**Attività didattiche sull’orto e sullo stagno**

**Materiale per la formazione degli insegnanti**

1. **La strategia didattica**

1.1 La strategia didattica proposta fa riferimento al documento *“Guardare per sistemi, guardare per variabili. Un approccio alla fisica e alla biologia per la scuola dell’obbligo” di* Maria Arcà e Paolo Guidoni, che è possibile scaricare dal sito LES alla pagina [Guardare-per-sistemi.pdf (unina.it)](http://www.les.unina.it/wordpress/wp-content/uploads/2019/07/Guardare-per-sistemi.pdf) .Per favorirne la lettura e stimolare il confronto in questa sezione si riportano le idee chiave che emergono dal capitolo 1 e 6 del documento. A quasi quarant’anni dalla sua pubblicazione il contributo di Arcà e Guidoni risulta ancora di grande ispirazione per insegnanti e ricercatori che intendono l’educazione scientifica, matematica e tecnologica in modo non frammentario mirando ad una visione unitaria dei fenomeni scientifici di base suggerendo un metodo di insegnamento e di apprendimento che prestando attenzione ad un linguaggio scientifico non stereotipato favorisce, nel processo di modellizzazione, lo sviluppo di capacità linguistiche. Da anni proponiamo questo testo nei corsi di formazione iniziale e in servizio degli insegnanti. In particolare, il contributo di Arcà e Guidoni è di riferimento nei lavori di tesi di laurea a Scienze della Formazione Primaria. Questo “invito alla lettura” nasce dalla necessità di inquadrare le attività appena progettate sull’orto e sullo stagno, realizzati negli spazi all’aperto del Plesso di via Argine dell’I.C. Bordiga. L’intento è quello di favorire la sperimentazione di queste attività a carattere naturalistico a scuola riconoscendo nell’insegnamento e nell’apprendimento il ruolo giocato: -dai concetti chiave delle singole discipline; -dai concetti trasversali che interessano diverse discipline; -dai processi di modellizzazione e di formalizzazione. Analizzare fenomeni, anche complessi, per “sistemi e variabili” può aiutarci a progettare e sperimentare attività didattiche che bene si integrano nella nostra ordinaria programmazione didattica perché riusciamo a coglierne le connessioni con argomenti anche apparentemente distanti. All’inizio questo lavoro di sistematizzazione sembra impegnativo ma poi scopriamo che l’adozione di strategie mirate ci aiuta, con un linguaggio adeguato, a trattare anche tecnologia e linguaggio.

Per Guidoni e Arcà il mondo diventa più comprensibile quando la sua complessità può essere suddivida in aspetti e frammenti più facilmente analizzabili; e quando questi, possono essere nuovamente correlati tra loro; e che l’attività continua e sistematica di separare e riconnettere aspetti di realtà impegna criteri, strategie e processi di pensiero che costituiscono il comportamento cognitivo di ogni individuo e determina lo sviluppo della cultura costruita complessivamente nel tempo dalla specie umana.

Si può allora, per esempio, scandire il mondo individuando strutture di sistemi,caratterizzati da loro specifiche complessità (i sistemi fisici, i sistemi viventi, i sistemi sociali...); organizzati al loro interno; capaci di funzionare, ciascuno a suo modo, mantenendo la propria individualità nel tempo e nello spazio.

Alternativamente, e contemporaneamente, si può guardare il mondo individuando reti di fenomeni (fenomenologie fisiche, fenomenologie biologiche, fenomenologie sociali etc.); costruendo e modellando, a partire dalle forme e dalle concatenazioni delle cose che succedono, gli strumenti cognitivi adatti per comprenderne correlazioni, somiglianze e differenze. E, guardando nei fenomeni i modi del loro svolgersi, si possono prevedere e interpretare le configurazioni e le relazioni che, pur attraverso cambiamenti e trasformazioni, rimangono invarianti nel tempo.

Quindi, perché è così importante guardare per sistemi e per variabili?

Perché in questo modo si colgono progressivamente, nelle trasformazioni e interazioni complesse che caratterizzano sistemi e fenomeni, anche singoli aspetti, modi di essere che possono essere individuati e osservati proprio in quanto soggetti a un cambiare che ne conserva l’identità; fino a scoprire, come tali aspetti variabili possano essere reciprocamente integrati a individuare il cambiamento complessivo di ciò che si sta osservando.

*La capacità di vedere, esprimere, rappresentare e collegare le somiglianze e le differenze, i cambiamenti e le permanenze, i modi di essere e di diventare delle cose e delle situazioni, è alla base di ogni forma di conoscenza: necessaria per conquistare consapevolezza del mondo in cui si vive, per discuterne con gli altri, per ricordare, per prevedere, per fare*.

Ma…cosa si intende per sistema?

*È sistema, sostanzialmente, nel nostro comune modo di pensare, un “intero” che vediamo formato da parti disposte e correlate secondo un ordine definito, gerarchizzate tra loro, coordinate in una organizzazione complessiva, legate da relazioni che possono reciprocamente variare nel tempo; un insieme di “cose che restano” e “cose che succedono” in cui sia possibile individuare una specificità, e modi di funzionare locali e complessivi adatti a definirla e mantenerla. Un sistema è, al tempo stesso, nodo e centro di una rete di relazioni, processi, scambi, causalità reciproche che lo legano a un suo ambiente; come ogni ambiente a sua volta è un sistema, strutturato in diversi sottosistemi interconnessi.*

Quindi ad esempio il corpo umano è un sistema che a sua volta è formato da tanti sottosistemi (sistema linfatico, sistema venoso, sistema osseo, sistema cardiaco ecc..) che sono tutti in relazione tra di loro, e il sistema-corpo interagisce con l’ambiente esterno che è a sua volta un sistema.

