

Narrare le scienze

Percorsi e attività con le storie
per l'educazione scientifica
alla scuola primaria

Alessandra Landini e Federico Corni

MATERIALI
DIDATTICA

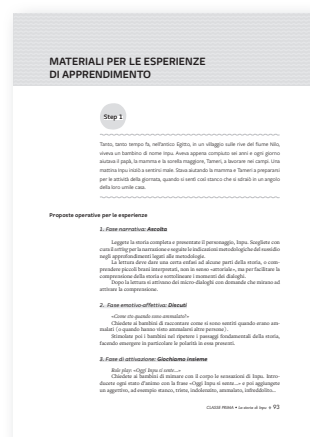
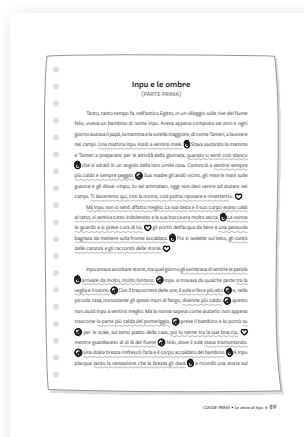


IL LIBRO

NARRARE LE SCIENZE

Il volume propone un approccio innovativo alla didattica delle scienze nella scuola primaria, che si basa su una didattica interdisciplinare e sfrutta il potere coinvolgente della narrazione, dell'immaginazione e della sperimentazione.

Partendo dalla lettura collettiva di una storia, il percorso accompagna alunni e alunne a una migliore comprensione dei concetti scientifici e propone esperienze immersive e coinvolgenti che mirano a sviluppare il pensiero riflessivo, favorendo il raggiungimento degli obiettivi di scienze.



Dopo un'approfondita introduzione teorica e metodologica, vengono proposti cinque laboratori, ciascuno dedicato a una classe della scuola primaria.

Ogni laboratorio presenta:

- il testo del racconto per l'insegnante, con le indicazioni per una lettura espressiva coinvolgente per gli alunni e le alunne;
- suggerimenti per organizzare in classe discussioni guidate, giochi, attività di sperimentazione;
- attività multidisciplinari (giochi linguistici, disegno, costruzione di oggetti, ricerche, approfondimenti);
- schede operative e griglie di autovalutazione.

Le Unità di apprendimento perseguono il raggiungimento dei traguardi di competenza della scuola primaria, come indicato dalle Indicazioni nazionali del 2012, motivando i bambini e le bambine allo studio delle scienze.

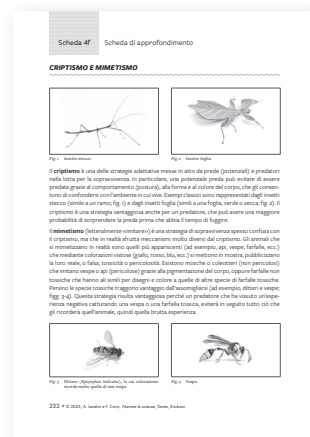
Le Risorse online raccolgono inoltre numerose schede aggiuntive e la versione delle storie ad alta leggibilità.

La storia di Inpu

Materiali per le esperienze di apprendimento



Attività e proposte didattiche



Schede di approfondimento

GLI AUTORI

ALESSANDRA LANDINI

Dirigente scolastica, PhD in Scienze Umane con una tesi in Didattica della Fisica, studia curricula verticali di educazione scientifica basati su un approccio narrativo-metaforico. Cultrice di Materia in Didattica Generale presso Unimore, si occupa di didattica inclusiva e formazione insegnanti.



FEDERICO CORNI

Professore di Didattica della Fisica e direttore del laboratorio di ricerca MultiLab alla Libera Università di Bolzano. Svolge ricerche su un approccio immaginativo all'educazione scientifica primaria e alla formazione insegnanti.



€ 21,50

9 788859 034100

www.ericsson.it

MATERIALE ONLINE vai su:
<https://risorseonline.ericsson.it>

INDICE

- 7** PRIMA PARTE. I fondamenti teorici
Approccio narrativo alle scienze

- 75** SECONDA PARTE. Il percorso operativo
- 77** Descrizione del percorso
- 85** Classe prima. La storia di Inpu
- 119** Classe seconda. La storia di Anna e Luca
- 157** Classe terza. Il Clan dell'Orso
- 193** Classe quarta. Charles Darwin
- 235** Classe quinta. William Harvey

PRIMA PARTE

I FONDAMENTI TEORICI

APPROCCIO NARRATIVO ALLE SCIENZE

LINGUA, MENTE E CORPO
PER LA COMPrensIONE
DEI CONCETTI SCIENTIFICI

di Alessandra Landini e Federico Corni

Referenti scientifici Federico Corni e Tiziana Altiero

Premessa

Introduzione

Capitolo 1

La narrazione e le scienze

Capitolo 2

Le scienze e il curriculum

Capitolo 3

Approfondimenti sulle proposte didattiche e sulla
metodologia dell'approccio narrativo alle scienze

Conclusioni

Bibliografia

Premessa¹

Il presente volume vuole essere una tappa riflessiva di un percorso di ricerca nel campo della didattica delle scienze che possa al contempo divenire per i docenti strumento di autoformazione e materiale utile per un approccio innovativo all'educazione scientifica.

Se la didattica delle scienze è da decenni oggetto di dibattito nella comunità scientifica e nelle politiche di tutti i Paesi, la possibilità che se ne parli e che la si tratti con un approccio interdisciplinare trova una certa resistenza. La motivazione appare duplice: una tradizionale resistenza ad accettare di sfumare la linea di interesse ed azione tra discipline scientifiche e discipline umanistiche e una apparente dicotomia tra impostazioni, settori metodologici e finalità dei due ambiti.

Dal 2010 ad oggi, docenti e ricercatori del Dipartimento di Educazione e Scienze Umane dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia e della Libera Università di Bolzano e Bressanone hanno intrapreso un importante cammino di apertura, che ha portato nel 2016 alla fondazione di un centro di ricerca presso UNIMORE: il Metaphor and Narrative in Science (MANIS). Il centro raccoglie al suo interno docenti e ricercatori italiani di UNIMORE e UNIBZ e docenti stranieri da varie università europee e non solo. L'elenco delle aree disciplinari presenti (fisica, biologia, chimica, geomorfologia, matematica, pedagogia, filosofia, didattica, per citarne alcuni) implicano di per sé l'orientamento interdisciplinare di questa comunità scientifica e la caratterizzano come esperienza unica nel suo genere.

L'approccio fonda la sua ricerca sul rapporto tra narrazione, metafora e scienze che il prof. Federico Corni, ora docente ordinario di Didattica e Storia della Fisica presso la Libera Università di Bolzano a Bressanone, ha indagato e studiato insieme al prof. Hans Fuchs, in quegli anni docente di Fisica presso l'Istituto di Matematica Applicata e Fisica dell'Università di Zurigo a Winterthur, in Svizzera, e alla prof.ssa Tiziana Altiero, attualmente docente di biologia presso il Dipartimento di Educazione e Scienze Umane di UNIMORE.

La ricerca ha permesso in primis la costruzione di Corsi di Fisica e Biologia per i futuri insegnanti del Corso di Laurea Magistrale in Scienze della Formazione Primaria improntato all'approccio narrativo-metaforico e in seguito la costruzione di percorsi di formazione per insegnanti in servizio della scuola dell'obbligo. Inoltre, la sperimentazione dei percorsi nelle scuole ha portato ogni anno i docenti a confrontarsi tra loro e con i bambini durante i laboratori del progetto «Piccoli

¹ Di Alessandra Landini e Federico Corni.

scienziati in laboratorio» (per quanto riguarda la scuola primaria) e «Scienze in gioco» (per quanto riguarda la scuola dell'Infanzia), in cui venivano studiati i nuovi percorsi e i processi di insegnamento-apprendimento a loro sottesi.

Questo contributo è una raccolta di riflessioni e di materiali dei progetti scientifici nelle scuole e il primo passo verso la costruzione di una proposta di *curricolo scientifico verticale*. Si rivolge ai futuri insegnanti, agli insegnanti in servizio e a coloro che studiano il rapporto tra la lingua, le scienze e la didattica ad esse dedicata. Getta inoltre uno sguardo a chi si occupa di policy in campo educativo per contribuire a una maggiore riflessione su come in concreto il lavoro sulle competenze e sullo sviluppo di una intelligenza controfattuale possa essere perseguita con uno sguardo più euristico al sapere umano e alla ricchezza immaginativa dei bambini.

Introduzione¹

La scuola ha sempre fatto strutturalmente da amplificatore ad una, pur motivata, categorizzazione dei saperi umani, anche se si è arricchita ormai da decenni del dibattito sull'importanza dell'interdisciplinarietà e dell'integrazione dei linguaggi. Fu dai lontani anni '60 che Jerome Bruner promosse la necessità di una scienza della mente che non potesse fare a meno di una filosofia della mente e studiò le forme del linguaggio e della narrazione, intese come strumenti della nostra mente per dar forma al pensiero. Questo avviò un dibattito, tuttora aperto, che nel corso degli anni non ha superato un'apparente dicotomia tra studi umanistici e scientifici.

L'approccio che presentiamo si propone di costruire un ponte attraverso la didattica tra discipline scientifiche e umanistiche, forti dell'apporto di alcuni assunti teorici. Kieran Egan (2005), esperto e filosofo dell'educazione della Simon Fraser University (Canada), propone un modello educativo che chiama *Imaginative Education* (IE), partendo dal presupposto che coinvolgere l'immaginazione degli studenti nell'apprendimento e l'immaginazione degli insegnanti nell'insegnamento, sia cruciale per rendere le conoscenze all'interno del curriculum vivide e significative. L'autore ha, tra i suoi studi, elaborato la teoria della Comprensione Multipla (Egan, 2012), in cui descrive come gli esseri umani comprendono i significati e si relazionano con questi nel loro apprendere. Collega le fasi di questa comprensione alla mente narrativa e alla grande immaginazione degli uomini, dando al contempo risalto alle storie. In un altro contributo, Egan sottolinea come le storie abbiano il potere di insegnare ogni contenuto in modo significativo e motivante, proprio per il fatto di essere un universale culturale degli esseri umani (Contini, 2013, p. 45). Storie, quindi, che non si presentano come puro intrattenimento, ma riflettono il modo più semplice e potente in cui noi attribuiamo significato al mondo e all'esperienza.

