

# DIDATTICA DELLE SCIENZE

Numero 67 del gennaio 1977

## Sommario

- 4 MAURO LAENG, Perché insegnare le scienze?
- 6 CARLO FELICE MANARA, La dimensione culturale della matematica. Problemi didattici - Esperienze e proposte di didattica matematica 2.
- 9 CESARE CURRADO, Parliamo di etologia
- 12 ALVERO VALETTI, La fotometria applicata all'astronomia siderale
- 16 DARIO ANTISERI, L'articolo scientifico è un'impostura
- 24 ENVER BARDULLA, Prospettive interdisciplinari dell'educazione ambientale
- 27 GIUSEPPE BERTULLI, L'industria delle fermentazioni
- 31 Recensioni

## Inseriti

Come dice il titolo di questa puntata, *Gli eucarioti algali*, lo studio della filogenesi animale ci fa esaminare un gruppo dal notevole significato filético: le alghe. Esso si snoda lungo una panoramica sulle tre principali linee evolutive che esse presentano.

## In copertina

*Lilium*: particolare dell'ovario con l'ovulo ed il suo sacco embrionale binucleato. (Fotocolor Orizio)

# LA DIMENSIONE CULTURALE DELLA MATEMATICA. PROBLEMI DIDATTICI

## Esperienze e proposte di didattica matematica. 2

1 - L'insegnamento della matematica forma oggetto di molti studi e di numerosi esperimenti.

Non pretendiamo quindi di dire qui molte cose nuove, ma vorremmo semplicemente attirare l'attenzione dei nostri lettori su certi aspetti dell'insegnamento della matematica che forse non sono sufficientemente meditati, e che a nostro parere possono avere il loro interesse anche per quanto riguarda i problemi della didattica.

In forma approssimata e sfumata vorremmo dire che gli aspetti di cui vogliamo parlare si riferiscono alla dimensione culturale della matematica; e ci pare abbastanza chiaro il fatto che l'analisi della importanza culturale di una materia abbia il suo peso — anche notevole — sulla didattica della materia stessa.

A questo proposito ci sentiamo di poter affermare che a nostro parere la matematica ha un significato culturale nel senso più proprio del termine, e quindi l'insegnamento della matematica ha un valore profondamente formativo per l'uomo e per il cittadino. Le affermazioni che abbiamo fatto possono anche apparire strane e poco fondate a chi ha un determinato senso della cultura ed in particolare a chi pensa che la formazione culturale sia impartita esclusivamente dalle materie scolastiche che vengono abitualmente indicate come « umanistiche ». Probabilmente questa posizione è provocata dalla mancata conoscenza della matematica e dagli equivoci che circolano a proposito del significato del termine « cultura ». Va infatti detto che il termine « cultura » è stato usato in tempi recenti con dei significati che si riferiscono ad oggetti molto diversi da quelli che tempo addietro erano ritenuti appropriati: si parla infatti di « cultura negra » per

esempio attribuendo al termine « cultura » il significato di « costume » oppure semplicemente di « struttura sociale ». È chiaro che questo impiego del termine non favorisce la chiarezza e quindi la comprensione delle proposizioni che lo contengono.

Sarebbe forse preferibile mantenere per il termine « cultura » il significato abituale, che attribuiva al termine stesso necessariamente un significato legato ad un insieme di conoscenze non disgregate, ma organizzate in modo da essere assimilate organicamente e vitalmente e diventare il fondamento per un giudizio che coinvolge tutti i valori vitali dell'uomo: dal giudizio sulle opportunità della scelta di un certo lavoro, al giudizio estetico su un certo arredamento o su una certa sistemazione architettonica ed urbanistica. In questo senso è chiaro che una cultura è il fondamento di un costume, secondo la accezione corrente del termine; ma diventa fondamento di un costume nella misura in cui è costituita da conoscenze più o meno coscientemente e vitalmente recepite da una società. Per queste ragioni invece saremmo in dubbio se attribuire il nome di cultura ad un costume che viene puramente trasmesso senza apporti vitali e senza attive rielaborazioni.

In questo ordine di idee ci sentiremmo di sostenere che la matematica è uno dei fondamenti della nostra cultura così come la conoscenza della lingua nazionale e della storia della nostra nazione. E ciò non soltanto perché la matematica è insegnata tradizionalmente nelle nostre scuole ed è quindi ormai conosciuta (più o meno coscientemente) dalla maggioranza dei cittadini, come mezzo indispensabile di conoscenza e di comunicazione; ma anche nel senso più ristretto, per-

ché la matematica contribuisce alla formazione della mentalità scientifica di oggi e costituisce anche il linguaggio fondamentale della scienza moderna; e questa è fondamento del nostro modo di porci, di pensare e di atteggiarci di fronte alla realtà sociale e storica; invero anche se la matematizzazione non invade tutta la nostra conoscenza, anche se la scienza della natura non rappresenta tutto lo scibile sul quale fondiamo la nostra cultura, tuttavia la scienza ed il suo linguaggio (cioè la matematica) costituisce buona parte del fondamento della civilizzazione moderna.

