

CAPITOLO 2

TEORIE DIDATTICHE ED EDUCATIVE: DEFINIZIONI E METODI DI DIDATTICA AMBIENTALE

2.1 INTRODUZIONE

La didattica delle scienze ambientali trae la sua particolarità proprio dall'oggetto di cui si occupa.

Essa infatti ha come obiettivo l'analisi e la comprensione dell'ambiente, sia naturale sia antropico, e come tale vede il coinvolgimento non solo di tutte le scienze, ma anche di materie come la storia e la geografia.

Questo perché lo studio dell'ambiente nei suoi aspetti naturalistici, antropici, e antropizzati, implica un approccio unitario e interdisciplinare che consideri le componenti biologiche, fisiche, geografiche, ecc., mentre tradizionalmente gli spazi dedicati allo studio dell'ambiente nella Scuola Superiore sono limitati ai corsi di chimica, biologia e geografia fisica.

La didattica è trasferimento del sapere e la didattica delle scienze trasmette quanto la ricerca scientifica ha raccolto. Fino alle crisi ambientali che si sono cominciate ad evidenziare negli anni '60, la ricerca era esclusivamente riduzionista e di conseguenza lo era anche la didattica: solo successivamente si sono fatti i primi studi sull'ambiente dai quali è subito parsa chiara la necessità di effettuare misure in campo, e non solamente in laboratorio, e di affrontare lo studio secondo un approccio olistico.

Successivamente ci si è resi conto che per consentire una lettura complessiva dell'ambiente è necessario l'apporto integrato delle discipline scientifiche ed umanistiche, mentre per molto tempo nella scuola si è ritenuta sufficiente la conoscenza scientifica disciplinare per comprendere e successivamente intervenire sulle dinamiche ambientali, partendo dal presupposto che le informazioni scientifiche siano esatte ed inoppugnabili.

Nel corso di Fondamenti ed Epistemologia delle Scienze Ambientali, si definisce "ambientale", "ogni disciplina che basa la sua conoscenza su osservazioni raccolte direttamente nell'ambiente e lo fa senza perturbarlo". Appare evidente da questa definizione come lo studio dell'ambiente debba avvenire a diretto contatto con l'oggetto in esame.

La formazione scientifica deve fornire strumenti che permettano di comprendere la realtà, di coglierne le variabili e di giungere autonomamente a risposte e valutazioni sugli eventi che la realtà offre, accettando comunque il fatto che le loro conclusioni possano essere messe in discussione.

A conclusione di una attività di formazione scientifica si dovrà poter notare una progressiva modificazione nell'abito mentale e una tendenza a tradurre le conoscenze in termini di scelte, comportamenti e interventi sul reale.

La conoscenza scientifica si basa sull'esperienza del mondo in cui viviamo. Questa conoscenza ha sempre sostenuto l'uomo nella sua perenne esigenza di modificare l'ambiente in funzione dei propri bisogni. Recentemente si è però imposta una nuova esigenza: modificare l'ambiente in modo finalizzato, progettando a lungo termine, prevedendo le conseguenze nel tempo e nello spazio delle azioni messe in atto oggi.

L'*insegnamento* significa sollecitare esperienze che i ragazzi possono poi rielaborare personalmente, costruire contesti accattivanti, riproporre in una forma non opinabile i fatti

della vita di ogni giorno, che per il fatto di essere quotidiani appaiono banali e si ritengono conosciuti. (M. Arcà¹).

E' necessario che il docente organizzi i fatti in modo che la conoscenza di un particolare possa entrare a far parte di una rete di correlazioni più ampia, contribuendo alla formazione di schemi interpretativi più generali.

La programmazione di educazione scientifica diventa allora un problema di strutturazione di percorsi di apprendimento. Essa è legata al *fare*, è basata sull'esperienza diretta come presupposto per la ricerca, ed è finalizzata al controllo e all'intervento sulla realtà.

Vi sono tre tipi di approccio e di indagine:

1. attraverso la sperimentazione: quando si controllano le variabili e si interviene su di esse (es. laboratorio);
2. attraverso l'esperienza: quando si provoca o si attiva ciò che si vuole osservare, e successivamente non si interferisce con quanto avviene;
3. attraverso l'osservazione guidata: quando si indagano oggetti o fenomeni che avvengono o esistono indipendentemente dall'osservatore e dal fatto che si stanno osservando.

Si adottano inoltre metodologie didattiche diverse se si sceglie di attribuire importanza alle esperienze e alle idee pregresse del soggetto.

L'insegnamento delle scienze, per essere efficace, dovrebbe mediare tra le esigenze di diversi sistemi: la realtà, nella sua complessità ed impossibilità di arrivare ad una sua totale e certa comprensione, la conoscenza scientifica, cioè la scienza, e la conoscenza individuale, che per il soggetto deve essere uno strumento efficace per la propria crescita e utile per superare le difficoltà.

Imparare scienza in questo contesto significa “sviluppare le capacità cognitive che permettono di adeguare sistematicamente in diversi contesti, le proprie conoscenze alle situazioni di realtà; di servirsi insieme del proprio sapere e della propria intelligenza per raggiungere uno scopo” (M. Arcà²)

Schematizzando, *imparare scienza* significa:

- imparare metodi per conoscere;
- imparare nozioni usando quei metodi.

La scienza e le diverse discipline che costituiscono il pensiero scientifico possono essere viste come sottoinsiemi di un sistema di conoscenza della realtà più ampio e complesso. L'obiettivo è comune, ed è quello di comprendere l'ambiente ed il suo funzionamento, mentre gli strumenti sono molteplici, ma accomunabili sotto l'unica definizione di “scienze ambientali”: l'ecologia, la chimica, l'economia, la biologia, il diritto e la geologia, queste ed altre discipline sono coinvolte nel processo di conoscenza dell'ambiente, e per giungere allo scopo devono essere in grado di comunicare tra di loro, superando i linguaggi propri e settoriali a favore di una maggiore chiarezza e comprensibilità.

Il sistema di conoscenza deve essere impostato in base a criteri *dinamici*, in quanto si modifica nel tempo e assume aspetti diversi, *plastici*, dato che deve adattarsi alla varietà di aspetti della realtà da conoscere, e *flessibili*, per assorbire le diverse interpretazioni personali.

¹ Maria Arcà, *La cultura scientifica a scuola – Percorsi nell'insegnamento della fisica e della biologia*, 1993

² Maria Arcà, *ibidem*

Organizzare in modo scientifico la conoscenza del mondo esterno non significa conoscere le diverse parti che la compongono, ma “saperne vedere, di volta in volta, le *forme schematiche di funzionamento*” (M. Arcà³). È importante cioè capire come le parti di un sistema interagiscano tra di loro assicurandone il funzionamento.

In tal modo l'educazione scientifica riesce a soddisfare il criterio di generalità che consente alla conoscenza di poter cambiare per potersi adeguare alle nuove situazioni che ci si propone di interpretare: se la conoscenza è rigida non permette di svincolarsi dalla situazione in cui è avvenuto l'apprendimento.