Anche Hans Fuchs (2015), fisico, evidenzia come la fisica dei fenomeni macroscopici sia di natura narrativa. In questo senso la narrazione nelle scienze ricopre un ruolo importante, sia quando si prospetta come sfondo integratore, per la creazione di contesti motivanti e coinvolgenti, sia in campo didattico, per quanto riguarda l'apprendimento. In particolare, l'autore presenta l'ipotesi di un *Narrative Framing*, che integri funzionalmente l'assunto del ruolo dell'intelligenza narrativa nella comprensione dei fenomeni naturali e il racconto di Storie che contengano elementi concettuali utilizzati nella creazione di modelli scientifici dei fenomeni stessi. In queste narrazioni sono presenti strutture, che chiama

¹ Di Alessandra Landini.

Forze della Natura, articolate narrativamente e metaforicamente, come il vento, l'acqua, la luce, il ghiaccio, il fuoco, l'elettricità, il moto e altre ancora, costituenti un sistema concettuale di riferimento all'interno della nostra vita quotidiana. Sono le stesse figure con cui descriviamo e comprendiamo nella nostra lingua naturale e in modo ingenuo ciò che ci circonda, ma sono al contempo le strutture linguistiche e concettuali che utilizziamo per parlare di fisica e altre scienze.

La relazione tra narrazione e scienza, suggerisce Fuchs, in accordo con le teorie di Egan, è perciò insita nel nostro stesso modo di percepire la realtà, dove la percezione delle Forze della Natura (ad esempio un temporale) ci porta a costruire le figure di agenti naturali protagonisti di storie (in un processo di percezione narrativa della nostra mente). Raccontare una storia su una Forza della Natura diventa perciò, a maggior ragione per un bambino, un modo naturale, ma contemporaneamente scientifico, di descrivere la natura e le sue relazioni, creando uno *storyworld* in cui gli agenti naturali sono attori-protagonisti che agiscono e subiscono all'interno di un sistema di regole (che diventano esse stesse percepite in forma narrativa).

Se Fuchs sottolinea le potenzialità della narrazione nello studio delle scienze, Annamaria Contini, filosofa, evidenzia la straordinaria potenzialità delle metafore e delle analogie nelle narrazioni umane. Contini si riallaccia a Lakoff e Johnson e alla loro teoria della *Embodied mind*, per spiegare proprio il potere e la generatività della metafora e delle analogie: l'autrice spiega come le metafore possano essere tra loro interconnesse, legate da un unico tema di fondo, e possano essere collegate ad altre metafore che formano sottocategorie e reti di un complesso sistema concettuale. Non si tratta solo quindi di immagini mentali fortemente significative, perché radicate nelle percezioni del nostro corpo, ma di *Image schema* che, consolidandosi, orientano le interazioni col mondo esterno. Visto il forte legame esistente tra metafora e linguaggio, sarebbe buona prassi, soprattutto nei primi anni di scuola, sostenere l'abilità metaforica (cioè riconoscere e creare metafore). Il modo ancora «ingenuo» e libero di costruire inferenze e collegamenti dei bambini va educato e sollecitato come una grande risorsa del pensiero creativo: certamente la possibilità di fruire di esperienze insieme in modo ricorrente, spiegano Lakoff e Johnson, ci porta alla formazione di categorizzazioni e alla definizione di *Gestalt* presenti nell'esperienza. Il processo di costruzione condivisa permette ai bambini di creare la loro comunità di apprendimento. Attraverso questa esperienza, i bambini hanno l'opportunità di ripetere esperienze significative dal punto di vista linguistico, emotivo e concettuale, contribuendo così al loro sviluppo cognitivo, sociale ed affettivo. In particolare, la costruzione condivisa consente ai bambini di esprimere le proprie idee e di interagire con gli altri, migliorando le loro capacità comunicative e la loro capacità di lavorare in gruppo. Inoltre, l'approccio esperienziale favorisce lo sviluppo della creatività, della fantasia e della curiosità, incoraggiando i bambini ad esplorare nuovi concetti e a sviluppare nuove competenze.

Di fronte all'evidenza che la narrazione si prospetta come uno strumento potente e naturale per stimolare l'apprendimento in generale e quello delle scienze in particolare, e forti degli assunti teorici riguardanti l'*Embodied Mind* e recenti studi su metafore, analogie e schemata,² poniamo il problema di come un approc-

² Per ulteriori approfondimenti sull'argomento si veda: Hampe B. e Grady J.E. (a cura di) (2005), *Cognitive linguistic research*; 29. *From perception to meaning: image schemas in cognitive linguistics*, Berlino, Mouton De Gruyter.

cio narrativo-metaforico possa essere integrato nel processo di insegnamento-apprendimento delle scienze all'interno della scuola oggi.

Innanzitutto, partendo dagli assunti teorici sopra esposti, risulta necessario sciogliere il nodo dell'utilizzo rigido del libro di testo dalla primaria alla secondaria di primo grado: un approccio narrativo-metaforico legato al laboratorio come spazio fisico e mentale potrebbe dar forma ad un curriculum di scoperta, ancorato al reale e all'esperienza, che interroga la natura e la vita di tutti i giorni, aiutandoci ad interpretare e comprendere anche qualcosa che non sentiamo vicino. La sfida appare quindi quella di «scegliere», all'interno di un patrimonio disciplinare arricchito ormai quotidianamente di nuove informazioni. Una selezione da operare a monte, con intenzionalità, per costruire una continuità cognitiva (Petracca, 2015, pp. 64-65), che favoriremo concentrandoci sul senso profondo delle esperienze che vogliamo far vivere ai nostri studenti. Le metodologie utilizzate in questo approccio, quindi, vogliono potenziare i processi cognitivi attraverso una didattica multicanale che lasci «immergere» i bambini nelle esperienze e faccia «emergere» le loro interpretazioni del mondo. Per quanto riguarda il curriculum verticale di scienze proposto, la continuità cognitiva si basa sulla valorizzazione del linguaggio nelle sue funzioni generative di ordine comunicativo, simbolico e analogico e sulla socializzazione delle esperienze scientifiche. L'utilizzo intenzionale della narrazione, il confronto e lo scambio di descrizioni nei laboratori, il dialogo, la formulazione di tesi, la discussione e l'argomentazione, l'uso dell'*inquiry*, della discussione scientifica, vengono assunti come cardini di un approccio che fa della continuità/discontinuità cognitiva la chiave di svolta del curriculum. Ad essa si associa un uso sistematico di mediatori didattici ed architetture simulate, che vogliono valorizzare e potenziare il rapporto privilegiato tra mente e corpo, sulle traiettorie suggerite dall'*Embodied Cognition Science*.

Nello specifico, la proposta che segue si pone come proposta innovativa nel campo dell'educazione scientifica, attraverso una sintesi di materiali che sono strumento di riflessione sul percorso di ricerca-azione e documentazione concreta del prodotto dall'esperienza: i ricercatori e i docenti hanno sperimentato nella scuola Primaria alcune storie e unità di apprendimento correlate e tra queste si è scelto di pubblicare in questo primo volume un progetto per ogni classe, dalla prima alla quinta. La raccolta di altre storie e relativi progetti, le esperienze dell'Infanzia e della secondaria di primo grado, saranno successivamente documentate per completare un quadro più esaustivo di tutti gli aspetti coinvolti nell'approccio narrativo-metaforico alle scienze all'interno del primo ciclo di istruzione.

Capitolo 1

La narrazione e le scienze

L'approccio narrativo-metaforico alle scienze¹

L'approccio narrativo metaforico allo studio delle scienze parte dall'assunto che parlare di scienza non significhi parlare una lingua diversa dalla lingua naturale. Una «interpretazione» delle Forze della Natura è stata da sempre prodotta dagli uomini a partire dalle pitture rupestri, fino ai racconti mitici sui fenomeni naturali, per poi creare modelli più astratti nel corso dei millenni: l'uomo ha «narrato» la natura e i suoi eventi, permettendo il passaggio di visioni, di interpretazioni, di letture culturalmente diverse. Ad accomunare tali narrazioni, sebbene caratterizzate da un indice di narratività molto alto (mito) o molto basso (sequenza di eventi tramite disegni) (Ferraro, 2015, p. 16), il «sistema narrativo», come ha spiegato Greimas (1991, p. 88), si può definire una «forma generale di articolazione dei contenuti [...] anteriore alla loro manifestazione linguistica e non linguistica [...] che si può considerare come principio organizzatore dell'immaginario umano».

Possiamo quindi pensare, allargando lo sguardo, che le spiegazioni ingenue dei bambini siano esse stesse narrazioni, definite spesso «folk» o «naïves», provenienti da quel «sistema narrativo»: esse danno origine nella nostra visione a un inizio di interpretazione fortemente situata sul mondo della natura, che prende nel corso del tempo la forma di concettualizzazione scientifica. Tale concettualizzazione parte, in prospettiva filosofica, da un primo approccio ai *perché* e ai *come* del mondo che ci circonda, in forma di racconto. Proprio in questo senso la scienza è difficilmente inscindibile dalla filosofia della scienza, laddove si accetta il senso interpretativo del nostro «spiegare» un fenomeno. Come Mario Rugggerini illustra in un suo saggio (Rugggerini, 2005) sulla verità nelle scienze, non possediamo «la verità del dato, né del dimostrato una volta per tutte, ma la verità d'una interpretazione che tenta di rispondere alle questioni da cui è interpellata. Pur sapendo che né la domanda finisce di chiedere, né la risposta può finire di rispondere. Proprio per questo dice, perché sa di avere ancora da dire e da domandare». Si prefigura perciò un'educazione scientifica che favorisce le procedure argomentative, ma ne accetta il carattere finito, le riconosce utili «in vista di scopi determinati» (Rugggerini, 2005). Questo pone l'insegnante stesso in una condizione di ricerca e di dialogo paradigmatici, dove anche le proposte dei bambini concorrono ad interpretare la realtà, anche i loro modelli si prefigurano

¹ Il presente capitolo è stato scritto da Alessandra Landini, ad esclusione del paragrafo *Le scienze nel curricolo della scuola: alla ricerca di temi comuni per una visione olistica delle scienze*, i cui autori sono Alessandra Landini, Tiziana Altiero e Federico Corni.

come mondi possibili. In campo pedagogico, lo stesso Bruner parte dall'assunto che gli esseri umani diano senso al mondo reale raccontando storie e critica il fatto che solo la modalità di spiegazione scientifica sia ammessa nelle lezioni di scienze (Bruner, 1996) e studia le forme del linguaggio e della narrazione, intese come strumenti della nostra mente per dar forma al pensiero.

