
L'ANALISI INTEGRATA

Una metodologia di studio privilegiata per le Scienze della Terra

Fig. 1. L'immagine mostra la cittadina di Predazzo, in Val di Fiemme (Dolomiti), con uno stretto rapporto tra ambiente fisico e antropizzazione. Il paese si estende visibilmente sull'antico letto di

piena del fiume Avisio, ora regimato. Il letto ordinario appare ristretto entro argini artificiali di difesa, verso l'abitato, mentre verso destra, contro il fianco della montagna, il corso d'acqua può svolgere

la sua attività di erosione e di sedimentazione. Sullo sfondo una conoide alluvionale coltivata: si noti la scarpata ai piedi della stessa, che indica un'antica ripa di erosione dell'Avisio.



L'analisi sistemica

Che cosa sono le Scienze della Terra e che cosa significa farne la loro analisi integrata?

Le Scienze della Terra sono formate da quel gruppo di discipline che si occupano della Terra da un punto di vista fisico e dei suoi rapporti con gli altri corpi dell'universo e con gli esseri viventi. Del nostro pianeta studiano la struttura geologica, i fenomeni che l'hanno interessato nel passato, i processi e le continue trasformazioni che avvengono nel presente, anche in connessione con la presenza e l'attività dell'uomo, elemento privilegiato di un mondo sempre più dipendente dalle conoscenze, dalle azioni e dalle scelte antropiche.

Per affrontare uno studio che abbia come oggetto la Terra è necessario farne la sua *analisi integrata*, considerarla cioè nella sua complessità e unitarietà, sapendo individuare nel contempo le principali variabili che concorrono, e hanno concorso nel passato, alla sua formazione e alla sua evoluzione (fig. 1).

L'ideale sarebbe poter fare un'analisi integrale, essere in grado cioè di individuare e studiare tutte le sue componenti (anche le meno visibili o le più remote), per arrivare a una sua effettiva comprensione. Ci si rende però subito conto che quasi sempre ciò è impossibile, per diversi motivi, alcuni contingenti, altri di fondo: mancanza di tempo sufficiente, carenza di mezzi, difficoltà di reperimento dati, scarso livello di conoscenza, ecc. Ecco allora che diventa funzionale e metodologicamente corretto affrontare questo genere di studio attraverso un'analisi integrata, attraverso cioè la scomposizione del tutto (il nostro pianeta) nelle sue componenti più significative, in un quadro però, e questo è fondamentale, di visione e organizzazione unitaria.

Comunque, più che cercare di definirla (e nelle Scienze della Terra spesso le definizioni sono o insufficienti o quanto meno non adeguate o comunque destinate a essere superate), la nostra Terra, è più corretto spiegarla. Spiegare cioè gli elementi e i processi che concorrono alla sua formazione: si vedrà che questi sono di *tipo fisico* e di *tipo biologico*. Ma la loro sola individuazione e quindi descrizione non ne permette una comprensione in chiave dinamica, perciò quello che dobbiamo ricostruire è come queste componenti interagiscano fra loro, con quali equilibri, in quali *spazi* e con quali *tempi* partecipino alla sua evoluzione.

Con questo approccio l'idea che la Terra fosse la risultante di un equilibrio statico, fra materiale roccioso, suolo, forme e organismi vegetali e animali, cade, per far posto a una concezione del Pianeta come sistema dinamico, nel quale i singoli elementi sono fra loro interdipendenti attraverso i processi e le energie da essi stessi sviluppati.

Si vedrà allora che la Terra può essere considerata come un *sistema integrale in evoluzione*, sistema comprendente la litosfera, l'idrosfera, l'atmosfera, il suolo e gli organismi. Sistema formato quindi da molte variabili, tutte interne ad esso e tra loro interconnesse: alcune che sembrano quasi sfuggire tanto sono lontane, o non direttamente controllabili o di difficile percezione (come ad esempio le variabili astronomiche); altre che appaiono addi-

rittura come delle costanti immutate e immutabili nel tempo (come le grandi catene montuose o i bacini oceanici).

Procedendo con metodo in questa analisi, si vede poi che questo grande sistema può essere facilmente, e più comodamente, affrontato come un'articolazione di insiemi e sottoinsiemi che interagiscono gli uni con gli altri, differenti per le loro caratteristiche e soprattutto per la loro dinamica.

Questa visione interpretativa concepisce la Terra come il risultato di sistemi materiali ed energetici interni ed esterni ad essa, in una combinazione dei risultati delle diverse branche delle Scienze visti e trattati in un modello unitario.

In tal modo le Scienze della Terra (e il loro studio) si fondano su dei dati analitici, si servono cioè del metodo scientifico (osservazione, acquisizione dei dati, elaborazione), nello stesso tempo però alcuni settori, come ad esempio la geomorfologia o la geologia strutturale o stratigrafica, non possono essere considerati una scienza esatta. I suoi risultati sono spesso puntuali e non generalizzabili, incompleti, facilmente superati dall'acquisizione di nuovi dati, o modificabili.

Però è indubbio che, soprattutto oggi, le Scienze della Terra, malgrado le specializzazioni e le caratterizzazioni tematiche, costituiscono più che mai un corpo dottrinale unitario e hanno più che mai bisogno di affermare questa unità: il metodo di approccio sistemico recupera questa esigenza, pur nella necessità, anch'essa assai sentita, di riconoscere le singole variabili per giungere infine alla comprensione, e quindi a una possibile previsione e magari a un controllo, dei diversi meccanismi evolutivi.

Poiché la Scienza, per fortuna, non è soltanto fatti, ma soprattutto idee, l'approccio sistemico facilita una scelta autonoma e critica del ricercatore, dello studioso, dell'operatore ambientale, del tecnico e, nel nostro caso specifico, soprattutto dell'insegnante e dello studente: scelta che sarà di tipo squisitamente culturale (quindi flessibile), che svilupperà percorsi cognitivi adeguati ai risultati che ci si è prefissati, finalizzati alla formazione dell'allievo. Una scelta di questo tipo consentirà inoltre al docente di manifestare, se non al di fuori, perlomeno oltre i



Fig. 2. Tipico esempio di rappresentazione di un paesaggio in un dipinto del secolo scorso (Anonimo modenese).

2

programmi e i libri di testo, la sua professionalità, che è anche, o dovrebbe essere, creatività didattica.

Le basi di uno studio di questo tipo sono, come d'altronde è logico, delle conoscenze corrette, ma debbono essere altrettanto corrette e chiare le reciproche connessioni e implicazioni.

La realtà e l'ambiente in cui si vive non devono, infatti, essere soltanto visti, osservati e descritti, bensì *capiti* e questa comprensione diventa possibile solo risalendo alle cause, anche le più lontane (ad esempio geologiche), che hanno concorso, e concorrono tuttora, alla loro formazione ed evoluzione.

La metodologia di approccio si dovrà perciò basare sull'analisi di tutte le componenti riguardanti sia il sistema naturale che quello antropico e sull'individuazione delle molteplici e complesse relazioni che le legano: essa dovrà poi condurre a una sintesi unificatrice, che permetterà di cogliere anche le tendenze evolutive dell'ambiente. Queste vanno intese anche in senso negativo: degradazione ambientale, erosione del suolo, recessione socioeconomica, ecc.

L'importante è superare, soprattutto concettualmente, la fase puramente de-

scrittiva e trovare degli elementi che non siano soggettivi, ma il più possibile obiettivi. Questo anche perché la lettura e l'interpretazione della realtà ambientale non è né semplice, né immediata: il sistema da analizzare si presenta spesso poco chiaro, a volte indecifrabile; occorre quindi trovare un metodo di decodificazione, acquisire uno schema di interpretazione che superi banali elencazioni o osservazioni casuali.