Una pianta è un sistema, formata da tanti sottosistemi (sistema foglia, sistema fiore, sistema radici) che interagiscono tra loro; a sua volta il sistema-pianta interagisce con il l’ambiente esterno ad esempio con la fotosintesi.

Quindi è sistema tutto ciò che ci circonda, dobbiamo essere noi in grado di saper estrapolare l’oggetto/fenomeno/essere vivente ecc. … che ci interessa dal tutto.

*I sistemi, come gli oggetti, come i fenomeni, hanno dunque una identità conferita loro dalla nostra convenienza a considerarli tali: l’operazione con cui li individuiamo dallo sfondo è sempre una operazione cognitiva di discretizzazione, una scelta soggettiva, individuale o culturale, volontaria o automatica, guidata da esigenze concrete, dal bisogno di capire e di fare. Infatti per poter organizzare il mondo in sistemi, sovrasistemi, sottosistemi, bisogna imparare a ristrutturare continuamente i modi di guardare che ci permettono di controllare l’universo frammentario degli oggetti e degli episodi: sviluppando capacità di pensiero che colgano più astratte connessioni funzionali tra eventi, che ne guardino le interazioni, le dipendenze e i controlli reciproci; che mettano insieme, separino, distinguano, interpretino fatti non immediatamente connessi; che impongano organizzazione e coerenza al materiale di realtà.*

Cosa intendiamo per relazione tra sistema-ambiente?

Un sistema può scambiare con l’ambiente che lo circonda materia ed energia (energia in ogni sua forma). A tal proposito facciamo una distinzione tra sistema chiuso, sistema aperto, sistema isolato.

* **Sistema chiuso:** quando tra sistema e ambiente ci sono solo scambi di energia e non di materia. Ad esempio, se il sistema è costituto da un liquido contenuto in una lattina “chiusa” di alluminio, il sistema scambia calore (se la lattina è messa nel frigo il sistema cede calore, se la portiamo fuori dal frigo assorbe calore dall’ambiente. *La Terra può essere schematizzata con un’ottima approssimazione come un sistema chiuso. (Come mai?* Discutere e fornire molti altri esempi)
* **Sistema aperto:** quando tra sistema e ambiente ci sono scambi di materia ed energia. L’acqua in una pentola aperta sul fuoco assorbe calore ed evapora. (E nella pentola a pressione? e l’acqua degli oceani, scambiano calore? Con quale meccanismo? Le cellule e tutti i viventi sono sistemi aperti. Cosa scambia una cellula? cosa scambia un essere vivente?
* **Sistema isolato:** quando tra il sistema e ambiente non ci sono scambi né di energia e né di materia. Ad esempio, un liquido contenuto in un thermos. (Ma per quanto tempo si mantiene costante la temperatura del caffè caldo? In quanto tempo si sciolgono cubetti di ghiaccio? Se il thermos “non perde liquido” per tempi più lunghi come può essere considerato il sistema che vi è contenuto? Quali caratteristiche costruttive deve avere un buon thermos?



Relazioni tra sistemi.

In un sistema che funziona in un suo ambiente è possibile riconoscere parti,responsabili di attività particolari, necessariamente collegate tra loro da relazioni di vario genere. Come si possono mettere confini, o separazioni, tra diversi sistemi e sottosistemi o parti di sistemi, ciascuno con il suo nome e il suo funzionamento, si possono anche mettererelazioni a connettere sistemi diversi o funzionamenti o parti di sistemi. Questa strategia di organizzazione permette di individuare via via strutture abbastanza complesse, con precise fisionomie di insieme e di interpretare così fenomeni su scale sempre più vaste.

Ogni volta però che si pongono relazioni per collegare tra di loro, cognitivamente o operativamente, sistemi diversi, ci si accorge che si possono ottenere situazioni veramente “nuove”, con caratteristiche inaspettate, eterogenee a tutte quelle dei sistemi parziali, “nate” propriamente dall’integrazione delle parti e dai nuovi coordinamenti che si sono così venuti a formare. Si possono organizzare cioè strutture più complesse rispetto alle strutture parziali, caratterizzate da nuove gerarchie, da nuovi modi di funzionare o di comportarsi; che, pur essendo determinate, e dipendenti, dalle caratteristiche dei sistemi attraverso cui la nuova organizzazione è costituita, hanno proprietà ben diverse da quelle derivanti dalla semplice giustapposizione delle proprietà dei sistemi componenti considerati nel loro funzionamento parziale. Se si guardano un sasso o una pentola d’acqua come oggetti, si vedono, o ci si aspetta di vedere, determinate cose; se si guarda l’andare a fondo del sasso, o il bollire dell’acqua, come fenomeni, se ne possono vedere altre. Ma se si guardano un sasso o una pentola d’acqua come sistemi, essi appaiono come “microcosmi”, definiti da una doppia rete di relazioni interne ed esterne che ne vincolano e ne precisano le potenzialità; in cui possono succedere fatti che vengono determinati nella loro specificità proprio dalla configurazione totale del sistema, oltre che dalle sue interazioni. Se considero il sistema-acqua e il sistema sale che interagiscono (versando il sale nell’acqua) si possono analizzare degli aspetti importanti: ad esempio ci si aspetta che il volume della soluzione ottenuta sia la somma dei due volumi (volume di acqua, volume di sale) ma in realtà non è così. Fondamentale, quando si studia l’interazione tra due sistemi o di un sistema con l’ambiente esterno, è capire come variano nel tempo le proprietà del sistema in base al tipo di relazione considerata: cioè si studia lo stato del sistema prima e dopo l’interazione, cercando di capire cosa resta costante e cosa varia. A tal proposito, introduciamo il concetto di variabili.