Nella strutturazione del percorso che porta all'organizzazione della conoscenza è necessario tenere presente che esso deve avere una linea generale da seguire e allo stesso tempo non essere preconstituito, ma aperto ad eventuali apporti esterni e correzioni.

Questo perché le strategie conoscitive sono un “insieme di modi di conoscere e di modi di guardare” (M. Arcà⁴): non possono perciò essere imposte dall'esterno perché costituiscono la base sulla quale ogni individuo organizza il modo di capire la realtà. Questo è un processo personale, anche se gli studenti devono comunque essere accompagnati all'acquisizione della consapevolezza nell'uso efficace e finalizzato delle diverse strategie.

A questo punto è necessario introdurre anche il concetto di *metodo scientifico*.

Come si è visto nel corso di Fondamenti delle Scienze Ambientali, le componenti metodologiche della scienza sono:

- *deduzione*: sviluppo di proposizioni consistenti partendo da principi indimostrabili;
- *induzione*: verifica delle ipotesi poste con lo scopo di costruire leggi di relazioni tra i dati ottenuti con gli esperimenti, si basa sulla riproducibilità degli esperimenti;
- *tassonomia*: è la componente classificatoria e descrittiva, necessaria per tutte le discipline scientifiche.

L'obiettivo del metodo scientifico è di costituire negli individui la capacità di accordare la realtà e la sua interpretazione. Nell'ambito della didattica delle scienze il metodo può consistere in:

- individuare le forme degli stati e delle trasformazioni;
- essere in grado di far rientrare una nuova conoscenza all'interno di una rete cognitiva, tenendo comunque ben presente le sue peculiarità;
- riconoscere ricorrenze, somiglianze, differenze;
- concettualizzare;
- scegliere le strategie cognitive efficaci per indagare un fenomeno;
- scegliere modelli appropriati e articularli al loro interno;
- scegliere formalizzazioni adatte;
- usare procedimenti di conoscenza induttiva;
- evidenziare la correlazione tra aspetti statici e aspetti dinamici sia nella realtà sia nelle sue modellizzazioni;
- rappresentare fatti, e aspetti dei fatti, con diversi linguaggi (dalle parole ai numeri, alla geometria, all'algebra);
- confrontare la realtà con le sue modellizzazioni;

³ Maria Arcà, *ibidem*

⁴ Maria Arcà, *ibidem*

- confrontare opinioni e interpretazioni diverse;
- riprodurre sperimentalmente aspetti del concreto.

2.2 EDUCAZIONESCIENTIFICA ESTILIDI INSEGNAMENTO

La gestione concreta dell'insegnamento è profondamente modificata dai modelli cognitivi soggiacenti: c'è l'insegnamento contenutistico, problematico, astratto, collegato al quotidiano, teorico, sperimentale, e così via.

A seconda poi del tipo di modello adottato cambia anche il valore che assumono le abilità acquisite e i risultati ottenuti, che sono diversi se la didattica viene condotta secondo modelli di insegnamento trasmissivo o costruttivista, se si considerano innate certe capacità o se invece si ritiene la mente come un qualcosa di interamente plasmabile.

Il docente può proporsi come “stimolatore di problemi e indagatore di strutture di pensiero”: partendo da un'esperienza fatta assieme o appartenente al vissuto degli studenti e attraverso delle discussioni, si utilizzano modelli e strumenti cognitivi e si sviluppano le conoscenze attraverso l'acquisizione di nuovi modelli.

Il docente può inoltre stimolare il dialogo e l'interazione tra i ragazzi, per evitare che il processo di apprendimento si riduca ad un rapporto personale e unidirezionale tra lo studente e il modello conoscitivo offertogli dal docente, che rischia in tal modo di fornire degli strumenti totalmente estranei al mondo del ragazzo. Va compiuto quindi un continuo raccordo tra ciò che viene spiegato in classe e le risposte dei ragazzi, aiutandosi con discussioni che facciano emergere incongruenze e analogie tra gli argomenti introdotti in classe e le situazioni reali che gli studenti devono affrontare fuori e dentro l'ambito scolastico. È importante anche correlare ogni nuova conoscenza ad altre informazioni acquisite in precedenza, anche in altri contesti: in questo modo ogni nuovo input conoscitivo viene inserito all'interno del patrimonio dei concetti appresi.

L'insegnamento può essere visto come “riorganizzazione continua delle esperienze e delle spiegazioni”, agevolata dall'uso di schemi sinottici, tabelloni, osservazione a distanza di tempo di fotografie o disegni visti in momenti precedenti, proponendo nuove chiavi di lettura degli argomenti e dei problemi analizzati.

Si possono costruire anche diagrammi di flusso dei percorsi logici e temporali seguiti in cui verranno visualizzati gli argomenti trattati, le loro correlazioni, la loro gerarchia cognitiva, ecc.

Ma dato che la conoscenza non può essere solamente frutto dell'esperienza e della costruzione personale di percorsi cognitivi, il docente deve agevolare il processo trasmettendo strumenti adatti alla schematizzazione e alla strutturazione coerente della conoscenza.

2.3 DOCIMOLOGIA

Secondo la definizione data dall'enciclopedia De Agostini, la *docimologia* è lo “studio sistematico dei mezzi di valutazione impiegati negli esami e in generale in ogni altra prova tendente alla valutazione delle capacità e delle attitudini individuali; indica, inoltre, la sperimentazione di nuove forme di controllo scolastico o di nuove modalità d'uso rispetto a quelle già esistenti”.

La docimologia nasce da alcuni studi effettuati in America, Inghilterra e Francia e che hanno messo in luce la scarsa attendibilità del voto attribuito con metodi e criteri tradizionali, i quali danno scarsa rilevanza alla particolarità del singolo lasciando invece spazio al caso.

Si occupa del reperimento degli elementi di valutazione, dell'allestimento delle tecniche più idonee per accertarli, dei metodi di misura e di tabulazione dei risultati, del calcolo di correlazioni, varianze e covarianze per stabilire quale posizione occupa un certo risultato paragonato ad altri risultati ottenuti da soggetti diversi nella stessa prova.

La valutazione deve avere una valenza formativa e questo deve essere chiaro anche agli studenti, che dovrebbero considerare il momento della valutazione come un lavoro svolto per loro stessi, per conoscere e meglio indirizzare il proprio percorso formativo.

Il compito della valutazione è di consentire la regolazione del processo formativo in funzione degli obiettivi che ci si è posti inizialmente e valutare non tanto, o non solo, il punto di arrivo del percorso conoscitivo degli studenti, ma tutto il cammino da loro percorso, evidenziandone carenze o difficoltà lungo il suo svolgersi.

È necessario che la valutazione non trascuri i processi emotivi, affettivi e sociali che stanno alla base dell'apprendimento e che ne influenzano i risultati. Il suo obiettivo va spostato dall'allievo all'efficacia dell'insegnamento, non limitandosi a prendere atto dei risultati conseguiti alla fine del processo di istruzione, ma fungendo da stimolo per migliorarlo e correggerlo.