Un esempio di analisi sistemica: lo studio del paesaggio

Nel secolo scorso, ancora in un clima di Romanticismo, il paesaggio veniva considerato essenzialmente in base al suo aspetto esteriore e se ne dava un giudizio in chiave estetica, mettendo in evidenza soprattutto le sensazioni e le emozioni che esso suscitava (fig. 2).

All'inizio del Novecento, con l'avvento di una economia a carattere industriale, con il crescere e lo svilupparsi delle ricerche e delle conoscenze, incomincia a farsi strada l'idea che il paesaggio non sia soltanto un'unità fisionomica, cioè con un suo particolare aspetto esteriore, ma *un insieme di componenti fra esse col-*

legate. Il paesaggio comprende quindi tutte le relazioni genetiche, dinamiche e funzionali con le quali i diversi elementi della superficie terrestre sono fra loro collegati.

Bisogna arrivare agli anni '60, anni così dinamici e così ricchi di nuovi fervori, perché finalmente il paesaggio incominci a essere definito come una *complessa combinazione di forme e fenomeni* legati fra loro da mutui rapporti funzionali (quindi non più solo rapporti statici, di posizioni reciproche), così da costituire un'unità organica.

Alla fine degli anni '70 il paesaggio viene visto come il risultato di una *dinamica geosinergetica* di molteplici agenti naturali e umani (entrano in campo quindi diverse forze, espressione di diversi fattori, con caratteristiche proprie, e tra queste, essenziale, la forza antropica).

Attualmente, in pieni anni '90, ci può soddisfare una definizione che veda il paesaggio come «l'espressione geodinamica integrata di molteplici componenti naturali e antropiche», in una concezione cioè tutta incentrata sull'idea di un'evoluzione conseguente all'interazione di variabili fisiche e umane. Essa esprime la sintesi visibile del contesto naturale (sia fisico che biologico), delle attività dell'uomo (dalle eredità storiche, alle testimonianze artistiche, agli aspetti economici, alle condizioni sociali, ecc.) e della loro collocazione in un ambito culturale. Ciò significa soprattutto affermare una continuità fra natura, storia, tradizioni, cultura, attività socioeconomiche e prospettive di sviluppo; significa esprimere il rapporto uomo-natura in termini di continua evoluzione e di reciproca sollecitazione nel tempo e nello spazio. In tal modo si supera anche il concetto dualistico che contrappone il contesto «naturale» a quello «antropizzato».

L'intervento dell'uomo, seppure recente al confronto di quello degli altri elementi, cosmici, geologici o anche morfodinamici, ha apportato e sta portando delle modificazioni così incisive e radicali sul sistema naturale, da risultare non solo non trascurabile ma addirittura predominante. L'uomo modella, trasporta, deposita in spazi enormi e in tempi spesso brevissimi, interagendo con le altre variabili naturali e spesso condizionandole pesantemente (fig. 3).

Alla conoscenza del paesaggio si arriva perciò andando alla ricerca di tutte le cause che nello spazio e nel tempo hanno concorso alla sua formazione: si analizzerà allora un paesaggio da varie angolature, da diversi punti di osservazione, con diversi bagagli culturali e disciplinari, per ottenere tanti paesaggi sensibili, che diventeranno, in fase di sintesi, il paesaggio razionale. Poiché tutte queste visioni, che saranno per forza diverse l'una dall'altra, porteranno necessariamente a porsi delle domande, a ricercare cioè meccanismi e fenomeni, il paesaggio viene ridotto a un problema.

Emergerà, perciò, quel complesso sistema formato da tanti elementi, legati fra loro da corrispondenze spesso non solo univoche (causa ed effetto), ma biunivoche (la causa determina l'effetto, che a sua volta condiziona la causa), o più complesse ancora (fig. 4).

Fig. 3. Versante a nord di Katmandu, alle pendici della catena himalayana, modellato nei secoli dall'uomo per uso agricolo.

Fig. 4. Paesaggio desertico nel centro dell'Australia (all'orizzonte i monti Olgas). La scarsità della vegetazione è determinata dall'aridità del clima, che a sua volta presenta una forte escursione termica diurna in conseguenza della bassa umidità dovuta anche alla ridotta copertura vegetale.



M. Panizza, 1975



M. Panizza, 1988

Rapporti non soltanto di posizione (cioè spaziali), ma anche di funzioni (cioè causali, fig. 5).



5

M. Panizza, 1975

Fig. 5. Vette della catena himalayana: l'esempio più vistoso del risultato dell'orogenesi alpina.

Dalla conoscenza alla possibilità di previsione

Una ricerca di questo tipo permetterà anche di individuare quegli elementi perturbanti che hanno interrotto in varie epoche l'equilibrio del sistema, costringendo gli altri elementi a un adattamento. Questo elemento perturbante che sembra spesso, visto alla scala umana, eccezionale, che sembra arrivare in maniera prepotente e imprevedibile nel sistema, apparirà, dopo aver fatto un'accurata indagine conoscitiva, né tanto eccezionale, né tanto perturbante, in quanto era già stato presente nel sistema. La conoscenza e l'individuazione dei più probabili eventi «eccezionali», permetteranno di prevedere il loro ingresso nel sistema e di preparare gli altri elementi (soprattutto quelli antropici) alla coesistenza con esso.

Un esempio per tutti, quello del terremoto, elemento a volte scarsamente valutato soltanto perché poco ricorrente alla scala di una vita umana: il contesto ambientale reagisce negativamente (morti e distruzioni) a questo fenomeno, squisitamente naturale, ma con notevoli ripercussioni sul sistema antropico, perché non preparato a riceverlo.

Ecco quindi la possibilità di fare della *previsione*, nel senso di poter dire se in un dato sistema, sotto quelle determinate condizioni, con quel particolare dinami-

simo, data la storia del sistema stesso (e per «storia» bisogna intendere anche quella più lontana, con tempi geologici), potrà accadere, ad esempio, un terremoto, una frana, un'alluvione; si potrà quindi preparare l'ambiente e le sue strutture all'ingresso del nuovo elemento.

Viene in tal modo recuperata la funzione educatrice del «fare scienza», in quanto si è contribuito al capovolgimento di una posizione mentale errata, che relega l'individuo a semplice spettatore dei fenomeni naturali. Nel nostro caso particolare, passare da un ruolo passivo, in cui si subiscono i fenomeni e le cosiddette «calamità naturali», a un ruolo attivo, determinante, di controllore attento, parte integrante e significativa dell'evoluzione e dello sviluppo del sistema stesso.

Da un punto di vista di cultura globale, il concetto di evoluzione, di dinamismo continuo del sistema naturale, è fondamentale e, a parer nostro, prioritario a qualsiasi progetto di conoscenza dello spazio fisico.

Un approccio dinamico a questo studio può essere condotto correttamente a vari livelli, anche estremamente elementari, schematizzando, in modo molto semplice, il sistema nelle sue componenti fondamentali. Ciò che conta è che queste componenti non siano trattate mai separatamente (il Sole, le rocce, l'acqua, ecc.): è necessario considerare come il Sole con la sua radiazione determini la diversa distribuzione della temperatura sulla Terra; come la diversa distribuzione della temperatura determini gli spostamenti delle masse d'aria, e così via.

L'approccio alla conoscenza del nostro pianeta cessa in tal modo di essere soltanto elencativo e cognitivo, per diventare comprensivo dei continui cambiamenti che hanno influenzato e influenzano tuttora in maniera spesso determinante la nostra vita, la nostra cultura, la nostra economia e condizionano il nostro futuro.

Problemi inerenti la metodologia proposta

Come tutte le metodologie, anche questa comporta dei problemi: vediamone alcuni tra i più ricorrenti.

— Scelta della scala di indagine: quan-



6

M. Panizza, 1985

to deve essere ampio il sistema da considerare? È evidente che da una corretta valutazione di questo parametro dipenderà molto la coerenza dello studio e la sua pertinenza.

