



GoScience

Metodologia per migliorare la comprensione

Progetto GoScience: creatività e
miglioramento della comprensione
nell'insegnamento e
nell'apprendimento delle materie
scientifiche
2017-1-BG01-KA201-036209

CONTENTS

La metodologia.....	Page 3
Contenuti metodologici	
Il quadro generale	Page 4
1. Struttura metodologica per il miglioramento della comprensione nell'educazione scientifica	
1.1. la necessità della coerenza dei contenuti educativi con il modello di comprensione degli studenti	Page 5
1.2. Definire la comprensione	Page 7
1.3. Tipologie di comprensione.....	Page 12
1.3.1. Comprensione del testo.....	Page 12
1.3.2. Comprensione orale	Page 14
1.4. Livelli di comprensione e livelli di creatività	Page 16
1.4.1. Livelli di comprensione nella lettura.....	Page 16
1.4.2. Livelli di comprensione nell'ascolto	Page 17
1.4.3. Livelli di creatività	Page 18
2. Approcci per potenziare la comprensione	
2.1. Uso di analogie e metafore	Page 21
2.2. Uso di modelli.....	Page 22
2.3. Uso di immagini, spiegazioni e colloquialismo.....	Page 23
2.4. Uso dell'arte e del teatro	Page 24
2.5. Uso di mappe concettuali scientifiche	Page 25
3. Strumenti e risorse pedagogiche per il miglioramento della comprensione	
3.1. Costruzione di analogie efficaci	Page 28
3.2. Sviluppo di modelli	Page 32
3.3. Giochi artistici e installazioni	Page 34
3.4. Costruzione di mappe concettuali scientifiche	Page 37
Ulteriori informazioni	Page 40



LA METODOLOGIA

La metodologia è la pietra angolare per costruire e implementare un approccio sistematico per l'insegnamento e l'apprendimento delle scienze, focalizzata sulla comprensione e sul coinvolgimento attivo dello studente nel processo educativo.

La metodologia intende fornire agli insegnanti con conoscenza, competenze e strumenti di costruire il loro insegnamento intorno al concetto di migliorare la comprensione, che è il punto focale del progetto GoScience.

La metodologia mostrerà agli insegnanti come questi possono attivamente coinvolgere gli studenti nel processo educativo e incoraggiare la loro creatività. La metodologia è costruita sul concetto di adottare un approccio di insegnamento incentrato sullo studente.

Con questa metodologia vogliamo aiutare gli insegnanti a lavorare con gli studenti in un modo che permetterà agli studenti di costruire attivamente la loro conoscenza, di attivare la loro conoscenza pregressa e di relazionare nuove strutture a quelle già esistenti.

CONTENUTI METODOLOGICI



Quadro metodologico per migliorare
la comprensione nell'educazione
scientifica nelle scuole superiori.



Approcci per il rafforzamento della
comprensione

Strumenti pedagogici per il
rafforzamento della comprensione

1. QUADRO METODOLOGICO PER MIGLIORARE LA COMPrensIONE NELL'EDUCAZIONE SCIENTIFICA NELLE SCUOLE SUPERIORI.



La mancanza di comprensione è il principale problema di un basso rendimento scolastico, specialmente quando esso riguarda le materie scientifiche. E questo porta a molti problemi sia per gli studenti che per gli insegnanti. Nel caso degli studenti ciò intralcia la loro abilità ad applicare le conoscenze nella vita di tutti i giorni, diminuendo il loro alfabetismo funzionale e, come risultato, questo limita le loro capacità di lavorare sulle loro competenze trasversali, dal momento che essi sono essenzialmente una parte passiva nel processo educativo; quando invece lo sviluppo di competenze trasversali richiede agli studenti di essere attivi, di prendere decisioni e assumersi la responsabilità per ciò che essi hanno intenzione di diventare dopo il diploma. Nel caso degli insegnanti, la mancanza di comprensione riduce la loro motivazione a lavorare e ad introdurre nuovi mezzi e strumenti pedagogici.

1.1. Necessità di coerenza del contesto educativo con un modello di comprensione degli studenti

La capacità di comprensione è probabilmente una delle più importanti abilità degli esseri umani. La comprensione può essere esercitata, sviluppata, migliorata come ogni altra abilità che noi abbiamo. Non è solo importante, ma cruciale per il processo educativo, dal momento che questa è responsabile della maggior parte dei compiti più difficili – trasmettere regole particolari, differenti nozioni, processi e concetti non

come un testo formale, ma in modo tale che queste nozioni e concetti trovino il loro posto fra altri concetti già esistenti nel database di conoscenze degli studenti, riferiti ad essi e soprattutto essere compresi in modo tale da permettere di essere applicati maggiormente nella vita di tutti i giorni. La comprensione ci dà accesso alla conoscenza del mondo intorno a noi. Il nostro modo di essere e di comportarci è profondamente influenzato dalla nostra percezione e da come comprendiamo le informazioni che ci ruotano attorno.

La scienza è una disciplina che conta fortemente sull'abilità degli studenti di capire nuovi termini e concetti. In più gli studenti potrebbero avere problemi nel capire come le informazioni scientifiche sono mostrate e organizzate (in figure, diagrammi, grafici e disegni); avere a che fare con un vocabolario tecnico o specialistico per trasmettere idee e concetti scientifici.

Il problema non è relativo al fatto che gli insegnanti falliscano nel tentare di comprendere i modelli cognitivi dei bambini, quanto il fatto che a causa delle connessioni neurologiche nei loro cervelli, la loro esperienza e conoscenza siano così diverse da quelle dei bambini stessi. Introdurre un nuovo linguaggio scientifico agli studenti può causare una confusione considerevole, in particolare quando gli studenti possono aver stabilito una differente comprensione dei termini rispetto al loro uso quotidiano.¹

Con la presente metodologia, sviluppata dal progetto GoScience, gli studenti verranno aiutati a costruire attivamente la loro conoscenza, ad attivare la loro conoscenza pregressa e a collegare nuove strutture a quelle già esistenti. Gli insegnanti hanno la necessità di influenzare i processi di comprensione del problema seguiti dagli studenti strutturando gli obiettivi d'insegnamento nel modo più chiaro possibile. Gli insegnanti devono riconoscere il pensiero e il modo di agire individuale degli studenti e stabilire se stiano usando la loro conoscenza pregressa significativamente. La comunicazione fra insegnanti e studenti è prevalentemente verbale. E, al contrario, le discussioni private nelle scuole vengono sostenute con un linguaggio scientifico. I ricercatori in

¹<https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/science/continuum/Pages/scilang.aspx>

educazione scientifica in Europa mostrano che la comprensione nella comunicazione fra insegnanti e studenti è il problema maggiore. E questo dovrebbe essere attribuito direttamente al basso rendimento malgrado ogni fattore addizionale come la mancanza di motivazione negli studenti, pratiche d'insegnamento obsolete, mancanza di attrezzatura laboratoriale, ecc.

L'educazione scientifica in Europa, comincia solitamente con una generale materia integrata durante l'educazione primaria. Nell'educazione secondaria l'insegnamento scientifico è solitamente suddiviso in più materie. Tuttavia i collegamenti fra le diverse materie sono raramente enfatizzati. Non solo, ma nei curricula scientifici delle scuole accade spesso che i differenti concetti scientifici vengano distribuiti fra diversi gradi di insegnamento in maniera poco chiara, e ciò rende sia l'insegnamento sia l'apprendimento difficoltosi. E questo è un serio problema anche per ciò che riguarda la comprensione. La presente metodologia e in generale i risultati del progetto GoScience sono pianificati per includere strumenti pedagogici, vale a dire per collegare differenti concetti fra le materie scientifiche, fornendo pertanto lo "schema generale" agli studenti, che saranno in grado di praticare connessioni e di imparare un sistema di pensiero, invece di focalizzarsi sul memorizzare concetti non chiari.

1.2. Definire la comprensione

Se indaghiamo la radice latina della parola "comprensione" ci rendiamo conto che essa significa "tenere insieme".

Cos'è questo qualcosa, che è tenuto insieme – riguarda tutte le idee, i significati, i concetti da cui una persona è circondata, con lo scopo di dare senso al mondo in cui una persona vive.

Ci sono diverse definizioni di comprensione che sono state formulate negli anni da diversi ricercatori. Secondo i primi studi la comprensione era strettamente collegata alla conoscenza preesistente: noi sappiamo che le persone con un'alto livello di conoscenza pregressa comprendono i testi meglio di quelle con un livello minore (vedi Anderson & Pearson,

1984). Sappiamo anche che le persone che conoscono più significati delle parole comprendono i testi meglio di quelle che ne conoscono di meno (ved Graves, 1986, per un esame più accurato). Anderson e Pearson nel 1984 suggerirono tre modi in cui la conoscenza pregressa può influenzare la comprensione. La conoscenza pregressa può:

- Permettere agli studenti di fare inferenze riguardanti le loro letture;
- Dirigere la loro attenzione alle informazioni importanti all'interno di un campo della conoscenza;
- Fornire uno schema per ricordare.