La narratologia cognitiva raccoglie anch'essa, in un'ottica di intreccio funzionale alla comprensione della materia del «narrare», proprio i contributi dei diversi modelli e delle teorie formulate negli anni Settanta nell'ambito degli studi cognitivi: è alimentata infatti dalle teorie di Vygotskij, Bruner e Skinner, da studi ibridi attinenti alla psicologia, alla filosofia della mente, all'intelligenza artificiale, e accetta parimenti il contributo delle neuroscienze, rivendicando la centralità degli studi cognitivi nell'ambito della narratologia stessa. Al tempo stesso offre oggi una visione più sistemica della «teoria della narrazione», che integra i saperi e le loro basi cognitive. Ne deriva anche per la scuola, oltre che per la ricerca, un quadro teorico dinamico che permette di approcciarsi alle diverse discipline appoggiandosi a una dimensione cognitiva concreta, attenta ai processi di apprendimento dell'essere umano visto nella sua globalità e alle sue competenze trasversali. Partendo quindi da una riconosciuta base teorica a questo riguardo, risulta più semplice aprire la strada alla costruzione di un ponte tra discipline scientifiche e umanistiche, forti dell'apporto di altri contributi. Kieran Egan, esperto e filosofo dell'educazione, nella sua teoria della Comprensione multipla,² descrive come gli esseri umani si relazionino coi significati nel loro apprendere. Mette in relazione le fasi della comprensione alla mente narrativa e all'immaginazione degli uomini, dando al contempo risalto alle storie.

Se osserviamo il rapido sviluppo del linguaggio dei bambini che vanno dai 18 mesi all'adolescenza, il bambino medio impara in poche ore una nuova parola; notiamo in atto una procedura comune, potente e molto efficace per elaborare una comprensione concettuale del mondo che li circonda. Le opposizioni vengono create tra linee di dimensione, velocità, temperatura, consistenza e anche, certamente, di moralità; abbiamo buono/cattivo, amore/odio, paura/sicurezza, e così via. Il mondo è duro nel metterci di fronte a tali categorie discrete come vita/morte, umano/animale, natura/cultura e, nel mondo moderno, uomo/macchina. Le mediazioni inventate tra queste categorie sono il contenuto di tutte le storie di fantasia e di tutti i miti del mondo [...] (Egan, 2013, p. 96).

Le storie, quindi, secondo Egan, non sono un diversivo, ma riflettono il modo più fecondo ed efficace con cui rappresentiamo il mondo e l'esperienza. L'autore ribadisce il collegamento tra le storie e la scienza, evidenziando il l'aspetto fondamentale del processo scientifico: la capacità di creare astrazioni dalla particolarità del mondo empirico e generare teorie sulla particolarità stessa. Premettendo che le teorie sovente riguardano condizioni difficilmente rintracciabili nella realtà, Egan argomenta: «Da una teoria che descrive condizioni ideali e inesistenti è possibile trarre inferenze e considerazioni che rendono la teoria applicabile al mondo reale» (Egan, 2013, p. 98) e conclude ipotizzando che la fantasia sia un prerequisito essenziale per una comprensione scientifica flessibile, richiamandosi al fatto che il percorso dalla fantasia alla scienza è quello seguito nella nostra storia culturale (Cornfold, 1912; Egan, 2013, p. 99).

² Nel paragrafo *Dalla scoperta alla comprensione del mondo* si tratterà in modo più approfondito della teoria dell'educazione di Kieran Egan, in quanto fondante dell'approccio narrativo-metaforico alle scienze.

Hans Fuchs, fisico, in svariati contributi sull'argomento (Fuchs, 2006; 2011; 2012; 2013; 2015) sottolinea come la narrazione nelle scienze, delle scienze e per la comunicazione/divulgazione scientifica sia da tempo un campo di studi significativo, evidenziando un dialogo nella ricerca sempre più interdisciplinare, che va dalle discipline scientifiche della STEAM education, alla filosofia, dalla linguistica cognitiva alla narratologia, per citarne alcune. In Norris et al. (2005) viene presentata una rassegna estensiva della narrazione nelle scienze dove risulta fondamentale la distinzione tra forme intrinseche ed estrinseche di narrazione. Fuchs (2015) suddivide e riorganizza in una tabella una lista di tipi e differenti utilizzi di narrazioni riguardanti le scienze, organizzandoli in quattro principali categorie: *Science As Narrative*, *Narratives About Science*, *Narrative For Science* e *Narrative As Science*. Non potendo qui descrivere nello specifico ogni categoria, ci limitiamo tuttavia a sottolineare come, secondo Fuchs (2015), la narrazione risulti facilitante per lo studio delle scienze, sia quando si prospetta come sfondo integratore, per la creazione di contesti motivanti e coinvolgenti che stimolano l'immaginazione, *Narratives About Science* (motivanti per l'apprendimento, che creano contesti per le scienze), sia in campo didattico, per quanto riguarda l'apprendimento dei nuclei fondanti delle discipline *Narrative For Science* (per i contenuti scientifici, l'apprendimento delle scienze, il metodo scientifico e la formulazione di credenze riguardo le scienze). Le storie infatti permettono di creare degli *storyworld* in cui le Forze della Natura si comportano come agenti, permettendo *feedback* nella mente che conducono ad una migliore comprensione dei fenomeni naturali; la comprensione che ne scaturisce si fonda su analogie e collegamenti tra concetti e suggerisce modelli di riferimento. Questi concetti, continua l'autore, sono equivalenti alle strutture figurative che si creano dalla nostra percezione narrativa del mondo e dalle storie, che mediano profondamente tra natura e scienza. Per questo Fuchs presenta l'ipotesi di un *Narrative Framing* che integri funzionalmente l'assunto di un ruolo dell'intelligenza narrativa nella comprensione dei fenomeni naturali e il racconto di storie che contengono elementi concettuali utilizzati nella creazione di modelli scientifici dei fenomeni stessi. Le Forze della Natura, sono quindi un sistema concettuale di riferimento all'interno della nostra vita quotidiana e la relazione tra narrazione e scienza, suggerisce Fuchs, in accordo con le teorie di Egan, è perciò insita nel nostro stesso modo di percepire la realtà. Raccontare una storia su una Forza della Natura è un modo naturale, ma contemporaneamente scientifico, di descrivere la realtà, i sistemi che ne fanno parte e le relazioni che li regolano: gli agenti naturali che popolano questi *storyworlds* sono attori-protagonisti del mondo naturale.

Questa posizione arricchisce il dibattito sul fatto che sia o meno opportuno raccontare le scienze ai bambini come se gli scienziati fossero detentori di «verità». L'approccio più ecologico e funzionale ad una visione euristica delle scienze, e dunque del mondo, ci pare essere quella di un'ermeneutica dell'assenza: la verità che nessuno possiede (Ruggerini, 2005). Questo per confermare quel clima di scoperta del mondo che apre alla capacità interpretativa dei bambini. La funzione immaginativa quindi ci porta ad affiancare alla gamma di strumenti a disposizione per la scoperta dei fenomeni naturali, il racconto e le espressioni metaforiche. Come afferma Silvana Borutti, filosofa, «Attraverso la funzione immaginativa, che sintetizza testualmente l'eterogeneo, la metafora proietta una nuova comprensione del mondo, o, come dice Ricoeur, apre una «verità metaforica»: la verità di un mondo riconfigurato». Annamaria Contini (2013), filosofa, evidenzia la straordinaria potenzialità delle metafore e delle analogie

nelle narrazioni umane, riallacciandosi alla teoria dell' *Embodied mind* (Lakoff e Johnson, 2012), L'autrice illustra come la metafora e le analogie possano essere potenti e produttive in senso divergente. In particolare, spiega come le metafore possano essere interconnesse tra loro, legate da un unico tema di fondo e collegate ad altre metafore che formano sottocategorie e reti di un complesso sistema concettuale. In ogni cultura esse sono inseparabili dalla fitta rete di schemi percettivi e categoriali che le caratterizzano, ordinandole e generando la loro coerenza. «Facendo parte del bagaglio cognitivo condiviso da una certa cultura, le metafore contribuiscono a «creare» la realtà, poiché strutturano o ristrutturano la nostra esperienza secondo corsie semantiche preferenziali che variano, almeno in parte, da cultura a cultura» (Contini, 2013, p. 45).

Per meglio comprendere queste caratteristiche del pensiero metaforico è necessario riporlo in relazione con l'idea che l'immaginazione è un'attività cognitiva *embodied*, in quanto salda la nostra parte cognitiva con quella più corporea. Non si tratta solo di immagini mentali fortemente significative, perché radicate nelle percezioni del nostro corpo, ma di Image schema che consolidandosi orientano le interazioni col mondo esterno, permettendoci il transfert metaforico.

In conclusione, se la metafora è, in generale, «razionalità immaginativa» — in quanto ogni tipo di metafora ci permette di vedere e pensare una cosa attraverso un'altra, ampliando la gamma delle connessioni intercategoriali —, alcune metafore ci fanno risalire alla genesi di tali processi, indicando che il rapporto tra immaginazione e ragione nasce dal carattere *embodied* della nostra mente (Contini, 2013, p. 53).