La valutazione viene effettuata attraverso delle "prove" che si basano su alcuni strumenti.

2.3.1 LE PROVE

Le prove possono essere di diverso tipo:

- prova di livello richiesto: è posta anche all'inizio del processo di insegnamento, e risulta utile al docente al fine di strutturare il proprio programma in base alle reali capacità dei discenti e al livello da loro raggiunto, e non solamente secondo le esigenze dei programmi ministeriali;
- prova preliminare: per verificare a quale livello sono gli studenti in rapporto all'insegnamento di uno specifico argomento;
- prova parziale: eseguita durante l'insegnamento consente al docente di verificare il grado di ricettività dei ragazzi e di apportare eventuali correzioni o modifiche al proprio programma in base alle difficoltà incontrate dai ragazzi;
- prova prefinale di sintesi: effettuata prima della prova finale sul contenuto dell'insegnamento;
- prova finale: va fatta dopo aver impartito l'insegnamento ed è strutturata in modo diverso a seconda degli obiettivi educativi che si intendono rilevare;
- prova di controllo a lungo termine: viene eseguita dopo la fine dell'insegnamento per valutare il grado di conservazione del livello di rendimento che era stato accertato con la prova finale.

Le prove possono essere basate su quesiti che devono avere certe caratteristiche:

- essere mirati ad accertare il raggiungimento dell'obiettivo oggetto di verifica, senza dispersioni;
- non devono essere equivocate o passibili di interpretazioni errate da parte degli studenti;
- le alternative alla risposta esatta devono essere plausibili.

Per questo motivo nell'elaborazione delle prove è necessario:

- analizzare il contributo che ogni disciplina può dare ai fini del raggiungimento delle competenze e delle capacità volute;

- analizzare gli obiettivi didattici di ogni disciplina;
- individuare i blocchi portanti di ogni disciplina;
- definire dei parametri di riferimento in base agli obiettivi e ai contenuti oggetto della valutazione;
- individuare dei livelli di apprendimento verificabili.

Le prove devono essere oggettive, cioè il punteggio da attribuire ad ogni quesito a seconda della risposta va stabilito a priori, in modo tale che non dipenda dal correttore.

2.3.2 I QUESITI

La tipologia dei quesiti va scelta in base alle funzioni valutative che si intendono attuare ma soprattutto dipende dagli ambiti e dagli obiettivi conoscitivi che si vuole valutare.

- Domanda “a scelta multipla”: la risposta corretta deve essere scelta tra diverse opzioni, dette *distrattori*. Con questo tipo di domanda è possibile rilevare diversi obiettivi valutativi: la semplice conoscenza o comprensione di fatti, regole, la capacità di compiere analisi, valutazioni, applicazioni in situazioni nuove, ecc.

Le domande devono essere chiare, univoche e le risposte tutte plausibili.

- Domanda “vero o falso”: consente di verificare solamente l’acquisizione di conoscenze, e c’è il rischio che le risposte siano date in modo casuale. Per strutturare queste domande nel miglior modo possibile, è necessario:
 - evitare affermazioni ambigue;
 - evidenziare l’elemento centrale del quesito;
 - porre domande brevi evitando di inserire informazioni superflue;
 - evitare di inserire parole (es. *sempre, mai*) che possono orientare lo studente verso la soluzione corretta;
 - utilizzare molte domande.
- Domanda di “associazione”: la risposta prevede l’associazione corretta di elementi di una prima lista con quelli contenuti in una seconda. Consente di verificare le conoscenze e il livello di comprensione degli argomenti trattati, basandosi sulla capacità di cogliere o meno le relazioni tra eventi, cause e concause che li hanno determinati, dati, effetti prodotti, ecc.
- Domanda a “risposta multipla”: sono previste un numero libero di risposte esatte o sbagliate.
- Domanda a “sequenze concettuali”: una serie di elementi o dati presentati in ordine casuale devono essere inseriti nel giusto ordine. Consente di verificare la conoscenza di eventi che hanno una precisa concatenazione.
- Domanda a “completamento”: lo studente deve completare una frase di cui sono state omesse delle parti.
- Domanda a “risposta aperta”: viene elaborata in modo tale da richiamare in risposta un concetto preciso. Sono adatte a verificare le capacità personali e il livello della formazione.

2.4 DOCIMOLOGIA DELLE SCIENZE AMBIENTALI

Premesso che la fase di giudizio è la più penosa e difficile della didattica ci si deve convincere che è anche una fase importante sulla quale ci si gioca la credibilità, il prestigio ed una parte dell'efficacia didattica. Non si può non giudicare ogni singolo studente e non ci si può permettere di essere "ingiusti". Purtroppo il concetto di giustizia è labile e soggettivo: cambia con il giudice, con il giudicato e con le circostanze. Per questo può valer la pena di analizzare in dettaglio l'intera fase scomponendola in singole azioni come in fig. 1.

Naturalmente lo schema si deve immaginare iterato per tutte le domande e per tutte le modalità di accertamento (scritte, orali, temi, esercizi o altro) a cui si sottopone l'allievo. Il giudizio su un allievo va poi completato con una parte che riguarda i comportamenti, parte che esula dagli accertamenti di profitto dei quali si sta cercando una procedura.



Fig.1. – Azioni per formulare un giudizio.

Tutte le fasi di fig.1 sono delicate, così nel formulare una domanda si deve fare attenzione a non formularla fuori programma o in modo ambiguo. Inoltre, la formulazione deve tener conto che poi si deve interpretare la risposta e che la domanda non può essere marginale per non sconfinare nel nozionismo e nella pignoleria, difetti che gli studenti non tollerano nell'insegnante, con il pericolo di compromettere il proprio carisma e, conseguentemente, togliere fascino a quello che si insegna. Per interpretare le risposte in condizioni di sicurezza le domande vanno calibrate in modo da ridurre al minor numero possibile le risposte aperte che sono più facili da formulare, ma anche più difficili da valutare in modo incontestabile. Senza voler approfondire troppo l'argomento, la domanda ideale dovrebbe essere a risposta chiusa con quattro alternative (tre sembrano troppo poche perché permettono di tentare e cinque sono troppe perché difficili da indicare) e dovrebbero essere basate su una valutazione che apprezzi chi dichiara di non sapere la risposta rispetto a chi tenta di darne una. Questo si ottiene, ad esempio, valutando 0 una risposta sbagliata e 0,5 una risposta mancante (no data). Se si opera in questo modo il giudizio può essere affidato ad un algoritmo e diventare inequivocabile. L'algoritmo dovrà considerare la rilevanza della domanda e dare un peso alla difficoltà del quesito, difficoltà che dipende dall'insegnamento impartito e dalla chiarezza della domanda. A scanso di equivoci è opportuno precisare che la valutazione dovrà basarsi anche su alcuni (non troppi) accertamenti più personali per recuperare i soggetti in difficoltà di fronte ai test e per valorizzare l'esposizione orale e/o scritta.