Questi non sono mutualmente esclusivi. In realtà, la conoscenza pregressa influenza la comprensione in tutti questi modi.

Le definizioni sono anche riferite a come una persona interpreta i significati e il tipo di informazioni:

“La comprensione è il processo di estrazione simultanea e costruzione di senso attraverso l'interazione e il coinvolgimento con il linguaggio scritto” (sulla comprensione della lettura, Rand Corporation, Reading Study Group, 2002).²

“La comprensione è l'azione o il fatto di afferrare il significato, la natura, o l'importanza di particolari oggetti o informazioni”³ (circa la comprensione di una materia di ricerca o delle informazioni divulgate oralmente o per scritto).

Essa riguarda anche quanto bravi siamo ad interagire con gli altri: “La comprensione è la capacità di trovare, valutare, comparare, gestire le informazioni ricevute e trasmetterle ad altri” (Weber and Johnson, 2000).

È importante precisare che il processo di comprensione non è esclusivo. Esso è collegato a tutti i processi neuropsicologici attivi nel cervello umano per la rilevazione, l'elaborazione e l'uso delle informazioni che noi riceviamo dal contesto specifico in cui siamo inseriti. Attualmente la comprensione è fortemente correlata alla memoria. Comprensione e

² <https://edu.glogster.com/glog/defining-comprehension-strategies-and-instruction-strategies/28xipnvreb6?=&glogpedia-source>

³ American Heritage Dictionary, 4th ed

memoria hanno una lunga storia negli studi di psicologia e sono impossibili da tenere separate l'una dall'altra. Infatti, la memoria può essere vista come un inevitabile, seppur imperfetto, prodotto della comprensione (Craik & Lockhart, 1972). Nel momento in cui noi comprendiamo qualcosa tutto questo porta a delle implicazioni sul come quel qualcosa viene ricordato, e ciò che è ricordato è in larga parte funzione di ciò che inizialmente è stato compreso. ⁴

La memoria è uno dei più importanti processi cognitivi. Se apprendere prevede un progresso, ricordare ciò che è già stato appreso è indispensabile, altrimenti ogni volta che si apprende dovrebbe ricominciare dal principio.

Abbiamo la convinzione che la memoria sia un singolo processo, ma un'analisi di essa rivela il coinvolgimento di diverse attività:

Apprendimento: questo è il primo stadio della memoria. L'apprendimento può avvenire attraverso qualsiasi metodo come quello imitativo, verbale, motorio, concettuale, sperimentale e per errori, interiore ecc. Pertanto, qualunque sia il tipo di apprendimento, dobbiamo prestare attenzione a conservare ciò che è stato appreso. Un buon apprendimento è necessario per una migliore memorizzazione.

Memorizzazione: la memorizzazione è il processo di conservazione nella mente di ciò che si è appreso o esperito nel passato. Il materiale appreso deve essere conservato per poter progredire nel nostro apprendimento. Gli psicologi sono dell'opinione che il materiale appreso sarà conservato nel nostro cervello sotto forma di tracce neuronali chiamate "tracce di memoria", o "engrammi", o "neurogrammi". Quando si ha un buon apprendimento – si formano tracce chiare, che permangono per lungo tempo e possono essere ricordate attraverso l'attivazione di queste tracce ogniqualvolta sia necessario.

⁴ Richard Jackson Harris, Elizabeth Tait Cady, and Tuan Quoc Tran, *Comprehension and Memory*, Kansas State University, 2002

Ricordo: é il processo che consiste nel recuperare le informazioni immagazzinate o memorizzate a livello conscio. Ciò può essere ricondotto ad attività come il richiamo, il riconoscimento e la ricostruzione.

Richiamo: il richiamo è il processo di riproduzione delle esperienze passate che non appartengono al presente. Per esempio, il richiamo delle risposte in sede di esame.

Riconoscimento: si tratta del riconoscimento di una persona vista in precedenza, o degli oggetti visti per primi, fra tutti quelli della stessa classe o categoria, che sono stati mischiati.

Riapprendimento: il riapprendimento è anche conosciuto come metodo di salvataggio. Perché noi misuriamo la memorizzazione in termini di salvataggio in un numero di ripetizioni o di tempo richiesto per riapprendere il compito. La differenza fra la quantità di tempo o di prove richieste per il primo apprendimento e quella richiesta per riapprendere indica il livello di memorizzazione.

Ricostruzione: altrimenti chiamata ricomposizione. Qui il materiale per apprendere sarà presentato in un particolare ordine e successivamente gli oggetti saranno completamente mescolati e presentati all'individuo affinché li risistemi nell'ordine originale in cui sono stati presentati.

La memoria è definita anche "il potere di archiviare esperienze e di portarle nella sfera della coscienza dopo che l'esperienza si è verificata".⁵ La nostra mente ha il potere di conservare le esperienze e riceverle mentalmente ogniqualvolta un'attività aiuti il progresso del proprio ciclo vitale. Le esperienze conservate costituiscono un'unità, un'organizzazione in se stesse e danno colore alla nostra esperienza presente.

Durante il processo di comprensione, la memoria entra in gioco introducendo stimoli percettivi che sono connessi con la conoscenza o esperienza passate per costruire una comprensione delle informazioni in entrata. Tale rappresentazione creata può poi essere usata come riferimento per interpretare le esperienze future. Questa continua

⁵ Aman Sharma, Essay on Memory: (Meaning and Types), <http://www.psychologydiscussion.net/essays/essay-on-memory-meaning-and-types/598>

interazione di comprensione e memoria impatta su molte esperienze, inclusa la memoria per gli eventi, permettendoci di ricordare se qualcosa che conosciamo proviene da un libro o dalla vita reale, e di costruire visioni del mondo basate sugli stimoli. ⁶

La comprensione include le seguenti fasi:

- Codifica delle informazioni
- Trasferimento
- Imprinting
- Deposito
- Recupero
- Consolidamento

Tutto ciò riguarda l'attivazione delle conoscenze generali e la costruzione di rappresentazioni cognitive (Modelli situazionali). L'attivazione della conoscenza pregressa avviene sul dominio specifico della conoscenza pregressa. Lettori e ascoltatori costruiscono ... simulazioni reagendo e interagendo con le tracce dell'esperienza passata distribuite attraverso la percezione multipla e le modalità motorie nel cervello. ⁷

L'abilità di costruire rappresentazioni cognitive emerge molto presto nella vita:

i bambini di 4 anni sono capaci di creare prospettive spaziali delle persone e delle loro azioni.⁸

I bambini tra i 7 e i 13 anni costruiscono modelli situazionali più velocemente durante la lettura di testi piuttosto che quando li ascoltano.⁹

La comprensione è collegata anche all'evoluzione emozionale delle informazioni. La memoria è coinvolta nel ricordo e nella dimenticanza. Ricordare esperienze piacevoli rende la vita felice, e dall'altro lato ricordare esperienze spiacevoli rende la vita infelice e triste. Qui allora il dimenticare aiuta gli individui a dimenticare esperienze e ricordi

⁶ There again

⁷ Ahmed M. Abdelal, Ph.D. Neurobiology of Listening & Reading Comprehension, & Brain-Based Strategies for Maximizing Performance, Bridgewater State University, ASHA 2014

⁸ Ziegler, Mitchell, & Curie, 2005; Rall & Harris, 2000

⁹ Engelen, Bouwmeester, Bruin, & Zwaan, 2011

indesiderati e spiacevoli e li mantiene felici. In questo modo, ricordare il piacevole e dimenticare lo spiacevole sono entrambi processi essenziali per il vivere quotidiano. Nel caso degli studenti, ricordare è davvero importante perchè senza la memoria non può esserci apprendimento. Quando riferiamo tutto questo al processo educativo in generale, e all'educazione scientifica in particolare, è molto importante creare un ambiente di apprendimento "felice" per gli studenti – anche perchè le materie scientifiche sono molto spesso riferite a qualcosa di difficile, non piacevole e non necessario nella mente degli studenti – il che contribuisce a rendere il processo di ricordo e comprensione veramente difficile.

Le emozioni regolano il processo di apprendimento:

- Guidando il nostro pensiero;
- Aiutandoci a collegare le nuove informazioni a quelle già esistenti;
- Fornendoci la giusta motivazione;
- Procurandoci un contesto significativo;
- Rendendo le persone in grado di vivere le esperienze.

Basata su quanto detto in precedenza la definizione di comprensione con la quale noi lavoriamo nel progetto GoScience è la seguente:

“La comprensione è il processo simultaneo di estrazione e costruzione del significato attraverso l'interazione con informazioni visive/orali e/o scritte, della loro valutazione ed elaborazione in un modo che permette alla persona di trasmettere queste informazioni ad altri”.

1.3. Tipi di comprensione

Nella metodologia vengono considerati due tipologie principali di comprensione – comprensione scritta e uditiva perchè nell'educazione scientifica nelle scuole questi sono i metodi e i materiali più comuni utilizzati per l'insegnamento – attraverso l'uso di libri di testo e/o l'ascolto di spiegazioni da parte degli insegnanti relative a testi scientifici, esperimenti, grafici ecc.