Si può quindi sostenere che nelle scuole di qualunque grado la matematica dovrebbe essere insegnata proprio come un fondamento della cultura del cittadino e non, come spesso avviene, come una conoscenza ausiliaria di qualche altra.

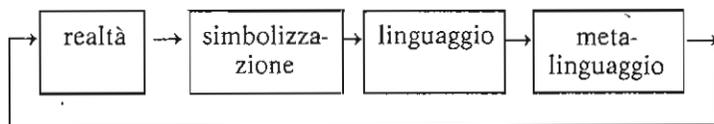
Ricordiamo invero che la conoscenza di una lingua ed il suo dominio non solo permettono all'uomo di esprimere le proprie idee, ma sono anche fondamento ed occasione per la formazione di altre idee; in questo senso giustamente si pensa che la conoscenza e lo studio della lingua nazionale sono fondamento della formazione del cittadino. Ma alla stessa stregua pensiamo che la matematica dovrebbe essere considerata sullo stesso piano formativo della lingua nazionale, perché costituisce una specie di linguaggio mondiale, e precisamente il linguaggio della fisica, della tecnica, della scienza della natura.

2 - Abbiamo parlato della matematica come del linguaggio della fisica, della tecnica e della scienza della natura. Questa nostra affermazione ha delle conseguenze importanti per quanto riguarda la soluzione di problemi di-

dattici: invero se la matematica può essere considerata come un linguaggio, allora il procedimento del suo apprendimento dovrebbe avvenire in modo abbastanza simile a quello con cui si verifica l'apprendimento di un qualunque linguaggio, per esempio della lingua materna. Vale la pena quindi di fare una breve analisi del procedimento di apprendimento di un linguaggio; a questo proposito avvertiamo subito che ciò che diremo tra poco non vuole per nulla essere una analisi a livello filosofico o anche soltanto teorico del procedimento psicologico che porta all'apprendimento di un linguaggio; ed inoltre vorremmo avvertire che la distinzione che faremo di alcuni momenti o di alcuni oggetti da altri non vuole necessariamente significare che nei fatti ci sia anche separazione di questi momenti o di questi oggetti.

Il procedimento reale di apprendimento di un linguaggio è unitario e complesso e probabilmente realizza contemporaneamente diversi momenti che qui distingueremo tra loro. Vorremmo tuttavia osservare anzitutto che forse questa distinzione si potrebbe applicare anche alla formazione di una "teoria" qualsivoglia, intendendo indicare con questo termine anche una rudimentale « spiegazione » interiore di certi fatti o di certi fenomeni; in secondo luogo vorremmo dire che una delle caratteristiche fondamentali di questo procedimento potrebbe essere ravvisata nella sua non linearità, anzi addirittura in quella che si potrebbe chiamare la sua ciclicità.

Invero vorremmo schematizzare il procedimento di apprendimento di un linguaggio nei tempi seguenti:



La distinzione che abbiamo presentata fra simbolizzazione e linguaggio rispecchia in certo modo la distinzione tra generico e specifico; intendiamo indicare con il termine « linguaggio » una particolare simbolizzazione della realtà; precisamente una simbolizzazione che si potrebbe chiamare « organizzata », che possiede una sintassi,

cioè che ammette delle regole di impiego e che può quindi essere oggetto di un metalinguaggio.

Ma, piuttosto che soffermarci a discutere di particolari teorici, preferiamo illustrare con un esempio ciò che intendiamo dire.

Si pensi ad es. al problema di valutare il peso di una lamiera rettangolare di cui è dato il peso specifico per unità di superficie.

Esiste quindi una realtà concreta e materiale che è la lamiera, che costituisce il punto di partenza del nostro procedimento; questo oggetto viene schematizzato con una simbolizzazione che si vale di concetti presi della geometria: precisamente viene schematizzato con un rettangolo, cioè con una superficie, mentre invece è un corpo solido. Ma ai fini delle informazioni che ci interessano la sua qualità di corpo solido viene rappresentata da una qualità che è il "peso specifico per unità di superficie", concetto che, a stretto rigore, è contraddittorio se preso in sé, ma che serve a rendere le informazioni che vogliamo e che rispondono alle nostre domande.

Il simbolo « rettangolo materiale, dotato di peso specifico superficiale » viene poi tradotto nel linguaggio della matematica; questa traduzione avviene attraverso il procedimento di misura, basata sulle convenzioni che tutti conosciamo e che sono insegnate nelle scuole a livello elementare. Questa operazione conduce a dare le misure dei lati del rettangolo utilizzando i simboli che rappresentano i numeri razionali; a questo punto il linguaggio matematico utilizzato permette di calcolare l'area del rettangolo; qui sono le proprietà formali del simbolo

utilizzato, proprietà studiate dal metalinguaggio, che, permettono di ottenere la misura dell'area e, applicate una seconda volta, permettono di ottenere il peso della lamiera.

