evocare sentimenti di attesa e meraviglia, il mistero dovrebbe attirare la curiosità dello studente. Tuttavia, quello che suscita la curiosità di uno studente dipenderà dai suoi interessi, dalle sue esperienze e dalle sue conoscenze pregresse. Visto che interessi, esperienze e conoscenze pregresse differiscono da uno studente all'altro, un fenomeno che potrebbe essere un mistero per uno studente può non incuriosirne un altro come, per esempio, se un'osservazione ha a che fare con un fenomeno o un concetto scientifico già noto e compreso.

La variazione delle percezioni può anche dipendere da età, condizioni di vita personali o estrazione culturale. Pertanto, la percezione di mistero varia da una persona all'altra. Ciononostante, il progetto TEMI offre alcuni suggerimenti che possono guidare i docenti a selezionare e sviluppare un fenomeno come mistero per la promozione della didattica enquiry.



Quando un mistero è buono per la classe?

Un mistero può promuovere la didattica enquiry se:

- ① coinvolge emotivamente gli studenti;
- ② crea curiosità e provoca domande;
- ③ è abbastanza semplice da essere un 'evento discrepante', cioè è sorprendente;
- ④ genera un conflitto cognitivo;
- ⑤ può essere investigato scientificamente e spiegato nell'ambito delle competenze e della zona di sviluppo prossimale degli studenti coinvolti;
- ⑥ 'problematizza' o crea conoscenze scientifiche;
- ⑦ richiede agli studenti di usare capacità di enquiry per spiegare il mistero;
- ⑧ copre una parte sufficiente del curriculum da giustificare il tempo impiegato;
- ⑨ può essere risolto in un intervallo di tempo limitato (1-2 lezioni per la presentazione del mistero e per trovare la soluzione).

Quando un mistero è inadeguato per la classe?

Un mistero non è adeguato alla didattica enquiry se:

- ① coinvolge solo il docente, ma non gli studenti;
- ② non sorprende o genera poca curiosità e il docente deve fare tutto il lavoro;
- ③ tratta concetti scientifici che sono troppo difficili da capire per gli studenti;
- ④ è periferico rispetto alle materie del curriculum;
- ⑤ è troppo complesso da risolvere per gli studenti, che lo vedono come una 'magia'.

Tipi diversi di misteri

I misteri possono derivare da molti ambiti diversi e possono avere caratteristiche totalmente differenti.



Misteri autentici

Un tipo di mistero è quello che chiamiamo mistero autentico. I misteri autentici sono **fenomeni che incontriamo semplicemente guardandoci attorno negli ambienti naturali o tecnologici**. Esempi di misteri autentici riscontrati in natura sono i geysers, certe forme di piante o cristalli o l'aurora boreale. Anche il cambiamento di colore di un oggetto visto sotto la luce di una certa lunghezza d'onda può essere un mistero, che può essere una vera e propria sfida negli studenti che stanno studiando la luce, le onde e l'ottica.



Misteri artificiali

Alcuni dei misteri autentici si possono modellizzare usando allestimenti sperimentali in classe. Questi, come tutti gli altri fenomeni ricreati per presentarli agli altri, possono chiamarsi misteri artificiali. Le dimostrazioni sperimentali o illusorie fanno parte dei misteri artificiali. Un esempio di un mistero artificiale è il Giardino Chimico, un bellissimo esperimento in cui sali

metallici vengono aggiunti a una soluzione di silicato di sodio anche nota come vetro solubile, e si osservano crescere conformazioni, somiglianti a piante misteriose.

Il mistero solleva una serie di domande in chi guarda o conduce l'esperimento.



Misteri fittizi

Infine, esistono misteri fittizi e miti.

I misteri fittizi derivano da storie o arrivano dal cinema o dalla TV.

In molti film e serie TV, sono presentate situazioni affascinanti. Nella maggior parte dei casi si tratta di trucchi o di effetti speciali.

Pertanto, l'indagine scientifica potrebbe non essere in grado di risolverli.

Tuttavia, essa può rivelare se si trattava effettivamente di un trucco e aiutare a scoprire la verità scientifica su cui si basano. Si possono anche esplorare numerosi miti di diverse culture, come la luna rossa che segnala un disastro imminente. Alcuni miti possono essere spiegati dalla scienza; altri miti non possono essere spiegati, perché il mito va oltre la scienza. In questo modo gli studenti possono capire il potenziale e i limiti della scienza.



Insegnare misteri in classe

- ① Pensate alla transizione tra il mistero e il processo di enquiry. Pensate in anticipo a come potete indirizzare gli studenti verso il processo di enquiry.
- ② Preparatevi bene in anticipo e imparate voi stessi dalla vostra presentazione. Più cercate di presentare un mistero in maniera affascinante, più motivante esso sarà per i vostri studenti.

La presentazione crea mistero

Un'osservazione inusuale non è necessariamente un mistero di per sé. Certamente ci sono molte osservazioni in natura che sono percepite come misteriose da chi non ne conosce le cause scientifiche sottostanti, per esempio l'aurora boreale. Tuttavia un mistero a volte è percepito come tale più per il modo in cui viene presentato che per il fenomeno di per sé. Per esempio, nella chimica degli acidi e delle basi, gli studenti imparano abbastanza presto che gli indicatori cambiano colore in base al valore del pH. Nelle sessioni di insegnamento tradizionali, gli acidi e le basi sono presentati e testati in base agli indicatori. Che l'indicatore cambi colore non verrà percepito dagli studenti come un mistero, data la precedente descrizione. Uno scenario diverso o successivo potrebbe presentare il concetto di chimica acido-base con l'aiuto di un mistero dal titolo *Bolle Camaleontiche*.



Con un semplice esperimento si possono produrre palline di alginato come quelle che si vedono nel 'bubble tea'.

Inoltre, si possono produrre palline ripiene del liquido indicatore. Se si aggiunge un acido o una base all'acqua circostante per alterare il valore del pH, cambieranno anche i colori all'interno delle bolle.

