

Tema 2. Stabilità e instabilità dei sistemi

Nei sistemi, naturali e artificiali, coesistono meccanismi che tendono al mantenimento dello stato di fronte alle cause esterne che agiscono in modo da rompere e spostare gli equilibri medesimi. Questi meccanismi agiscono su ordini diversi di dimensione e di tempo e regolano l'evoluzione stessa del sistema. I meccanismi di retroazione, a livello sistemico, risultano quindi uno schema funzionale di grande potenzialità nella modellazione sia dei sistemi biologici (crescita, competizione, adattamento ecc.) sia dei sistemi artificiali (controllo, regolazione, ecc.)

SCUOLA DI BASE

FISICA

ARCÀ M., GUIDONI P. (1988), *Guardare per sistemi, guardare per variabili*, progetto strategico Tecnologie e Innovazione Didattica, Emme Edizioni, Torino.

(Vedi Tema n.1)

SCIENZE

PERCORSO N. 115 (1999), *I perché della Terra*, Catalogo "Da Museo a Museo" edito dal Comune di Bologna, pag 46.

La Terra nei suoi ingredienti, minerali e rocce, è in continua trasformazione: alcuni cambiamenti sono impercettibili, altri spettacolari, alcuni sono lenti altri rapidi. Ma perché si verificano questi mutamenti? Per comprendere i meccanismi e i processi si adoperano semplici strumenti di fisica e chimica. La partecipazione attiva e lucida dei ragazzi a questo laboratorio di mineralogia sperimentale li farà accostare in modo più consapevole al mondo delle scienze della Terra.

SCIENZA DELLA TERRA

PIACENTE S. (1987), *Alcuni elementi semplici del paesaggio, come individuarli e raccogliarli*. In: C. MARCHI TREVISI (a cura di) : "Piano poliennale aggiornamenti nuovi programmi scuola elementare", IRRSAE. (Scienze), Bologna.

Viene proposta una metodologia di approccio alla conoscenza del sistema paesaggio attraverso l'individuazione delle sue variabili fondamentali e della loro evoluzione nello spazio e nel tempo. Particolare attenzione viene posta nell'evidenziare il diverso comportamento delle variabili fisiche e di quelle antropiche.

PIACENTE S. (1989). *Mettere in carta*, Scuola Se n. 48/49 Aprile-Maggio, Nicola Milano Editore, Bologna.

La pratica del comporre e dello scomporre, così innata nel bambino, suggerisce un approccio alla lettura e all'esecuzione di carte tematiche elementari.

SCUOLA SECONDARIA SUPERIORE

QUESTIONI DI CARATTERE GENERALE SULLA FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI

MORIN E. (1989), *Il metodo. Ordine, disordine e organizzazione*, Feltrinelli, Milano.

ZANARINI G. (1990), *Diario di viaggio, Auto-organizzazione e livelli di realtà*, Guerini e associata.

In questi libri vengono descritti in dettaglio e in un linguaggio accessibile a tutti i sistemi complessi: le loro caratteristiche, la loro evoluzione, i meccanismi con cui si organizzano, la retro-azione, ecc. I temi scientifici vengono collocati e letti in una prospettiva culturale molto ampia: vengono infatti enfatizzate le implicazioni epistemologiche della ricerca in fisica dei sistemi complessi ed esplicitati gli intrecci tra diverse discipline (fisica, biologia, sociologia, filosofia). Essi sono pertanto particolarmente adatti come materiale con cui introdurre le problematiche del tema n.2.

CINI M. (1997), *Dall'Universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi*, La Fisica nella Scuola, XXX, 1, p.2.

Viene descritto il radicale cambiamento avvenuto nella fisica a partire dalla seconda metà del XX secolo con lo sviluppo della fisica dei sistemi complessi e viene sottolineato come essa abbia fatto crollare i presupposti epistemologici su cui si basava la fisica newtoniana (determinismo, riduzionismo,...). Vengono descritte le nuove caratteristiche di un sistema complesso e dei modelli che ne interpretano l'evoluzione. Il linguaggio usato è chiaro e semplice.