Per un educatore può essere significativo sapere che numerose ricerche hanno sondato la capacità di produrre e comprendere espressioni metaforiche. Secondo vari studiosi, i bambini molto piccoli usano la metafora con facilità. Gardner e Winner, in particolare, hanno svolto diversi studi empirici sulla genesi della competenza metaforica: durante lo svolgimento di alcuni test sul riconoscimento delle metafore hanno notato che «il numero più alto di metafore corrette era raggiunto dai bambini in età prescolare, che superava persino gli studenti delle superiori; inoltre questi bambini di tre-quattro anni davano vita a metafore più appropriate dei bambini di sette o undici» (Gardner e Winner, 1979). Nelle loro ricerche anche Levorato e altri (Levorato et al., 2006) analizzano questa capacità di utilizzare il linguaggio figurato in modo creativo e si riferiscono nel loro lavoro di ricerca alla produzione di metafore. Per la comprensione avviene evolutivamente un po' l'opposto: è dai sette-otto anni che i bambini cominciano ad affinare gli strumenti cognitivi che li porteranno verso astrazione e una migliore capacità di comprensione, anche nell'utilizzare categorie e modelli di riferimento. Sembra allora che il momento più fertile che abbraccia sia la comprensione sia la produzione di metafore possa essere quello tra la prima e la seconda primaria, con un graduale disimpegno nella capacità produttiva di metafore, che riprenderanno la loro vivacità in adolescenza. Rimane meno fecondo, apparentemente, l'ultimo periodo della primaria, che però si attesta come più funzionale alla comprensione delle metafore e delle analogie. Visto quindi il forte legame esistente tra metafora e linguaggio, sarebbe buona prassi, soprattutto nei primi anni di scuola, sostenere l'abilità metaforica (cioè riconoscere e creare metafore). Il modo ancora «ingenuo» e libero di costruire inferenze e collegamenti da parte dei bambini, va educato e sollecitato come una grande risorsa del pensiero creativo. Inoltre la visione del mondo va arricchita di

diversi punti di vista, ma certamente la possibilità di fruire di esperienze insieme in modo ricorrente, spiegano Lakoff e Johnson (2012), porta alla formazione di categorizzazioni e alla definizione di Gestalt comuni nell'esperienza. «Tali Gestalt definiscono la coerenza della nostra esperienza. [...] Noi comprendiamo la nostra esperienza metaforicamente quando usiamo una Gestalt da un ambito di esperienza per strutturare l'esperienza di un altro ambito». In questi termini diventa fondamentale nella conoscenza metaforica dell'esperienza l'idea di rituale: «Nei nostri termini un rituale è un tipo di Gestalt basato sull'esperienza [...] una sequenza coerente di azioni». Il costruire insieme, in un laboratorio o in classe, rituali quotidiani sia spontanei sia guidati e voluti per una finalità, permette ai bambini di costruire la loro piccola società, il loro gruppo di apprendimento, e di ripetere esperienze significative dal punto di vista linguistico, emotivo e concettuale. Esperienze che si prefigurano come significative per l'acquisizione di competenze trasversali alle discipline.

Questa apertura delle scienze alla razionalità immaginativa dei bambini prefigura un nuovo rapporto con la lingua e la realtà che ci circonda. In questo approccio per la comprensione scientifica quindi gli oggetti concreti della lingua di tutti i giorni, ad esempio le espressioni metaforiche con cui raccontiamo le storie, richiamano strutture schematiche (metafore, agenti e story schema) che sono a loro volta un meccanismo di proiezione di strutture gestaltiche di base (Image schema di contenitore, di verticalità, di percorso...). Queste sono il risultato dell'astrazione delle nostre esperienze senso-motorie e percettive. La nostra lingua naturale è fisiologicamente intrisa di tali strutture, che sono incarnate nel nostro pensiero, perché fortemente *embodied*. Le storie-artefatto che proponiamo, così come tutte le nostre spiegazioni dei fenomeni in cui siamo immersi, sono costruite con la lingua naturale e trasportano nei percorsi di comprensione immagini vivide e sensibili di tali strutture, favorendo il sorgere di concatenamenti analogici e metaforici. La lingua, e le strutture semantiche e concettuali di cui è riflesso e tramite al contempo, sono lo strumento dei laboratori e delle attività che si avvantaggiano dell'uso dell'*inquiry* e della discussione: l'obiettivo è favorire la trasformazione dei pensieri naïves dei bambini in interpretazioni sempre più scientifiche dei fenomeni, riconoscendo alla disciplina il carattere formativo e la specifica epistemologia scientifica. In particolare, il dialogo diventa terreno di fertile rilettura di questo percorso interpretativo della realtà, dove il pattern che emerge dall'interazione disegna continui rimandi e chiarimenti su quanto osservato. I rimandi linguistici non risultano evidenziati solo sotto l'aspetto semantico, ma anche sotto quello sintattico, quando si rileva che un'affermazione di un alunno viene in parte ripresa nella frase del successivo intervento. Senza entrare qui nello specifico dell'aspetto sintattico,³ sottolineiamo che i parallelismi risultanti dall'interazione dei bambini nei dialoghi, si prestano a evidenziare delle coppie che generano nell'evento-laboratorio una specifica risonanza di forme che sottendono a significati; tali strutture parallele possono innescare formule di accordo o discordanza che l'insegnante potrà sfruttare per favorire il conflitto cognitivo e/o la prosecuzione del pensiero di gruppo. Gli alunni costruiranno così, nella conversazione o nella descrizione di altri fenomeni, delle narrazioni di gruppo che includeranno i seguenti elementi: gli eventi; le esperienze di tali eventi vissute da agenti; la tensione che nasce nella creazione di tali eventi; il

³ Per un approfondimento in tale senso si rimanda a: Du Bois J.W. (2014), *Towards a dialogic syntax*, «Cognitive Linguistics», 25(3), pp. 359-410.

ruolo dei pazienti in tali eventi; l'occasione che rende possibile e necessaria la presenza di un narratore (Fuchs, 2015).

Certo nel linguaggio comune si nascondono anche possibili misconcezioni, ma sta all'insegnante saper condurre l'esperienza di confronto dei bambini verso trame che interpretino sempre meglio la realtà che li circonda.

Dalla scoperta alla comprensione del mondo

Prima di descrivere nello specifico la visione educativa di Kieran Egan, su cui il nostro approccio fonda l'uso di strumenti di comprensione della realtà, è necessario fare riferimento al framework teorico più generale.

Lo stesso Egan, in *The Educated Mind: How Cognitive Tools Shape Our Understanding* (1997), cerca di identificare la natura del collegamento tra lo sviluppo culturale del passato e lo sviluppo educativo del presente, «soffiando via la polvere dalle teorie della ricapitolazione e mettendole in relazione con una certa idea di Vigotskij» (Egan, 2012, p. 52). Nella teoria della ricapitolazione (Spencer, 1861; Hall, 1904; Gould, 1977; Hallpike, 1979), che vedeva nello sviluppo della storia culturale della specie umana una logica utilizzabile per concepire il curriculum, gli schemi educativi parevano rimanere orientati al passato. In Egan (1997) si legge di come anche Dewey (1911) abbandonò tale teoria poiché non rispondeva alle esigenze di una *educazione progressiva* (Dewey, 1911, pp. 240-242). Egan prosegue introducendo brevemente il pensiero di Vigotskij (Egan, 2012, p. 55):

Egli sostiene che noi diamo un senso al mondo usando strumenti di mediazione intellettuale che a loro volta influenzano profondamente il tipo di senso che costruiamo. Il nostro sviluppo intellettuale, dunque, non può essere adeguatamente compreso in termini di conoscenza accumulata o in termini di tappe psicologiche come quelle di Piaget, ma richiede una comprensione del ruolo giocato dagli strumenti intellettuali disponibili nella società in cui una persona cresce.

L'autore prosegue illustrando il modo in cui secondo Vigotskij il processo di sviluppo degli strumenti intellettuali «porta a modi qualitativamente differenti di creare senso» (Egan, 2012, p. 56), riorganizzando l'intero processo psicologico; è nell'interazione con i differenti gruppi culturali umani che l'individuo imparerà a comprendere il mondo. Pur consapevole di diverse posizioni che evidenziano l'incompatibilità di tali teorie, Egan rivendica che lo schema delle sue fasi di sviluppo che andremo ad illustrare, sia compatibile con quella che Vigotskij e Lurija chiamavano «linea di sviluppo culturale-psicologica», identificata come quella riferibile alle modificazioni del funzionamento mentale (Egan, 2012, p. 57). Ed è partendo dallo studio degli strumenti di comprensione dei bambini, attraverso i quali si approcciano alla realtà e all'apprendimento, che Egan ha suddiviso il percorso educativo in cinque fasi. Le fasi non sono strutturate secondo uno schema meramente evolutivo, ma si configurano come fasi di comprensione che si sommano e compenetrano gradualmente nel corso dell'esistenza grazie all'acquisizione dei vari linguaggi. Per necessità di sintesi le mostriamo nella Figura 1.1 senza poterle trattare esaustivamente.⁴

⁴ Per una lettura completa si rimanda al testo citato, da cui è stato rielaborato lo schema. (Rielaborazione grafica di Alessandra Landini).

Le due fasi direttamente riferibili ai bambini e ai ragazzi della scuola del primo ciclo di istruzione sono la seconda e la terza, la fase mitica e quella romantica. Egan sostiene che:

fino a quando il linguaggio è sufficientemente utilizzato per strutturare la nostra cognizione noi abbiamo una comprensione del mondo che è prettamente umana ma prelinguistica, e questa comprensione somatica rimane fondamentale per comprendere il mondo lungo tutto il corso delle nostre vite (Egan, 2012, p. 64).

La fase predominante dal momento in cui si sviluppa la lingua grammaticale (dai 2-3 anni fino ai 7-8 anni circa), continua l'autore, ci mostra gli strumenti della comprensione della prima infanzia, aiutandoci a fondare un'educazione più facile ed efficace, fino a che la mente non incorpora i nuovi linguaggi della lettura e della scrittura. «La comprensione mitica incorpora e trasforma a un livello significativo alcuni elementi della comprensione somatica, allo stesso modo la comprensione mitica non è una cosa che abbandoniamo appena diventiamo istruiti» (Egan, 2012, p. 65).

Ci limitiamo ad elencare alcuni elementi della comprensione mitica con relativi esempi: la struttura binaria (la polarità, l'opposizione, il dualismo); la fantasia (visioni, narrazioni fantastiche, mitiche); il pensiero astratto (operazioni della mente, Gestalt); la metafora (creazione di somiglianze, elaborazione di somiglianze, collegamenti analogici); il ritmo e la narrazione (cultura orale, storie, racconti del mondo, dei fenomeni naturali); le immagini (linguaggio figurativo, emozioni in termini di immagini).