Questo perché le membrane di alginato sono permeabili agli ioni di idrossido e idronio, ma non alle più grosse molecole dell'indicatore. Si tratta di un fenomeno molto interessante che potrebbe stimolare la curiosità degli studenti e motivarli a imparare acidi, basi e indicatori.

Questo esempio mostra che anche i fenomeni e i concetti tradizionali del curriculum possono essere trasformati in mistero se sono presentati in maniera diversa. Più informazioni su come presentare fenomeni in modi misteriosi sono inserite in un capitolo successivo.

Fonti di ispirazione per creare misteri

Per trovare e creare misteri per la classe, potete trovare molte risorse qui:

www.teachingmysteries.eu

Internet come fonte di ispirazione

Le fonti più ricche di ispirazione per creare le vostre lezioni TEMI sono descrizioni o video di esperimenti e fenomeni su Internet. [YouTube](#) è pieno di video che possono ispirare i docenti a presentare contenuti scientifici e misteri in forme diverse, più creative.

Per esempio, se fate una ricerca su YouTube delle parole chiave magia, acidi e basi troverete molti video. Uno dei primi risultati è un video in cui uno studente dell'MIT di Boston (USA) dimostra un trucco cambia-colore basato su indicatori acido-base e poi inizia a spiegarne la teoria. Il modo migliore per capire come usare misteri per presentare determinati argomenti è quello di unire il contenuto del curriculum a termini come magia, spettacolo, misterioso, mistero o curiosità. Se cercate ispirazione senza un preciso argomento in testa, potete cercare termini come esperimenti affascinanti, fenomeni scientifici o spettacolo di magia.

Libri

Quasi ogni lingua ha libri su trucchi di magia, esperimenti affascinanti o piccole attività di gioco per bambini. Molti di questi libri suggeriscono di presentare attività per [attirare la curiosità degli studenti](#); così, ispirano i docenti a presentare il contenuto del loro piano di studi in modo diverso. Per trovare tali libri, potete cercare termini simili a quelli della sezione precedente, ma in librerie online come [Amazon](#).

Giocattoli e negozi specializzati per maghi

Anche i negozi specializzati, eventualmente online, possono essere buone fonti di ispirazione per giocattoli o kit di magia. Questi negozi spesso vendono piccoli oggetti scientifici e tecnologici, come la sabbia magica, un tipo di sabbia idrofobica che non si bagna, o applicazioni di nanotecnologia, giocattoli magnetici o trucchi con acqua e fuoco.

Per tutti gli esempi precedenti, come il giardino chimico, le bolle camaleontiche o la sabbia magica, il sito TEMI offre guide per docenti e materiale per la classe.

2

Enquiry e il Modello delle 5E

In questo capitolo
presentiamo il modello
delle 5E, un'impalcatura
a supporto della didattica
enquiry in classe.

La didattica scientifica enquiry è stata adottata in tutto il mondo nel 21° secolo come uno dei principali modelli di insegnamento scientifico scolastico. In origine impiegata nelle scuole primarie, è stata estesa alle

scuole secondarie e viene adottata da molti paesi. Molti progetti finanziati dall'UE stanno esplorando l'utilizzo dell'enquiry nell'insegnamento delle scienze, e **TEMI** è uno di questi. Una delle quattro innovazioni su cui si basa TEMI è l'impiego dell'enquiry e del modello 5E.

I **National Science Education Standard** (NSES, 1996) negli USA danno la seguente definizione di enquiry:



Enquiry è una serie di processi interconnessi attraverso i quali scienziati e studenti pongono domande sul mondo naturale e indagano i fenomeni; nel fare così, gli studenti acquisiscono conoscenze e sviluppano un'approfondita comprensione di concetti, principi, modelli e teorie. L'enquiry è un componente critico di un programma di scienze a tutti i livelli scolastici e in ogni ambito delle scienze e chi sviluppa i piani di studio deve essere sicuro che l'approccio al contenuto, nonché alle strategie di insegnamento e di valutazione, rispecchi l'acquisizione di una comprensione scientifica attraverso l'indagine. Gli studenti a quel punto impareranno la scienza in un modo che rispecchia come essa effettivamente funziona.



Gli standard delineano **sei aspetti che sono fondamentali per la didattica enquiry nell'insegnamento delle scienze:**

- ① Gli studenti dovrebbero essere in grado di riconoscere che la scienza è molto più della mera memorizzazione e conoscenza di fatti.
- ② Gli studenti dovrebbero avere l'opportunità di sviluppare nuove conoscenze che si basano sulle loro conoscenze e idee scientifiche pregresse.
- ③ Gli studenti svilupperanno nuove conoscenze ristrutturando le loro precedenti comprensioni dei concetti scientifici e aggiungendo nuove informazioni acquisite.
- ④ L'apprendimento è influenzato dal contesto sociale degli studenti in cui hanno l'occasione di apprendere gli uni dagli altri.
- ⑤ Gli studenti assumeranno il controllo del loro apprendimento.

- ⑥ La misura in cui gli studenti sono in grado di apprendere con una profonda comprensione influenzerà quanto le loro nuove conoscenze sono trasferibili a contesti di vita reale.

La didattica enquiry si basa su un **modello costruttivista**: gli studenti imparano a costruire la propria comprensione in base alle loro precedenti esperienze attraverso un'interazione pratica e teorica con i fenomeni e con gli altri studenti. Capiscono riflettendo sulle loro esperienze, comunicando il loro pensiero e il loro apprendimento per creare collegamenti tra la loro esperienza e il mondo reale. L'attenzione non si concentra esclusivamente sul contenuto scientifico ma anche sui processi scientifici. Questo implica un cambiamento del ruolo del docente: invece che un istruttore, il docente si comporta come un allenatore che costruisce attentamente l'impalcatura dei processi di apprendimento costruttivisti degli studenti.