1.3.1. Comprensione scritta

La lettura coinvolge processi che rendono i lettori capaci di comprendere il significato di un testo decodificando simboli stampati. Questi processi cognitivi multipli non sono sempre attivi. Ci sono due tipi di processi mentali, primario e secondario, che sono usati in base al tipo di attività di lettura. I processi primari focalizzati a livello della parola sono competenze che dovrebbero diventare automatiche durante la prima educazione ed eseguite inconsciamente, mentre i processi secondari basati sull'interpretazione globale del testo vengono sviluppati durante la vita del lettore.

La comprensione scritta è “un pensiero intenzionale durante il quale il significato è costruito attraverso le interazioni fra testo e lettore... Il significato è influenzato dal testo e dalla conoscenza pregressa del lettore e l'esperienza esercitate su di esso” (Reutzel & Cooter, 2011) Il REND Reading Study Group (2002) ha osservato che la comprensione coinvolge quattro componenti:

- il lettore
- il testo
- l'attività (per esempio, scoprire l'idea principale dell'autore, capire la sequenza degli eventi, pensare all'intenzione di un personaggio nella storia, ecc.)
- il contesto situazionale o l'ambientazione attuale in cui avviene la lettura (lettura individuale o sociale in cui le persone leggono un testo insieme).

In accordo con Pressley (2005) lo sviluppo della comprensione scritta è un processo a due stadi:

- il primo stadio (la fase di costruzione) inizia con il “processo primario” focalizzato al livello della parola: riconoscimento della parola (fonico e visivo), scioltezza (velocità, accuratezza ed espressione), e vocabolario (significato delle parole).

- Il secondo stadio (la fase di integrazione) coinvolge i processi secondari e si focalizza sull'interpretazione globale del testo (collegamento della conoscenza pregressa al contenuto del testo e apprendimento consapevole, selezionamento e controllo dell'uso di parecchie strategie cognitive per ricordare e imparare dal testo). Durante la seconda fase del processo di significazione, le idee trovate nel testo vengono collegate con ciò che conosciamo già, con la nostra conoscenza pregressa e i nuovi concetti che non si adattano al significato del testo vengono cancellati dalla nostra rete di conoscenza.

Un altro concetto che dovremmo considerare quando analizziamo la comprensione scritta è la teoria dello schema.

Quando i lettori usano la loro conoscenza pregressa per comprendere e apprendere da un testo. Tutta la nostra conoscenza è organizzata e immagazzinata in strutture conoscitive acquisite (schemi/schermate) come una sorta di cartelle in un computer. Questi schemi (o schermate) sono usati come **cornici mentali/reti mentali** per rappresentare e **organizzare le informazioni**. L'importanza della teoria dello schema per la comprensione scritta risiede anche in come il lettore usa le schermate.

Le schermate ci rendono in grado di **richiamare**, organizzare la memoria, focalizzare l'attenzione, interpretare le esperienze, o cercare di **predire lo sviluppo più probabile degli eventi**. Un testo fornisce indicazioni ai lettori su come essi dovrebbero recuperare o costruire il significato a partire dalla loro conoscenza precedentemente acquisita. In accordo con la teoria dello schema, il comprendere un testo è un processo interattivo fra la conoscenza pregressa del lettore e il testo. Una comprensione efficiente richiede l'abilità di connettere il testo (attraversare la lettura) alla propria conoscenza. Nel processo educativo il compito degli insegnanti sarebbe di aiutare gli studenti a sviluppare nuove schermate e stabilire connessioni fra di esse.

1.3.2. Comprensione uditiva

La comprensione uditiva è solo una parte dell'intero sistema di riconoscimento cognitivo e comprensione di informazioni fornite in uno specifico contesto. Quando parliamo di educazione scientifica nelle scuole e dello sviluppo della comprensione uditiva, dobbiamo tener presente che gli argomenti scientifici più ricorrenti sono spiegati attraverso un linguaggio scientifico che ostacola la comprensione dei bambini; il loro successo educativo nelle scienze è principalmente collegato alle competenze linguistiche degli insegnanti e alla loro capacità di spiegazione. I ricercatori, coinvolgendo un ampio numero di educatori in un certo numero di Paesi, hanno sistematicamente rilevato che gli insegnanti nelle classi ciò che fanno di più è spiegare. Il linguaggio gioca un ruolo cruciale nella formazione e nello sviluppo dei concetti. Questo suggerisce che il linguaggio utilizzato da un insegnante è vitale nell'insegnamento delle scienze e nella creazione delle condizioni più opportune di apprendimento. ¹⁰

La comprensione uditiva include i molteplici processi coinvolti nella comprensione e nella creazione di senso della lingua parlata. Questi comprendono il riconoscimento dei suoni del parlato, la comprensione del significato delle singole parole e/o la comprensione della sintassi delle frasi in cui queste compaiono. ¹¹

La comprensione uditiva è l'abilità di riconoscere le parole, udirle e riferirle ad altre in vari modi, basata sulla conoscenza ed esperienza pregresse di ognuno. Una buona comprensione uditiva permette all'ascoltatore di comprendere l'informazione che gli viene presentata, ricordarla, discuterla e anche ripeterla/presentarla con parole sue.

La comprensione uditiva si riferisce anche al riconoscimento degli elementi ritmici e melodici del discorso – alle enfasi, all'intonazione, alla lunghezza delle vocali, ecc...e forma conclusioni rilevanti basate sul contesto, sulla conoscenza del mondo reale e sugli attributi specifici del

¹⁰ <https://www.weforum.org/agenda/2015/06/why-language-is-so-important-in-science-teaching/>

¹¹ Nadig A. (2013) Listening Comprehension. In: Volkmar F.R. (eds) Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders. Springer, New York, NY

parlante (per esempio, a quali informazioni il parlante ha accesso e di cosa lui/lei vorrebbe parlare). Per porzioni più ampie del linguaggio o del discorso, la comprensione uditiva coinvolge anche le richieste della memoria significativa di custodire la traccia delle relazioni causali espresse nel discorso.¹²

L'ascolto è l'abilità di comprendere appieno un messaggio che un parlante o una persona che legge ad alta voce desidera trasmettere. L'ascolto è una parte importante del processo di comunicazione ed educazione. In accordo con Güneş (2007: 74), l'ascolto non è solo fatto per avviare una comunicazione, ma allo stesso tempo esso sviluppa l'apprendimento, la comprensione e le competenze mentali. In accordo con ciò, l'ascolto non è solo un processo di corretta percezione dei suoni. L'ascolto è l'insieme delle attività mentali realizzate per comprendere ciò che si sente. Questo per dire che ascoltare significa compiere delle scelte a partire da ciò che sentiamo, organizzare tutte queste informazioni, integrarle con la conoscenza a priori e strutturarle mentalmente. L'ascolto nella comunicazione educativa include il seguire e percepire attentamente i messaggi inviati dal parlante all'ascoltatore e attribuirli un senso recuperando esperienze rilevanti dalla nostra memoria. Dal momento che la maggior parte dell'insegnamento è basata sulla spiegazione verbale, riuscire ad ascoltarsi è una competenza comunicativa sia per l'insegnante che per lo studente (Başaran, 2005: 433).

1.4. Livelli di comprensione e livelli di creatività

Perché collegare i livelli di comprensione ai livelli di creatività? Il progetto GoScience punta al rafforzamento della comprensione nell'educazione scientifica non solo dotando gli insegnanti di nuove competenze e conoscenze negli approcci pedagogici e strumenti basati sulla comprensione, ma anche incoraggiando la creatività degli studenti. Se gli insegnanti sanno come lavorare sul promuovere la creatività degli studenti ciò gli aiuterà anche a migliorare la loro comprensione delle materie scientifiche - i punti 2 e 3 della metodologia parlano di questo più nel dettaglio. Connettere i livelli della comprensione con i livelli della creatività può

¹² There again.

anche aiutare gli insegnanti a misurarli entrambi, dal momento che sono collegati: un alto livello di creatività mostra un alto livello di comprensione e viceversa; collegare i livelli di comprensione e di creatività può anche aiutare gli insegnanti a sapere di più riguardo il quadro culturale e il contesto di questa conoscenza.

1.4.1. Livelli di comprensione nella lettura

Quando leggiamo, che sia una storia o un'informazione, impariamo a pensare. Noi attribuiamo significato e comprendiamo in tre modi (tre livelli di comprensione scritta):

I lettori costruiscono il significato attraverso **la comprensione letterale**. Noi dimostriamo di capire ciò che abbiamo letto ripetendo o riassumendo con le nostre parole ciò che è stato esplicitato dal testo – i fatti.

I lettori costruiscono il significato attraverso **la comprensione inferenziale**. Noi dimostriamo di comprendere ciò che abbiamo letto facendo inferenze, interpretazioni e riflessioni su ciò che è implicito nel testo. Facciamo questo supportati dall'evidenza del testo o realizzando connessioni con la nostra conoscenza pregressa e la nostra esperienza personale.