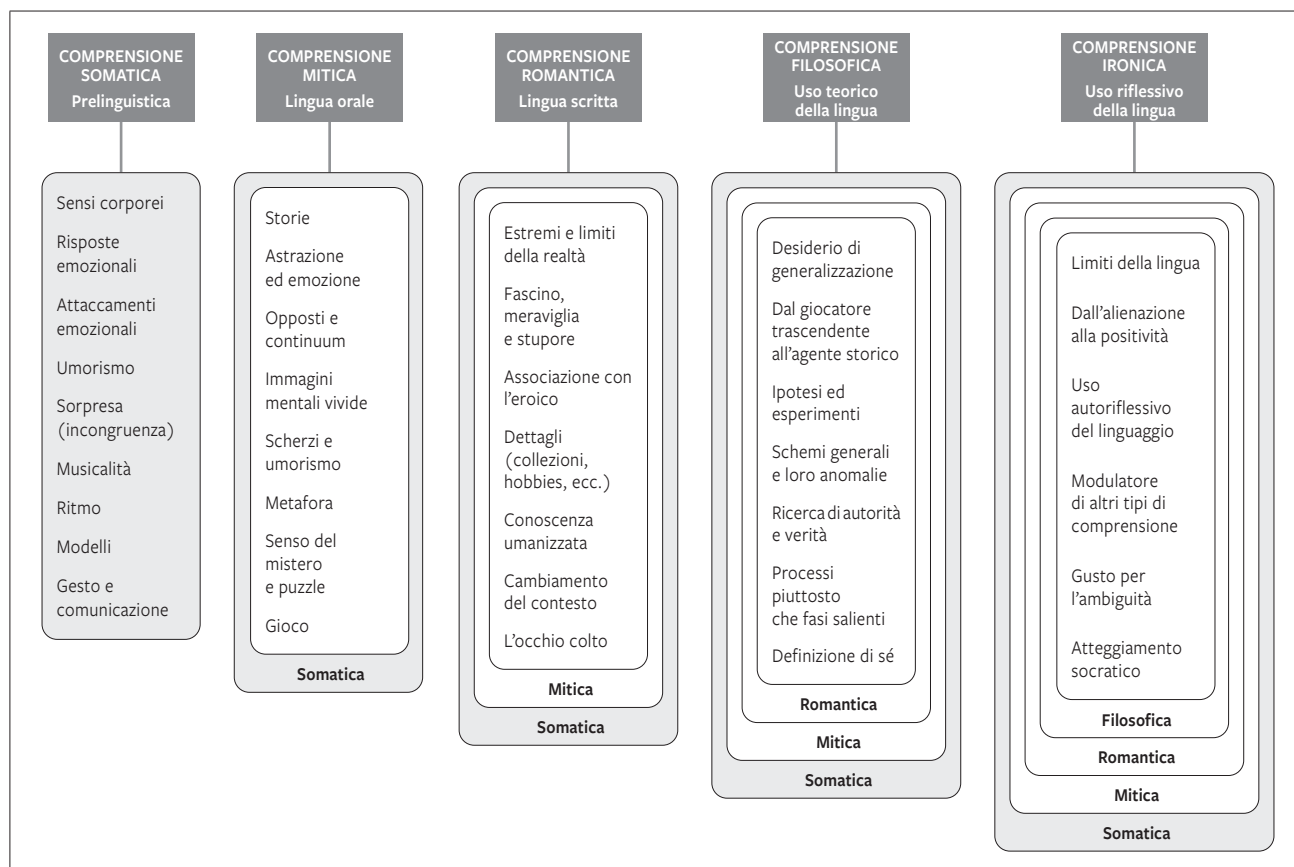


Fig. 1.1 Strumenti cognitivi nelle fasi della comprensione multipla di Egan.

Ancora una volta, dunque, in più forme viene sottolineata la narrazione come caratteristica fondamentale per l'educazione infantile: le diverse declinazioni del «narrabile» appariranno familiari all'insegnante esperto della scuola dell'infanzia e della scuola primaria. Tuttavia il ruolo del racconto appare enfatizzato per ristrutturare gli eventi e comprenderli e non solo come piacere; la valenza affettiva ed emotiva del fruire storie ci conferma la loro importanza per lo sviluppo psico-sociale del bambino. Scrive inoltre Egan (2012):

Tendiamo a vedere il curricolo come un corpo di conoscenze [...] e a vedere l'insegnamento come una comunicazione specializzata di questo sapere ai bambini. Se invece cominciamo a pensare al fatto che i bambini piccoli utilizzano la comprensione mitica in modo flessibile per acquisire un'iniziale comprensione del mondo e della loro esperienza, e se riconosciamo la struttura narrativa come una caratteristica fondamentale della comprensione mitica, allora saremo portati a riconsiderare il curricolo come un insieme di grandi narrazioni che dobbiamo raccontare ai bambini, e dovremo ripensare al ruolo dei maestri di scuola primaria, riconoscerli come i narratori/cantastorie della nostra cultura.

Dalla comprensione mitica alla comprensione romantica assistiamo in una mescolanza degli strumenti prima descritti con gli elementi della razionalità e dell'alfabetizzazione: l'apprendimento della lettura e della scrittura diventa, in queste fasi, parte integrante della quotidianità dei bambini e un nuovo potere accresce la capacità di comprensione: quello di un pensiero sempre più capace di astrarre e di decontestualizzare. Anche in questo caso esemplificheremo brevemente alcuni elementi caratterizzanti la fase romantica: i limiti della realtà (gli estremi dell'esperienza, i grandi eventi, l'esotico e il bizzarro); la trascendenza all'interno della realtà (l'eroe, le azioni eroiche, le imprese, le qualità umane trascendenti); la conoscenza umanizzata (la conoscenza umana attraverso la vita dell'inventore, dello scienziato, dell'esploratore, l'emozione della scoperta); la razionalità romantica (la realtà concreta, ricca di particolari, il collezionismo).

Una volta che si è capaci di scrivere si possono provare a descrivere in varie e ampie forme le concrete particolarità del mondo, in modo che successivi indagatori possano osservare il mondo stesso e le sue precedenti descrizioni e confrontare con quelle le loro osservazioni, costruendo in seguito le loro stesse descrizioni in modo che vadano incontro in modo più preciso al loro concetto di realtà (Gombrich, 1960).

Tale fase, che accompagna i ragazzi fino ai 12-13 anni circa conduce, parafrasando Egan, ad *un senso di autonomia personale e ad una relativa realtà autonoma*, ponendo la mente in contatto con la realtà esterna; tuttavia alla fine della scuola primaria e nella secondaria di primo grado si corre il rischio di decontestualizzare l'alfabetizzazione, la matematica, e la razionalità viene usata in modo da indebolire la comprensione mitica. La comprensione romantica perde *coerenza, sicurezza, significatività*, poiché «la comprensione romantica è viva, energica, più concentrata sui collegamenti inattesi e sulla gioia che possono portare che sulle strutture di sistema» (Egan, 2012, pp. 138-148).

Dalle fasi di comprensione alla verticalità del curricolo: l'educazione scientifica nel primo ciclo di istruzione

Ci troviamo quindi di fronte a molteplici evidenze: la narrazione si prospetta come uno strumento potente e naturale per stimolare l'apprendimento in gene-

rile e quello delle scienze in particolare; l'educazione scientifica non può essere parcellizzata pena la perdita di capacità di lettura e comprensione della realtà, con conseguente limitazione delle abilità inferenziali e di rappresentazione degli alunni. Quella che pare una matassa complessa da dipanare nel mondo della ricerca, appare più leggibile in termini educativi e di costruzione del curricolo. Alcuni di questi assunti teorici accompagnano da decenni il lavoro dei docenti, altri risultano più nuovi. La sfida è proporre, in continuità con le *buone pratiche* in atto, un curricolo attuale e adatto alle condizioni sociali e ai requisiti del mondo moderno, con un'attenzione maggiore per apprendimenti più semplici e meno dispersivi.

Poniamo dunque il problema di come un approccio narrativo-metaforico possa essere integrato nel processo di insegnamento-apprendimento delle scienze all'interno della scuola oggi. Il quesito, sicuramente complesso, si iscrive in un problema, a nostro parere, più ampio. Gli Istituti comprensivi affrontano un momento impegnativo, ma ricco di sfide per il futuro. Le Indicazioni nazionali del 2012,⁵ riservano un'attenzione allo sviluppo delle competenze che permea tutti i tre gradi di scuola e inserisce nel dialogo pedagogico-didattico termini e traguardi comuni, insieme ad una maggiore consapevolezza dei processi di costruzione di percorsi e progetti legati alle competenze trasversali. Tali indicazioni possono divenire proficue e reali occasioni di confronto operativo che tende a concretizzarsi nella pratica educativo-didattica di tutti i giorni. La costruzione comune di strumenti il cui utilizzo necessita di comprendere i processi sottesi all'azione didattica e ancor prima quelli sottesi allo sviluppo di competenze, porta i docenti ad approssimarsi in modo riflessivo e funzionale a un nuovo modo di intendere il curricolo.

Un curricolo che si fonda sulla narrazione, come uno degli strumenti più importanti per favorire anche l'apprendimento scientifico, focalizza l'attenzione sul linguaggio,⁶ inteso come strumento culturale e di sviluppo concettuale. La competenza nella lingua madre, l'uso del linguaggio naturale e contestualizzato, sono del resto tra i focus principali del documento ministeriale del 2012. Se la competenza entra in modo linguisticamente rappresentativo e didatticamente efficace in classe, forgia anche il lavoro dell'insegnante in itinere nutrendolo di due grandi caratteristiche: la complessità e la novità, laddove il docente stesso, come l'alunno, per far fronte ad una situazione inedita e a una situazione-problema, riesce a risolverla in modo efficace (Petracca, 2015, p. 31). Perrenoud ha sovente sottolineato la necessità di facilitare l'acquisizione di schemi logici e cognitivi, di punti di riferimento concettuali e procedurali che mobilitino le conoscenze e le abilità. Come gli insegnanti fanno, è ormai da più parti sottolineata la necessità che le competenze possedute permettano allo studente di muoversi da un contesto noto a uno non noto, di utilizzare e scegliere risorse in autonomia: tale acquisizione, si fonda su un uso consapevole del linguaggio dell'insegnante, su di un'azione intenzionale mediante la pratica (Perrenoud, 2003) e su una selezione attenta degli organizzatori concettuali che andranno

⁵ https://www.miur.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf (ultima consultazione 15 settembre 2023).