Caratteristiche per classificare e variabili per ordinare.

Le variabili sono essenziali in quanto ci permettono di descrivere lo stato di un sistema. Il modo di *guardare per variabili* è caratterizzato sia da *specificità* (se guardo l’aspetto “lunghezza”, devo guardare “per lunghezza”, senza farmi confondere da altri possibili modi di guardare in qualche modo contigui, come guardare per superficie, per volume, per peso, per velocità...); sia da *flessibilità* (si è disposti a chiamare “lunghezza” quella di una formica e quella di un elefante): ambedue legate al fatto che guardare secondo una variabile vuol dire sostanzialmente «capacità di fare confronti tra individui secondo l’aspetto scelto, servendosene come criterio coerente e quindi di ordinare gli individui dal più al meno secondo il risultato del confronto». Ma guardare per variabili non è semplice: siamo in genere abituati a raggruppare attraverso una caratteristica scelta come criterio per il raggruppamento (tutto ciò che è di legno; tutti gli oggetti rotondi, quadrati; tutti quelli che hanno 6 anni ecc. …) che si considera praticamente *identica nei diversi individui* del gruppo e questo modo di guardare *per caratteristiche* differisce profondamente dal modo di guardare *per proprietà variabili,* che invece mette in evidenza eventuali differenze (o cambiamenti) tra gli individui considerati.

Per esempio, il criterio con cui le nostre nonne riconoscevano la qualità delle stoffe era quello di bruciarne alcuni fili, e riconoscere l’odore: ci si accorgeva che non era “di lana” un tessuto morbido e peloso che però non emanava il classico odore “di zolfo”. Per *classificare* si deve infatti poter vedere uno *schema comune* in individui diversi, trascurandone le differenze (e già sappiamo con quale criterio si possono considerare “individui” oggetti, fenomeni, sistemi, processi, funzionamenti, relazioni, strutture...): così si riunisce sotto lo stesso *nome comune dì classe* quello che si può -che si vuole considerare schematicamente uguale dal punto di vista scelto.  
La classe dei cani, la classe delle forchette, la classe del mangiare o del nutrirsi, la classe delle piante, delle sostanze febbrifughe, la classe dei modi per lavorare il legno... Si tratta di una scelta, dell’imposizione-accettazione di una discretizzazione operante attraverso un criterio di equivalenza tra simili.

Contemporaneamente, si costruiscono mentalmente gli *schemi-prototipo* di classi di individui, di classi di fenomeni, di classi di funzionamenti... da confrontare con l’evidenza offerta dalle diverse situazioni. È però fondamentale accorgersi che sempre uno schema -un prototipo- corrisponde a un *intreccio* di proprietà variabili e caratteristiche invarianti, connesse tra loro da relazioni complesse. Si definisce una classe, allora, in base a uno schema la cui forma complessiva è determinata da molte proprietà intrecciate e correlate in una *configurazione definita:* tuttavia spesso, districando l’intreccio, si vede che solo alcune proprietà sono essenziali per costruire lo *schema minimale* -o per individuare la caratteristica- che consente il raggruppamento o la classificazione.

Sia pure in modo profondamente diverso dalla definizione di schema-prototipo di classe, anche la definizione di variabile implica dunque una molteplicità di individui, una potenziale infinità di confronti sempre possibili. Ma, come già osservava Aristotele, una volta definito lo schema che identifica la classe, il confronto degli individui con lo schema consente soltanto di includerli o di escluderli dalla classe stessa e non esistono gradualità: o si è elemento di una classe o non lo si è; non si può essere più o meno “cavallo” o più o meno “di ferro”; mentre il confronto per una variabile, per esempio per lunghezza, consente di definire individui più o meno o ugualmente lunghi, e così via.  
D’altra parte, proprio attraverso la variabilità delle variabili, possiamo definire degli intervalli più o meno ampi della variabile e servircene, in certe situazioni, per formare dei gruppi di individui o, al limite, delle classi. Se vogliamo, ci è facile trasformare una *variabile* per ordinare in uno *schema* o in una caratteristica, per classificare: basta definire un valore della variabile come termine di confronto e considerarlo, almeno in maniera approssimata, come elemento di separazione tra i suoi valori maggiori e minori. Gli individui caratterizzati da propri valori della variabile possono così essere raggruppati nei due insiemi, nelle due classica caratterizzate l’una da «valore maggiore di quello definito», l’altra da «valore minore di quello definito». In altri casi la singola variabile gioca un ruolo diverso: infatti può essere discretizzata in più intervalli definiti e poi, all’interno degli intervalli, se ne può trascurare la variazione. I diversi individui, ai quali la proprietà si conviene entro i limiti dati, sono allora raggruppati entro l’intervallo prefissato, che definisce così una sorta di schema comune agli individui stessi. In tal modo essi possono essere considerati elementi di uno stesso gruppo o di una stessa classe, senza prendere in considerazione nessun altro aspetto. Per esempio, guardando negli oggetti la variabile “peso” basta stabilire un *campione* per separare i “pesanti” (più pesanti del campione) dai “leggeri” (più leggeri del campione). Si classificano gli oggetti in caldi e in freddi (in confronto alla temperatura del nostro corpo!); in lunghi e corti (ma in confronto a un campione implicito!); si classificano situazione di luce o di buio (ma in confronto alla nostra capacità di vedere!)

Variabili intensive ed estensive.