I lettori costruiscono il significato attraverso **la comprensione analitica**; vediamo attraverso gli occhi dell'autore, analizzando e valutando la qualità della scrittura. Dimostriamo di capire ciò che leggiamo identificando gli elementi di buona scrittura. Facendo questo, miglioriamo la nostra abilità di scrittura.¹³

1.4.2. Livelli di comprensione nell'ascolto

Capire come insegnare ascoltando necessita la comprensione dei differenti tipi di ascolto che si vuole che gli studenti sviluppino. Ogni livello corrisponde a delle competenze.

¹³ <https://www.linkedin.com/pulse/three-types-comprehension-make-simple-clear-brian-kissman>

Ascolto discriminante è fondamentale per l'esistenza degli altri livelli. L'ascolto discriminativo ci rende in grado di ascoltare i suoni rilevanti così come ci permette di distinguere fra segnali verbali e non verbali. Abituare gli studenti a seguire e interpretare il modo di porsi di chi parla (per esempio, sorrisi, braccia incrociate, pugni stretti) è un modo per insegnare come i segnali non verbali esprimono il messaggio del parlante.

Per esempio, essere esperti di ascolto discriminante colloca gli studenti in una posizione migliore nei confronti dell'ascolto di specifici dettagli (es: ascolto dettagliato), nell'uso di espressioni orali e di segnali non verbali per prendere decisioni in conseguenza del messaggio del parlante (es: ascolto strategico), nell'uso di segnali non verbali per determinare il punto di vista del parlante (es: ascolto critico) e nell'uso di suoni per apprezzare ciò che essi ascoltano (es: ascolto di apprezzamento). Queste sono le modalità con cui le fondamentali competenze di ascolto discriminante intervengono in altri livelli di ascolto. Detto ciò, un livello non è necessariamente un prerequisito per quello successivo. Degli studenti possono essere esperti di un tipo di ascolto, non ancora di un altro come possono sviluppare competenze di ascolto simultaneamente a tutti i livelli.

L'ascolto dettagliato aiuta a rintracciare specifiche informazioni. Insegnare ai bambini come richiamare alla mente i dettagli, come parafrasare le informazioni, come seguire le direttive del parlante sono le tipologie di competenze che richiedono un ascolto dettagliato.

L'ascolto strategico fondamentalemente aiuta gli studenti ad ascoltare per comprendere. Insegnare agli studenti come collegare le idee che essi hanno ascoltato con la loro conoscenza pregressa riguardo ad un certo argomento, come riassumere le informazioni, come associare o dissociare le informazioni e come fare inferenze sono competenze associate all'ascolto strategico. Questo livello richiede a chi ascolta di concentrarsi sul significato intenzionale.

L'ascolto critico prevede di aiutare gli studenti non solo a comprendere il messaggio del parlante, ma anche a saperlo valutare. Essi sono così in grado di scrutinare e analizzare il messaggio, cercarvi una logica e delle affermazioni che o supportano o negano il messaggio pronunciato allo

scopo di assicurarsi che il parlante è credibile. Insegnare agli studenti come riconoscere le tendenze, distinguere tra fatti e opinioni e svelare le tecniche di propaganda sono competenze che li rendono in grado di ascoltare in maniera critica.

L'ascolto di apprezzamento consiste nell'apprezzare lo stile complessivo del parlante ed è piuttosto individualistico. Quando ascoltiamo a questo livello, differenti aspetti di ciò che stiamo ascoltando catturano la nostra attenzione. Questo perchè alcuni potrebbero preferire l'ascolto di certi tipi di poesia, canzoni, stili musicali più che di altri. Insegnare agli studenti come riconoscere il potere del linguaggio, apprezzare l'interpretazione orale e comprendere il potere dell'immaginazione sono modi per aiutare chi ascolta a diventare un ascoltatore riconoscente.

In sostanza, vi sono cinque livelli di ascolto e ognuno presenta competenze associate. Questi livelli sono mostrati nella tabella sottostante. Trasmettere competenze di ascolto agli studenti significa mostrare loro come ascoltare piuttosto che dire loro di ascoltare.¹⁴

1.4.3. Livelli di creatività

I grandi innovatori da Archimede con la sua vasca da bagno fino ad Einstein con l'utilizzo dell'ascensore per dimostrare la teoria della relatività hanno fatto ricorso ad analogie per risolvere in maniera creativa problemi complessi. Noi usiamo le analogie per trasferire le informazioni che crediamo di comprendere in un certo dominio, la sorgente, per aiutarci a risolvere un problema di comprensione in un'area non familiare, il target.

La creatività analogica è il primo tipo di creatività riconosciuta. Per esempio, il design delle aspirapolveri non subì grandi cambiamenti per quasi un secolo fino a quando l'inventore James Dyson usò una diversa analogia, i cicloni, per concepire un nuovo modo di separare le particelle attraverso la forza convergente di una centrifuga. Nonostante le differenze tra similitudini, metafore e analogie, queste sono tutte funzioni del pensiero analogico. Essenzialmente, le analogie sono ponti che

¹⁴ Michael F. Opitz, Teaching levels of listening, 2017, <http://blog.listenwise.com/2017/03/teaching-levels-listening/>

permettono ai nostri processi cognitivi di trasportare velocemente gruppi di informazioni dal non conosciuto al conosciuto e di tornare indietro. Le analogie possono essere sia razionali che emozionali. Per esempio, "La felicità è un cucciolo caldo". Non è raro vedere creatività analogica operante negli spot pubblicitari dove veniamo rassicurati che bere una certa bevanda è come saltare in una piscina fresca in un caldo pomeriggio d'estate o che provare un certo nuovo cioccolato pregiato è come dare il primo bacio. Sentendosi rinfrescati o amati noi consumiamo calorie e così compriamo tali prodotti perché facciamo riferimento a una certa analogia.

Nel progetto GoScience contiamo molto sulla creatività analogica dei bambini per aiutarli a capire i concetti scientifici in modo migliore (vedi punti 2, 2.1 e 2.2 – uso di analogie, metafore e modelli come approccio nell'educazione scientifica).

Una delle sfide della creatività analogica riguarda il fatto che la fonte dell'analogia è spesso tecnicamente e culturalmente specifica. Consideriamo un gruppo di sviluppatori di hardware che si chiede "Come si crea un nuovo microprocessore che funzioni come una corsa NASCAR?" Mentre presumibilmente tutti loro sanno come opera un circuito integrato forse non sono mai stati ad una gara di automobili oppure ne hanno una impressione negativa. Quindi è fondamentale utilizzare le analogie le quali possono essere comprese a fondo attraverso l'ampio campo di esperienze e culture quando si lavora in un diverso gruppo. Lo psicologo svizzero Carl Jung ha suggerito che vi sono archetipi, prototipi universalmente compresi, di eventi simbolici che possono essere usati nelle diverse culture perché rappresentano esperienze comuni – l'alba, la nascita e il raccolto per nominarne alcune. Questi eventi archetipici possono essere utilizzati per superare le differenze culturali quando facciamo ricorso alla creatività analogica.¹⁵

Creatività narratologica: Avete mai sentito un bambino tentare di sviluppare la sua storia in modo lineare? O forse avete un vostro caro amico che svela sempre la battuta finale di una barzelletta. Entrambi

¹⁵ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_2_b_4848308.html

sono esempi di come sia difficile raccontare una storia coerente, significativa e convincente. Le storie sono un mix complesso di personaggi, azioni, trame, descrizioni, grammatica e sequenze. Cosa ancora più importante, esse hanno una voce narrativa – la nostra voce – autentica o personificata. Il modo in cui noi raccontiamo una storia può sia potenziare l'aneddoto più quotidiano sia attenuare il più rovinoso incantatore. Il filosofo Platone aveva compreso il potere persuasivo dei cantastorie e ne era così timoroso che li bandì dalla sua Repubblica e esortò gli Ateniesi a ridurre l'insegnamento della retorica perchè essa nascondeva una mancanza individuale di conoscenza. Cosa avrebbe pensato di una pubblicità politica o di una commerciale per un prodotto di bellezza?

Quella narrativa è una storia raccontata in sequenze. É come la storia viene raccontata. Le storie possono essere scomposte e ricostruite per ottenere differenti versioni o mix del tutto nuovi.¹⁶

Favorire la creatività narrativa è parte dell'approccio di GoScience al rafforzamento della comprensione (potete leggere di più al riguardo ai punti 2, 2.3 e 2.4).