Se, ad esempio, l'argomento che si intende trattare riguarda l'evoluzione di un versante dell'Appennino calabrese, sarà opportuno considerare il sistema partendo dalla costituzione strutturale del versante e quindi trattare le vicende che hanno portato alla sua formazione (bacino marino di sedimentazione e successiva orogenesi). Successivamente valutare come il materiale sedimentato emerso dal mare è stato via via coinvolto in processi di erosione e di degradazione dovuti all'acqua, alla forza di gravità, all'uomo, che ne hanno modificato più o meno profondamente l'aspetto originario (fig. 6).

— Scelta delle variabili significative da inserire nel sistema.

È anche questa un'operazione che va compiuta con estrema attenzione: tralasciare un elemento, magari soltanto perché poco appariscente, può condizionare pesantemente la correttezza dei risultati. Rifacendosi all'esempio precedente, se si sono inseriti nel sistema variabili come: la natura geologico-strutturale, i corsi d'acqua, le condizioni climatiche, la pendenza del versante, ma si è trascurato il tipo o la densità di copertura vegetale presente, da-

to che la dinamica di un versante è molto legata alla presenza o all'assenza di vegetazione, si saranno tratte delle conclusioni sbagliate. Infatti l'ambiente naturale di questa parte dell'Appennino meridionale, in un tempo passato, mostrava una copertura vegetale sufficientemente estesa e tale da permettere una buona protezione ai fenomeni erosivi. Successivamente, in vaste aree, si sono verificate azioni di diboscamento o di sfruttamento agropastorale intensivo, tale da portare a un'erosione molto più accelerata di quella che si sarebbe verificata senza l'intervento dell'uomo.

— Individuazione delle reciproche interazioni.

Sono queste delle considerazioni che prevedono conoscenze corrette in diversi settori: saper individuare, ad esempio, come il clima può influenzare, soprattutto per quanto riguarda il regime delle piogge, la resistenza di un certo affioramento roccioso e quindi la dinamica di un versante; come un certo affioramento roccioso condiziona le caratteristiche del suolo agrario, come il clima e il suolo determinano la crescita della vegetazione, come la vegetazione condiziona l'erosione del suolo, e così via.

— Corretta valutazione delle relazioni spazio-temporali tra l'evoluzione di tutto il sistema e quella delle variabili, tenuto

Fig. 6. Argille modellate a «dorso d'elefante» dal dilavamento pluviale (Calopezzati, Calabria).

conto che quelle fisiche hanno spesso degli spazi e dei tempi non confrontabili con quelle antropiche.

Sempre rifacendoci al nostro esempio calabrese, forme che si erano evolute lentamente in migliaia di anni, hanno conosciuto nell'ultimo secolo, in seguito allo sfruttamento dei boschi e in conseguenza di un'antropizzazione disordinata, un'accelerazione dei fenomeni erosivi e franosi.

Fig. 7. Versanti della catena del Caucaso modellati da processi di erosione, in primo piano abitazioni costruite su accumuli alluvionali.

Fig. 8. Pieghe in calcari nell'alta Val di Fanes (Dolomiti), vistoso esempio di dinamica endogena.

Proposta di un itinerario concettuale, per sviluppare i temi inerenti lo studio della Terra

1. La Terra è un sistema integrale in evoluzione; essa è il risultato di una prolungata e incessante interazione fra: mas-

se magmatiche, litosfera, aria, Sole, acqua, suolo e organismi.

2. L'origine e lo sviluppo della Terra sono dovuti a cause diverse: cause planetarie (insite nel pianeta Terra in quanto tale) e cause cosmiche.

La massa della Terra condiziona tutti i processi legati alla forza di gravità; la composizione chimica e la distribuzione delle temperature interne sono responsabili della particolare composizione e disposizione delle zolle litosferiche e della posizione dei continenti che poggiano su di esse.

La forma sferica della Terra, i suoi movimenti e la sua posizione rispetto al Sole, regolano i periodi e la quantità di insolazione; la vicinanza della Luna provoca le maree.

Da questa sintetica ma globale visione del sistema terrestre, scaturisce la necessità di trattare i seguenti argomenti:

— *origine della Terra* (per spiegare la sua costituzione interna ed esterna);

— *età della Terra* (per spiegare gli innumerevoli e a volte irreversibili cambiamenti che essa ha subito).

In particolare sarà bene trattare il sottosistema mantello-litosfera, come responsabile diretto della formazione delle grandi unità terrestri (placche, continenti, oceani).

Il succedersi delle vicende geologiche e il susseguirsi di eventi tettonici sono responsabili degli elementi strutturali a scala regionale (catene montuose, isole, bacini oceanici). In queste strutture, che costituiscono le grandi unità del paesaggio, si possono distinguere lineamenti morfologici più particolari, che devono la loro genesi e la loro forma essenzialmente a processi esogeni di erosione e di accumulo (fig. 7), condizionati dal clima, dalla litologia, dall'azione antropica (versanti, terrazzi fluviali, circhi glaciali, ecc.).

Ma quali sono le forze responsabili delle grandi e piccole trasformazioni che concorrono all'evoluzione nel tempo e nello spazio del nostro pianeta? Sono le forze interne (tettonica e vulcanismo), che prendono origine dalla costituzione stessa della materia che costituisce la Terra e provocano delle modificazioni della litosfera: geodinamica endogena (fig. 8). Sono le forze esterne, che hanno origine essenzialmente nel sistema solare e pro-