Il modello delle 5E

Il modello delle 5E è uno di molti modelli di enquiry, che è stato adottato e usato nel progetto TEMI e ne costituisce l'ossatura. **Il modello delle 5E è un ciclo di apprendimento con cinque elementi**: può essere visto

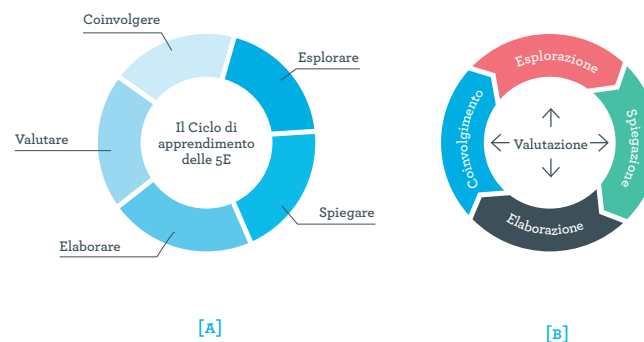


FIGURE 1
Rappresentazioni diverse del modello delle 5E

come un ciclo continuo (Figura 1a) oppure come un ciclo in cui la 5a fase, di Valutazione, alimenta le altre quattro fasi costantemente invece che solo alla fine (Figura 1b).

Due versioni del modello didattico delle 5E

Il modello inizia con la fase Engagement e attraversa le altre fasi in successione, fino a che il ciclo non riprende con un nuovo argomento.

La → [Tabella 1](#) elenca le cinque fasi e riepiloga cosa contenga ciascuna di esse.

Riepilogo del Modello delle 5E

(Bybee et al., 2006)

Il modello di didattica enquiry nell'insegnamento delle scienze è abbastanza diverso dai modelli didattici tradizionali e richiede un approccio innovativo allo sviluppo professionale dei docenti di scienze. I docenti possono spesso essere precipitosi nel fornire risposte e dire agli studenti cosa sta succedendo, senza dar loro l'opportunità di farsi domande e risponderci o di elaborare le risposte o esplorare i problemi attraverso esperimenti. Per esempio, i docenti possono fare domande dando poi loro stessi le risposte oppure presentare un problema da risolvere agli studenti, ma poi fornire la risposta troppo presto. Le attività relative alla fase di Engagement per docenti e studenti sono descritte nella seguente → [Tabella 2](#).



TABELLA 1
Le cinque fasi del modello delle 5E



Cosa è coerente e cosa non lo è con la fase di Engage del modello delle 5E

Questa tabella, tratta dal ciclo delle 5E, è utile sia per docenti sia per studenti. Descrive cosa è e cosa non è coerente con il modello delle 5E per tutte le 5 fasi. Qui, per esempio, c'è un elenco di quello che va bene o meno nella fase di Engage.



Focus sull'engagement Il docente

Va bene se

- ① Stimola la curiosità degli studenti e genera interesse
- ② Determina l'attuale comprensione degli studenti (conoscenze pregresse) di un concetto o di un'idea
- ③ Invita gli studenti a esprimere quello che pensano
- ④ Invita gli studenti a sollevare le proprie domande

Non va bene se

- ① Introduce vocaboli
- ② Spiega concetti
- ③ Fornisce definizioni e risposte
- ④ Non lascia i problemi aperti
- ⑤ Scoraggia le idee e le domande degli studenti



Focus sull'engagement Lo studente

Va bene se

- ① Diventa interessato e curioso verso il concetto o l'argomento
- ② Espone la sua comprensione attuale di un concetto o un'idea
- ③ Si pone domande come 'Cosa so già di questo argomento?' e 'Cosa voglio sapere?'

Non va bene se

- ① Chiede la risposta 'giusta'
- ② Offre la risposta 'giusta'
- ③ Insiste su risposte o spiegazioni
- ④ Vuole mettere la parola fine al problema

3

Presentare i misteri

Come abbiamo visto all'inizio, TEMI utilizza fenomeni o misteri inattesi o insoliti per suscitare la curiosità e incoraggiare gli studenti a indagare. Uno dei fattori principali che influenza il coinvolgimento degli studenti è il modo in cui il docente mette in atto il mistero. Ci sono molti modi per farlo: mostrare un video o una dimostrazione, chiedere agli studenti di fare un esperimento, far condurre al docente un esperimento inatteso, usare giochi di ruolo o raccontare una storia.

Si possono anche sviluppare competenze di showmanship per rendere più eccitante un mistero.

In questo capitolo, prima presentiamo alcuni modelli studiati per inserire la showmanship nelle attività di indagine scientifica, in linea con la filosofia TEMI, e poi spieghiamo come si possono dimostrare le attività TEMI in classe.

Showmanship nella scienza: Modelli per introdurre la showmanship nelle attività di enquiry

La showmanship non è solo per il teatro, ma è importante anche in classe. **Sono state viste molte analogie tra il ruolo del docente e quello dell'attore (o del regista).** In entrambi i ruoli si ha a che fare con un pubblico, si deve far passare un messaggio in maniera convincente e memorabile e si deve imparare a improvvisare se qualcosa va per il verso sbagliato. In effetti entrambi devono essere autentici (il pubblico si appisolerà se un attore non si immedesima pienamente nel ruolo, proprio come fanno gli studenti se il docente non li coinvolge al 100%).

Questo non significa che il docente sia un attore, ma il mondo del teatro ha studiato molti strumenti e tecniche per migliorare la showmanship e per padroneggiare meglio l'arte dell'esibizione, che può essere usata perché i docenti facciano lezioni in maniera motivante o affascinante.



Il docente come narratore

Come docenti raccontiamo costantemente storie. Se pensate alla storia dell'uomo, la narrazione è stato il primo metodo di insegnamento e trasferimento di informazioni. Gli adulti si riunivano attorno al fuoco per ascoltare le storie del giorno. Ai bambini venivano raccontate fiabe e favole che insegnavano loro a porre attenzione ai pericoli del mondo esterno. In tal senso, il nostro pensiero si è sviluppato attorno alle storie. Prendiamo un esempio di narrazione per rendere un mistero più coinvolgente. In TEMI abbiamo inserito storie e narrazioni in diverse attività. L'attività *Sea-sand overseas* per esempio inizia con la storia di James.