Creatività intuitiva: Quest'ultimo e più complesso livello di creatività è stato spesso incoraggiato dalla sfera delle tradizioni spirituali e della saggezza. É dove la creatività si fa maggiore e probabilmente ci oltrepassa – essa trascende la nostra individualità. Quando parliamo di intuizione, i sogni o i simboli suggeriscono che riceviamo idee tanto quanto le generiamo. L'origine delle idee creative determina forse la loro importanza e se dovremmo perseguirle o meno. Per esempio, il tuo desiderio di andare a casa che tu interpreti semplicemente come il risultato dell'essere a fine giornata potrebbe forse avere poco significato per te. Ma, cosa penseresti se lo stesso desiderio ti fosse stato consegnato da un angelo e fosse la premonizione di metterti in salvo? Tutti noi abbiamo momenti di intuito che sembrano saltar fuori da qualche parte

¹⁶ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_3_b_4890363.html

appena oltre i limiti del nostro pensiero razionale. Questi possono essere un pozzo di creatività o un abisso senza fine di superstizione e delusione.¹⁷

¹⁷ https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_b_4934652.html

2. APPROCCI PER POTENZIARE LA COMPrensIONE



La metodologia considera diversi approcci per potenziare la comprensione, che sono basati sui bisogni raccolti da analisi, ricerche e test pilota nel campo dell'educazione scientifica sostenuti nelle scuole; questi hanno dimostrato la loro efficienza e adattabilità a differenti contesti educativi, curricula e cornice socio-economica dei sistemi educativi in tutti il mondo.

2.1. Uso delle analogie e delle metafore

Un analogia è una similarità fra concetti. Le analogie possono aiutare gli studenti a costruire ponti concettuali fra ciò che è familiare e ciò che è nuovo. Spesso, concetti nuovi rappresentano sistemi complessi, difficilmente visualizzabili, con parti interagenti (es: una cellula, un ecosistema, la fotosintesi).

Le analogie possono servire come primi "modelli mentali" che gli studenti possono usare per avere una comprensione limitata ma significativa di concetti complessi. Le analogie possono giocare un importante ruolo nell'aiutare gli studenti a costruire la loro conoscenza, un processo che viene incoraggiato negli Standards e consiste di una visione costruttivista dell'apprendimento. Dal momento in cui gli studenti si sviluppano cognitivamente e apprendono più scienza, andranno oltre queste semplici analogie, adottando modelli mentali più sofisticati e potenti. Quando gli studenti studiano nuovi concetti, ricavano un apprendimento significativo nel momento in cui trovano e visualizzano connessioni fra un

concetto recentemente insegnato e ciò che già sanno. Questo è importante specialmente per l'inquiry learning dove le connessioni si costruiscono fra contesti scientifici familiari e non intuitivi. Se le analogie sono appropriate, promuovono un apprendimento concettuale poiché incoraggiano gli studenti a costruire collegamenti fra la conoscenza e le esperienze passate e familiari e i nuovi concetti e problematiche. Un'analogia è una comparazione delle similarità fra due concetti. Il concetto familiare è chiamato analogue concept e quello non familiare il target concept. Entrambi hanno delle caratteristiche (chiamate anche attributi). Se tali concetti condividono caratteristiche simili, può essere fatta un'analogia fra di essi. Una comparazione sistematica, verbale o visuale, fra le caratteristiche dell'analogue concept e del target concept è chiamata mappatura. Una rappresentazione concettuale di un'analogia, con le sue parti costituenti, è mostrata nella Figura 1.



Figura 1. Rappresentazione concettuale di un'analogia, con le sue parti costituenti.

Sia le analogie che le metafore esprimono comparazioni e sottolineano le similitudini, ma lo fanno in modi diversi. Un'analogia compara esplicitamente le strutture di due domini; essa indica le identità fra le parti delle strutture. Una metafora compara in maniera implicita, sottolineando caratteristiche o qualità relazionali che non coincidono nei due domini.

Nonostante le affermazioni contro il linguaggio figurativo, la metafora è utile, a volte essenziale, nel perseguire tre funzioni: definire la terminologia, esprimere concetti astratti e sviluppare ipotesi. Analogie e metafore potrebbero rendere le nuove informazioni più concrete e facili da immaginare.

2.2. Uso dei modelli

La parola “modello” denota l'interpretazione di concetti o relazioni usati in una teoria, regola, istruzione o in un altro tipo di nozione esprimendoli attraverso fenomeni ben conosciuti e familiari e una naturale relazione convenzionale che crea un concetto facile da percepire e intuitivamente – facile da immaginare. Potrebbe essere un disegno, un'animazione, uno schema e così via. É da sottolineare che i modelli sono creati dagli studenti, ma l'insegnante agisce come da organizzatore e guida del processo di creazione dei modelli. I modelli richiedono un'equiparazione dei complicati sistemi scientifici a certi processi o fenomeni che l'individuo può osservare nella vita di tutti i giorni. Con i modelli diventa possibile per lo studente costruire un'interrelazione fra la sua conoscenza precedentemente acquisita riguardo l'ordine del mondo e le complesse informazioni scientifiche solo utilizzando le presenti associazioni. Un'associazione così originatasi e in riferimento al già menzionato approccio è chiamata modello di comprensione.

2.3. Uso dell'illustrazione, della spiegazione e dell'espressione colloquiale

Insieme alle analogie l'illustrazione, la spiegazione e l'espressione colloquiale sono strategie per trasmettere significati scientifici agli studenti in modo tale che essi possono comprenderli più facilmente e riferirli alla conoscenza precedentemente acquisita in loro possesso.

Illustrazione	Il parlante fornisce diversi esempi per illustrare un concetto.
Spiegazione	Tentativo del parlante di definire un'espressione scientifica

	gergale da lui/lei utilizzata.
Espressioni colloquiali	Semplificazione di un concetto scientifico nel linguaggio quotidiano che non ha un significato prettamente scientifico.

Fonte: Hinko, K., Seneca, J., Finkelstein, N., Use of Scientific Language by University Physics Students Communicating to the Public.

Illustrazione: Chi parla chiarisce una parola appartenente ad una disciplina scientifica specifica fornendo uno o diversi esempi di scenari familiari che possono essere confrontati in termini di scopo o di dimensione. Le frasi illustrative differiscono dalle analogie in quanto esse sono dirette comparazioni e condividono le stesse proprietà della frase originale – per esempio, descrivere quanto freddo è qualcosa elencando una serie di altri oggetti freddi. Gli esempi includono:

“Da piccolo ero **più leggero di quanto non fosse un capello umano, ma meno di un millesimo di un capello umano**, o anche più leggero.”

“[...] Se prendessi **dieci regioni antartiche e le mettessi tutte insieme nel tuo freezer non avresti idea di quale temperatura potrebbero raggiungere**”

Spiegazione: I tentativi dei parlanti di offrire una descrizione delle caratteristiche o dei meccanismi di uno specifico concetto di una disciplina. La spiegazione è spesso data sottoforma di definizione di una parola o frase. Le spiegazioni differiscono dalle analogie e dalle illustrazioni per il fatto che esse non sono esplicitamente comparative. Gli esempi includono:

“Un vacuum è essenzialmente un posto in cui non c'è aria”

“Prendo delle molecole, **che sono semplicemente** piccoli gruppi di atomi messi insieme”

Espressioni colloquiali: Chi parla impiega un linguaggio informale per descrivere una frase scientifica di una specifica disciplina al posto di

una terminologia specifica. Sono invece usati verbi o aggettivi familiari per chi ascolta. Alcuni esempi sono:

“[...] c'è davvero soltanto una unica parola per dire che **spariamo laser** alle cose e osserviamo cosa succede”

“[...] Quegli atomi si stanno **dimenando** dentro a quel materiale”.

2.4. Utilizzo dell'arte e del teatro

Combinare insieme l'arte e il teatro con i curricula standard può creare una più ricca e duratura esperienza di apprendimento per gli studenti che credono che imparare la scienza in classe sia noioso. Il teatro e l'arte sono essi stessi un'area di sviluppo educativo e di formazione dei ragazzi e allo stesso tempo un metodo efficace per sviluppare la creatività. L'uso dell'arte e del teatro in classe è una buona strategia per lavorare sulle abilità di comprensione degli studenti. Il principale scopo di implementare l'arte nell'educazione scientifica è quello di dare agli studenti l'opportunità di esprimere i loro pensieri e i loro sentimenti nel contesto delle loro differenti culture anche per comprendere la scienza attraverso le lenti delle loro attività creative nell'arte. L'arte e il teatro richiedono la partecipazione attiva degli studenti e in tal modo li aiutano a trasformare le informazioni concettuali ricavate dalla lezione di scienze in un'esperienza personale e quindi il ricordo è più facile. Esempi di attività artistiche e teatrali e in che modo queste debbano essere implementate in classe sono fornite nei tre punti sottostanti.

2.5. Uso delle mappe concettuali scientifiche

Una mappa concettuale è una rappresentazione grafica della relazione esistente fra termini. Sebbene ci siano molte varianti nel modo di disegnare le mappe concettuali, le attività aperte che permettono agli studenti di costruire la struttura della loro mappa sono le più rilevanti.

Quando gli studenti vengono introdotti a nuovi concetti scientifici, essi si impegnano in un processo cognitivo di costruzione del significato e di attribuzione di senso integrando consapevolmente o inconsapevolmente queste nuove idee con la loro conoscenza pregressa. Le mappe concettuali offrono un'unica vista grafica di come gli studenti organizzano, connettono e sintetizzano le informazioni. Come risultato, la creazione di mappe concettuali offre benefici sia agli studenti sia agli insegnanti.