⁶ Il termine «linguaggio» è qui presentato nella valenza di una visione organica che lascia coniugare gli apporti della neurolinguistica, della neuronarratologia e del socio-costruttivismo, riconoscendo a tutti questi apporti primaria importanza per la costruzione del curricolo educativo.

utilizzati per costruire un percorso di insegnamento-apprendimento funzionale all'acquisizione delle competenze stesse.

Un approccio narrativo-metaforico legato a esperienze-laboratorio, ci aiuta ad improntare tutto il curriculum come una ricerca-attiva, dove il sapere ha un'origine concreta, nasce da interrogativi e problemi del quotidiano e ci aiuta a codificare cognitivamente, linguisticamente ed affettivamente anche qualcosa che è più lontano dal nostro contesto abituale. Si chiede allora agli insegnanti, come primo passo, di selezionare i saperi di un patrimonio disciplinare ormai sconfinato, stratificatosi negli anni, arricchito ormai quotidianamente di nuove informazioni. Come anche Gardner provocatoriamente ha affermato:

Sono convinto che la scuola cerchi di trattare troppi argomenti e che una comprensione superficiale (o una mancata comprensione) ne sia il risultato inevitabile. È molto più logico dedicare una considerevole parte del tempo a concetti-chiave, idee produttive e questioni essenziali permettono agli studenti di approfondire meglio queste nozioni e i significati correlati (Gardner, 1999, p. 16).

Prendendo ad esempio una programmazione annuale di scienze, parafrasando gli insegnanti, il docente dovrà affrontare troppi «argomenti», «nuclei tematici», «contenuti». Poco importerà nella maggioranza dei casi che tali contenuti siano inseriti in una griglia che anticipa le competenze disciplinari che si andranno a promuovere: l'attenzione dei docenti, costantemente richiamata all'ordine dalle famiglie, andrà a focalizzarsi tendenzialmente sui nuclei tematici. A rendere quasi fisiologico questo transfer conservativo concorreranno le strutture di alcuni sussidiari che familiarmente confermeranno il richiamo ai contenuti, spesso irrinunciabile visti i materiali proposti, soprattutto in fase valutativa. La selezione va fatta quindi a monte, meglio se condivisa per classi parallele e gruppi disciplinari, meglio ancora costituendo gruppi di ricerca e autoformazione in verticale, dove il focus non sarà la progressione dei contenuti, ma la costruzione di una continuità cognitiva e concettuale (Petracca, 2015). Tale continuità cognitiva si alimenta concentrando la costruzione dei percorsi d'apprendimento sui processi (percettivi, mnestici, induttivi, deduttivi, dialettici e creativi). Come Petracca afferma:

Si tratta di stabilire per le metodologie di insegnamento più ricorrenti il peso che dovrebbero avere nelle diverse fasi del percorso formativo e soprattutto le modalità corrette di conduzione di ciascuna di esse. Diversamente gli alunni, in questo settore, si trovano di fronte a vistose discordanze che producono discontinuità nel processo formativo. Si può accettare che alcune di tali metodologie vengano assunte con assiduità in un ordine di scuola e poi risultino assenti in un altro? (Petracca, 2015, p. 64).

Le metodologie utilizzate quindi diventano oggetto di confronto e studio da parte del docente, che intenzionalmente promuove, con metodi e strumenti diversificati, il potenziamento dei processi cognitivi. La lezione espositiva rimane, laddove necessaria, affiancata da interventi didattici metodologicamente approfonditi, che rendono gli Istituti comprensivi una comunità educante dove le buone pratiche vengono studiate e condivise. In primo piano, per quanto riguarda il curriculum verticale di scienze proposto, la continuità cognitiva si basa sulla valorizzazione del linguaggio nelle sue funzioni generative di ordine comunicativo, simbolico e analogico. L'utilizzo intenzionale della narrazione, il confronto e lo scambio di descrizioni nei laboratori, la formulazione di tesi, la discussione e

l'argomentazione, l'uso dell'*inquiry* vengono assunti come cardini di un approccio che fa della continuità/discontinuità cognitiva la chiave di svolta del curricolo. La successione graduale e la progressione nei traguardi di competenza scientifica vedono sollecitate, fin dalla prima infanzia, le stesse modalità di osservazione e «interrogazione» dei fenomeni naturali, di «racconto» delle forze che agiscono nella natura, di formulazione di ipotesi e di abilità di *problem-solving* di quelle della scuola primaria e secondaria di primo grado; tale successione si sviluppa nell'arco della scuola dell'obbligo, differenziandosi nel livello di raggiungimento di tali competenze. In un curricolo verticale di questo tipo l'insegnante dell'area scientifica si trova molto più contiguo a quello di area linguistico-espressiva e va a sollecitare l'itinerario del processo di insegnamento-apprendimento, arricchendolo sia per quanto riguarda l'unitarietà, sia per quanto riguarda la differenziazione, come richiesto dalle stesse Indicazioni nazionali (Petracca, 2015, pp. 62-63). Nel capitolo 2 si introduce un esempio di curricolo verticale delle scienze che tiene conto della *continuità concettuale* e cerca di sintetizzare la struttura narrativa del percorso e la corrispondente stratificazione metaforica. Si tenterà inoltre di proporre alcuni strumenti-processo di tipo metodologico che, se applicati in modo funzionale, hanno implicazioni importanti sull'educazione scientifica e sull'interdisciplinarietà in generale.

Le scienze nel curricolo della scuola: alla ricerca di temi comuni per una visione olistica delle scienze

Come abbiamo detto, una visione interdisciplinare nella scuola presuppone che anche all'interno delle scienze si debba superare la frammentazione concettuale e didattica. A tale riguardo Richard P. Feynman, premio Nobel per la fisica, nel celeberrimo *The Feynman Lectures on Physics* (Feynman et al., 1964), sostiene che:

la separazione delle discipline è semplicemente un fatto di convenienza umana, un fatto insomma del tutto innaturale. La natura non è affatto interessata alle nostre separazioni artificiali e i fenomeni più interessanti sono quelli che rompono e travalicano le barriere tra i vari campi del sapere (Feynman et al., 1964).

Un approccio narrativo alle scienze, che voglia fondare un nuovo corso nella didattica e nel curricolo della scuola di primo grado, deve fare propria una visione euristica, che accolga e promuova i temi comuni, le strutture concettuali che legano tutte le scienze, dalla fisica e la chimica, alla biologia, dalla geomorfologia, all'astronomia. Per questo pensiamo sia importante che l'educatore comunichi fin dalla scuola dell'infanzia un'idea di «scoperta del mondo», che si sviluppi nel corso della scuola dell'obbligo in modo armonico: una visione unitaria che, pur nel rispetto della progressiva differenziazione epistemologica delle singole discipline scientifiche, sappia *cogliere e narrare elementi comuni* che caratterizzino e guidino la capacità di osservazione degli alunni e il loro procedere nell'esperienza del mondo. Tra i vari aspetti concettuali comuni, pensabili e pensati, ci siamo orientati per esemplificare su due idee sostanziali: il rapporto forma-funzione e l'idea di sistema. Ci è sembrato importante sottolineare un elemento comune e al tempo stesso trasversale legato alle competenze disciplinari in linea con la visione della Comprensione Multipla di Egan: quel metodo naturale comune a tutti gli esseri umani e quindi anche a coloro che si avvicinano alle scienze e

ai suoi strumenti cognitivi di indagine, cioè la narrazione. Per questo abbiamo preferito tessere la descrizione scientifica con la narrazione, come percorso auto-riflessivo:

l'autoriflessività di per sé, in quanto attività relativa a una (meta)coscienza, può essere trattata come un livello di mediazione finzionale [ciò che appunto Fludernik definisce «reflecting»] (Fludernik, 2014, p. 246).

Rapporto forma-funzione

Di fronte alla traboccante varietà di forme che il mondo naturale ci offre non si può che restare affascinati! La relazione tra forma e funzione è uno dei temi fondamentali classici della biologia, che risulta in realtà primario anche per le altre discipline scientifiche, come la fisica, la chimica, la geomorfologia e la geometria. Tale rapporto emerge in modo naturale, ma non scontato, dalla stessa osservazione della realtà: il bambino impara infatti a leggere il mondo che lo circonda nell'esperienza diretta, ma necessita al tempo stesso di sollecitazioni da parte dell'insegnante affinché colga patterns che si ripetono, analogie e similitudini, così come differenziazioni ed eccezioni. La meraviglia della diversità biologica è il motivo principale che ha spinto tanti studiosi a osservarne ogni dettaglio morfologico cercando di comprenderne la funzione e, quindi, il vantaggio evolutivo. Sia che si guardi un organismo intero, sia che se ne osservi una sua parte, tante sono le domande che possono sorgere: perché le foglie del pino hanno forma ad ago? Perché l'insetto stecco assomiglia ad un rametto? Perché le zampe della cavalletta sono fatte proprio così? Perché i denti del cane e quelli di una mucca sono così diversi? Perché le penne e le piume sono fatte così? Perché il becco dell'aquila è adunco? Perché i polmoni hanno forme diverse negli animali, e perché alcuni animali ne sono completamente privi? Si potrebbe andare avanti ancora molto, osservando le strutture interne degli apparati, degli organi, delle cellule e persino delle strutture sub-cellulari. Potremmo addentrarci nelle strutture chimiche delle proteine, nella struttura dei contenitori in ambito fisico, nella struttura geomorfologica dei corsi d'acqua. Volendo riflettere in modo più puntuale su questo vasto tema, nella parte operativa del libro proveremo ad approfondire alcuni esempi che possano servire agli insegnanti e agli educatori in generale per comprendere pienamente la trasversalità di questo concetto e lo faremo partendo dalla biologia, proponendo al contempo collegamenti con le altre scienze.