James è un nostro vecchio amico che ama la sabbia. Sin da bambino, James stava fuori a scavare, spalare, spostare sabbia per costruire incredibili castelli di sabbia. Col tempo è diventato un costruttore provetto di castelli di sabbia e ha vinto molti concorsi nazionali. Un giorno siamo incappati in una pubblicità in Internet di un'importante gara internazionale in Australia, l'abbiamo detto a James e in men che non si dica era su un aereo diretto in Australia...



Nella storia, per il concorso a James viene data della sabbia speciale che respinge l'acqua. Parte di questa speciale sabbia idrofobica viene data agli studenti e il loro compito è quello di capire come James possa costruire il suo castello. L'attività può poi essere sviluppata in un'attività di indagine formale completa chiedendo agli studenti di sviluppare domande di 'ricerca' e di progettare esperimenti che aiuterebbero James a costruire un castello perfetto.

Gli studenti qui stanno eseguendo una classica attività di *enquiry*. L'approccio TEMI è quello di inserire l'*enquiry* in una storia con un contesto rilevante o di vita reale. La storia fa da ponte collegando le esperienze di ogni giorno degli studenti e il loro modo di pensare con il mondo formale della ricerca scientifica. La storia assieme alla sabbia misteriosa attira gli studenti verso l'esperimento. Nelle lezioni vere, gli studenti spesso rimanevano in classe durante l'intervallo per provare altri esperimenti, progettavano esperimenti creativi, approfondivano il loro pensiero sulla solubilità e (forse ancora più importante) si divertivano molto.

Come costruire una buona storia per la classe

Quindi se le storie sono così belle, come facciamo a scriverle e presentarle in classe?

La narrazione è una forma d'arte complessa e sfaccettata.

Tuttavia, ai fini della lezione, alcuni semplici modelli di costruzione dovrebbero bastare. Il progetto TEMI ha consultato degli esperti del campo che ci hanno dato tre semplici modelli complementari, di narrazione che potrete riconoscere da film o libri che conoscete.



Metodo I

Suggerisce che ogni buona storia deve avere una misura sufficiente di tre componenti: **azione, colore ed emozione**. L'azione è la forza trainante della storia, 'quello che sta succedendo'. Il colore fa riferimento ai dettagli che confezionano la storia e consente al pubblico di immaginarsi nella situazione. L'emozione fa riferimento ai sentimenti dei protagonisti e degli altri personaggi, facendo entrare il pubblico nella storia attraverso l'empatia.



Metodo II

Caratterizza la storia dal punto di vista del pubblico. Le persone che ascoltano la storia si faranno le seguenti domande;

quindi il narratore dovrebbe rispondere a queste domande durante la storia:

- 1 Chi sono i personaggi della storia?
- 2 Dove e quando si svolge?
- 3 Cosa sta succedendo?
- 4 Perché mi interessa?
- 5 Come finisce?

Le risposte alle domande da 1 a 3 costituiscono le informazioni nella storia. Le risposte alle domande 4 e 5 sono la parte più importante della storia dal momento che sono quelle che coinvolgono, emozionano e sorprendono l'ascoltatore e lo motivano a continuare ad ascoltare fino alla fine della storia.



Metodo III

Definisce le cinque fasi sequenziali essenziali di una storia perché fornisca informazioni in una forma drammatica. Alla fine di ogni fase ci sono delle 'svolte', che creano una transizione drammatica verso la fase successiva.

- ① **Esposizione** – si riferisce allo status quo ('C'era una volta ...')
Svolta: Un riferimento a un tempo particolare ('Un giorno...', o 'E poi una notte ...').
- ② Succede qualcosa / c'è una necessità / un'opportunità che fa agire l'eroe. L'eroe non sa ancora di essere l'eroe; per ora è solo il personaggio principale.
Svolta: c'è un cambiamento, una sorpresa ('improvvisamente e qui...').

- ③ La trama si infittisce e diventa più complessa. A questo punto il protagonista principale diventa un eroe scoprendo proprie caratteristiche e capacità che prima non conosceva. In questa fase la storia si sviluppa e vengono forniti altri dettagli su località, persone, colori ecc. *Svolta*: l'eroe sta per sbrogliare il problema e trovare una soluzione.
- ④ L'eroe raggiunge il suo obiettivo e torna a 'casa' dopo aver vissuto un'esperienza fisica o spirituale. Sappiamo che la vita non ha sempre una soluzione, ma è importante sbrogliare la storia. Non c'è svolta.
- ⑤ **Chiusura**. La trama torna al punto di partenza o viene creata una nuova situazione di status quo ('E vissero per sempre felici e contenti').

Abbiamo spiegato come la showmanship può sostenere le attività di enquiry in lezioni di scienze. In questo paragrafo forniamo informazioni su come i docenti possono mettere in atto le diverse strategie e attività in classe. I docenti dovrebbero anche essere consapevoli delle aspettative degli studenti formate dalle loro conoscenze pregresse.



Sulle seguenti linee guida gli insegnanti possono basare qualsiasi elemento di showmanship, da inserire per rendere le loro lezioni più motivanti:

- ① Il termine 'mistero' dovrebbe essere chiaro nella vostra mente: quali sono le caratteristiche di un mistero; come lo renderò vivo e interessante per gli studenti?
- ② Mi sono chiari (1) gli argomenti e le attività che contengono e spiegano un mistero scelto? (2) So utilizzare storie a finale aperto che motivano l'enquiry al fine di consentire agli studenti di risolvere e capire pienamente il mistero? (3) Come posso trasformare queste storie in esercizi utilizzabili per gli studenti?
- ③ Dovreste chiedere, osservare, raccogliere, registrare e analizzare le idee e il feedback degli studenti al fine di migliorare costantemente la presentazione, il coinvolgimento e il contenuto del mistero.