Ancora una volta, la necessità di tenere conto di come sono e di come succedono i fatti e la necessità di adeguare ai fatti i nostri sistemi per capire e rappresentare, ci porta ad una operazione di distinzione, di discretizzazione: ci porta cioè a *classificare le variabili* a seconda delle caratteristiche del loro comportamento. Chiamiamo così *variabili estensive* quelle come peso, lunghezza, volume, costo complessivo..., in generale le “variabili associate a quantità” il cui valore cresce *proporzionalmente al crescere del sistema* a cui ci si riferisce mentre chiamiamo *variabili intensive* quelle come dolcezza, temperatura, durezza, conducibilità, peso specifico, prezzo specifico (al kg, al litro, al metro cubo...), ,... in generale le “variabili associate a qualità”, il cui valore *non dipende proporzionalmente dal crescere o dal diminuire del sistema* a cui ci si riferisce. Chiaramente non si tratta solo di distinzioni nominali: ad esse corrispondono comportamenti, operatività modi di ragionare e di agire molto diversi. Ad esempio, posso sommare masse ma non posso sommare densità.

**1.2 Guardare per sistemi e per variabili… in classe.**

In un contesto di apprendimento, a scuola, si può cominciare a guardare alla complessità dei sistemi viventi (degli individui macroscopici o microscopici, per esempio, dei gruppi o delle specie) attraverso l’osservazione e la descrizione dei loro modi di essere, delle loro trasformazioni caratteristiche, delle loro interazioni reciproche, delle relazioni con i loro ambienti: per parlarne insieme, per costruirne modelli più o meno semplici e schematizzati, per cercare di spiegare quello che succede immaginando strutture, processi, funzioni che non si possono “vedere”.

La ricostruzione cognitiva dei fatti

Nell’ambito della discussione sullo studio dei sistemi, è importante fare una riflessione sulle modalità e le strategie di conoscenza che entrano in gioco durante l’apprendimento. Qualsiasi forma di apprendimento passa necessariamente per l’interazione con i fatti esterni che sono oggetto di studio in quel momento, e questa interazione si può presentare in vari modi (modi di guardarli, di descriverli, di modificarli, di dare loro forma comprensibile e manipolabile): queste diverse modalità corrispondono alla necessità di ricostruire cognitivamente i vari modi di essere dei fatti stessi. La varietà di modalità di approccio riflette il fatto che la realtà e qualsiasi fenomeno sono costituiti da diversi aspetti, e non si può pensare di vedere, o fare, tutto contemporaneamente. Diventa necessario quindi scegliere di volta in volta un particolare aspetto di quello che succede, e analizzarlo, formalizzarlo e infine integrarlo con i risultati di analisi analoghe relative ad altri aspetti dello stesso fenomeno.

Questo processo di analisi e integrazione porta via via a far emergere delle regole per la schematizzazione che ci guidano poi nelle nostre analisi future.

A questo proposito è importante tenere sempre presente che alcuni modi di guardare strutturano le radici stesse di ogni esperienza e conoscenza individuale. Questi modi di guardare sono estremamente ampi e diffusi in svariati aspetti della cultura collettiva, del linguaggio, della scienza. Ad esempio, si può guardare ai fatti per *organizzazione formale (grammatica e sintassi)*: esempio di organizzazione formale discreta sono nomi e numeri, gesti, classi e campioni, in breve tutti quei concetti che racchiudono delle entità di sapere definite e individuali. Si può poi ancora guardare ai fatti per *organizzazione dei significati (semantica), per regole o regolarità*, ovvero trovando legami tra frammenti diversi dell’accadere che caratterizzano quello che ci importa: si può pensare ad esempio al concetto di essere vivente che emerge dalle tendenze comuni (riproduzione, interazione attiva con l’ambiente) che legano diverse entità.

Sempre però nella ricostruzione cognitiva c’è confronto e sovrapposizione tra questi diversi modi di guardare, e questo porta a una prima difficoltà; infatti, qualunque ricostruzione razionale dei fatti necessita una gestione e integrazione contemporanea e secondo gerarchi diverse di questi diversi aspetti: *formali e interpretativi.*

Anche nella gestione e integrazione dei concetti finalizzata alla costruzione di conoscenza è possibile individuare alcune categorie fondamentali, modi di organizzare i fatti e di realizzare corrispondenze. Proprio di questi ci siamo occupati finora, e infatti parliamo di modi di guardare per sistemi, per variabili, per fenomeni e così via. Come prima tutti questi modi di guardare però sono connessi e intrecciati, e nell’esperienza comune, anche didattica, si può constatare come gli schemi più semplici della nostra organizzazione cognitiva dei fatti vengano re-intrecciati più e più volte, fino a dar conto contemporaneamente di fenomeni a prima vista poco correlati uno all’altro. Pensiamo ad esempio al peso specifico, che può essere visto come organizzatore cognitivo di situazioni percettivamente ed esperienzialmente diverse, quali ad esempio il galleggiamento o l’equilibrio. Questa continua integrazione diventa anche una esperienza metacognitiva, nel senso che può far capire oltre alle cose che si stanno studiando, anche i modi e i criteri che fanno funzionare e crescere la nostra conoscenza dei fatti, facendo provare gusto e fiducia nel capire.

Strategie per la crescita cognitiva

Quali possono essere alcune delle metodologie adatte a sviluppare questi approcci cognitivi? Possiamo fare alcune considerazioni orientate a indirizzare il lavoro in classe.

E’ di grande importanza approfondire a lungo termine quelli che potremmo chiamare *temi di lavoro* *emblematici*, ovvero alcune tematiche che sono notevoli in vari sensi. In primo luogo, si possono scegliere tematiche che coinvolgano una varietà di strategie e categorie cognitive ampia, come ad esempio lo studio dei sistemi viventi. Ancora tematiche che diano la possibilità di sviluppare il capire nel corso degli anni a livelli di formalizzazione diversi, di cui un esempio immediato potrebbe essere lo studio delle frazioni e del pensiero proporzionale, che a partire dalla scuola primaria può svilupparsi con categorie cognitive via via sempre più ampie e formalizzate. Infine, tematiche che racchiudano vaste aree di esperienza e conoscenza quotidiane, come ad esempio l’osservazione del moto e del concetto di energia.