Una procedura capace di contemperare varie esigenze può far ricorso ad una duplice valutazione: una legata alla funzione formativa della didattica che valuta su base personale gli effetti formativi considerando i comportamenti dello studente, la sua reattività agli stimoli, ecc., ed una legata alla funzione informativa che valuta in modo spersonalizzato (indipendente dal docente e dallo studente, ma non dalle circostanze che determinano la valutazione) facendo ricorso a strumenti automatici dichiarati a priori (all'inizio del Corso).

Per i giudizi da impennare su algoritmi si può procedere organizzando accertamenti di profitto su questionari a risposte chiuse che diano tre possibili risultati: $r = +1$ (risposta esatta), $r = 0,5$ (risposta non data) e $r = 0$ (risposta errata). Un questionario sarà costituito da N domande ($j = 1, 2, \dots, N$) di valore Q_j . Il valore Q_j della j -esima domanda indica l'importanza dell'argomento e può andare da 1 a Q_{max} (ad esempio, da 1 a 10). Allora se si indica con $r_{i,j}$ il risultato ottenuto dallo studente i -esimo ($i = 1, 2, \dots, K$) nella domanda j -

esima ($j = 1, 2, \dots, N$) e con $q_j = Q_j/Q_{max}$ la qualità della domanda j -esima ($1/Q_{max} = q_j = 1$), si possono costruire gli indicatori riportati in tabella (tutti compresi fra 0 ed 1).

Tabella. –Indicatori di “preparazione” individuati con verifiche strutturate come descritto nel testo.

Indicatore	Formula	Significato
$S_{i,j}$	$r_{i,j}q_j$	“preparazione” dello studente i -esimo in rapporto alla domanda j -esima.
$S_i =$	$\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_{i,j}$	“preparazione” dello studente i -esimo in rapporto al test.
$S_j =$	$\frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_{i,j}$	“preparazione” della classe in rapporto alla domanda j -esima.
$S =$	$\frac{1}{K} \sum_{i=1}^K S_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j = \frac{1}{KN} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^N S_{i,j}$	“preparazione” della classe in rapporto al test.

Si può considerare che l'indicatore $d_j = 1 - S_j$ individui la difficoltà della domanda (comprendendo le difficoltà derivate dall'insegnamento e da eventuale formulazione deficitaria) cosicché il voto $v_{i,j}$ dello studente i -esimo rispetto alla domanda j -esima si può calcolare come somma di due termini (eventualmente pesati da due coefficienti: a e β): uno per la *prestazione* ed uno per la *difficoltà*:

$$v_{ij} = a \times s_{ij} + \beta \times d_j \times s_{ij}$$

$$v_i = \sum_{j=1}^N v_{ij} = a \times \sum_{j=1}^N s_{i,j} + \beta \times \sum_{j=1}^N d_j \times s_{i,j} = \sum_{j=1}^N (a + \beta d_j) s_{i,j}$$

per ovviare a valori negativi ed a valori troppo alti o troppo bassi a e β vanno modulati in modo che $v_{i,min}$ e $v_{i,max}$ soddisfino criteri di ragionevolezza.

Si tratta, allora, di costruire una lista di N argomenti quotati con un valore (Q_j : $Q_j = 1 \div 10$). Ogni argomento va individuato con M domande alle quali si associano X risposte (ad esempio, $X=4$).

All'inizio del Corso si sottopongono gli studenti ad un test d'ingresso che consiste nel rispondere all'intera lista delle domande senza vincolo di voto. Durante il Corso si effettueranno test parziali (3 o 4). Alla fine del Corso si effettuerà un test riepilogativo.

In tabella I è riportata una lista di argomenti da insegnare nell'ambito delle Scienze Ambientali. Alcuni di questi argomenti saranno insegnati e diventeranno così materia di test.

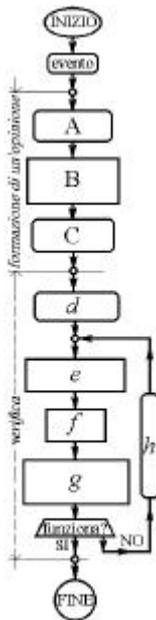
Si immagini ad esempio di aver insegnato l'argomento $j=9$ e di volerne valutare l'apprendimento. Si dovrà predisporre una domanda formulata con schemi del tipo descritto con il seguente esempio:

Domanda: Il riduzionismo è:

una tecnica rendere comprensibile un argomento ? un approccio scientifico ?
una tecnica per esemplificare ? altro ?

Di seguito si riportano altri esempi di domande:

2° esempio.



Con riferimento alla fig.1 si completi la tabella in modo da far corrispondere agli argomenti della prima colonna le lettere della figura 1 secondo quanto studiato a proposito del metodo scientifico.

Contenuto	Blocco
percepisci evento	
concettualizza la percezione	
memorizza il concetto	
concepisci un modello	
sviluppa un simulatore	
simula l'evento	

Figura 1

3° esempio:

Con riferimento allo schema a blocchi della conoscenza dire quale funzione non fa parte del processo di formazione di un'opinione:

Percepisci l'evento	?	concettualizza la percezione	?
memorizza il concetto	?	simula l'evento	?

4° esempio:

Con riferimento alla schematizzazione della conoscenza dire come sono gli eventi:

statici	?	dinamici	?
osservabili	?	concettuali	?

5° esempio:

Con riferimento alla schematizzazione della conoscenza dire come sono gli eventi:

statici	?	dinamici	?
osservabili	?	altro	?

6° esempio:

Quale dei seguenti strumenti della conoscenza non consente verifiche:

congettura	?	modello matematico	?
esperimento fisico	?	esperimento ambientale	?

Si nota, in particolare, che esistono domande che, pur corrette, risultano incompatibili per lo stesso test perché una esplicativa dell'altra come nel caso degli esempi 2 e 3. Inoltre, alcune domande sono troppo complesse per consentire valutazioni a tre valori come quella dell'esempio n. 2.

Tabella I. – Una lista di argomenti connessi con le scienze ambientali.