7

M. Panizza, 1974



8

M. Panizza, 1991

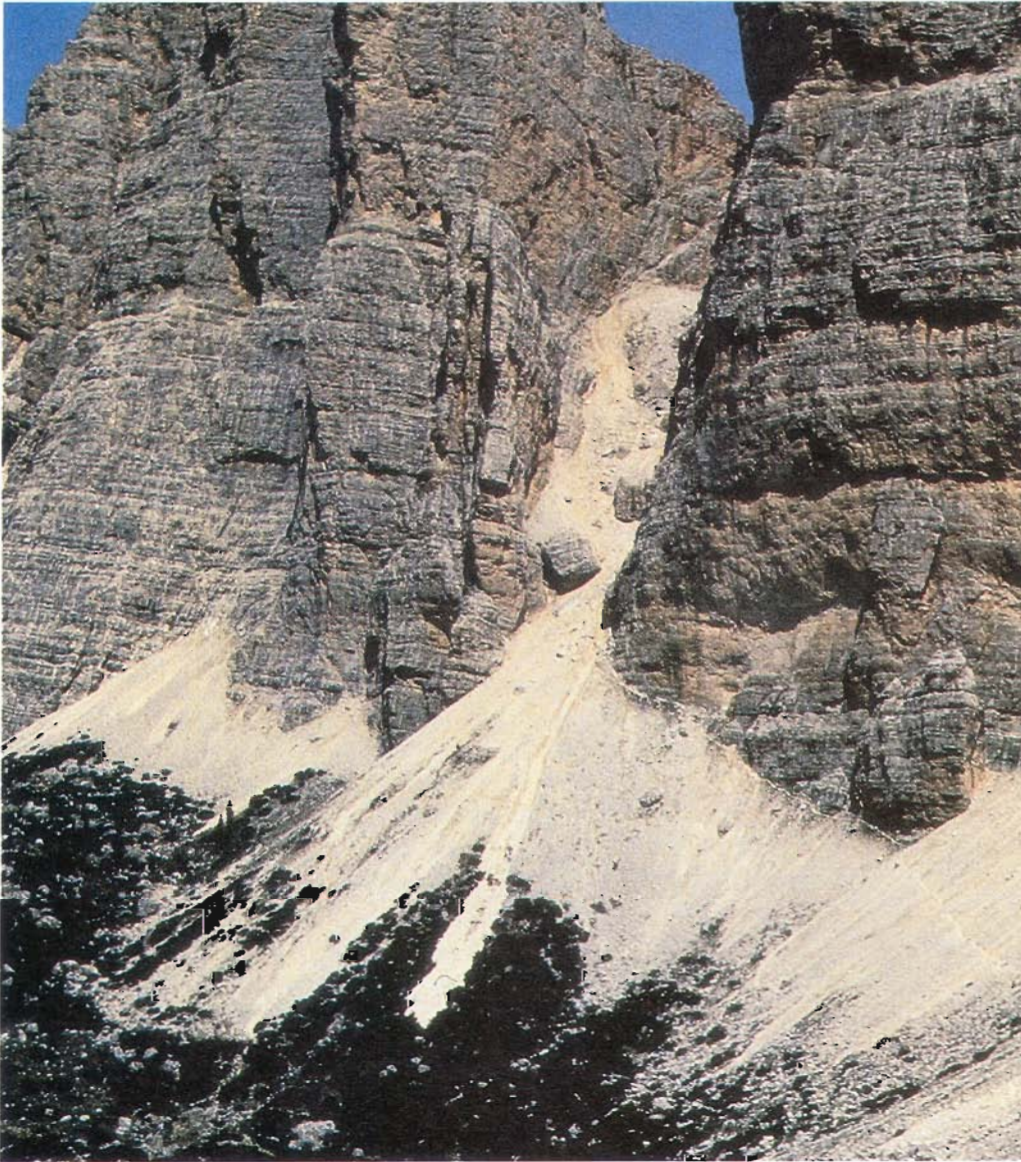


Fig. 9. Falde e coni di detrito ai piedi dei Lagazuoi (Dolomiti), vistoso esempio di dinamica esogena.

9

M. Panizza, 1990

vocano delle modificazioni del rilievo: geodinamica esogena (fig. 9). La geodinamica esterna agisce mediante spostamenti di particelle, compiendo cioè dei «lavori», l'entità dei quali è in relazione alla forza disponibile e al tempo in cui essa agisce.

Queste azioni dipendono da tre cause: agenti del modellamento, fattori geologico-strutturali, condizioni climatiche.

I primi sono gli elementi che modellano: ad esempio l'acqua, o l'uomo; i secondi sono le caratteristiche litologiche, la tettonica; le ultime sono quelle che dipendono direttamente dal clima, come l'umidità e la temperatura, oppure indirettamente, come la vegetazione.

Soltanto dopo aver individuato le forme e le cause, anche le più lontane, che le hanno determinate, è possibile ricostruire come le componenti fisiche e antropiche

interagiscano fra loro; con quali equilibri questi elementi concorrano all'evoluzione del pianeta, in modo da capirne il senso evolutivo.

Individuare i meccanismi interni, il modo in cui sono strutturati: meccanismi che saranno diversi da un ambiente all'altro, sia nello spazio che nel tempo. In ambienti diversi, ad esempio per cause climatiche, l'evoluzione di una componente, come la copertura vegetale, sarà diversa; in tempi diversi, in quanto cicli evolutivi non si ripetono necessariamente uguali a se stessi.

Comprendere il grado di coesione delle componenti del sistema: dal grado di coesione dipenderà l'uniformità e la permanenza nel tempo delle diverse forme. Uniformità che non corrisponde, si badi bene, a staticità, bensì a un'evoluzione

coerente, cioè conseguente alle caratteristiche intrinseche del sistema.

I singoli elementi, poi, pur avendo delle funzioni e un'evoluzione propria, vanno sempre considerati nel quadro delle funzionalità e della dinamicità del territorio che li comprende. Se gli elementi che costituiscono il sistema non mostrano una tendenza evolutiva propria, coerente a quella di tutto il sistema, diremo che essi non sono ancora in equilibrio, ma tendono comunque a raggiungerlo. Raggiungimento di equilibrio che potrà avvenire sia con un dinamismo lento, e di conseguenza gradualmente assimilabile dagli altri elementi, sia con un dinamismo particolarmente rapido e improvviso, che si ripercuoterà in maniera perturbante su tutto il sistema.

Uno studio di questo tipo, a sviluppo verticale nelle sue grandi linee, ma con ampie articolazioni orizzontali e approfondimenti scelti secondo le esigenze dei programmi degli insegnanti e degli studenti, darà finalmente una visione corretta della realtà ambientale: essa diventa in tal modo il risultato di relazioni fra elementi naturali e umani, assimilabili a sistemi semplici e compiuti, le cui variabili hanno concorso e concorreranno a trasformare la nostra Terra.

Un iter conoscitivo o didattico così concepito, «seleziona» automaticamente gli argomenti da trattare, superando così il problema della loro scelta, che spesso porta alla programmazione, faticosa e sofferta, di *curricola* frammentari, onerosi e quindi difficilmente realizzabili. Inoltre l'analisi del sistema Terra, inteso come il risultato delle interazioni fra le varie componenti, permette di trattare le diverse tematiche in ugual misura e con pari dignità.

Infine, ciò che può e deve essere realizzato è lo spirito unitario dello studio della Terra e una corretta metodologia d'approccio. La presentazione unitaria di questo sistema e dei meccanismi principali che ne regolano il funzionamento possono essere semplificati e presentati anche a livello estremamente elementare, senza la necessità di approfondimenti che presuppongono quasi sempre delle precise conoscenze specifiche.

Specie nell'ambito scolastico è fuorviante e negativo soffermarsi a lungo o

principalmente su fenomeni appariscenti e complessi come eruzioni vulcaniche, terremoti, ecc. e analizzarli solo in quanto manifestazioni naturali eccezionali o particolarmente vistose. È invece senz'altro più utile e formativo prendere spunto da essi, per arrivare alla comprensione dei cambiamenti cui è sottoposto il nostro pianeta, delle trasformazioni lente ma continue che ne regolano l'evoluzione, di cui le eruzioni vulcaniche e i terremoti sono soltanto una prova e un aspetto dei più vistosi.

Nel momento in cui il «sapere classificato» viene sostituito con il «sapere ricerca», fatto di comprensione e di verifica, si potranno formulare delle ipotesi di previsione evolutiva. Infatti, una volta in possesso dei corretti strumenti di conoscenza, è possibile, dopo l'indispensabile fase della sintesi, tentare la strada affascinante della previsione. Ed è in questo momento che lo studio di acquisizione passiva fa un salto qualitativo, diventa studio attivo, di elaborazione, diventa finalmente esperienza educativa.

Questa fase educativa, indispensabile per la formazione dell'individuo, in una struttura moderna e democratica, dovrebbe trovare nella scuola e nelle sue diverse articolazioni il suo spazio naturale e vitale: la scuola è il terreno ideale su cui praticare un intervento di questo tipo, attraverso un rapporto che soltanto nella sua struttura può avere delle garanzie di stabilità e di continuità.

L'obiettivo educativo deve essere sempre presente nei programmi e nelle lezioni dei docenti, al fine di ottenere una partecipazione reale degli alunni, in quanto essi stessi si devono sentire una componente dinamica e pensante del sistema Terra.

Non più quindi «studio l'ambiente che mi circonda», bensì «studio l'ambiente di cui faccio parte».

Un altro aspetto, infine, non va trascurato: la dinamica reale della società, che pur scaturendo e trovando le sue origini nell'ambiente fisico e nella storia della sua evoluzione, spesso, essenzialmente per cause economiche e politiche, si evolve in maniera autonoma, costituendo essa stessa un sistema, che pare essere esterno al sistema principale. Questa estraneità del sistema sociale è evidentemente più apparente che reale, dovuta essenzialmen-

te ai tempi di evoluzione che non sono quasi mai paragonabili con quelli del sistema naturale (fig. 10).