Veniamo ora al ruolo del docente come figura di *guida adulta,* il cui ruolo deve essere quello non di eliminare artificiosamente la complessità delle situazioni di apprendimento, che risulterebbe inutile e dannoso, ma di svolgere la funzione di, appunto, guida che in modo né chiuso né oppressivo aiuta i bambini a capire come stanno le cose. I bambini risuonano con diverse strategie cognitive: alcuni colgono più facilmente gli aspetti di formalizzazione, altri quelli semantici, e così via, ma ci sono sempre ottime ragioni per le difficoltà cognitive che i vari bambini incontrano a ogni livello, e sta al docente farli crescere integrando e correlando i vari aspetti. A tal fine è imperativo non caratterizzare stabilmente il bambino da un punto di vista cognitivo: come tutti noi non pensa in un solo modo, prova a pensare in modi diversi e gradualmente riesce a mettere d’accordo i vari modi di pensare: il capire non è una variabile singola, discretizzabile, ma è più una mappa o una rete, un percorso tortuoso.

La guida adulta dunque non deve semplificare riducendo a schemi riduttivi, ma neanche affidarsi totalmente alla “creatività cognitiva” dei bambini; il rischio della schematizzazione da sola è che, come molto spesso vediamo succedere, si arrivi a non trasmettere veramente conoscenza, ma semplicemente una serie di vuote istruzioni che non permettono la crescita cognitiva; la totale libertà cognitiva d’altro canto, benché possa risultare motivante e produttiva cognitivamente, rende difficile sviluppare il capire oltre il livello immediato sorretto dall’interazione diretta con i fatti e portarlo alla formalizzazione e all’astrazione. La guida, dunque, deve saper integrare questi due aspetti, essendo flessibile sul breve termine ma ferma, trasparente e strutturata sul lungo termine, per permettere alla conoscenza di solidificarsi e intrecciarsi nella cultura.

In conclusione, c’è trasmissione culturale solo quando c’è anche trasmissione di consapevolezza e padronanza delle strategie base secondo cui è possibile pensare e agire: la finalità dell’attività didattica è quella di coinvolgere i bambini con attenzione crescente in un consapevole, continuo, molteplice gioco cognitivo di cui i fatti, il proprio pensare e il pensare degli altri sono gli attori essenziali. Perché la trasmissione culturale possa realizzarsi, bisogna allora che i suoi elementi fondamentali facciano parte non soltanto del modo di insegnare, ma della cultura di chi ha l’incarico di occuparsi professionalmente del fare scuola.

1. **L’ecosistema stagno**

Lo studio e l’osservazione di sistemi biologici complessi si basa sul concetto di ecosistema: questo termine generico indica un qualsiasi sistema in cui ci sia una interazione dinamica fra componenti abiotiche (sostanze chimiche, luce…) e componenti biotiche (organismi viventi vari). Nonostante il termine si possa riferire ad ambienti anche molto diversi tra loro, le interazioni e le strutture che si possono osservare sono le stesse, e questo ci permette di individuare alcuni meccanismi fondamentali.

Le componenti strutturali specifiche di un ecosistema e la loro interazione danno origine a due processi principali, il flusso energetico del sistema e il ciclo dei materiali, che permettono il sostentamento e la continuazione della vita nell’ecosistema.

**Il flusso energetico del sistema** segue le varie trasformazioni energetiche che avvengono, ed inizia con l’energia del sole che viene trasformata in energia chimica dalle piante: tramite la fotosintesi queste producono molecole complesse e crescono. In seguito, le piante saranno mangiate e la loro energia si diffonderà lungo tutta la catena alimentare fino a essere completamente dissipata sotto forma di calore.

**Il ciclo dei materiali** fa riferimento al fatto che le sostanze chimiche passano attraverso i vari organismi in un ciclo che tramite la decomposizione si continua a ripetere.

Vediamo ora quali sono le componenti strutturali di un ecosistema.

La prima divisione che si può fare, come già visto, è quella tra componenti biotiche e abiotiche. Le componenti abiotiche comprendono tutto ciò che non è un organismo vivente e quindi il suolo, l’acqua, la luce e i vari nutrienti come azoto, fosforo, calcio. Le componenti biotiche invece possono essere ulteriormente suddivise in base a come si nutrono, e sono:

* Produttori: includono le piante e soprattutto i batteri autotrofi, ovvero organismi che sono in grado di produrre autonomamente il proprio nutrimento, tramite la fotosintesi e altri processi analoghi.
* Consumatori: tutti gli organismi che devono consumare altri esseri viventi per sopravvivere, come pesci, animali e alcuni tipi di microorganismi.
* Decompositori: sono principalmente microorganismi coinvolti nella decomposizione della materia organica.

Tutte queste strutture generiche si possono osservare negli ecosistemi specifici; vediamo il nostro caso, ovvero quello dello stagno.

Uno stagno è costituito da una distesa di acqua dolce stagnante, che viene alimentata dalla pioggia o da una falda, in cui sono presenti vegetazione e organismi acquatici che dipendono gli uni dagli altri per nutrirsi e sopravvivere.

Gli organismi produttori nello stagno sono di solito delle microscopiche piante, per lo più alghe, che costituiscono il cosiddetto fitoplancton (la parola plancton indica tutti gli organismi che rimangono in sospensione nell'acqua). In genere esso non è visibile, a meno che non sia molto abbondante a causa, ad esempio, di fenomeni di inquinamento. In questo caso l'acqua assume un colore verdastro. Nonostante la sua invisibilità, il fitoplancton produce più ossigeno che non le piante macroscopiche (fanerogame radicate al fondo o alghe galleggianti) le quali hanno una certa importanza solo in acque poco profonde.