C'è una serie di metodi che impieghiamo nel programma TEMI per aiutare i docenti ad acquisire fiducia nelle loro capacità di showmanship:

Per esempio creare un'attività come Panto-fisica - indagare le leggi di Newton con il mimo (→ cfr. "Science - The biggest drama in the class" sul canale Youtube di TEMI) non è un'attività TEMI classica, ma illustra una possibile combinazione di scienze, insegnamento e teatro (mimo) nel contesto di spazio, gravità e forze. Intraprendere la creazione o la regia di tali esercizi può darvi la possibilità di sviluppare le vostre capacità di showmanship.



Attività TEMI 'classiche', secondo la nostra definizione, sono quelle in cui il motore che fa scattare l'enquiry è una storia che spinge gli studenti a vivere un'esperienza emotiva, che li aiuta a identificarsi con i protagonisti della storia, a risolvere il mistero attraverso un'indagine e infine, che li aiuta a presentare la soluzione del mistero.



Attività di gruppo per sviluppare la capacità di drammatizzare e raccontare storie

Abbiamo realizzato attività di gruppo per aiutare gli insegnanti a sentirsi a loro agio col teatro e con la showmanship con due intenti:

Teatro a beneficio delle dinamiche di gruppo (teatro "puro")

Ogni buona storia deve avere un sufficiente livello delle tre componenti: azione colore ed emozione. L'azione è la forza trainante della storia - "quello che sta accadendo". Il colore si riferisce ai dettagli che confezionano la storia e aiutano il pubblico a immedesimarsi nella situazione. L'emozione si riferisce ai sentimenti del protagonista e degli altri personaggi, e permette di trasportare il pubblico all'interno della storia per mezzo dell'empatia.

Il teatro per un migliore insegnamento

Che lo vogliano o meno, i docenti si esibiscono già di fronte a un pubblico in classe. Se imparano a raccontare una storia in maniera efficace, i loro studenti saranno più coinvolti e mostreranno maggiore motivazione a imparare. Lo scopo non è quello di insegnare ai docenti a essere attori, ma piuttosto di usare la metafora del 'docente come attore' per dotare i docenti di strumenti provenienti dal mondo del teatro e utili per l'insegnamento.



Le seguenti attività sono state considerate utili nel programma di formazione TEMI:

Maschere neutre:

Le maschere neutre sono maschere bianche con un'espressione neutra (cioè non felice, triste o arrabbiata). È interessante notare che nonostante le sue caratteristiche di neutralità, anche un lieve cenno del capo dà alla maschera una certa espressione di sentimento. Una volta indossata, la maschera nasconde il volto, così la persona che la indossa può esprimere emozioni solo con il corpo. Al contempo, nascondendo il volto, la maschera 'denuda' il corpo. Il corpo non può più nascondersi dietro un'espressione facciale. Lavorare con la maschera aiuta a concentrarsi sul corpo e sulla comunicazione non verbale.

Immagini fisse

Un semplice esercizio di gruppo per aiutare voi e gli altri a imparare le regole delle attività teatrali sono le 'immagini fisse'. Ai partecipanti vengono date istruzioni per lavorare in gruppi e rappresentare qualcosa (un fenomeno scientifico, qualcosa che è successo a scuola) in tre 'pose' - cioè sculture 3D formate coi loro corpi. I gruppi preparano una breve presentazione in cui partono in una posizione neutra durante la quale comunicano il nome del pezzo; possono poi mostrare una posa dietro l'altra,



dando al pubblico abbastanza tempo per assimilarle. Questo esercizio consente ai docenti di provare cosa significa esibirsi senza parole e come possono essere più efficaci con il linguaggio del corpo.

In genere, quando presenta un mistero, il docente dovrebbe essere conscio dei propri gesti, cercare di essere rilassato, condurre una conversazione fluida, mantenere il contatto visivo, adattare il tono della voce al contesto, evitare movimenti nervosi ecc.

Alcuni dei punti da considerare:



Coordinazione

La coordinazione è una combinazione di parola, corpo e spazio. Un docente con una buona coordinazione può riuscire a dare informazioni ed emozioni al pubblico parlando, muovendosi, impostando il tono in base a spazio e contesto, mantenendo contatto visivo.



Cambiamenti

Cambiamenti durante la presentazione: è importante inserire cambiamenti di luogo, posizione del corpo, tono della voce e ritmo per adattarsi alle differenze di contesto delle informazioni trasmesse.

Imparare e usare la showmanship in classe

Usare alcuni degli esercizi di gruppo e individuali descritti qui vi aiuterà a sperimentare e diventare più sicuri delle vostre capacità di showmanship. Presentare misteri con buone capacità di showmanship in classe può coinvolgere più studenti nelle scienze e può aumentare la comprensione, l'interesse e la motivazione tra gli studenti.

Alcuni pensieri su showmanship e teatro scientifico

Uno dei significati di showmanship è 'l'arte di rendere qualcosa interessante e grande'. Questa arte deriva dall'abilità di un bravo showman di dirigere l'attenzione del pubblico verso quello che vuole ed evidenziarne gli aspetti più interessanti e sorprendenti. Fenomeni interessanti sono davanti ai nostri occhi tutti i giorni, ma spesso non siamo in grado di vederli per via dell'enorme quantità di stimoli che ci colpiscono simultaneamente. Quando alcuni aspetti vengono isolati e messi sotto i riflettori, siamo improvvisamente in grado di apprezzare il fenomeno come se lo notassimo per la prima volta; lo guardiamo con occhi nuovi e, in genere, ne siamo molto colpiti. Considerate per esempio il fenomeno delle

oscillazioni. Fanno parte della vita di tutti i giorni: una foglia su un albero che viene mossa dal vento, un pezzettino di legno che galleggia sulle onde, un'altalena su cui giocano i bambini. Tutti questi oggetti eseguono movimenti oscillatori, ma siamo così abituati che non ci facciamo quasi caso: non siamo in grado di guardali con meraviglia o di trovare delle somiglianze tra di loro. Ma se potessimo, capiremmo che la maggior parte si muove dello stesso moto, il moto armonico. Per cogliere le peculiarità e l'ubiquità del moto armonico, i nostri occhi devono essere guidati, la nostra attenzione catturata e la nostra mente coinvolta creativamente. Il nostro coinvolgimento sarà particolarmente efficace se siamo coinvolti a un livello emozionale oltre che razionale.