Inoltre l'azione antropica, come quella fisica, può avere sia conseguenze negative sull'ambiente (come ad esempio l'escavazione di materiale negli alvei fluviali, le cave, lo sfruttamento agricolo e silvopastorale, il turismo intensivo), che conseguenze positive (legislazioni protezionistiche, creazioni di zone a parco, interventi di recupero): ne deriva una difficoltà nel raggiungimento dell'equilibrio dei due sistemi.

È sulla base di queste considerazioni che si è individuato nella cartografia tematica uno strumento ideale per lo studio di un sistema dinamico (qual è quello ambientale) a più variabili. Nel caso specifico sono stati utilizzati, per una corretta osservazione e interpretazione dell'ambiente fisico, diversi elaborati cartografici: nel paragrafo che segue viene suggerita una traccia di iter didattico completo (utilizzabile a vari gradi di apprendimento) per la lettura di un ambiente mediante cartografia tematica.

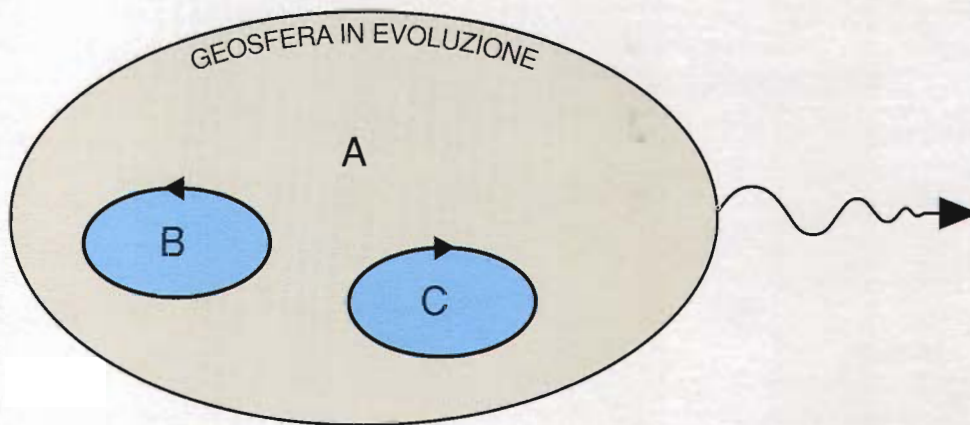


Fig. 10. Schema concettuale dell'evoluzione del sistema globale A: B, sistema delle variabili fisiche; C, sistema delle variabili antropiche (evidentemente nella figura non sono rispettati i rapporti dimensionali).

10

Esempio di analisi integrata attraverso immagini e carte tematiche

Spesso quando si organizzano dei curricoli di Scienze della Terra, ci si scontra con la necessità di dover affrontare una pluralità di temi: ciò può portare a una frammentazione e parcellizzazione dei vari argomenti trattati.

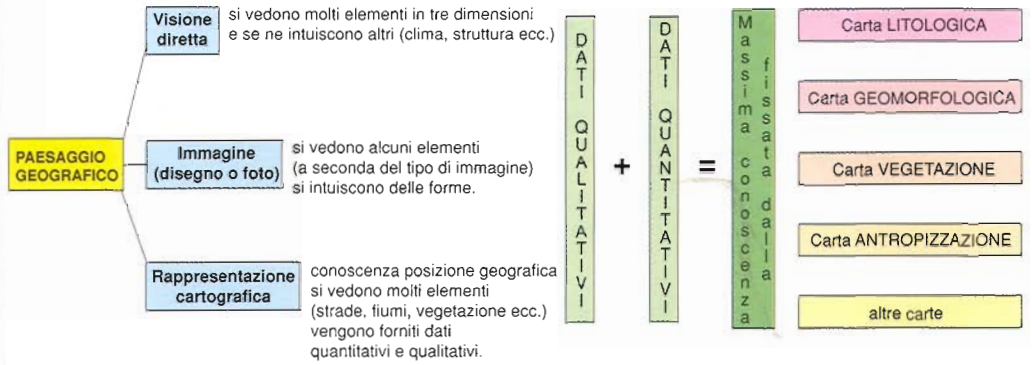
Ne consegue che anche l'apprendimento ha difficoltà a collocarsi in un contesto di analisi prima e di sintesi poi, dei fenomeni della dinamica naturale, indispensabile per una corretta comprensione e acquisizione metodologica.

La conoscenza dell'ambiente

L'approccio conoscitivo a un ambiente può avvenire secondo due diverse strade: la visione diretta o l'osservazione attraverso una sua rappresentazione, quale ad esempio un'immagine fotografica o un disegno: entrambi forniscono una serie di dati utilizzabili per la comprensione globale dell'ambiente in esame.

La visione diretta permette di individuare immediatamente, e nelle tre dimensioni spaziali, molti elementi, consentendo inoltre di apprezzarne immediatamente i reciproci rapporti spaziali.

IL PAESAGGIO GEOGRAFICO È IL RISULTATO DI ELEMENTI FISICI E ANTROPICI;
 QUESTI SONO RAPPRESENTABILI SINGOLARMENTE SU CARTE TEMATICHE.
 L'ANALISI DI UN PAESAGGIO PUÒ AVVENIRE SECONDO DIVERSI TIPI DI APPROCCIO.



UNA PRIMA COSTRUZIONE DI CARTE E «IMMAGINI» TEMATICHE PUÒ PARTIRE PER ESEMPIO DA UNA FIGURA O FOTO DI UN PAESAGGIO SUFFICIENTEMENTE COMPOSITO. DA QUESTE VERRANNO DI VOLTA IN VOLTA «SELEZIONATE» LE DIVERSE COMPONENTI. I SINGOLI ELABORATI COSÌ OTTENUTI POTRANNO ESSERE GIÀ CONSIDERATI, SPECIE A UN LIVELLO PIÙ ELEMENTARE, RAPPRESENTAZIONI TEMATICHE.

Immagine di partenza



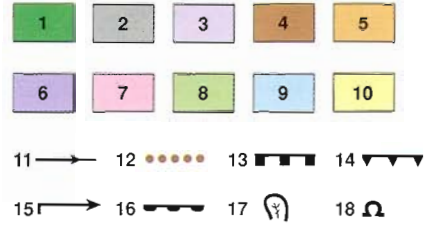
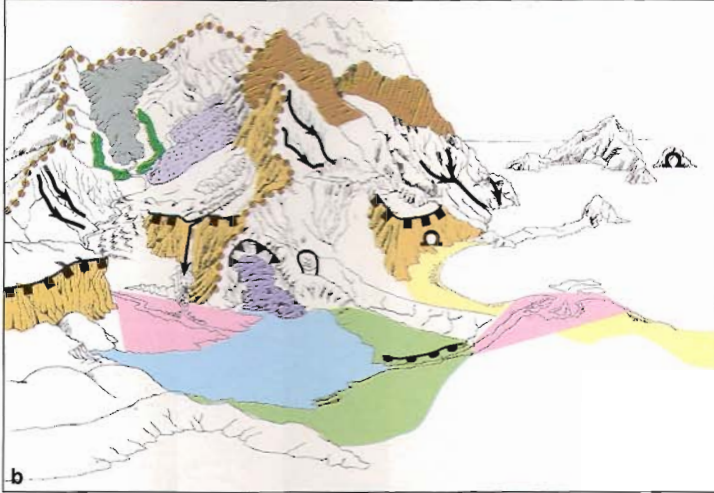
11

Partiamo da una fotografia o da un disegno a colori. Nell'esempio qui riportato (fig. 11a) il paesaggio può essere scomposto e poi ricomposto nella sua complessità, attraverso l'esecuzione di immagini tematiche che riportano le varie compo-

nenti: le caratteristiche litologiche e geomorfologiche (fig. 11b), la distribuzione delle diverse associazioni vegetali (fig. 11c), le opere dell'uomo (fig. 11d).

Un altro mezzo di conoscenza meno diretto è la carta topografica (fig. 12a).