	CAPITOLO I ? IL METODO SCIENTIFICO	Q_j
1	Metodo scientifico	10
2	Uno schema procedurale	9
3	Discipline scientifiche	10
4	Le Scienze della Natura	8
5	Gli eventi	7
6	Modelli e simulatori	10
7	Il metodo scientifico nelle discipline classiche	10
8	Il metodo scientifico nelle scienze ambientali	10
9	Riduzionismo	6
10	Una precisazione sulle verifiche	5
	CAPITOLO II ? PERCEZIONE DEGLI EVENTI	
11	Classificazione delle conoscenze verificabili	5
12	Sistemi in equilibrio	10
13	Sistemi dinamici	5
14	Spazi fisici e spazi concettuali	10
15	Sistemi continui	5
16	Bilanci	10
17	Leggi costitutive dei flussi	5
18	Le velocità di generazione	5
19	Indeterminazione	10
	CAPITOLO III ? DATI E METADATI	
20	Struttura dei dati	10
21	Natura discreta dei dati	5
22	Misurazioni e campionamenti	5
23	Errori dovuti al campionamento	5
24	Operazioni di misura	5
25	Confronto dei dati	10
26	Confronti statistici	5

	CAPITOLO IV - PARTICOLARITÀ AMBIENTALI	
27	Le scale spaziali delle carte geografiche	10
28	Scale e strumenti di misura	5
29	Ergodicità	10
30	Il telerilevamento	5
31	Cinetica e dinamica	5
32	Rappresentazione dei dati	5
33	Banche Dati	5
34	Causalità e casualità	5
35	Correlazioni e regressioni	5
	CAPITOLO V ? SIMULATORI	
36	Simulatori analogici	5
37	Simulatori formali	10
38	Intelligenza artificiale	5
39	Formalismi matematici	5
40	Modelli deterministici	5
41	Modelli statistici	5
42	Modelli numerici	5
43	Altri modelli	10
44	Modelli per l'inquinamento atmosferico	5
	CAPITOLO VI ? L'AMBIENTE	
45	L'ambiente	10
46	L'ecologia	10
47	Le scienze ambientali	10
48	Indicatori dell'ambiente	5
49	Fattori (naturali e antropici) dell'ambiente naturale	5
50	Il metodo scientifico applicato all'ambiente	5
51	Concettualizzazioni e simulazioni	5
52	Processi ambientali	5
53	Simulatori dei processi ambientali	5
	CAPITOLO VII ? LE POPOLAZIONI	
54	Crescita lineare	5
55	Crescita esponenziale	5
56	Crescita logistica	5
57	Competizioni	5
58	Distribuzioni spaziali delle popolazioni	5
59	Auto organizzazione	5
60	Leggi di potenza	5

	CAPITOLO VIII ? USO DEL SAPERE	
61	Distribuzione del sapere	10
62	La rappresentazione delle conoscenze	5
63	La divulgazione scientifica	5
64	Termini e significati correnti	5
65	Divulgazione delle scienze ambientali	5
66	Didattica delle scienze ambientali	5
67	Educazione ambientale	5
68	Insegnare e informare con il web	10
	CAPITOLO IX ? LEGGENDE AMBIENTALI	
69	Ambientalismo, Animalismo e Dintorni	10
70	Sviluppo sostenibile	10
71	Agenda 21	10
	CAPITOLO X ? RIFERIMENTI	
72	Internet	10
73	Informazione	5
74	Controinformazione	5

PROVE DI VOTO

$B(i)=\text{somma}[d(i)s(i,j)]$	$K = 30 \quad N = 10 \quad s(i,j)=q(j)*r(i,j)$										$\alpha = 0,8 \quad \beta = 0,9$		$VOTO(i)=\text{alfa}*S(i)+\text{beta}*B(i)$										$v(i,j)=d(j)*s(j,i)$	
Cognome e Nome	$r(i,1)$	$r(i,2)$	$r(i,3)$	$r(i,4)$	$r(i,5)$	$r(i,6)$	$r(i,7)$	$r(i,8)$	$r(i,9)$	$r(i,10)$	$s(i,1)$	$s(i,2)$	$s(i,3)$	$s(i,4)$	$s(i,5)$	$s(i,6)$	$s(i,7)$	$s(i,8)$	$s(i,9)$	$s(i,10)$	$S(i)$	$B(i)$	$VOTO(i)$	
Uno Primo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0
Due Secondo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,6	0,4	0,44	
Tre Terzo	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0,22	
Quattro Quarto	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,008	
Cinque Quinto	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	
Sei Sesto	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,016	
Sette Settimo	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,008	
Otto Ottavo	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,024	
Nove Nono	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,012	
Dieci Decimo	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,032	
Undici Primo	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,016	
Dodici Secondo	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,04	
Tredici Terzo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	
Quattordici Quarto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,048	
Quindici Quinto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,024	
Sedici Sesto	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,056	
Diciassette Settimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,028	
Diciotto Ottavo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,1	0,1	0,064	
Diciannove Nono	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,032	
Venti Decimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,1	0,1	0,072	
Ventuno Primo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,036	
Ventidue Secondo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,1	0,1	0,08	
Ventitre Terzo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,04	
Ventiquattro Quarto	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,0	0,4	0,3	0,308	
Venticinque Quinto	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,0	0,3	0,2	0,268	
Ventisei Sesto	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,0	0,6	0,7	0,8	0,5	0,0	0,4	0,3	0,284	
Ventisette Settimo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,0	0,7	0,8	0,5	0,0	0,3	0,2	0,276	
Ventotto Ottavo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,0	0,8	0,5	0,0	0,3	0,2	0,268	
Ventinueve Nono	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,0	0,5	0,0	0,3	0,2	0,26	
Trenta Decimo	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,5	0,0	0,4	0,3	0,324	
Risultato Classe S(j)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,11027	
Qualità della domanda q(j)	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0														

2.5 CARATTERISTICHE DELLE SCIENZE AMBIENTALI

2.5.1 PENSARE PER MODELLI

Ogni nuova conoscenza si basa sul già conosciuto, sia da se stessi sia dal sistema culturale nel quale viviamo, e la conoscenza del mondo si trasmette attraverso modelli.

Nell'attività di costruzione del sapere il soggetto esegue un continuo processo di schematizzazione degli oggetti e dei processi che avvengono nella realtà o che sono prodotti dal pensiero, aggiornandoli per adattamenti successivi. Questo processo sta alla base del *pensare per modelli* che porta inevitabilmente ad una conoscenza parziale, correlata ad altri saperi e temporanea, perché in evoluzione in conseguenza dell'acquisizione di nuove informazioni.

La conoscenza scientifica di ognuno di noi passa attraverso la creazione e la correzione di modelli che il pensiero elabora in base ai fatti e alle conoscenze disponibili. Per questo motivo è necessario conoscere i meccanismi mentali degli studenti, perché qualsiasi operazione di imposizione di un modello preconstituito dall'esterno risulterà inutile e controproducente.

Un modello da intendersi come intermediario tra i criteri di interpretazione e la complessità della realtà, rappresenta le connessioni di significato che collegano i diversi fenomeni. Costituisce un aiuto per la nostra attività cognitiva, in quanto ci permette di comprendere certi fenomeni astraendone le caratteristiche salienti dalla realtà e ricollegandole a relazioni già note e facenti parte del nostro bagaglio culturale e di esperienze.

Un modello è la riproduzione schematica di un fenomeno o di un sistema: quando si costruisce uno schema di un fenomeno da studiare in modo che il comportamento dello schema corrisponda all'evento reale si dice che si realizza un *modello formale*.

Per i ragazzi può risultare familiare rappresentare l'evolversi di un fenomeno nel tempo o nello spazio, ma considerare contemporaneamente entrambe le variabili e collegare assieme eventi solo apparentemente indipendenti arrivando ad elaborare modelli funzionali può risultare difficile. Ad esempio in biologia la conoscenza è resa difficile dalla complessità delle dinamiche, delle relazioni a più livelli e dai processi di retroazione.