Le mappe concettuali danno agli studenti l'opportunità di:

- Pensare alle connessioni fra i termini scientifici che vengono appresi;
- Organizzare i loro pensieri e visualizzare le relazioni fra concetti chiave in modo sistematico;
- Riflettere sulla loro comprensione.

In sintesi, le mappe concettuali permettono agli studenti di pensare a fondo alla scienza aiutandoli a comprendere meglio, a organizzare ciò che apprendono e a depositare e recuperare le informazioni in maniera più efficiente. Gli studenti inoltre articolano e contestualizzano i loro pensieri riguardo alla scienza quando discutono le loro mappe gli uni con gli altri.¹⁸

Le mappe concettuali sono tipicamente gerarchiche, con i concetti subordinati derivanti dal concetto o idea principale. Questo tipo di organizzazione grafica comunque, permette sempre di cambiare e nuovi concetti possono essere aggiunti. Solitamente le mappe concettuali si definiscono entro due gruppi principali:

- Gerarchica – rappresenta informazioni in ordine decrescente di importanza;
- Non-gerarchica – rappresenta informazioni raggruppate in insiemi o in un modello a rete.

¹⁸ Jim Vanides, Yue Yin, Miki Tomita and Maria Araceli Ruiz-Primo, Using concept-maps in the science classroom,



3. STRUMENTI PEDAGOGICI E RICERCHE PER RAFFORZARE LA COMPrensIONE

Questa parte della metodologia è sviluppata per offrire agli insegnanti di scienza esempi e strumenti pratici per usare in classe così come competenze e conoscenze per sviluppare essi stessi strumenti pedagogici per l'insegnamento della scienza in classe.

3.1. Costruzione di analogie efficaci

Esempio 1: Di cosa siamo fatti (biologia)

Gli studenti hanno visto un film di Superman e stavano discutendo se l'Uomo d'Acciaio fosse davvero fatto d'acciaio. Gli studenti rapidamente si trovarono cocordi nel ritenere che Superman non fosse fatto d'acciaio, ma ciò li portò a chiedersi di che cosa sono fatte le persone reali.

Prima di far assistere gli studenti a una lezione formale sulla cellula, l'insegnante può usare i mattoncini Lego per fare un'analogia. Porre domande come: "Cosa sono questi piccoli mattoncini e cosa potete fare con essi?". Alla fine, possiamo concludere che i mattoncini Lego possono essere uniti insieme per creare cose più grandi. Analogamente, le cellule possono unirsi insieme per formare qualcosa di più grande – qualcosa come le persone, i cani, i gatti, querce o cespugli di rose – questi esseri viventi sono fatti di cellule – tante, tante piccole cellule. Possiamo quindi usare questo esempio per spiegare tale concetto; siamo di fronte a un'analogia fra i mattoncini Lego e le cellule. Creare le analogie aiuta gli studenti a comprendere qualcosa di nuovo comparandolo a qualcosa che già hanno capito.

Quindi, usando l'approccio dell'insegnamento tramite analogie l'insegnante:

- Introduce il concetto target, la cellula, agli studenti;
- Ricorda agli studenti cosa sanno del concetto analogo, i Lego;
- Identifica caratteristiche rilevanti della cellula e del mattoncino Lego;
- Connette (mappa) le caratteristiche simili della cellula e del Lego;
- Indica dove l'analogia fra la cellula e il Lego crolla;
- Traccia le conclusioni riguardo alla cellula.

In più, possiamo continuare la nostra spiegazione mostrando diagrammi della cellula, foto e video e descrivendo i differenti tipi di cellule. Gli studenti apprendono che le cellule delle loro ossa sono diverse dalle cellule del loro cuore o del loro cervello, e che tutte lavorano insieme. Una volta avanzati all'unità riguardante la struttura e la funzione della

cellula, gli studenti apprendono infine che ogni cellula deve formare molecole per sopravvivere, crescere e moltiplicarsi – e che ogni cellula è fatta di parti, tra cui gli organelli, che possiedono importanti funzioni.

Quando gli studenti hanno appreso le parti delle cellule e la funzione di ciascuna parte, possiamo proporre altre attività basate sull'analogia come quella di costruire una cellula commestibile fatta di gelatina, frutta e caramelle.

Possiamo contare sull'insegnamento tramite le analogie, seguendo i suoi step:

- Introdurre il concetto target, la cellula animale e le sue parti, agli studenti.
- Ricordare agli studenti cosa conoscono del concetto analogo, il calco di gelatina e le sue parti.
- Identificare le caratteristiche rilevanti della cellula e del calco di gelatina.
- Connettere (mappare) le caratteristiche simili della cellula e del calco di gelatina. Es: nuclei (prugna), mitocondri (uvetta), lisosomi (caramelle M&M), reticolo endoplasmatico (vermicelli di gomma), ribosomi (caramelle frizzanti), l'apparato di Golgi (caramelle di gomma arrotolate), citoplasma (gelatina) e membrana cellulare (superficie della gelatina).
- Indicare dove l'analogia fra la cellula e il calco di gelatina crolla (es: la cellula è viva e piccola, con parti che solo in maniera superficiale sono rassomigliabili alla frutta e alle caramelle nel calco di gelatina).
- Tracciare le conclusioni riguardo alla cellula (es: le cellule sono i mattoni da costruzione degli organismi e tutte le funzioni vitali sono rese possibili dalla singola cellula).

Esempio 2: La chimica cucina l'analogia (chimica)

Ci focalizzeremo sull'uso della chimica che cucina l'analogia con il proposito di contestualizzare l'insegnamento della chimica, nella concezione di un migliore insegnamento-apprendimento, raggiungendo un'educazione di qualità e aumentando l'interesse degli studenti nello studio delle scienze. Per rendere traducibile un proposito di intervento educativo in classe, esso dovrà sviluppare un contenuto e raggiungere gli obiettivi e i poteri specificati nel regolamento del corso e della materia. Pertanto questo viene proposto per l'implementazione al secondo anno

della scuola secondaria, focalizzandosi sul contenuto e sulle competenze chiave che devono essere sviluppate, come la ricerca e la sperimentazione.

La seguente attività viene proposta per lavorare sui contenuti delle proprietà generali della materia, della massa e del volume. Le misurazioni della massa e del volume saranno effettuate, direttamente o indirettamente, su cibi solidi o liquidi in un recipiente, mentre si sta preparando un pan di spagna.

Gli studenti saranno raggruppati in gruppi di 3 o 4 per preparare una torta per ciascun gruppo. Prima di iniziare a preparare la torta, viene chiesto loro di osservare il confezionamento dei vari ingredienti, controllando in quali unità le quantità sono espresse, se ci sono differenze fra cibi solidi e liquidi. È necessario che essi familiarizzino con i fattori di conversione e che imparino ad usarli in maniera appropriata, dal momento che dovranno usarli nel corso del loro percorso educativo secondario e all'università se è il caso. Questa materia è difficile da assimilare per gli studenti, i quali la rifiutano e non comprendono la sua utilità o alcune delle sue equivalenze. Pertanto si prevede con questa esperienza di introdurla agli studenti in una maniera grafica e deduttiva. Sebbene le quantità dei prodotti liquidi sono solitamente espresse in L o mL, nel recipiente che gli studenti devono utilizzare, queste saranno espresse in dm^3 . Come entrambi il laboratorio volumetrico e il materiale volumetrico per determinare i volumi sono calibrati in L o mL, agli studenti viene chiesto di realizzare contenitori di cartone con i dm^3 per verificare la loro capacità prima di iniziare la ricetta. Da questo momento, essi possono effettuare le necessarie equivalenze fra dm^3 e L o mL ed le necessarie misurazioni con il materiale disponibile. Seguendo i passi di una ricetta, essi peseranno e misureranno le quantità indicate dei differenti ingredienti usando una scala (laboratorio e cucina) e il laboratorio volumetrico o al più l'attrezzatura della cucina (recipienti graduati). Essi saranno portati a dedurre se le masse dei diversi ingredienti solidi hanno lo stesso volume e se volumi uguali di ingredienti liquidi diversi hanno la stessa massa. Effettuando, inoltre, delle misurazioni indirette del volume di un solido, attraverso l'immersione in un liquido, gli studenti verificheranno, tramite questo metodo, se il volume indicato su un pacchetto di burro, per esempio, corrisponde a quello determinato attraverso questo metodo e fare il calcolo del suo volume basato sulle proprie misurazioni, che

saranno convertite in dm^3 per visualizzare questa relazione in maniera più grafica.