Immagine tematica STRUTTURA e GEOMORFOLOGIA



- 1) Arco morenico; 2) Ghiacciaio; 3) Detriti;
 4) Roccia affiorante stratificata; 5) Roccia affiorante non stratificata; 6) Accumulo di frana; 7) Conoide; 8) Depositi lacustri antichi; 9) Lago; 10) Depositi prevalentemente sabbiosi e/o ciottolosi; 11) Fosso di ruscellamento concentrato; 12) Spartiacque; 13) Scarpata; 14) Nicchia di frana; 15) Cascata; 16) Ripa di erosione fluviale; 17) Calanco; 18) Grotta

Immagine tematica VEGETAZIONE

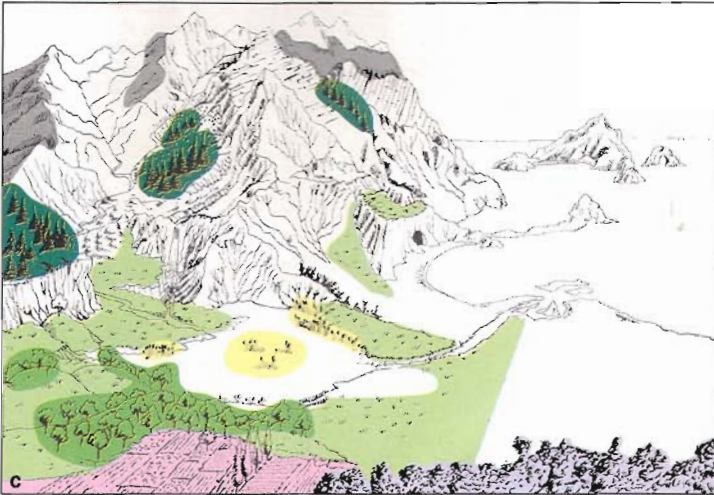
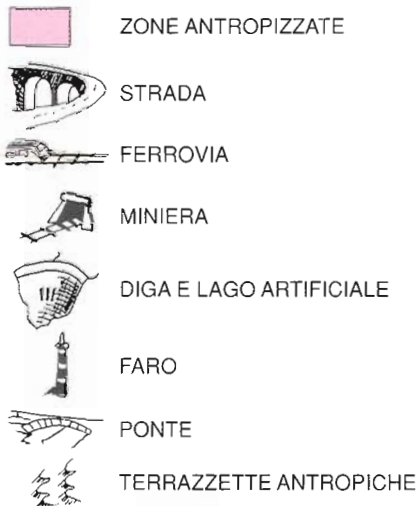
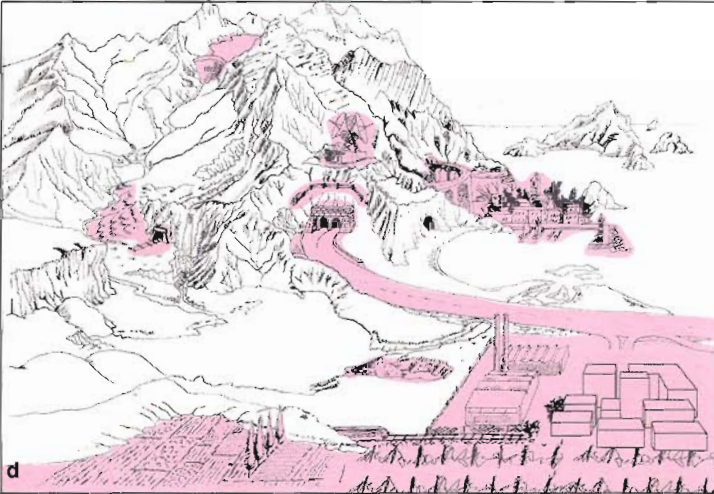


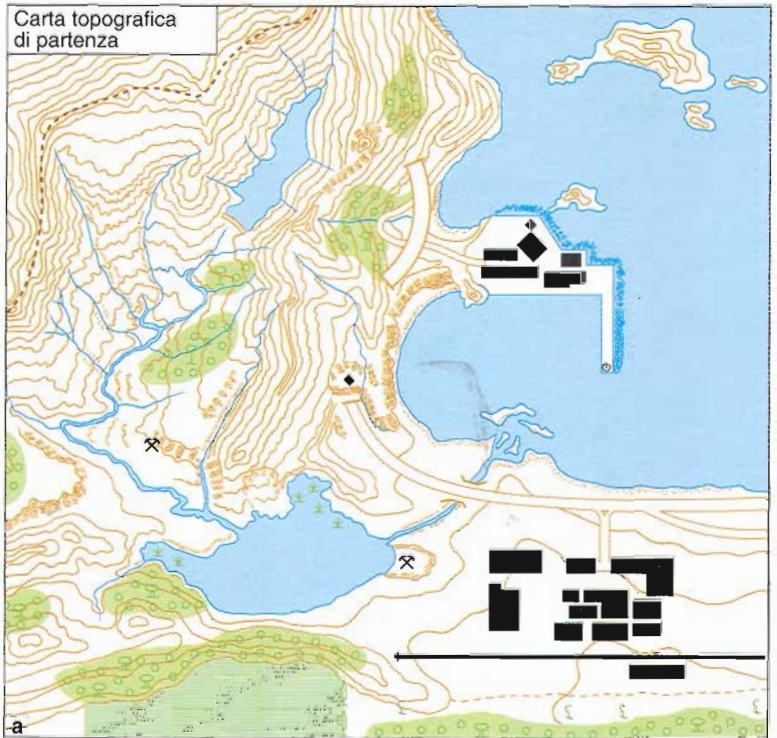
Immagine tematica ANTROPIZZAZIONE



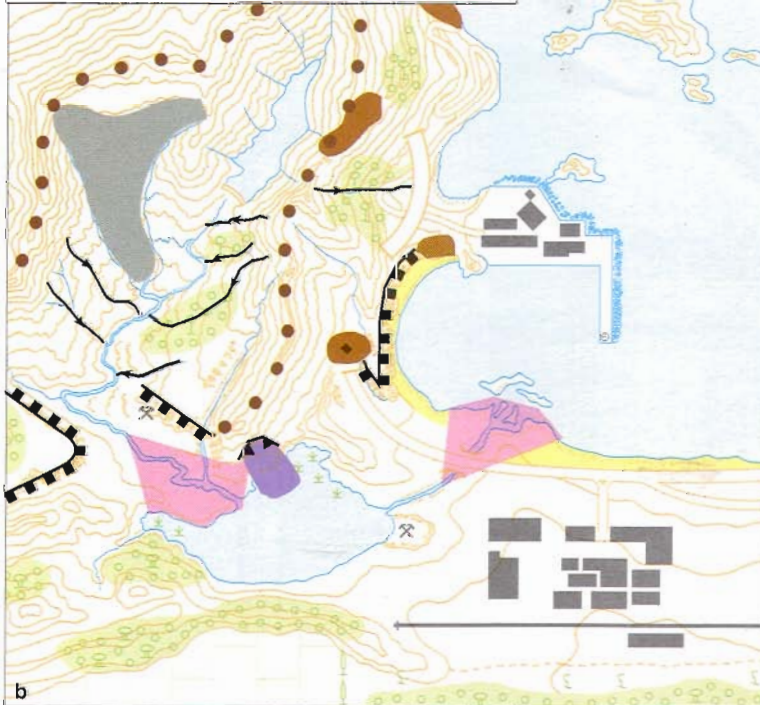
Essa fornisce, della porzione di territorio che rappresenta, i seguenti elementi: una corretta ubicazione geografica; una rappresentazione mediante opportuna simbologia dell'orografia e dell'idrografia; dati quantitativi (quote, aree, lunghezze,

ecc.); informazioni qualitative sui tipi di vegetazione, sulla viabilità e sull'antropizzazione. Inoltre, questo tipo di elaborato dà una sufficiente visione d'insieme del paesaggio geografico, pur consentendo l'individuazione dei singoli elementi.