Il processo di modellizzazione può essere agevolato da una rappresentazione grafica delle relazioni che intercorrono tra gli elementi del sistema.

La conoscenza scientifica si avvale di uno strumento proprio della conoscenza generale: dall'esperienza vissuta od osservata direttamente si giunge al modello, che entra a far parte del bagaglio culturale della persona. Difficilmente infatti si riesce a padroneggiare eventi o fenomeni complessi, di conseguenza la nostra mente li semplifica e li rappresenta tramite le loro caratteristiche peculiari. È fondamentale ricordare che il processo è un processo di *semplificazione*, e nessun modello rappresenta mai tutta la realtà, ma essa viene reinterpretata in base agli strumenti posseduti: i modelli sono in buona sostanza "ricostruzioni multidimensionali di aspetti di realtà" (M. Arcà), e il livello di schematizzazione, e quindi di semplificazione, aumenta con la complessità del fenomeno da analizzare.

Le attività di laboratorio prevedono degli esperimenti che altro non sono che una modellizzazione parziale di un fenomeno, la quale a sua volta prevede la semplificazione della realtà attraverso la considerazione solamente di alcune variabili.

Gli esperimenti sono utili per "allenare" i ragazzi a ricercare i collegamenti e le relazioni causa – effetto, ma non si deve tralasciare di far loro presente che quello che si sta facendo

è una *imitazione* della realtà, non una *copia*, e vanno guidati, partendo dai risultati dell'esperimento, alla ricerca delle analogie e delle regole di corrispondenza con la realtà.

Il ruolo dell'esperimento è di stabilire un collegamento tra la teoria, studiata sui libri, e la fenomenologia naturale, che fa parte del patrimonio personale di ognuno.

Il rischio che si corre è che i ragazzi vedano nel risultato dell'esperimento un punto di arrivo conseguente ad una sequenza ben precisa di azioni, e non un punto dal quale partire per ragionare sulla corrispondente sequenza di fatti naturali.

È necessario quindi spiegare agli studenti il significato dell'esperimento, facendo un parallelo tra gli elementi e le relazioni considerate nel modello e gli elementi e le relazioni corrispondenti presenti nella realtà.

Nei programmi di didattica e di educazione ambientale è necessario sottolineare il vero valore dei modelli per la descrizione e la gestione dei sistemi ambientali complessi ed evidenziare il ruolo della soggettività dell'osservatore nell'analisi e nell'interpretazione della realtà, evitando di cadere nell'errore di proporre un'identità tra modello e territorio e di dare rilievo alla pretesa 'oggettività' delle discipline scientifiche nel loro modo di rapportarsi con la realtà (vedi anche cap.5).

2.5.2 PENSARE PER SISTEMI

Il "pensare per sistemi" si basa sull'assunto che "il tutto è più della somma delle parti".

Un sistema è un'insieme di componenti che lavorano insieme per compiere una funzione.

Questa definizione mette in luce alcune caratteristiche del sistema:

- è fatto di componenti → se una componente viene alterata, tutto il sistema ne risente
- il sistema può essere studiato a scale diverse
- le parti lavorano insieme → il sistema ha delle strutture che connettono le componenti
- l'intero sistema ha uno scopo → il sistema non è un insieme disordinato di elementi, ma le componenti sono correlate in modo tale da tendere ad uno scopo.

Guardare la realtà concentrandosi sulla sue caratteristiche sistemiche è un modo di interpretare il mondo tenendo conto della sua complessità. Non è una strategia banale, alla base di essa risiede la capacità di individuare gli elementi che caratterizzano un fenomeno, le relazioni che intercorrono tra di essi, e la sua evoluzione temporale e spaziale.

Il sistema opera all'interno di confini che possono essere identificati e definiti e che segnano i limiti entro i quali le componenti interagiscono: di conseguenza definiscono la *scala* del sistema e il modo in cui i diversi sistemi sono correlati.

In una prospettiva sistemica ogni elemento di ciascun livello di organizzazione può essere visto come individuo, caratterizzato da una sua identità ed autonomia, ed anche come organismo, con una sua strutturazione interna: comunque noi vogliamo vederlo, l'elemento rimane vincolato da relazioni che stabiliscono la connessione tra l'organizzazione interna e quella esterna.

Nonostante ogni sistema sia in continua relazione con altri sistemi, conserva una propria identità ed ha un proprio funzionamento. Al suo interno è possibile individuare diversi

livelli di struttura la cui importanza viene percepita e risalta in modo differente in base alla scala di osservazione che adottiamo, e questo è un altro dei nuclei fondanti che caratterizzano le scienze ambientali: è importante saper gestire in modo cognitivo i *salto di scala* che permettono di cogliere le differenze e le specificità dei diversi livelli di organizzazione oltre alle relazioni che li legano. I cambiamenti di scala nelle osservazioni ci permettono di cogliere relazioni ed esigenze che ci erano sconosciute, aiutandoci nella costruzione della consapevolezza del mondo esterno e del ruolo individuale che l'uomo assume in esso.

Oltre alla scala spaziale è importante considerare e definire, ai fini della descrizione e della comprensione della dinamica dei sistemi, anche la scala temporale: un sistema può essere infatti considerato stabile se visto nel lungo periodo, anche se al suo interno avvengono continuamente, nel breve periodo, delle fluttuazioni.

Per capire un fenomeno non è sufficiente, anzi talvolta è controproducente, ridurre il suo studio alla scomposizione e all'analisi delle sue componenti. Sono le relazioni che intercorrono tra esse che caratterizzano il sistema e ne definiscono i gradi di libertà e le potenzialità.

Il sistema è una struttura ben definita che funziona e che non è indipendente dall'esterno, ma che reagisce ai cambiamenti delle condizioni al contorno adattando al nuovo stato le proprie componenti e le relazioni che le collegano.

Nel concetto di *sistema* è insito quello di *dinamicità*: gli elementi che lo compongono, oltre a determinare il funzionamento del complesso generale, hanno un proprio funzionamento e ognuno segue una propria evoluzione nel tempo e nello spazio. Osservando i cambiamenti è possibile individuare le variabili, e ciò consente di avvicinarsi alla comprensione del sistema: le variabili costituiscono i vincoli che determinano l'evoluzione del sistema.

L'approccio sistemico tipico delle Scienze Ambientali pone l'attenzione sulle interrelazioni, le sinergie e sul metodo olistico, in contrapposizione all'approccio delle scienze tradizionali che si concentrano soprattutto sull'analisi dei singoli fenomeni di causa ed effetto. In tal modo le scienze ambientali offrono una prospettiva più ampia ed interdisciplinare e l'approccio sistemico offre loro una valida base di appoggio per studiare, descrivere, interpretare e modellizzare l'ambiente.

Certamente il fatto di considerare i sistemi invece che i singoli elementi porta ad un certo grado di incertezza, dovuta a diverse cause riassunte in tabella.