AGENO M. (1978), *L'instaurarsi spontaneo di un ordine in un sistema caotico*, La Fisica nella Scuola, XI, 4, p.157.

ARECCHI F. T. (1992), *La fisica non lineare: catastrofi, caos e complessità*, Il nuovo saggia-tore, 8, 3,29.

Questi articoli presentano i sistemi complessi con un linguaggio più tecnico e ad un livello di approfondimento maggiore rispetto ad altri lavori indicati (Morin, Zanarini, Cini). L'attenzione è più sulle caratteristiche fisiche dei sistemi che non sulle implicazioni culturali del loro paradigma esplicativo, benché siano anch'esse prospettate. Per tutti questi motivi tali articoli si prestano ad essere utilizzati ad argomento già introdotto.

IL CONCETTO DI ENTROPIA E LA PROSPETTIVA INFORMATIVALE

LUI A., ZANARINI G. (1996), *Entropia e informazione nell'opera di Léon Brillouin*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 3, p.125

SEXL R.U., PFLUG A., (1988), *Entropia e informazione*, La Fisica nella Scuola, XXI, 3, p.97.

ZANARINI G. (1996), *L'entropia tra disordine e ignoranza. Nascita e sviluppo della prospettiva informativa in fisica*, La Fisica nella Scuola, XXIX, 1, p.5.

In questi articoli viene presentata la prospettiva informativa come chiave per interpretare il concetto di entropia e, quindi, come chiave per modellizzare l'evoluzione spontanea dei sistemi. Questo approccio mette in relazione il concetto di entropia con la 'quantità di informazioni' o, meglio, con 'la mancanza di informazioni' (ignoranza), che caratterizzano la nostra conoscenza di un sistema. Tale approccio permette di problematizzare alcuni concetti quali determinismo e riduzionismo, che sono alla base dei modelli interpretativi classici, e permette di delineare una nuova prospettiva epistemologica.

ESPERIENZE DIDATTICHE

MALAGODI C., MICHELINI M. (1978), *Le celle di Bénard*, La Fisica nella Scuola, XI, 4, p.178
Vengono fornite indicazioni pratiche su come ottenere le celle di Bénard, esempio di organizzazione spontanea di un sistema caotico.

OGBORN J. (1990), *Modellizzazione con l'elaboratore: possibilità e prospettive*, La Fisica nella Scuola, XXIII, 2, p.32.

In questo articolo è affrontato il problema generale di cosa significa modellizzare i fenomeni naturali e come esempi di modellizzazione sono scelti problemi di equilibrio e sistemi di tipo 'automa cellulare' (sistemi la cui evoluzione è imprevedibile benché determinata da regole molto semplici di relazione tra gli elementi del sistema).

PUGLIESE JONA S. (1990), *Equilibrio termico, scheda di fisica e informatica*, La Fisica nella Scuola, XXIII, 2, p.143.

Vengono presentati esperimenti realizzati e sperimentati in classi di scuola secondaria superiore sul tema dell'equilibrio termico.

Il parere di Gianni Zanarini

La fitta rete di relazioni tra le diverse parti di un sistema può fare emergere un livello di complessità superiore a quello delle parti stesse. Questo aspetto di "auto-organizzazione" potrebbe venire utilmente sottolineato, nell'ambito del tema proposto, come approccio interdisciplinare alla comprensione delle realtà complesse fisiche, biologiche, sociali. Nello stesso tempo, è importante segnalare anche gli aspetti specifici che rendono irriducibili questi sistemi ad un unico modello.

Il parere di Giulio Cesare Barozzi (Università di Bologna)

Il tema offre l'opportunità di presentare il modello matematico di Volterra "Preda predatore".

Tale modello consente di stimare l'andamento nel tempo di una specie "preda" e di una specie "predatore", in competizione fra loro.