UN ULTERIORE METODO PER FARE DELLA CARTOGRAFIA TEMATICA È QUELLO DELLA SCOMPOSIZIONE DI UNA CARTA TOPOGRAFICA, QUALE PER ESEMPIO UNA TAVOLETTA A CINQUE COLORI. QUESTO METODO (UNA VOLTA ACQUISITA LA CAPACITÀ DI LETTURA CARTOGRAFICA) RISULTA TECNICAMENTE FACILE DA REALIZZARSI, FORNISCE DATI OBIETTIVI E CORRISPONDENTI ALLA LORO EFFETTIVA E REALE DISTRIBUZIONE.



Carta tematica STRUTTURA E GEOMORFOLOGIA



- ROCCIA AFFIORANTE
- DETRITI
- ACCUMULO DI FRANA
- GHIACCIAIO
- CONOIDE
- SPARTIACQUE
- FOSSO DI RUSCELLAMENTO
- SCARPATE
- NICCHIA DI FRANA

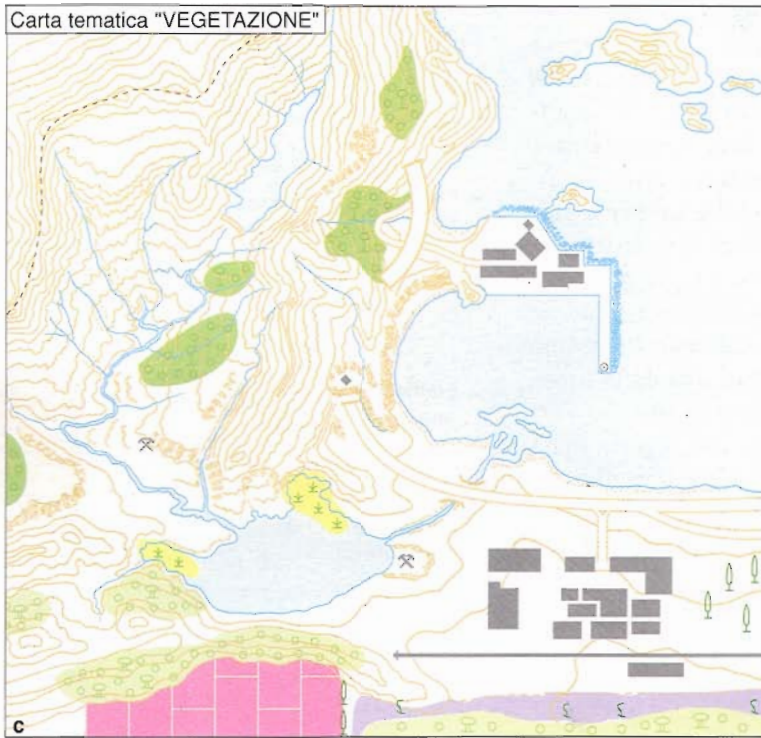
12

Da quanto detto finora, si deduce che molto più numerosi e diretti sono gli elementi che si evincono osservando dal vero un ambiente o la sua rappresentazione fotografica, piuttosto che interpretando solamente una tavoletta IGM1; è evidente che il massimo delle informazioni, sia qualitative che quantitative, si ottiene analizzando ambedue i documenti.

Per concretizzare didatticamente l'ana-

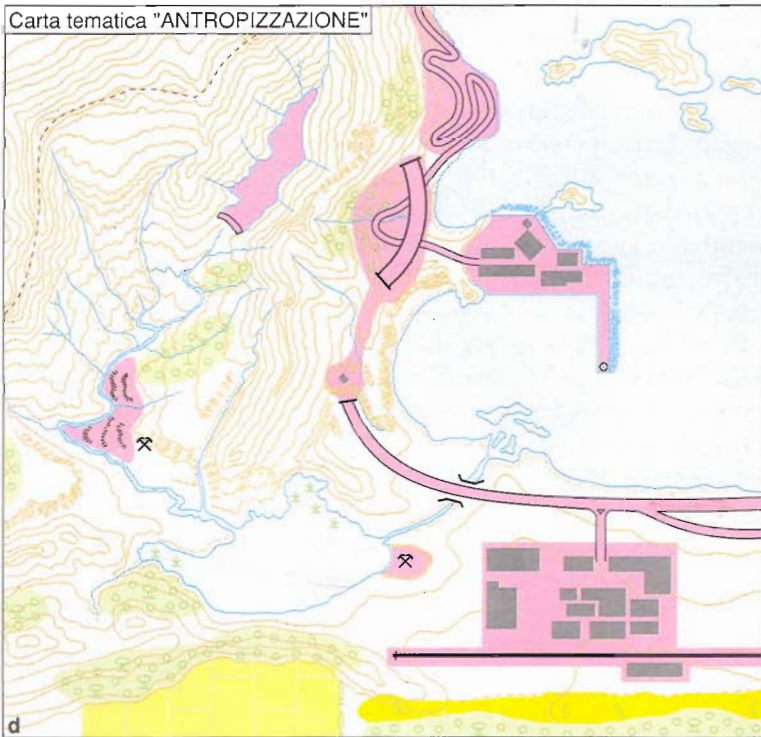
lisi e la comprensione di un ambiente attraverso lo studio dei documenti sopracitati, si suggerisce poi di farne la scomposizione in singole carte tematiche: ogni carta diventa in tal modo un mezzo per affermare che una certa componente (ad esempio, l'idrografia) esiste e ha una certa distribuzione spaziale. Più carte tematiche «sommate» fra loro forniscono la quasi totalità degli elementi che concor-

Carta tematica "VEGETAZIONE"



-  SEMPREVERDI
-  CEDUO
-  VEGETAZIONE PALUSTRE
-  CIPRESSI
-  CAMPI COLTIVATI
-  VIGNETI

Carta tematica "ANTROPIZZAZIONE"



-  ZONE ANTROPIZZATE
-  CENTRO ABITATO
-  ZONE COLTIVATE
-  STRADA
-  AUTOSTRADA
-  FERROVIA
-  CAVA o MINIERA
-  DIGA E LAGO ARTIFICIALE
-  FARO
-  PONTE
-  TERRAZZETTE ANTROPICHE

rono alla formazione di quel determinato ambiente.

Il considerare poi questi singoli elementi come variabili (come in effetti essi sono) nello spazio e nel tempo, permette di elaborare degli esempi evolutivi che siano esplicativi e caratteristici dei fenomeni: questo ulteriore passaggio può costituire una verifica dell'apprendimento.

Itinerario di lavoro per la realizzazione di «immagini e carte tematiche»

Prerequisiti:

- concetto di scala cartografica;
- concetto di altimetria (rappresentazione del rilievo mediante curve di livello);
- conoscenza dei segni convenzionali cartografici;
- lettura di una carta topografica;
- conoscenza delle forme del paesaggio.

Una prima costruzione di una carta tematica può partire da una foto a colori: su questa immagine viene di volta in volta applicato un foglio lucido sul quale saranno riportate via via le varie componenti. I singoli lucidi, così ottenuti, potrebbero già essere considerati delle rappresentazioni tematiche elementari. Un passo successivo potrebbe essere quello di riportare su base topografica le singole selezioni su lucido; per fare ciò è necessario avere una certa capacità di lettura di una carta topografica (nel caso specifico di una tavoletta). Un facile approccio alla lettura della carta topografica può essere il confronto tra una porzione di territorio e la sua rappresentazione in carta. Questo porta all'identificazione sulla carta di determinate forme ed elementi.