I consumatori sono di due tipi, erbivori e carnivori. Gli erbivori (o consumatori primari) si nutrono di piante o parti di piante. Tra di essi essenziale è lo zooplancton erbivoro presente nella colonna d'acqua, ma ci possono essere anche pesci erbivori come la carpa. Altri consumatori, come insetti o pesci predatori o zooplancton carnivoro, si cibano di consumatori primari divenendo così consumatori secondari (carnivori). La catena continua con pesci carnivori che mangiano carnivori (consumatori terziari) e così via. Molto importanti anche i detritivori presenti soprattutto nel benthos (termine che indica la fauna presente sul fondo). La loro attività di sminuzzamento rende più facile l'attività dei decompositori.

Infine, i decompositori sono presenti soprattutto nel fango del fondo, dove si accumula materia organica morta, ma sono presenti anche nella colonna d'acqua che è ricca di particolato. Si tratta di batteri, funghi e flagellati, che sono in grado di liberare le sostanze nutritive contenute negli organismi morti, in maniera che siano riciclate e riutilizzate.

1. **IL TERRENO E L'ACQUA. Attività didattica**

Obiettivi e finalità

Acquisire familiarità con i parametri utili per la classificazione dei terreni. I terreni formati da rocce sciolte di diversa granulometria possono risultare più o meno permeabili. Attraverso lo svolgimento di piccoli esperimenti gli studenti osservano le caratteristiche dei terreni che sono necessarie per determinare la permeabilità.

Propedeuticità

Nessuna

Materiale a disposizione

Quattro bottiglie di plastica, forbici, brocca, acqua, ghiaia, sabbia, terreno, argilla, setacci, lenti d'ingrandimento.

Fasi dell’attività

Gli studenti prelevano campioni di terreno nei pressi dello stagno e nell’orto. Il terreno raccolto viene messo sui tavoli di lavoro e attraverso l'osservazione diretta se ne definiscono le caratteristiche (colore, composizione, sensazione al tatto…).

Il terreno raccolto viene setacciato per definire la grandezza dei granuli e per osservare il materiale organico contenuto. Importante per la definizione della permeabilità dei terreni è osservare e determinare la grandezza dei granuli dei terreni con l'ausilio di setacci. Setacciare il terreno è un'operazione importante per la definizione della grandezza dei granuli.

Successivamente si passa ad analizzare gli altri tipi di terreno (ghiaia, sabbia e argilla) e si discute sulle differenze presenti, in particolare si definisce la granulometria di ciascuno. La classificazione dei terreni in base alla dimensione dei granuli, si esegue attribuendo a ciascuno di essi il termine appropriato in funzione alla grandezza dei granuli (ghiaia diametro dei granuli maggiore di 2mm, sabbia diametro dei granuli compreso tra 2mm e 0,1mm, argilla diametro inferiore a 0,002mm).

I diversi tipi di terreno, che sono utilizzati durante l'attività, sono il risultato del verificarsi di fenomeni naturali capaci di trasformare la roccia in posto in materiale incoerente (erosione, trasporto, deposito), di cui l'artefice primario è l'acqua, in particolare durante l'attività si studia il potere di trasporto e deposito dell'acqua. Inserendo piccole quantità di campioni dei terreni in un barattolo, aggiungendo dell'acqua e mescolando si osserva il potere dell'acqua di trascinare, mescolare e depositare i diversi terreni seguendo delle regole ben precise, di cui si discute collegialmente. Man mano che la velocità di trasporto dell’acqua diminuisce il materiale più grossolano viene depositato sul fondo e in seguito quello più sottile. Le ultime particelle che si depositeranno saranno quelle in sospensione. Al termine dell’esperienza si osserverà nel barattolo una successione stratigrafica che parte dal materiale più grossolano (ghiaia) per finire con l’argilla.

Nella fase successiva si parla dell'acqua contenuta nei terreni, si fanno delle considerazioni ed osservazioni definendo la relazione esistente tra la granulometria di un terreno e il contenuto d'acqua.

L'ultima fase dell'attività è necessaria per definire la permeabilità dei terreni, come si determina e da cosa è condizionata. La ghiaia, la sabbia, l'argilla ed il terreno vengono messi in imbuti, posizionati sulle bottiglie di plastica. Si aggiunge con la brocca l’acqua in ciascun imbuto. Si sollevano gli imbuti uno per volta e, osservando la quantità di acqua filtrata, si classificano i terreni in base alla loro permeabilità (facilità con cui un terreno si lascia attraversare dall’acqua).

La ghiaia è più permeabile perché è formata da granuli grossi tra le quali vi sono degli spazi che si lasciano attraversare dall’acqua; la sabbia è abbastanza permeabile perché è formata da granelli tra i quali si insinua l’acqua; il terreno è poco permeabile e favorisce il ristagno d’acqua perché è formato da granelli ancora più piccoli; infine l’argilla è impermeabile perché è formata da granelli minuti che a contatto con l’acqua si gonfiano aderendo tra loro chiudendo gli eventuali spazi presenti.

A questo punto l’operatore chiede quale dei quattro terreni deve essere presente perché si formi uno stagno. L’argilla è indispensabile nella formazione degli stagni naturali in quanto determina il ristagno dell’acqua piovana quando riveste degli avvallamenti.

1. **La mappa dell’orto. Attività didattica**

Obiettivi e finalità

Ogni organismo vivente ha bisogno di cose diverse per vivere e prosperare. L’ambiente in cui siamo immersi determina quali e quante di queste cose abbiamo a disposizione, ma è importante capire che non tutti gli esseri viventi hanno le stesse necessità. Un primo passo nel capire la vita di organismi diversi da noi è provare a capire quali sono le necessità ambientali di questi.