In questo esempio relativo ad un approccio di insegnamento tramite analogie, i passaggi sono:

- L'insegnante introduce l'argomento, che gli studenti avranno precedentemente studiato in classe: i concetti di massa e volume e i metodi per determinare la massa e il volume dei solidi e dei liquidi.
- Poi, l'insegnante presenterà cibi analoghi, le cui quantità (masse e volumi) devono essere misurate per preparare un pan di Spagna. Prima di iniziare, gli studenti saranno esortati a guardare alla confezione dei differenti ingredienti, in quali unità di misura le quantità che queste contengono sono espresse e a precisare le differenze fra cibi solidi e liquidi.
- L'insegnante darà inoltre la ricetta per la torta. Gli studenti dovranno verificare di avere tutti gli ingredienti necessari e tutti gli strumenti, di laboratorio e di cucina. A questo punto, gli studenti noteranno che, nella ricetta, le quantità necessarie di ingredienti liquidi sono espresse in dm^3 . L'insegnante fornirà poi loro dei contenitori di cartone e li istruirà a costruire un dm^3 con questi (un cubo di 10 cm per lato) per verificare la loro capacità. Con questa equivalenza, essi saranno in grado di eseguire le conversioni necessarie fra dm^3 e L o mL al fine di poter misurare gli ingredienti liquidi con il materiale disponibile.
- L'insegnante sottolineerà le relazioni fra le misurazioni che vengono effettuate durante la preparazione della torta e le tecniche di laboratorio e le relazioni fra gli strumenti della cucina e quelli del laboratorio disponibili. Come è stato detto, con l'intenzione di effettuare anche delle misurazioni indirette del volume di un solido, tramite l'immersione in un liquido, gli studenti saranno chiamati a verificare con questo metodo il volume indicato su un pacchetto di burro.
- L'insegnante farà delle domande agli studenti per sapere le loro impressioni riguardo all'attività, se questa è stata utile per una comprensione facilitata dell'argomento e per la sua relazione con la vita quotidiana. Per completare questa sequenza, è stata pianificata una sessione da 55 minuti.

Esempio 3: “Espansione dell’universo dopo il big bang” (fisica) attraverso l’utilizzo di analogie verbali e illustrate.¹⁹

“L’espansione dell’universo dopo il big bang può essere assimilata al gonfiaggio di un palloncino”



Esempio 4: Usare le analogie in matematica

Nell’ottica di spiegare agli studenti in una maniera più facile da comprendere come fare la sottrazione e l’addizione di numeri negativi un’insegnante potrebbe usare la seguente analogia: “Ponimo che abbiate dei soldi. Se perdetevi 88 centesimi e poi ne perdetevi altri 5, addizionate o sottraete per trovare la quantità totale di soldi persi?” (Schema matematico: “Quanto devi sottrarre un numero negativo ad un altro numero, addizioni o sottrai?”).²⁰

3.2. Sviluppo del modello

Con l’utilizzo dei modelli di comprensione la comparazione di complicati sistemi scientifici a un certo processo o fenomeno che la persona può osservare nella vita di tutti i giorni forma la base dell’approccio menzionato. Diventa possibile per uno studente costruire un’interrelazione fra la sua conoscenza pregressa del mondo e un’informazione scientifica complessa semplicemente usando associazioni manifeste. Si deve sottolineare che i modelli sono creati dagli studenti, ma l’insegnante agisce da organizzatore e guida del processo di creazione dei modelli.

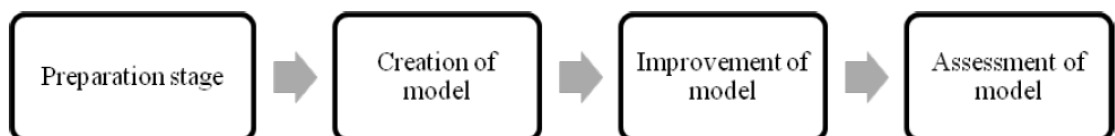
¹⁹ https://www.eduhk.hk/apfs/t/v13_issue1/yener/page5.htm

²⁰ http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Richard_etal.2004.pdf

Le principali caratteristiche del modello di comprensione possono essere formulate sulla base dell'ottenimento di esperienza e sono le seguenti.

- **L'accuratezza teoretica** delle informazioni incluse nella descrizione del modello. Per esempio, uno studente ha creato un modello di comprensione per il concetto di "equilibrio chimico". Questo è uno stato del sistema, in cui le reazioni dirette e inverse hanno luogo alla stessa velocità. Conseguentemente, due processi simultanei che si verificano con velocità uguali e opposte direzioni dovrebbero essere rappresentati nel modello associativo scelto dallo studente. Uno studente ha scelto un'immagine come modello associativo raffigurante una barca e due persone che la remano, ma ciascuno di essi lo fa nella direzione opposta.
- **Semplicità.** Un modello di comprensione ben fatto sarà come un'immagine associativa dove un semplice ed evidente processo o fenomeno della vita quotidiana sarà usato per la creazione di un'associazione con l'informazione scientifica in questione. La chiave del successo richiede che il processo o l'evento usato nel modello differisce notevolmente dal processo scientifico che questo cerca di spiegare e non è connesso con quest'ultimo in ogni modo.
- **Percettibilità visuale.** Il modello deve essere visualmente attrattivo; comunque sia non dovrebbe essere saturato di abbellimenti non necessari. Il testo deve essere breve e conciso.

Il processo di apprendimento che utilizza i modelli può essere suddiviso nei seguenti stadi:



Si può da ciò intendere che i modelli non saranno mai creati per tutti i concetti delle scienze naturali e della matematica. Pertanto l'insegnante, nello stadio di preparazione, deve valutare attentamente il contesto di apprendimento della materia considerata e l'adeguatezza dei relativi concetti per creare associazioni con processi e fenomeni quotidiani nello stadio di preparazione.

Table 1. Models made by students correctly




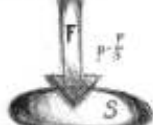

<p>Model 1. Theoretical justification. Bodies are called absolutely transparent or diathermic if they let pass through themselves all the received energy.</p> <p><i>Description of the model.</i> Heat radiation can be imagined as flour which is sifted through a sieve, and the sieve is the transparent body which lets the flour (radiation) through itself</p>	
<p>Model 2. Theoretical justification. A diamagnetic is a substance which magnetizes in the opposite way to the direction of the applied magnetic field. The magnetization of diamagnetic materials usually is so weak that these substances are considered as non-magnetic in many cases. A magnet pushes off diamagnetic materials.</p> <p><i>Description of the model.</i> The small animals – skunks have a method of self-defense. Skunks discharge a very unpleasant aroma when they are approached which scares away anyone who comes close to them. The skunk is an associative image of the magnet in this context but the possible enemy – the diamagnetic which is rejected</p>	
<p>Model 3. Theoretical justification. A reflex is the response of a body to an irritation.</p> <p><i>Description of the model.</i> The rainbow is the response of the Sun or sunny weather to the rain. In this case, the rain works as an irritant but the rainbow is the response.</p>	

Table 2. Models made by students incorrectly

<p>Model 1. Theoretical justification. Pressure is a perpendicular force which affects the unit of the surface area.</p> <p><i>Description of the model.</i> The body is pushed against a certain surface with its own mass thus creating a pressure.</p>	
<p>Model 2. Theoretical justification. Sliding friction is created by one body sliding along the surface of another body. The force which delays the movement is called the force of sliding friction in this case.</p> <p><i>Description of the model.</i> A box is sliding down from the hill. A friction force is arising that is delaying the movement of the box (decreasing its speed).</p>	

Risorsa: "The Use of Associative Images (models) for the Development of Comprehension in Sciences Education", Aiva Gaidule, Uldis Heidingers, American Journal of Educational Research, 2015, Vol. 3, No. 10, 1305-1310.

Ai fini di lavorare più facilmente con gli studenti è d'aiuto chiarire la differenza fra modelli di comprensione ed esempi o esperimenti (osserva la tabella sottostante):

	Modello	Esperimento	Esempio
Definizione (spiega cos'è un modello, un esperimento e un esempio)	Un modello è un contesto intuitivamente accettabile per gli studenti, chiaro e che risponde alla domanda " Perchè? "	Operazioni, dispositivi etc... progettati appositamente per osservare ogni modificazione misurabile o osservabile di parametri o la conservazione dello stato attuale con cambiamenti di altri parametri; risponde alla domanda " Come? "	Una rappresentazione delle cose che si sono viste.
	Legge di ohm	Legge di Ohm	Legge di Ohm
Descrizione	Prendi una lattina di	Prendi della	Controllo del

(descrivere com'è un modello reale, un esperimento o un esempio)	coca cola, premi l'apertura della bottiglia e capovolgila. Apri lievemente il buco con il pollice e versa un pò di coca cola, poi apri un pò di più e versa più coca cola, ma se la bottiglia è stata tagliata, la coca cola uscirebbe tanto come se la bottiglia fosse aperta del tutto. Slightly open the hole with a thumb and spill a little cola, then open more and have more cola, but if the bottle was shaved, the cola escaped just as much as the open hole how not to shake the bottle to a more open hole.	ruggine, un voltmetro, degli amperometri, una fonte di alimentazione e una lampada. Combiniamo tutto questo in un circuito e interpretiamo i risultati nelle varie condizioni.	volume nelle radio.
Risorse (Descrivi quali sono le risorse necessarie per un modello, esperimento e esempio da implementare)	Il proprio cervello + una penna or/+ un video or/+ qualunque oggetto + tutto ciò che serve per mostrare la situazione.	Tutto quello che viene utilizzato nelle scienze e nell'ingegneria.	Riconoscimento rende possibile la nomina di altri rappresentanti – un esempio.