Un secondo metodo per fare della cartografia tematica applicata allo studio d'ambiente, è quello della scomposizione di una tavoletta IGM in singoli documenti. Si può in tal modo selezionare: l'orografia, l'idrografia, la copertura vegetale, la viabilità, gli insediamenti, ecc. Questo secondo approccio, una volta acquisita la capacità di lettura cartografica, risulta tecnicamente più facile da realizzarsi, fornisce dati più obiettivi (però non sempre aggiornati e corrispondenti allo loro effettiva distribuzione areale, come accade spesso per la vegetazione o l'antropizzazione) e comunque inferiori rispetto a quelli ricavabili dall'analisi diretta.

Si reputa che entrambi gli approcci (scomposizione dell'immagine e della carta topografica) siano ugualmente efficaci e formativi, tanto per la comprensione della cartografia tematica, che per l'acquisizione di una metodologia corretta di indagine sull'ambiente, oggi più che mai necessaria.

Problemi di studi ambientali in Italia

Il nostro paese può essere portato come esempio emblematico per affrontare uno studio integrato in chiave sistemica: il suo aspetto e la sua storia sono infatti palesemente il risultato di strette interconnessioni tra numerose variabili naturali e antropiche (tabella 1).

Tabella 1

1. Elementi naturali	geologia	tettonica
		litologia
		vulcanesimo
		sismicità
2. Elementi antropici	clima idrografia morfologia vegetazione	distribuzione della popolazione
		densità della popolazione
		grado di industrializzazione
		tipo di coltura
		economia
		sfruttamento risorse
		cultura
3. Abbondanza di documentazione storica e scientifica.		

Degli elementi naturali che fanno dell'Italia uno dei paesi geologicamente più interessanti, morfologicamente più complessi e climaticamente più vari, si tratterà ampiamente nei capitoli successivi: verrà quindi fatto qui di seguito soltanto un breve cenno.

Litologia. L'Italia è chiamata il paradiso dei geologi: dalle Alpi alla Sicilia è un continuo susseguirsi di diversi affioramenti rocciosi. Dalle dioriti dell'Adamello alle dolomie delle Dolomiti; dalle argille alle arenarie dell'Appennino; dai tufi calcarei della Puglia alle lave della Campania; dai graniti della Sardegna alle sabbie della Calabria; dai gessi della Sicilia ai basalti di Pantelleria. Basta spostarsi perciò di poche centinaia di chilometri, per incontrare tutti i tipi di rocce, dalle magmatiche intrusive alle sedimentarie; dalle sedimentarie di tipo organogeno a quelle di tipo detritico; dalle magmatiche effusive alle metamorfiche e così via, in un continuo susseguirsi di tanti «cicli delle rocce».

Tettonica. Ma il nostro paese è anche geologicamente «giovane»: di orogenesi recente (era Cenozoica) e tuttora compreso in un settore di crosta litosferica attivo, sede quindi di continui movimenti e assestamenti tettonici; ecco quindi la presenza di vulcani ancora in attività (ad esempio: Etna, Stromboli) e di zone a intensa attività sismica (Friuli, Garfagnana, Irpinia, Sicilia orientale).

Clima. Da un punto di vista climatico, lo svilupparsi della nostra penisola secondo un'estesa fascia latitudinale, deter-

mina una marcata differenziazione tra il Nord e il Sud, complicata dalla presenza di rilievi molto accentuati (catena alpina e appenninica) e da un esteso sviluppo delle coste. Ecco quindi condizioni di tipo glaciale sulle alte vette delle Alpi e degli Appennini, climi a caratteristiche subtropicali in Sicilia; condizioni nettamente continentali nella pianura padana, squisitamente mediterranee nella fascia costiera.

Idrografia. Condizioni climatiche così differenti portano come conseguenza a un'idrografia estremamente articolata, presente comunque in tutto il territorio. Fiumi di portata imponente come il Po, l'Arno, il Tevere si alternano a corsi d'acqua a regime torrentizio; a laghi di notevole estensione, come il Lago di Garda, il Lago Maggiore e il Lago di Como, seguono lagune, piccoli specchi d'acqua, stagni costieri.

Morfologia. Evidentemente una storia geologica così attiva, una litologia così varia, condizioni climatiche così differenziate non possono che portare a una morfologia estremamente diversificata, con rilievi alternati a pianure, coste ripide e rocciose che si avvicendano a distese sabbiose, per cui in Italia basta muoversi un poco per vedersi passare sotto gli occhi un'incredibile varietà di paesaggi.

Vegetazione. Come conseguenza anche la vegetazione, che è fortemente condizionata dalla natura del suolo, dalla morfologia e dal clima, presenterà una ricchezza di specie del tutto peculiare: dalla prateria alpina, alla foresta di conifere sui rilievi; dai faggi e dalle querce dell'Appennino toscano ai lecci della Sardegna; dai pini mediterranei della costiera napoletana alla vegetazione alofila delle regioni lagunari.

Uomo. Per quanto concerne poi l'antropizzazione, la presenza dell'uomo è, nel nostro paese, molto antica, risale infatti a circa 8 milioni di anni fa, e di notevole storia e tradizioni; questo significa non solo lunga frequentazione nei diversi ambienti (non esiste da noi un'area che non veda, almeno stagionalmente, la presenza di gruppi umani), ma anche lunga consuetudine di interazione con le altre variabili naturali. Anche la densità della popolazione è una delle più elevate (191 abitanti per chilometro quadrato): ciò vuol dire necessità di intenso sfruttamento di tutte

le risorse naturali disponibili. Sfruttamento che è diventato sempre più incisivo e radicale per l'ambiente naturale, dato che l'Italia, essendo uno dei paesi a più sviluppata industrializzazione ed economia, fa da tempo uso di tecnologie molto avanzate. Anche l'agricoltura, che è sempre stata una delle attività più praticate sin dall'antichità e in quasi tutto il territorio nazionale, si è ormai completamente specializzata e meccanizzata, differenziandosi da zona a zona. Ciò ha comportato una notevole riduzione della copertura vegetale naturale e un'agricoltura ancora strettamente collegata e dipendente dai fenomeni naturali, soprattutto climatici.

Questo quadro così articolato e così diverso (soprattutto fra Nord e Sud) porta inevitabilmente a un'economia dalla struttura estremamente complessa, non bilanciata nei vari settori e nelle varie regioni, con zone ancora depresse o comunque deboli e altre invece ricche ma con notevoli problemi di ordine ambientale.

Un paese così popolato, da così lungo tempo abitato e a tecnologia così sviluppata si trova inevitabilmente a dover fare i conti con carenze di risorse naturali, siano queste risorse minerarie, o suolo agrario. Forse ormai l'unica vera risorsa che ci rimane è proprio l'ambiente, con i suoi monti, i suoi fiumi, le sue valli, i suoi paesi e le sue piante, ed è proprio l'ambiente, la somma cioè di tutte le variabili che abbiamo analizzato, che sta diventando fonte di lavoro, di cultura, di sviluppo sociale: ne sono un esempio le leggi protezionistiche sui parchi, i piani paesistici, i vincoli ambientali, ecc.

Infine, non si può dimenticare o far finta di non sapere, che tutto quello che abbiamo detto è ben documentato da millenni di studi e di ricerche, non si può dimenticare o far finta di non sapere che le conoscenze scientifiche su questi problemi sono, nel nostro paese, di ottimo livello, che scienziati e ricercatori lavorano con serietà e competenza per approntare strumenti conoscitivi e tecnici idonei ad affrontare questi problemi: non è più il tempo dell'ignoranza, ognuno si deve far carico di una sua, seppur piccola, parte di responsabilità. Per noi, che siamo nella scuola, responsabilità vuol dire cercare di capire, vuol dire comprendere, per poi poter dire: «la Terra, questa conosciuta».

**Mario Panizza
Sandra Piacente**

con la collaborazione di

Enrico Nucci e Alessandra Tamellini

LA TERRA,

questa conosciuta



LOESCHER EDITORE