Andando a guardare nello specifico le piante dell’orto, ad esempio per una piantina bassa avrà importanza essere collocata in una zona esposta a nord, ma forse altrettanto la vicinanza di una pianta più alta che modifica l’intensità di luce che le arriva. Infatti, per organismi che non si muovono, ‘i vicini di casa’ costituiscono condizioni determinanti: fanno piovere addosso foglie secche, aiutano ad attirare insetti utili o attaccano muffe, succhiano tutta l’acqua dal terreno o mandano sostanze appiccicose che diventano terreno di cultura per parassiti…

Materiali a disposizione

Vari tipi di semi e germogli, attrezzi da giardinaggio, materiale di cancelleria vario

Fasi dell’attività

L’attività è pensata per svolgersi nel corso di vari mesi.

Guidati dal docente i bambini in un primo momento devono piantare le piante nell’orto notando per ogni specie i vari fattori ambientali presenti nei suoi pressi (se è una zona più o meno ombrosa, umida, arieggiata…), e vicino a quali altre specie è collocata. Tutti questi elementi andranno poi riportati in dettaglio in un fascicolo comune a tutte la classe da preparare sotto la guida del docente.

Nei giorni e mesi successivi sarà fondamentale tenere un’osservazione costante dello sviluppo e della crescita delle varie piante. Andranno annotate nel fascicolo le varie osservazioni riferendole alle specifiche piante, in modo da avere nel tempo più informazioni possibili. Particolare attenzione va fatta a vedere quali specie di piante stanno bene vicino e quali invece si ostacolano, e a notare differenze nelle piante della stessa specie a seconda della zona in cui si trovano.

Idealmente se si riesce a ripetere questo tipo di attività per varie semine, si potrà poi arrivare a realizzare sulla base delle note prese una mappa dell’orto, in cui saranno riportate le zone favorite dalle varie piante, le piante che stanno e non stanno bene assieme, etc…

1. **LA VITA IN UNA GOCCIA D'ACQUA. Attività didattica**

Obiettivi e finalità

Osservare alcuni dettagli del mondo microscopico invisibile ai nostri occhi; ingrandendo migliaia di volte tutti i piccoli organismi che popolano una goccia d’acqua. E’ l’occasione per riflettere, non solo sulla particolarità di un ecosistema, come la goccia d’acqua, piccolo ma ad elevata complessità, ma anche sull’evoluzione dei viventi, che ha portato gli organismi ad adattarsi all’ambiente che li ospita in mille modi diversi. Vengono infine analizzate le diverse modalità di riproduzione utilizzate, confrontandole con i meccanismi riproduttori negli animali superiori.

Materiali a disposizione

Microscopio; campioni d'acqua (pescati nello stagno, presi dal rubinetto, dalle bottiglie...)

Dove si svolge

Allo stagno

Fasi dell'attività

L’operatore comincia intrattenendo i visitatori sul concetto ed il significato di "acqua pulita", "acqua batteriologicamente pura", ecc. In seguito, dopo aver prelevato dei campioni di acqua dallo stagno pesca qualche microrganismo appena visibile ad occhio nudo con la pipetta a suzione (in alcuni casi i visitatori scetticamente preferiscono osservare coi loro occhi la preparazione dei vetrini). Si può iniziare con i crostacei (copepodi, decapodi o ostracodi sono facilmente individuabili nel contenitore dell’acqua), preferibilmente va scelta la Dafnia (pulce d’acqua) in quanto la sua trasparenza permette l’osservazione degli apparati e degli organi interni. Si mostrano così: cuore, apparato digerente, zampe, occhi, gangli nervosi e, se presenti, gli embrioni all’interno della camera di incubazione. Questo ci dà il modo di introdurre i meccanismi riproduttori dei piccoli organismi.

Successivamente potranno essere mostrate l’idra, caratteristica per i tentacoli urticanti e la riproduzione per "gemmazione", le larve dei ditteri (chironomidi e culicidi), gli oligocheti, i molluschi, ecc.

E’ sempre utile chiedere l’opinione dei visitatori sull’organismo inquadrato, prima di rivelare il nome e la reale natura; molti organismi sono infatti straordinariamente simili ad animali superiori (idra = polpo, ostracode = vongola, ecc.). Questo stratagemma permette di catalizzare l’attenzione dei visitatori, sia nel caso di piccoli gruppi, sia nel caso di scuole (in tale ipotesi, si può pensare ad introdurre una specie di competizione ad indovinare l’organismo).

Bisogna evitare di dilungarsi troppo sulle caratteristiche biologiche degli organismi osservati, al fine di snellire l’evento e di evitare cali di interesse, e soprattutto bisogna soffermarsi su quei particolari che destano maggior interesse, e che vanno valutati caso per caso (ad esempio, la presenza di embrioni vivi all’interno del corpo della dafnia, la cattura di una preda da parte dell’idra, e così via).

1. **LO STAGNO. Attività didattica**

Obiettivi e finalità

Affrontare lo studio di un ecosistema in maniera "globale"; a partire dalle componenti abiotiche e dalle proprietà fisiche e chimiche fino agli organismi che lo popolano e alle relazioni che intercorrono tra questi. Mostrare come all’interno della piramide alimentare ci siano organismi adattati a sfruttare tutte le risorse a loro disposizione e illustrare come dietro le immagini degli animali e piante che ci mostra la TV ci siano processi e problematiche complesse, che chi studia l’ecologia deve valutare.

Propedeuticità

Nessuna

Materiali a disposizione

Almeno dieci retini. Barattoli di vetro. Fogli. Pennarelli.