Prendete come esempio il video:
["The Swing" - "L'altalena" sul canale Youtube di TEMI](#)

Vediamo un bambino che capisce che le gambe devono muoversi a una frequenza precisa per far oscillare l'altalena. Fino all'ultima formula, il video ci racconta una storia che apparentemente non ha nulla a che vedere con le scienze. Partecipiamo alla tristezza del bambino e siamo interessati allo sviluppo della storia. Il video è emotivamente coinvolgente, ma funziona anche su un altro livello. Se gli studenti guardassero un video come questo, sarebbe sicuramente più facile per i docenti presentare le oscillazioni armoniche forzate dal momento che l'idea sarebbe già impressa nella memoria degli studenti, grazie alla potenza delle immagini. Dei buoni video sono importanti per l'insegnamento; tuttavia, il teatro scientifico può essere ancora più potente dei video. Infatti, il teatro ha molti più ingredienti per catturare l'attenzione delle persone e per sollevare domande.

Gli spettacoli sono generalmente rappresentati al buio, e il pubblico vi assiste senza distrazioni.

Gli stessi ingredienti – **luci, buio, musica e silenzi** – possono servire a evidenziare la scienza che viene presentata, dando agli studenti più possibilità di cogliere cose nuove e di pensare ai temi scientifici da punti di vista diversi e a livelli diversi. Inoltre, quando vengono presentati gli esperimenti, l'utilizzo del teatro garantisce che non vengano impiegati effetti speciali cinematografici: le persone vedono con i propri occhi quello che sta realmente succedendo sul palco.

È possibile utilizzare diverse **tecniche teatrali** per evidenziare un esperimento fisico, a seconda del contenuto emozionale che vi si vuole attribuire. Per esempio, un concetto come la compressione e l'espansione dei gas con la temperatura può essere dimostrato attraverso un esperimento molto spettacolare (per esempio cfr. un estratto dello spettacolo *Alice in Energyland* [sul canale Youtube di TEMI](#)) nonché attraverso una breve attività (dallo spettacolo *Let's Throw Light on Matter* [sul canale Youtube di TEMI](#)).

Il precedente esempio mostra come si può usare il teatro in TEMI: come un altro strumento per presentare i misteri, per coinvolgere gli studenti e per far nascere idee nella loro mente.

Il teatro trova anche spazio nelle attività TEMI in cui a docenti o studenti viene chiesto di individuare un aspetto fondamentale di un problema ed evidenziarlo in un video di due minuti. L'importanza di questo approccio sta nel fatto che, per **fare il video**, i partecipanti devono creare una sceneggiatura che, oltre a essere scientificamente corretta e concentrata sugli aspetti chiave dell'argomento selezionato, deve anche trasferire emozioni, come quelle derivanti dalle risposte alle seguenti domande: 'dove posso

incontrare questo fenomeno nella mia vita?';
'perché questo fenomeno è importante per me?';
'come è collegato con il resto del panorama?';
'ho un aneddoto personale rilevante da condividere?'

Non solo i docenti, ma anche gli studenti possono migliorare notevolmente le loro capacità di showmanship. Si tratta anche di un approccio pratico per far passare gradualmente la responsabilità dell'apprendimento agli studenti – proprio di questo ci occuperemo nel prossimo capitolo.

4

Rilascio graduale della Responsabilità (GRR)

Il modello dell'apprendista

Livelli di enquiry e apprendistato

Il metodo TEMI stimola i docenti a **rilasciare gradualmente la responsabilità dell'apprendimento** agli studenti.

Attraverso una serie di diversi livelli di enquiry, lo studente diventa maggiormente in grado di svolgere la propria indagine indipendente, e l'assistenza del docente

cambia, diventa meno prescrittiva, ma flessibile e capace di mettere in grado lo studente di fare da sè. Ciò può sembrare abbastanza inusuale per alcuni docenti, ma la didattica enquiry dà agli studenti non solo una migliore comprensione, ma anche un approccio scientifico maturo nello studio delle scienze. Ci sono vari livelli di enquiry nell'insegnamento delle scienze: dal livello iniziale

in cui il docente guida ogni aspetto al livello più alto in cui lo studente ha il pieno controllo.

Lo scopo della didattica enquiry è quello di accompagnare gli studenti attraverso questi livelli, da un enquiry guidato a un enquiry aperto, per fornire loro le competenze intellettuali e pratiche di cui gli studenti hanno bisogno per imparare a investigare e fare ricerca.

Banchi and Bell (2008), trattano i **quattro livelli della didattica enquiry nell'insegnamento delle scienze**: enquiry confermativo, enquiry strutturato, enquiry guidato e enquiry aperto.



Livello	Tipo di enquiry	Domanda	Metodo	Risposta
③	Aperto	Studente	Studente	Studente
②	Guidato	Docente	Studente	Studente
①	Strutturato	Docente	Docente	Studente
①	Confermativo	Docente	Docente	Docente

TABELLA 2

I quattro livelli di enquiry

All'inizio, fare domande indagabili nel contesto scolastico è una sfida per molti degli studenti. I docenti devono riflettere con gli studenti su quali sono le domande 'giuste' da porsi. È bene che i docenti comincino da un enquiry di tipo confermativo o strutturato prima di passare a un enquiry di tipo aperto e che facciano attenzione alle domande degli studenti che nascono durante il processo di indagine guidata. Queste domande possono essere raccolte in classe (in una scatola, una bacheca o un cartellone) e usate successivamente per svolgere una lezione con un enquiry di tipo aperto. Martin-Hansen (2002) chiama questo modo di procedere enquiry accoppiato.