Il sistema

Il concetto di sistema può facilmente emergere in moltissimi ambiti di conoscenza della scuola dell'obbligo, sebbene sia, per i bambini e le bambine, meno immediato apparentemente di quello legato al rapporto forma-funzione. Basti pensare al sistema linguistico, al sistema sociale, al sistema decimale, al sistema solare, per citarne alcuni. Affrontare quindi in modo sistematico e funzionale tale concetto nel processo di insegnamento/apprendimento diventa di primaria importanza. Anche durante la nostra passeggiata virtuale nel bosco avremmo modo di individuarne numerosi. Ma a cosa ci riferiamo esattamente quando pensiamo ad un sistema nell'intento di farne una lente di ingrandimento con cui focalizzare

la nostra attenzione sul mondo? La definizione stessa ci aiuta ad individuarne le caratteristiche fondanti: «Nell'ambito scientifico, qualsiasi oggetto di studio che, pur essendo costituito da diversi elementi reciprocamente interconnessi e interagenti tra loro o con l'ambiente esterno, reagisce o evolve come un tutto, con proprie leggi generali: un sistema fisico, chimico, biologico, ecc».⁷ Crediamo poco economico che un aspetto così pervasivo della conoscenza sia affrontato separatamente da ogni disciplina. Può essere utile partire dall'individuazione dei singoli elementi del sistema preso in esame e, nel caso dei bambini, diventa prioritario poterlo far partire da qualcosa di concreto, manipolabile, smontabile, riaggregabile, per poi passare ad analizzare il modo in cui funzionano tali elementi, ovvero il modo in cui le singole parti interagiscono fra di loro per permetterne il funzionamento globale. Solo allora si potrà metaforicamente operare uno «shift», una traslazione di significato, a un ambito di esperienza dove si analizza un sistema non manipolabile.

In sintesi, in questo primo capitolo abbiamo cercato di tracciare la teoria di una natura narrativo-metaforica della nostra comprensione guidata dalla lingua naturale e quindi di argomentare come questo coinvolga anche lo studio delle scienze. Abbiamo tentato, attraverso gli studi di Kieran Egan, di fondare un'educazione scientifica che tenga conto della struttura delle fasi di comprensione della nostra vita e sia coerente con la cultura e la storia umana. Abbiamo poi accennato, a fini esemplificativi, a quella che definiamo una visione euristica ed olistica delle scienze, che basa sul racconto e sulle narrazioni in generale, anche in chiave autoriflessiva, un nuovo modo di leggere la realtà e di promuovere l'unità del sapere. La sfida di questo approccio è di favorire un nuovo modo di vedere la scienza, che in realtà ha radici molto illustri e lontane, da Erodoto ad Aristotele, da Galileo a Leonardo: leggere la scienza e l'uso consapevole della lingua, la fisica, la biologia e la filosofia come parte di una stessa cultura umana, l'unica in grado di analizzare criticamente il contesto molteplice e complesso in cui viviamo.

⁷ <http://www.treccani.it/vocabolario/sistema/> (consultato il 15 settembre 2023).

Inpu e le ombre

(PARTE PRIMA)

Tanto, tanto tempo fa, nell'antico Egitto, in un villaggio sulle rive del fiume Nilo, viveva un bambino di nome Inpu. Aveva appena compiuto sei anni e ogni giorno aiutava il papà, la mamma e la sorella maggiore, di nome Tameri, a lavorare nei campi. Una mattina Inpu iniziò a sentirsi male. 🖐️ Stava aiutando la mamma e Tameri a prepararsi per le attività della giornata, quando si sentì così stanco 🖐️ che si sdraiò in un angolo della loro umile casa. Cominciò a sentirsi sempre più caldo e sempre peggio. ☯️ Sua madre gli andò vicino, gli mise le mani sulle guance e gli disse: «Inpu, tu sei ammalato, oggi non devi venire ad aiutare nei campi. Ti lasceremo qui, con la nonna, così potrai riposare e rimetterti». ❤️

Ma Inpu non si sentì affatto meglio. La sua testa e il suo corpo erano caldi al tatto, si sentiva tutto indolenzito e la sua bocca era molto secca. 🖐️ La nonna lo guardò e si prese cura di lui, ❤️ gli portò dell'acqua da bere e una pezzuola bagnata da mettere sulla fronte accaldata. 🖐️ Poi si sedette sul letto, gli cantò delle canzoni e gli raccontò delle storie. ❤️

Inpu amava ascoltare storie, ma quel giorno gli sembrava di sentire le parole 🖐️ arrivare da molto, molto lontano. ☯️ Inpu si trovava da qualche parte tra la veglia e il sonno. ☯️ Con il trascorrere delle ore, il sole si fece più alto ☯️ e, nella piccola casa, nonostante gli spessi muri di fango, divenne più caldo: ☯️ questo non aiutò Inpu a sentirsi meglio. Ma la nonna sapeva come aiutarlo: non appena trascorse la parte più calda del pomeriggio, ☯️ prese il bambino e lo portò su ☯️ per le scale, sul tetto piatto della casa, poi lo tenne tra le sue braccia, ❤️ mentre guardavano al di là del fiume ☯️ Nilo, dove il sole stava tramontando. ☯️ Una dolce brezza rinfrescò l'aria e il corpo accaldato del bambino. 🖐️ A Inpu piacque tanto la sensazione che la brezza gli dava 🖐️ e ricordò una storia sul

MATERIALI PER LE ESPERIENZE DI APPRENDIMENTO

Step 1

Tanto, tanto tempo fa, nell'antico Egitto, in un villaggio sulle rive del fiume Nilo, viveva un bambino di nome Inpu. Aveva appena compiuto sei anni e ogni giorno aiutava il papà, la mamma e la sorella maggiore, Tameri, a lavorare nei campi. Una mattina Inpu iniziò a sentirsi male. Stava aiutando la mamma e Tameri a prepararsi per le attività della giornata, quando si sentì così stanco che si sdraiò in un angolo della loro umile casa.

Proposte operative per le esperienze

1. Fase narrativa: **Ascolta**

Leggete la storia completa e presentate il personaggio, Inpu. Scegliete con cura il *setting* per la narrazione e seguite le indicazioni metodologiche del sussidio negli approfondimenti legati alle metodologie.

La lettura deve dare una certa enfasi ad alcune parti della storia, o comprendere piccoli brani interpretati, non in senso «attoriale», ma per facilitare la comprensione della storia e sottolineare i momenti dei dialoghi.

Dopo la lettura si attivano dei micro-dialoghi con domande che mirano ad attivare la comprensione.

2. Fase emotivo-affettiva: **Discuti**

«Come sto quando sono ammalato?»

Chiedete ai bambini di raccontare come si sono sentiti quando erano ammalati (o quando hanno visto ammalarsi altre persone).

Stimolate poi i bambini nel ripetere i passaggi fondamentali della storia, facendo emergere in particolare le polarità in essa presenti.

3. Fase di attivazione: **Giochiamo insieme**

Role play: «Oggi Inpu si sente...»

Chiedete ai bambini di mimare con il corpo le sensazioni di Inpu. Introdurrete ogni stato d'animo con la frase «Oggi Inpu si sente...» e poi aggiungete un aggettivo, ad esempio stanco, triste, indolenzito, ammalato, infreddolito...

I bambini, in cerchio o muovendosi liberamente nella stanza, in un primo momento imitano l'insegnante e poi usano autonomamente il linguaggio corporeo per mostrare come si sentono.

VARIANTE: potete enfatizzare di volta in volta una coppia di aggettivi opposti: ammalato/sano, assonnato/sveglia, stanco/riposato, allegro/triste, infreddolito/accaldato, ecc.

Proposte interdisciplinari

Educazione
all'immagine

- **Disegna:** *Come si sente oggi Inpu?*

Chiedete ai bambini di rappresentare con un disegno uno degli stati d'animo di Inpu nella storia e/o come loro si sono sentiti quando erano ammalati.

Educazione
motoria

- **Giochiamo insieme:** *Palla avvelenata*

In cortile/in palestra.

Una squadra di bambini in cerchio lancia la palla per colpire i giocatori dell'altra squadra all'interno del cerchio. Quando un bambino viene colpito diventa prima «ferito», poi «ferito gravemente», poi «moribondo» e infine «morto» e viene così eliminato (entra a far parte della squadra che lancia la palla).

Italiano

- **Giochiamo con la lingua:** *Memory*

MATERIALE: Scheda 1a

Fotocopiate e ritagliate le tessere della Scheda e giocate a memory. Lo scopo del gioco è di associare le due polarità (alto-basso, grande-piccolo, lungo-corto, salute-malattia, giorno-notte, luce-buio, alba-tramonto, vita-morte, dentro-fuori, aperto-chiuso).

Step 2

Inpu amava ascoltare storie, ma quel giorno gli sembrava di sentire le parole arrivare da molto, molto lontano. Inpu si trovava da qualche parte tra la veglia e il sonno. Con il trascorrere delle ore, il sole si fece più alto e, nella piccola casa, nonostante gli spessi muri di fango, divenne più caldo: questo non aiutò Inpu a sentirsi meglio. Ma la nonna sapeva come aiutarlo: non appena trascorse la parte più calda del pomeriggio, prese il bambino e lo portò su per le scale, sul tetto piatto della casa, poi lo tenne tra le sue braccia, mentre guardavano al di là del fiume Nilo, dove il sole stava tramontando. Una dolce brezza rinfrescò l'aria e il corpo accaldato del bambino. A Inpu piacque tanto la sensazione che la brezza gli dava e ricordò una

storia sul vento che la nonna gli aveva raccontato. Volle risentirla, così chiese alla nonna di raccontargli come il mondo si era formato, e lei iniziò a parlare.

«All'inizio, non esisteva nulla: tutto era lo stesso. Non esistevano né oscurità né luce, né caldo né freddo, né bello né brutto, né secco né bagnato, né duro né soffice. Non c'era alto o basso, non c'era il giorno e non c'era la notte, non c'era né veglia né sonno. Non c'erano nemmeno il cielo e la terra. Non c'erano due cose separate. Poi, improvvisamente, le prime due cose furono create: il cielo e la terra. Il nuovo cielo si pose ad arco sulla nuova terra, formando un sopra e un sotto. Così è come il giorno e la notte nacquero e come la veglia e il sonno vennero in questo mondo».