<i>Fonte di incertezza</i>	<i>Complicazioni</i>
Complessità dei sistemi naturali	I cambiamenti ambientali sono il risultato di complesse interazioni tra diversi sistemi strettamente accoppiati. Alcuni cambiamenti sono più difficili da prevedere rispetto ad altri, in parte perché sono il risultato di risposte complesse.
Soglie	La presenza di soglie in molti sistemi ambientali può significare che gli effetti di una azione potrebbero incrementarsi improvvisamente senza preavviso.
Risposta non lineare	Molti sistemi ambientali sono non-lineari, il che significa che la misura delle loro risposte non è necessariamente direttamente proporzionale alla misura della causa esterna che ha determinato l'effetto.
Imperfezione dei modelli esistenti	I cambiamenti ambientali sono il frutto di complesse interazioni tra un elevato numero di variabili, e la maggior parte dei modelli possono considerarne solo un numero limitato.
Mancanza di buone conoscenze riguardanti le condizioni di sfondo	La possibilità di individuare l'evoluzione futura dei fenomeni richiede una conoscenza approfondita delle tendenze attuali e passate, e spesso non sono disponibili dei dati a lungo termine.
Ruolo potenziale delle catastrofi	Gli eventi estremi fanno parte dei sistemi dell'ambiente naturale, sono imprevedibili e inevitabili.
Ruolo potenziale di meccanismi imprevisi	Esistono dei fattori che non sono ancora stati presi in considerazione, sia perché difficili da misurare sia perché non sono stati ancora identificati.
Problemi nella determinazione dei tempi di risposta	Anche se ci sono informazioni su alcuni cambiamenti ambientali che stanno avendo luogo, in molti casi è molto più difficile prevedere la velocità con la quale si manifesteranno.
Problemi di definizione	Per molte tipologie di cambiamenti ambientali ci può essere più di un modo per definire cosa sta avvenendo. Questo rende difficile l'individuazione delle tendenze, o il paragone di situazioni diverse.

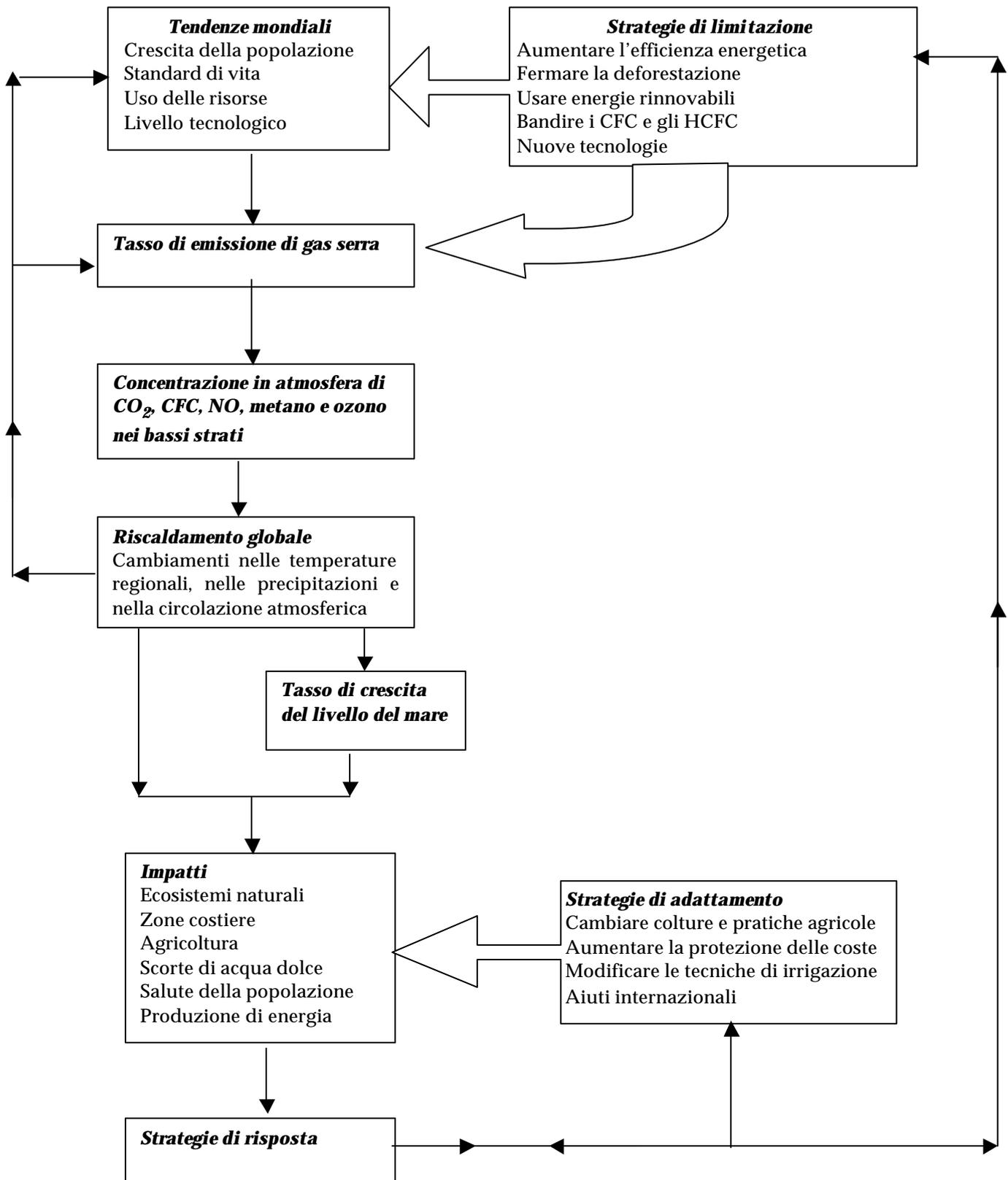
Schema tratto dal libro: *The Environment – Principles and Applications*, Chris Park, Routledge Edition, 2000

E' possibile introdurre il concetto di *sistema*, e quindi di *complessità*, trattando un argomento di attualità come l' *effetto serra*.

È possibile affrontare questa tematica avvalendosi delle scienze ambientali, che consentono di accorpate discipline diverse, come per esempio:

- la climatologia, per capire i fattori che influenzano il clima sulla terra;
- la meteorologia, per capire la circolazione nell'atmosfera;
- la biochimica, per studiare gli effetti dell'aumento della concentrazione di alcuni composti gassosi sulla fisiologia delle cellule animali e vegetali;
- la chimica, per studiare la reattività dei composti chimici in atmosfera;
- la geografia, per studiare i possibili effetti del riscaldamento globale sulle coste e sulla distribuzione delle fasce climatiche e delle corrispondenti tipologie ambientali.

Nello schema qui sotto vengono presentati gli impatti e le risposte all'effetto serra: è possibile avere un'idea della complessità dei problemi ambientali anche studiando le implicazioni sociali ed economiche che essi determinano.