TABELLA 3

I quattro livelli dell'enquiry



00 | Livello confermativo

Con l'enquiry confermativo agli studenti viene data la domanda e la procedura (il metodo), e i risultati sono già noti. L'enquiry confermativo è utile quando l'obiettivo di un docente è quello di rafforzare un'idea introdotta precedentemente, introdurre gli studenti all'esperienza dell'indagine scientifica, oppure sviluppare un'abilità specifica come quella di raccogliere e registrare dati.



01 | Livello strutturato

Nell'enquiry strutturato, la domanda e la procedura dettagliata sono fornite dal docente; tuttavia, gli studenti preparano una spiegazione supportata dalle evidenze raccolte. Sta a loro scoprire la risposta. Il docente dà supporto o materiali in modo che gli studenti possano provare soddisfazione quando lavorano a questo livello.



02 | Livello guidato

Nell'enquiry guidato il docente dà agli studenti solo la domanda di ricerca e gli studenti progettano la procedura (metodo) di esplorazione, verificano le proprie domande e condividono i risultati. Dal momento che questo tipo di enquiry è più impegnativo dell'enquiry strutturato, avrà maggior successo se gli studenti avranno già avuto parecchie opportunità di imparare, di mettere in pratica e di pianificare esperimenti nonché di registrare e di interpretare dati. Sebbene in questo caso i docenti siano meno prescrittivi, sono ancora loro che, quando serve, forniscono un'impalcatura al processo e preparano liste di risorse utili o suggerimenti per consentire agli studenti di gestire questo livello di enquiry.



03 | Livello aperto

Al quarto e massimo livello di enquiry, gli studenti hanno le maggiori opportunità di comportarsi da scienziati, che spesso lavorano formulando le proprie domande o rispondendo a domande di altri, progettando e svolgendo indagini e comunicandone i risultati. Questo livello prevede competenze di ragionamento avanzate e può spesso mettere a più dura prova le capacità cognitive degli studenti.

Trasferimento della showmanship

Gli studenti come presentatori (e il docente come facilitatore)

Un altro approccio per portare la showmanship nelle attività di enquiry, trasferire la responsabilità di insegnamento e dare agli studenti maggiore autonomia nel loro apprendimento è quello di far fare agli studenti presentazioni davanti alla classe. Il docente diventa in un certo senso un regista. Agli studenti si può dare libertà limitata o piena a seconda dell'attività, ma è molto importante impostare delle regole prima di iniziare l'attività stessa. È anche importante ricordare agli studenti che nel caso fossero impegnati in un'attività teatrale, questa farebbe

sempre parte di una lezione di scienze con chiari scopi didattici. I seguenti due esempi illustrano come si può introdurre la showmanship nelle attività di enquiry attraverso la partecipazione degli studenti.

Un esempio di trasferimento della showmanship e il suo utilizzo nel rilascio della responsabilità è il seguente. L'attività **Orologio chimico** consiste di due liquidi semitrasparenti che una volta mescolati, rimangono ancora trasparenti per un po', ma poi diventano improvvisamente neri. Ci sono modi in cui la showmanship valorizza l'attività e consente anche agli studenti di esplorare la loro autonomia di apprendimento. Per iniziare, gli studenti sono divisi in gruppi di lavoro e sperimentano il fenomeno. I docenti poi chiedono loro di preparare il loro esperimento per dimostrarlo davanti alla classe. Quello che gli studenti non sanno è che ogni gruppo ha ricevuto miscele composte da diverse quantità di reagenti così le soluzioni diventano nere dopo diversi intervalli di tempo. Il risultato è uno **'xilofono'** temporale. Tale xilofono da un lato evidenzia il fenomeno misterioso, dall'altro solleva la questione di quello che causa il ritardo nel cambiamento di colore. In questo caso il docente svolge il ruolo di regista perché deve assicurarsi che gli studenti siano posizionati nel giusto ordine e che tutti i gruppi miscelino le soluzioni nello stesso momento. Il docente deve anche decidere come e se fornire un commento all'esperimento durante la presentazione.

Una versione più avanzata di questa attività, in cui gli studenti assumono maggiore controllo del loro apprendimento, implica che agli studenti venga chiesto di scegliere la loro canzone preferita e di selezionare in essa un segmento chiave (es. la musica è più alta, inizia il cantato, inizia un pezzo da solista). Successivamente gli studenti dovranno trovare il modo di cronometrare il loro set up sperimentale

in maniera che la soluzione diventi nera in sincrono con il pezzo chiave selezionato. Perché ciò accada, gli studenti dovranno eseguire molte iterazioni al fine di calibrare correttamente la dimostrazione. Devono disegnare una curva di calibrazione, imparare a usarla e provare alcune volte il loro esperimento prima di presentarlo alla classe. Dopo una breve spiegazione del fenomeno, agli studenti si può chiedere di inventare un breve spettacolo dal vivo in cui mettere in scena la spiegazione. In questo modo possono assimilare la spiegazione del fenomeno e pensare a un modo creativo di presentarlo. La showmanship qui consente agli studenti di pensare ai diversi aspetti del fenomeno e consente al docente di valutare la comprensione degli studenti, aprendo al contempo opportunità di ulteriore dibattito. Un gruppo, per esempio, ha scelto di dimostrare il fenomeno facendo camminare alcuni studenti in classe con palloncini gonfiati (che rappresentavano il colore che diventava nero). Questi palloncini venivano fatti scoppiare velocemente da un altro gruppo di studenti con degli spilli. Tuttavia il primo gruppo, quello con i palloncini, era più numeroso del secondo gruppo, di quelli che li scoppiavano. Quindi dopo un po', i palloncini gonfiati riempivano la stanza ma non erano scoppiati, rappresentando l'accumulo del colore nero. Pur non essendo una metafora perfetta, serve come base affidabile di dibattito. Parlare delle limitazioni del modello aiuta anche a raffinare la comprensione del fenomeno da parte degli studenti.