3.3. Giochi artistici e installazioni

Qui gli insegnanti possono trovare tante risorse da utilizzare per sviluppare giochi da inserire nel curriculum delle scienze così come linee guida e esempi di come gli approcci teatrali possono essere utilizzati per rafforzare la capacità di comprensione degli studenti.

<https://www.csun.edu/science/ref/games/> - il manuale per l'insegnamento scientifico – offre schemi già pronti per realizzare giochi in lingua inglese per l'insegnamento delle materie scientifiche, che gli insegnanti possono impiegare nelle loro classi;

<https://www.legendsoflearning.com/teachers/> - Leggende di Apprendimento offre più di 1200 giochi scientifici;

<https://store.teachergaming.com/blog/5-great-educational-science-games-for-the-classroom-n7> - cinque esempi di ottimi giochi educativi che portano la scienza in classe!;

<https://www.bbc.com/bitesize/subjects/z2pfb9q> - più di 25 giochi scientifici su vari argomenti, dalle catene molecolari dei cibi ai materiali solidi, liquidi e gassosi. Ogni argomento ha un gioco, una guida allo studio e un quiz per testare cosa lo studente ha imparato.

<https://www.sciencemuseum.org.uk/games-and-apps> - offre sedici giochi scientifici gratis online per studenti delle scuole elementari. Gli argomenti includono l'energia, la genetica e la scienza ecologica. Ogni gioco è accompagnato da un set di links a supporto e completamento del contenuto a cui il gioco è indirizzato.

<http://www.le-math.eu/assets/files/MATHeatre%20Guidelines%20-%20EN%20-%20Internet.pdf> – linee guida su come implementare l'utilizzo del teatro in classe.

Qui sono riportati esempi di alcuni esercizi, svolti usando l'approccio teatrale:

- **Realizzazione di modelli:** uno studente si presenta di fronte alla classe e viene istruito a iniziare una conversazione con te su un argomento. Potrebbe essere utile proporre ad lui/lei un argomento: Che cosa hai fatto nella classe di scienze precedente? Qual'è il tuo argomento di scienze preferito e perchè? Quando lui/lei parla, modella la differenza fra un ascoltatore distratto e uno attivo (usando segnali verbali e non verbali).

- **Condivisione di storie:** Questa attività può essere fatta con un gruppo di discussione anche molto ampio, oppure anche dividendo gli studenti in gruppi di quattro per renderlo a più basso rischio. Chiedi agli studenti di condividere una storia di quando si sono sentiti non ascoltati. Qual'era la situazione? Qual'è stata la conclusione? Com'è stato sentirsi non ascoltati?

- **Variazione:** Dividi gli studenti in coppie. Una persona racconta la propria storia, l'altra ascolta. Dopo un minuto, ferma i gruppi e chiedi a una coppia di ascoltatori di parafrasare la storia di coloro che hanno raccontato. Quanto attentamente hanno ascoltato?

- **Variazione:** Svolgi questa variante come fosse una scena di gruppo. Dividi gli studenti in gruppi e di loro di creare una scena in cui un personaggio vuole essere ascoltato e un altro/altri personaggio/i non lo ascoltano. Se gli studenti incontrano delle difficoltà, suggerisci uno

scenario in cui i personaggi siano genitore/adolescente o insegnante/studente.

- **Variazione:** Chiedi a un gruppo di volontari di improvvisare una scena. Prendi uno dei volontari in disparte e istruiscilo a non ascoltare i suoi compagni attori e a rispondere di conseguenza. In seguito, discuti con la classe su cosa bisogna cercare di fare quando qualcuno non ti sta ascoltando.

- **Imparare dagli altri:** Gli studenti si ascoltano gli uni gli altri divisi in gruppi e poi ricordano ciò che hanno appreso.

Dividi gli studenti in gruppi di tre. Ogni gruppo decide chi è A, B & C. Fai iniziare A. Lui/Lei ha 30 secondi per parlare a B delle spiegazioni dei concetti scientifici che ha trovato più interessanti: le famiglie di animali, gli esperimenti di fisica che gli/le sono piaciuti di più, i componenti chimici usati a casa, etc. Alla fine dei 30 secondi, B si rivolge a C e gli/le racconta che cosa ricorda delle cose più interessanti per A. Finiti i 30 secondi, C si rivolge ad A e gli/le racconta cosa ricorda delle cose preferite di B. Il ciclo si ripete con C che riferisce ad A e poi con A che riferisce a B.

- **La fine del mondo:** State in un cerchio. Iniziate con una parola – “cellula”. La persona accanto a te deve dire una parola che inizia con l'ultima lettera della prima parola – “Laser”. La persona successiva fa la stessa cosa – “Reazione”. Gli studenti devono ascoltare e rispondere. Iniziate lentamente e poi gradualmente aumentate la velocità. Impostate un timer (1 o 2 minuti) e guardate quante parole sono state dette in quel periodo di tempo. Potete anche iniziare questo esercizio con un gruppo più piccolo di 4 o 5 studenti dal momento che ciò permette di avere un rischio ridotto nel caso si tratti di studenti principianti nelle attività teatrali.

- **Inventa una storia:** Lo scopo è quello di creare una storia senza interruzioni con diversi giocatori. Forma un gruppo di minimo 6 e massimo 10 studenti allineati in fila. Inizia dando loro un suggerimento dal pubblico. (“Forse ho in mente il titolo di una storia che non è mai stata scritta...???”). Dopo aver ricevuto il suggerimento (es: “La miglior classe di scienze”), ripetilo – questo per essere sicuro che i giocatori lo abbiano sentito. Il Conduttore sceglie un giocatore che inizia a raccontare la storia e continua fino a che il Conduttore non sceglie qualcun'altro. Il prossimo giocatore riprende la storia da dove l'altro

l'aveva interrotta – cercando di farlo con meno interruzioni possibile (anche se è stata interrotta a metà parola o a mezza frase). Continua a scegliere i giocatori e fai raccontare la storia fino a che non pensi sia conclusa.

3.4. Costruire mappe concettuali scientifiche

Allo scopo di costruire una mappa concettuale scientifica:

- **Inizia dall'idea principale, l'argomento, o dalla questione su cui ti vuoi focalizzare.**

Un modo efficace di determinare il contesto della tua mappa concettuale è quello di scegliere una questione su cui focalizzarti – qualcosa che necessita di essere risolto o una conclusione che deve essere raggiunta. Una volta che si è deciso un argomento o una questione, questa ti aiuterà a creare la struttura gerarchica della mappa concettuale.

- **Poi determina i concetti chiave.**

Trova i concetti chiave che si collegano e fanno riferimento alla tua idea principale e posizionali; inserisci per primi i concetti più generali e inclusivi poi collegali a quelli secondari e più specifici.

- **Concludi unendo i vari concetti e creando collegamenti fra parole e frasi.**

Una volta che i collegamenti basilari fra i concetti sono stati creati, aggiungi collegamenti trasversali, che connettono i concetti disposti in diverse aree della mappa, per illustrare ulteriormente le relazioni e rafforzare la capacità di comprensione e le conoscenze sull'argomento degli studenti.²¹

Dai seguenti link puoi scaricare esempi di mappe concettuali per i concetti scientifici, che possono essere usate in classe:

<http://www.inspiration.com/inspiration-science-examples>

Questa è una risorsa aggiuntiva per un'ulteriore lettura su come le mappe concettuali possono essere usate nell'educazione scientifica:

²¹ <http://www.inspiration.com/visual-learning/concept-mapping>

<https://www.slideshare.net/biotechvictor1950/teaching-science-using-concept-maps>



METODOLOGIA PER IL
RAFFORZAMENTO DELLA
COMPRENSIONE
NELL'EDUCAZIONE
SCIENTIFICA DELLE SCUOLE
SUPERIORI



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Note aggiuntive:

La metodologia da usare insieme ai materiali sviluppati all'interno del progetto per la formazione degli insegnanti è disponibile all'indirizzo: <http://goscience.eu>

Picture credits:

dennis-buchner-592120-unsplash

nadim-merrikh-307897-unsplash

sebas-ribas-310260-unsplash

Authorship:

Alise Betina, Riga State Technical School, Latvia

Anais Colibaba, EuroEd Foundation, Romania

Andrea Anzanello, Pixel Associazione, Italy

Andreea Ionel, EuroEd Foundation, Romania

Carmen Antonita, EuroEd Foundation, Romania

Dragos Zamosteanu, EuroEd Foundation, Romania

Elza Gheorghiu, EuroEd Foundation, Romania

Enric Gimenez Ribes, Associació L'Alqueria Projectes Educatius, Spain

Eng. Marieta Georgieva, Vocational High School "Prof. Dr. Assen Zlatarov, Vidin, Bulgaria

Dr. Miglena Molhova, Zinev Art Technologies, Bulgaria

Romans Vitkovskis, Uldis Heidingers, Latvian Education Foundation, Latvia

Ulla Theisling, Ulrich Diermann, Equalita, Germany

Undinė Diana Tumavičienė, Kauno Juozo Grušo meno gimnazija, Lithuania



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.