Schema tratto dal libro: *The Environment - Principles and Applications*, Chris Park, Routledge Edition, 2000

2.5.3 PENSARE NEL TEMPO E NELLO SPAZIO

Le scienze ambientali si occupano dello studio degli ambienti definiti indipendentemente dagli organismi che li popolano (scienze “in situ”). Il carattere di “scienza” si fonda sulla riproducibilità – tramite algoritmi – dei processi che esse studiano.

Ma per capire realmente le caratteristiche di un ambiente dobbiamo rassegnarci all’idea che esso è in continua evoluzione, e quello che noi possiamo osservare e capire *qui e ora* è solo uno dei molteplici stati in cui esso si può trovare.

Per i ragazzi, come già accennato, può essere difficile riuscire a padroneggiare contemporaneamente l’idea dell’evoluzione temporale e di quella spaziale, anche perché all’interno di un sistema avvengono cambiamenti temporali brevi (es. giorno – notte) e altri molto lunghi (es. ere geologiche) che si sovrappongono.

Una dimensione diacronica che considera la storicità del processo di cambiamento si contrappone ad una dimensione sincronica, che analizza la varietà contemporanea degli elementi del sistema.

Si passa da un modo di guardare *per forme stabili* ad un modo di guardare *per processi*, che permette di comprendere sia la dinamica evolutiva degli elementi sia quella dell’intero sistema. Entrambi i punti di vista sono importanti, perché grazie al primo è possibile scattare una specie di fotografia del sistema, rendendo possibile in tal modo l’identificazione delle strutture e degli elementi che lo compongono. Lasciando poi il sistema alla propria evoluzione e analizzandone i processi che hanno luogo si evidenziano invece i rapporti che legano i diversi elementi e la dinamica delle loro interazioni.

In una dimensione più ampia che considera il rapporto e le relazioni tra organismi, il concetto di *evoluzione*, che viene tradizionalmente associato al cambiamento subito da un organismo o un elemento, prende il nome di *successione*: ad esempio, l’evoluzione che si può osservare nella vegetazione di un litorale sabbioso con il passare del tempo si sovrappone alla successione vegetazionale che avviene spostandosi verso l’interno, seguendo la variazione delle condizioni ambientali.

C’è una stretta correlazione tra i fattori biotici e quelli abiotici di un ecosistema nell’evoluzione di una successione, perché le piante e gli animali modificano l’ambiente circostante in modo da facilitare la colonizzazione di altre specie. Le modificazioni dell’ambiente sono numerose, e includono la decomposizione della sostanza organica, che libera nutrienti, lo sviluppo del profilo del suolo grazie all’interazione tra le piante e il terreno, e l’alterazione del microclima locale dovuta all’ombra da loro generata e dall’influenza sull’albedo.

Si instaura in tal modo una progressiva reazione a catena nella quale le piante e gli animali modificano l’ambiente, che diventa più adatto per altri organismi viventi, che a loro volta apportano dei cambiamenti.

Per avvicinare gli studenti al concetto dell’evoluzione nel tempo e nello spazio dei sistemi ambientali può essere utile avvalersi dell’esempio offerto dalla vegetazione dei litorali sabbiosi.

Ogni “presenza” vegetale e animale crea i presupposti per l’insediamento di altri organismi, in un processo dinamico di relazioni strette che si svolge in una fascia limitata che va dalla battigia al bosco litoraneo.

Ripercorrendo mentalmente gli ambienti che si incontrano in questa fascia, è possibile fare alcune riflessioni:

1. La vegetazione è estremamente correlata al tipo di terreno e di clima.

Le successioni vegetazionali che si incontrano sono ben definite e riscontrabili in tutti gli ambienti di litorale: tale successione, che culmina nel bosco litoraneo, è tuttavia solamente teorica, perché pochi litorali presentano una profondità tale da fornire lo spazio sufficiente per consentirne lo sviluppo completo.

2. La diversità aumenta verso il bosco.

Le piante della fascia pioniera appartengono a poche specie, perché l'ambiente è molto selettivo e permette lo sviluppo solamente di quelle piante che soddisfano certi requisiti (resistenza al sale, al sole, adattabilità al terreno sabbioso incoerente). Nel bosco invece i fattori limitanti diminuiscono e questo consente la crescita a piante anche con esigenze ecologiche molto diverse tra loro.

3. La vegetazione tende a formare strati.

In prossimità della battigia le limitazioni sono tante, e le piante non riescono ad elevarsi troppo dal terreno perché lo stare appressate permette loro di mantenere il terreno umido e la piccola statura di diminuire la superficie di evaporazione.

Man mano che si procede verso il bosco il clima diventa meno proibitivo, e le piante riescono ad assumere forme maggiormente slanciate e a disporsi a strati per sfruttare al meglio le diverse possibilità che l'ambiente offre.

4. Gli adattamenti degli organismi vegetali e animali diventano meno "spinti".

Nella fascia della battigia gli organismi presentano caratteristiche che li rendono altamente specializzati alla vita di questo ambiente.

5. Lo sviluppo verticale di alcune piante come l'Ammofila fornisce ad altre piante il riparo necessario dal vento, sia in termini di traspirazione che per quanto riguarda il disturbo del substrato, che consente loro di accrescersi e di creare le condizioni per lo sviluppo spaziale della vegetazione.

L'evoluzione nel tempo (crescita) crea dunque i presupposti per l'evoluzione nello spazio (successione).

2.5.4 PENSARE PER DEDUZIONE E PER INDUZIONE

Il metodo deduttivo è una metodologia didattica che consiste nel procedere dal *generale* (regole, teorie, principi), al *particolare* (esempi, casi, applicazioni). E' un processo di astrazione, che prevede l'elaborazione di modelli e la rappresentazione di sistemi a partire da elementi e relazioni.

Questo metodo insegna agli studenti ad utilizzare le conoscenze possedute e permette di verificare il possesso della capacità di costruire reti cognitive flessibili: per tale motivo sarebbe auspicabile che venisse utilizzato con maggiore frequenza nell'insegnamento delle scienze ambientali.

Il metodo induttivo al contrario procede dal *particolare* (esempi, casi, applicazioni) al *generale* (regole, principi e teorie). E' un apprendimento per scoperta, che si basa sull'osservazione dei fatti come condizione iniziale dell'attività di ricerca scientifica e

sulla priorità del metodo sperimentale. L'esperienza o comunque il contatto diretto con la realtà da conoscere è alla base dell'approccio conoscitivo induttivo, che prevede l'utilizzo del metodo della ricerca di gruppo, della scoperta guidata e della libera ricerca ed esplorazione: il suo utilizzo deve essere adeguato alle capacità cognitive e alle esigenze intellettuali dell'allievo.

Come schematizzato nelle figure sottostanti, l'utilizzo del metodo deduttivo a scapito di quello induttivo cresce passando dalla fascia scolastica primaria fino all'Università, dove l'approccio speculativo dovrebbe essere considerato primario, pur riconoscendo la necessità di integrare in modo opportuno il momento deduttivo e quello induttivo.

Scuola Scuola Scuola Scuola Università
 Materna Elemen. Media Sup. _____

Scuola Scuola Scuola Scuola Università
 Materna Elemen. Media Sup. _____