A cosa pensare quando si rilascia la responsabilità dell'apprendimento

- ① Da quale livello inizia la vostra classe? Come fate a esserne sicuri? Quanto pensate di poter spostare la classe da quel livello? Pianificate le fasi, ma assicuratevi di ricevere feedback sui loro progressi attraverso la fase di valutazione.
- ② Decidete in anticipo a quali domande risponderete direttamente, a quali risponderete con un'altra domanda e a quali non risponderete affatto.
- ③ Trasferire la showmanship, come anticipato, può essere un modo facile, naturale ed efficace per iniziare a muovere gli studenti dal livello base.

“ Considerazioni finali

Speriamo che questo libretto vi abbia introdotto al metodo TEMI, alle quattro innovazioni, ai modi in cui potete consentire ai vostri studenti di diventare discenti più indipendenti e alle strategie per sviluppare le competenze necessarie per consentire una didattica enquiry usando i misteri. Potete trovare serie di letture di approfondimento nelle pagine finali. Il sito TEMI presenta molte altre risorse per la classe nonché il Mistero del Mese e app per smartphone che potete usare in classe. Crediamo che usare TEMI nel vostro insegnamento migliorerà i risultati dei vostri studenti e creerà una didattica di maggiore impatto. Speriamo che proverete il metodo e sarete d'accordo con noi.

Il team TEMI 



Ringraziamenti e letture di approfondimento

Questo libro è stato scritto con i contributi di tutto il **team del progetto TEMI**, ma vorremmo ringraziare in particolare le seguenti persone per i loro apporti: **Johanna Dittmar** e **Ingo Eilks** per i misteri; **Rachel Mamluk-Naaman**, **Malka Yayon**, **Ran Peleg**, **Avi Hofstein**, **David Fortus** e **Dvora Katchevich** per il capitolo su come presentare i misteri; **Peter Childs**, **Tony Sherborne** e **Julie Jordan** per il ciclo delle 5E e il rilascio graduale di responsabilità - GRR; **Marina Carpineti** e **Marco Giliberti** per il capitolo sul teatro scientifico; **Cristina Olivotto** per aver curato il libretto. **Peter McOwan** ha coordinato il progetto del libro.



Altre letture che possono essere di interesse

Per trovare esempi di misteri:

www.chemicum.com/chemistry-videos/
www.illusioneering.org
stwww.weizmann.ac.il/g-chem/temi/movies.html

Siti web selezionati di grandi magazzini in cui trovare nuove idee:

www.stevespanglerscience.com/
www.thinkgeek.com/geektoys/
www.sciencetoy maker.org

Per sapere di più sulla storia di James e della sabbia marina e trovare esempi di misteri, consultate il canale Youtube di TEMI e il sito internet TEMI.



Libri che possono essere utili per creare i vostri misteri

Chemical Curiosities

Herbert W. Roesky and Klaus Möckel
Wiley
ISBN 3527294147 (1996)

Even More Everyday Science Mysteries: Stories for Inquiry-Based Science Teaching

Richard Konicek-Moran
National Science Teachers Association
ISBN 1933531444 (2009)

Everyday Science Mysteries: Stories for Inquiry-Based Science Teaching

Richard Konicek-Moran
National Science Teachers Association
ISBN 1933531215 (2008)

Mark Wilson's Complete Course in Magic

Mark Wilson
Running Press – U.S.
ISBN 0762414553 (2003)

The McGraw-Hill Big Book of Science Activities: Fun and Easy Experiments for Kids

Robert Wood
McGraw-Hill Education – Europe
ISBN 0070718733 (1999)



Il modello delle 5E e letteratura didattica selezionata

Banchi, H., Bell, R. (2008)

The many levels of inquiry
Science and Children, 46(2), 26-29

Bruner, J. (1985)

Narrative and paradigmatic modes of thought, 97 - 115. In *Learning and teaching the ways of knowing*
E. Eisner (ed.)
National Society for the Studies of Education (NSSE)
ISBN 9780226600871

Bruner, J. (1991)

The narrative construction of reality
Critical Inquiry, 18(1), 1-21

Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006)

The BSCS 5E instructional model :
Origins and effectiveness
[www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/\\$FILE/Appendix%20D.pdf](http://www.science.education.nih.gov/houseofreps.nsf/b82d55fa138783c2852572c9004f5566/$FILE/Appendix%20D.pdf)

Commission européenne (2007)

L'enseignement scientifique aujourd'hui :
une pédagogie renouvelée pour l'avenir
de l'Europe

http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_fr.pdf



Martin-Hansen, L. (2002)
 Defining inquiry. Exploring the many types of inquiry in the science classroom.
The Science Teacher, 69(2), 34–37

Sherborne, T. (2014)
 Enquiry & TEMI CPD: Enquiry based science education & continuing professional development (CPD)
www.teachingmysteries.eu/wp-content/uploads/2013/12/Enquiry-CPD.pdf

Wellcome Trust (2012)
 Perspectives on education: Inquiry-based learning
www.wellcome.ac.uk/stellent/groups/corporatesite/@msh_peda/documents/web_document/wtvm055190.pdf



Il consorzio TEMI

Coordinatore, sviluppo app e sito internet, valutazione dell'impatto



CNOTINFOR
 Portogallo



Queen Mary, Università di Londra
 UK



TRACES
 Francia

Promozione, disseminazione e creazione rete



Sterrenlab
 Paesi Bassi

Centri di formazione dei docenti



Università Carlo IV
Repubblica Ceca



College universitario
Buskerud e Vestfold
Norvegia



Università di Leiden
Paesi Bassi



Università Sheffield
Hallam
UK



Università degli Studi
di Milano
Italia



Università di Brema
Germania



Università di Limerick
Irlanda



Università di Vienna
Austria



Istituto di Scienze
Weizmann
Israele



Il progetto di ricerca ha ricevuto il finanziamento del Settimo Programma Quadro della Comunità Europea (FP7/2007-2013) ai sensi della convenzione di sovvenzione N. 321403.
teachingmysteries.eu

FP7-Science-in-Society-2012-1, Grant Agreement N. 321403



Co-funded by
the Seventh Framework Programme
of the European Union