Fasi dell'attività

I ragazzi si raccolgono in prossimità dello stagno. Si spiega che lo stagno, così come qualsiasi altro biotopo, rappresenta un ecosistema ad elevata complessità: in esso interagiscono organismi vegetali e animali per mantenere un equilibrio stabile.

Si inizia con una riflessione su quali possano essere le differenze tra l’acqua di uno stagno e l’acqua con cui si ha a che fare con tutti i giorni (l’acqua del rubinetto o quella delle bottiglie). Utilizzando i sensori si possono iniziare a fare delle misure di temperatura, ossigeno disciolto e torbidità su dei campioni di acqua dello stagno.

In seguito si discute degli elementi necessari alla vita, ovvero luce, calore e ossigeno, e si fa notare come siano presenti nell’ecosistema stagno a differenza dei campioni di acqua proveniente da altre fonti. Si richiama l'attenzione dei ragazzi con domande tarate sulla loro conoscenza di ambienti d'acqua dolce, degli animali e delle piante che in essi vivono.

In seguito, i ragazzi muniti di retini "pescano" nello stagno organismi in esso presenti che poi verranno messi nei barattoli per essere studiati e analizzati. Specifichiamo che al termine dell'attività gli organismi catturati verranno liberati di nuovo nello stagno: il rispetto e la salvaguardia degli esseri viventi vanno sempre posti come priorità assoluta! Attorno ai tavoli i ragazzi dovranno disegnare le piante e gli animali che hanno raccolto, in modo da ricostruire la componente biotica dello stagno. In grande gruppo discutendo con i ragazzi si analizzano gli organismi osservati facendo risaltare le relazioni tra i viventi e con le componenti abiotiche. Si arriva a disegnare una catena alimentare all'interno dello stagno.

Alla fine sarà possibile fornire ai ragazzi una metodologia che consentirà loro di analizzare in maniera analoga altri ecosistemi a loro familiari (aiuole, prati boschi, vasi di fiori...)

Approfondimenti

La classe potrà analizzare e illustrare un altro ecosistema a piacere, illustrando le principali componenti biotiche e abiotiche.

1. **L’ossigeno disciolto nell’acqua. Attività didattica**

Si utilizza un sensore collegato a un computer. Il sensore permette di misurare la concentrazione di ossigeno gassoso disciolto nell’acqua. La possibilità di avere un gas disciolto in un liquido è un fattore fondamentale per gli ecosistemi acquatici e per la presenza della vita in questi. Il fenomeno da un punto di vista più generale può essere osservato e indagato anche in altre situazioni più familiari ai ragazzi. L’esempio più evidente è quello delle bevande gassate che sono estremamente diffuse nelle nostre cucine.

Attività con le bevande gassate

Alcune attività preliminari molto semplici e che non richiedono strumentazioni particolari si possono fare utilizzando bevande gassate e permettono di iniziare a comprendere il concetto di gas disciolto in un liquido.

Come prima cosa semplicemente aprendo una bottiglia si può far sentire il rumore del gas sotto pressione che esce, che fa capire chiaramente che oltre al liquido è presente anche qualcos’altro. Osservando le bolle che si producono questo risulta ancora più evidente, soprattutto se si fa notare che queste sembrano comparire dal nulla. Un’altra dimostrazione può essere quella di far notare come, una volta agitata la bottiglia, questa risulti più dura al tatto, proprio a causa del gas che si rilascia e che fa aumentare la pressione. Tutte queste cose ci portano a capire che insieme al liquido, anche se in modo invisibile, è presente un gas, e che questo può essere rilasciato alterando le condizioni nelle quali il liquido si trova

Attività con il sensore

I meccanismi con i quali l’ossigeno di può dissolvere nell’acqua sono vari. Utilizzando in sensore è possibile far vedere come alcuni di questi agiscano misurando l’ossigeno disciolto in varie situazioni. Inoltre, la quantità di ossigeno dipende anche da altri fattori quali la temperatura e la pressione atmosferica.

Una prima esperienza immediata che si può fare è confrontare i livelli di ossigeno per diversi campioni di acqua, ad esempio comparando l’acqua dello stagno con dell’acqua presa da un rubinetto o da una bottiglia. I livelli di ossigeno dello stagno dovrebbero essere più elevati.

Fotosintesi di piante acquatiche: la presenza di alghe e piante acquatiche influisce molto sui livelli di ossigeno, che viene prodotto per fotosintesi. Per questo motivo l’acqua di uno stagno è ricca di ossigeno ed è in grado di sostenere la vita. I livelli di ossigeno variano durante la giornata a causa della diversa attività delle piante infatti durante il giorno, aumentano fino a raggiungere un massimo nel pomeriggio e con il calare del sole iniziano a diminuire. La notte le piante cessano la fotosintesi ma continuano a respirare consumando parte dell’ossigeno.

Utilizzando il sensore si misurano i livelli di ossigeno in diversi momenti della giornata per verificare che questo aumenta a partire dal sorgere del sole fino al pomeriggio e poi inizia a diminuire.

Diffusione dall’atmosfera: una parte di ossigeno si dissolve in acqua semplicemente tramite in contatto della superficie dell’acqua con l’ossigeno presene nell’atmosfera. Per verificare questo fenomeno si può misurare il livello di ossigeno in un campione che è stato tenuto chiuso subito dopo averlo aperto e dopo che sia passato un poco di tempo.

Aerazione tramite agitamento: agitare l’acqua, come ad esempio a causa della pioggia o di una cascata, permette di disciogliere più ossigeno. Utilizzando il sensore si può verificare che in uno stesso campione dopo che è stato agitato il livello di ossigeno aumenta.