Proposte operative per le esperienze

1. Fase narrativa: **Ascolta**

Leggete il brano e approfondite il personaggio della nonna di Inpu.

In questa parte viene presentata una storia nella storia: il mito di Shu e Geb, che introduce una serie di polarità, con ridondanza e enfaticizzazione del concetto di opposti binari.

2. Fase emotivo-affettiva: **Discuti**

Parliamo di opposti

Richiamate gli opposti presenti nella storia e fate raccontare ai bambini episodi della loro esperienza, chiedendo loro di evidenziare gli opposti in essi. Mentre loro li espongono, segnatevi sulla LIM/smart tv e create una lista.

3. Fase di attivazione: **Giochiamo insieme**

Role play: «Chi riesce a...»

In cortile/in palestra/in un luogo ampio.

I bambini camminano nella stanza e voi introducete dei comandi con le parole «Chi riesce a...». Le azioni riguardano le polarità di orientamento nello spazio: alto/basso, sopra/sotto, destra/sinistra, grande/piccolo, ecc. Ad esempio: «Chi riesce a... Camminare in punta di piedi con le braccia in alto e allungarsi tanto da toccare il cielo?», «Chi riesce a... Muoversi strisciando in basso come un serpente?», «Chi riesce a... diventare grande come un gigante?», «Chi riesce a... Diventare piccolo come una formica?», «Chi riesce a... Saltare tenendo le mani sopra la testa?», «Chi riesce a... Camminare tenendo le mani sotto i talloni?», «Chi riesce a... Passare sotto la sedia?», «Chi riesce a... Salire sopra la sedia?».

4. Fase metacognitiva: **Discuti**

Cos'è l'alto e cos'è il basso?

Le fasi di approfondimento sui concetti utilizzano gli scambi dialogici e la discussione scientifica. I bambini fanno ipotesi, fanno esempi, creano analogie per

argomentare la loro opinione. Fate da *scaffolding* e utilizzate il rispecchiamento (si veda la parte teorica).

Attraverso gli esempi di alto e basso, su e giù, sopra e sotto, aiutate i bambini a concettualizzare le polarità. Partite dalle loro esperienze personali, per passare all'osservazione della realtà che li circonda. Chiedete ai bambini di descrivere e disegnare i propri piedi. Creare le premesse per la conversazione sul «punto di vista».

Proposte interdisciplinari

Educazione
all'immagine

- **Disegna:** *Tra cielo e terra*

Disegna il cielo sopra la terra. Dove finisce il cielo? Dove comincia la terra? Osserviamo e discutiamo.

Educazione
motoria

- **Giochiamo insieme:** *Fa finta che... Sasso e albero*

In cortile/in palestra/in un luogo ampio.
Scegliete due bambini che interpretino una strega e uno stregone. La strega trasforma i compagni in alberi, toccandoli (loro rimangono in piedi con le gambe divaricate), lo stregone li trasforma in sassi (loro si mettono in posizione di massima raccolta, seduti sui talloni, con la testa appoggiata alle ginocchia). Correndo, strega e stregone cercano di trasformare il maggior numero di bambini. Chi rimane libero può sconfiggere l'incantesimo dei compagni passando sotto le «radici» (gambe) degli alberi o sopra i «sassi» (saltando quindi sopra loro). Dopo qualche minuto sostituite strega e stregone.

Step 3

Il bambino ascoltò le parole della nonna e cercò di immaginare cosa volessero dire. Come si erano formati il sopra e il sotto? Egli era troppo stanco per alzarsi dalle braccia della nonna, ma poté immaginare se stesso mentre guardava in basso i suoi piedi che toccavano il suolo e poi mentre lentamente alzava gli occhi sempre più in alto fino a vedere le stelle del cielo notturno, sopra di lui. Poteva immaginare e sentire se stesso stare in piedi fra la terra e il cielo. C'erano il basso e l'alto, il su e il giù.

ARISTOTELE

Aristotele è nato a Stagira, nel 384 a.C. è conosciuto dai più come un filosofo, ma è stato anche un importante scienziato e logico del mondo greco antico ed è considerato uno dei padri del pensiero filosofico occidentale. Moltissimi erano i suoi campi di conoscenza ed interesse, compreso quello scientifico. Aristotele infatti è considerato il fondatore della biologia come scienza empirica: ha introdotto una grande accuratezza e precisione nella descrizione degli esseri viventi.

Ha descritto nell'*Historia animalium* 581 specie diverse, osservate mentre viveva in Asia Minore e a Lesbo. Ha organizzato e classificato queste specie nel *De partibus animalium*: è stato il primo a parlare di vivipari e ovipari, ha classificato le specie in base all' habitat o alla loro anatomia. Le sue classificazioni sono rimaste quelle di riferimento fino a che Linneo

non scrisse la sua grande classificazione quasi 1400 anni dopo, nel 1700 d.C.

Ha studiato il corpo degli animali e ha fondato con i suoi scritti quella che chiamiamo l'anatomia comparata: fu così che Aristotele classificò delfini e balene tra i mammiferi (erano dotati di polmoni e non di branchie come i pesci).

È morto a Calcide, nel 22 a.C.

SPERIMENTIAMO E GIOCHIAMO INSIEME (indicazioni per l'insegnante)

Questo gioco si chiama «Dimmi come mangi e ti dirò chi sei» (Bisanti, Pederzoli, & Guidetti, 2016). Il gioco consente di proseguire la riflessione riguardo l'adattamento delle strutture corporee (in particolare quelle funzionali all'alimentazione) degli animali nel corso dell'evoluzione. Si forniscono ai bambini delle foto di alcuni animali, abbinate ad alcuni oggetti di uso comune (scheda a seguire): i bambini, divisi in quattro gruppi, avranno il compito di comprendere e descrivere sotto forma di «testo informale», di narrazione, la relazione tra l'oggetto e l'animale raffigurato nell'immagine, utilizzando la loro capacità immaginativa. Va precisato che la relazione metaforica che esiste è legata alla *struttura corporea* di cui l'animale si serve per alimentarsi. Un esempio: le forbici sono collegate con il gatto perché rappresentano le sue unghie e i suoi denti appuntiti che gli servono per tagliare la carne delle sue prede. Si tratta di un consolidamento della concettualizzazione *forma-funzione* che permetterà di sfruttare il pensiero analogico dei bambini per creare collegamenti concettuali.

Il lavoro a gruppi proseguirà con il materiale legato ai famosi fringuelli di Darwin. La scheda rappresenta una sintesi visiva del gioco che andrebbe realizzato con strumenti veri e cibi veri o simili. I bambini necessitano infatti di manipolare ed *esperienziare* il momento dell'alimentazione di questi uccelli per meglio comprendere la funzionalità di ogni forma di becco. Si potrà distribuire a ogni gruppo uno strumento e diversi tipi di alimento: noci, lenticchie, larve, insetti tipo maggiolini o formichine, piccole bacche.

Poi si potranno dare la scheda-questionario di gruppo e un approfondimento scritto. Si ritiene importante che prima sia sempre dato spazio alla discussione nel gruppo, guidata dall'insegnante, lasciando margini all'approccio ludico e narrativo dei bambini. Le loro ipotesi conterranno validi strumenti di rilancio semantico e concettuale dell'attività e di valutazione della stessa.

«DIMMI COME MANGI E TI DIRÒ CHI SEI!» (da fotocopiare, ritagliare e distribuire agli alunni)



SPERIMENTIAMO: LA POMPA (Indicazioni per l'insegnante)

Il funzionamento della pompa merita un approccio di sperimentazione attiva, come già spiegato.

I bambini dovranno fare come Harvey e studiarne l'*anatomia* (di quali parti è composto) e la *fisiologia* (le relazioni e il funzionamento tra le varie parti). Agli alunni è richiesto di smontarle, di provarle, disegnarne le varie parti e spiegare per iscritto o con modelli il funzionamento.

Avrete qui il ruolo di *scaffolding*, aiutando i bambini ad avvicinarsi al concetto di pressione e ad individuare le valvole nel sistema-pompa. Sarà utile invitarli a trovare il foro d'entrata e il foro d'uscita dell'aria e ad usare parole come comprimere, beccuccio, stantuffo, camera...

La pompa più adatta a studiare per analogia il cuore è quella del materassino, ma tutte sono utili a comprendere il concetto di pressione: a tale proposito si stimoleranno gli alunni ad usare i loro sensi, a sentire con la mano l'uscita dell'aria, a sentirla sul viso, a sentire il rumore dell'aria sotto pressione che esce, a guardare con attenzione il movimento delle valvole. La pompa infatti permette ai bambini di creare un'analogia tra la sua camera che contiene l'aria e le camere del cuore che contengono il sangue: si tratta di due sostanze fluide che quindi si comportano allo stesso modo. Occupano tutto lo spazio a loro disposizione nella camera, che rappresenta il loro contenitore, e se la sostanza fluida viene compressa all'interno della camera, può esercitare una forza sufficiente per aprire la valvola di uscita del flusso. Contemporaneamente, la sostanza fluida non riuscirà ad uscire da dove è entrata perché le valvole sono unidirezionali.

Sostanzialmente, la pompa è un dispositivo per spostare i liquidi, la stessa funzione del cuore nel sistema cardiocircolatorio. Vengono spostati volumi di sostanza fluida: nella pompa della bicicletta, con un meccanismo a *stantuffo* o pistone, in cui la variazione di volume è ottenuta con lo scorrimento alternato di un pistone in un cilindro, in altre il meccanismo è a *diaframma* o *membrana*, una variazione sullo stesso principio della pompa a stantuffo.

I bambini a volte creano analogie con il loro corpo nel quale possono introdurre aria dalla bocca per poi impedire all'aria per un certo tempo di uscire, oppure fanno l'esempio di quando pompano aria nei palloncini, facendola entrare con forza dove non entrerebbe in modo naturale. Tutte queste esemplificazioni sono da considerarsi parte integrante della concettualizzazione e vanno rielaborate insieme al gruppo, con l'aiuto dell'insegnante.