Abbiamo già rilevato che la schematizzazione simbolica che abbiamo adottato permette di evitare il calcolo del volume della lamiera considerata;

va osservato tuttavia che la liceità di questa schematizzazione è basata sulla ipotesi, più o meno esplicitamente e coscientemente adottata, che la lamiera abbia spessore sensibilmente costante da punto a punto.

L'operazione complessa che abbiamo tentato di descrivere e di analizzare sommariamente ha permesso di dare una prima risposta al problema di partenza, che era quello di calcolare il peso della lamiera rettangolare.

Questa risposta può essere confrontata con la realtà, per verificare la validità delle informazioni dedotte a seguito della simbolizzazione e della utilizzazione delle nozioni metalinguistiche. È chiaro che esiste la possibilità di verificare l'aderenza alla realtà della risposta data. Per esempio si potrebbe soddisfare una richiesta di ulteriori informazioni ripetendo con tecniche più precise le operazioni fatte, che permettono di tradurre con il linguaggio matematico lo schema della forma e delle proprietà geometriche e fisiche: per esempio col misurare più precisamente gli angoli, le lunghezze dei lati, il peso specifico superficiale. Si potrebbero ricercare ulteriori informazioni che riguardano altre proprietà dell'oggetto: per es. schematizzando il pezzo di lamiera come un corpo rigido mobile, si può ricercare il gruppo delle trasformazioni piane e spaziali che mutano in sé il pezzo di lamiera.

Il linguaggio utilizzato questa volta potrebbe essere quello della teoria dei gruppi, e quindi il metalinguaggio sarebbe quello che studia le proprietà dell'algebra non commutativa, e così via.

3 - L'esempio concreto che abbiamo cercato di analizzare ci ha permesso di mettere in evidenza una caratteristica del procedimento di apprendimento che a noi sembra abbastanza interessante. Tale caratteristica è stata già da noi presentata dicendo che il procedimento non è lineare, anzi potrebbe essere in certa misura chiamato ciclico. Invero la presenza di una certa realtà concreta da studiare e da analizzare permette di motivare l'introduzione di un linguaggio adatto ed anche lo studio delle regole del metalinguaggio, regole che non sempre sono studiate molto volentieri (almeno nel caso della matematica) e che sono d'altra parte necessarie se si vuole che il linguaggio adottato renda tutto il

servizio che da esso ci attendiamo. Il possesso sicuro di un linguaggio permette di ritornare sulla realtà e di trarre da questo ritorno l'occasione per approfondire lo studio del linguaggio e di accrescere quindi il patrimonio di idee del discente.

A questo proposito si potrebbe dire che molto spesso, ed in particolare in tempi molto recenti, certe tendenze della matematica hanno cercato di introdurre una didattica nella quale viene privilegiata la fase del metalinguaggio; in altre parole, oggi è adottato spesso il procedimento didattico che conduce a presentare in modo prioritario l'insieme delle conoscenze che riguardano il metalinguaggio della matematica. Per esempio, prima di ogni contenuto viene spesso presentato lo insieme delle strutture formali con tutto il vocabolario tecnico e con il corteo dei teoremi che le riguardano. Il risultato è che i discenti apprendono una quantità di vocaboli tecnici dell'algebra astratta, vengono indottrinati a proposito di certe distinzioni sottili tra strutture algebriche simili ma non uguali; ma si trascura la motivazione, e in particolare si trascura di mettere in luce il collegamento di queste strutture astratte con un contenuto, sia questo fornito dalla realtà materiale o da una scienza diversa dalla matematica.

Con questo ovviamente non si vuole in alcun modo negare la validità di un'analisi teorica che è il risultato di tutta l'evoluzione della matematica nel senso moderno del termine; si vuole anzi osservare che tutta la struttura della matematica moderna ha una sua giustificazione, più che valida, se si considera l'enorme massa di risultati specialistici della matematica negli ultimi decenni. Ma il discorso che riguarda la didattica è ovviamente del tutto diverso ed, in linea di principio, indipendente; nella fattispecie infatti riteniamo che in sede didattica di fronte a scolaresche che non posseggono la conoscenza né in teoria né in pratica della massa di risultati teorici della matematica moderna il cominciare dalla esposizione rigorosa e generale del capitolo metalinguistico rischia di far mancare le motivazioni sufficienti e quell'interesse — almeno iniziale — che è dato dalla « presa » sulla realtà che ogni linguaggio (almeno in linea di principio) dovrebbe avere.

Certo l'adattarsi a questo continuo

procedimento ciclico, che ci pare proprio dell'apprendimento umano, può richiedere sforzi da parte dell'insegnante, che non voglia limitarsi a presentare delle regole di impiego di un linguaggio, ma che sia alla costante ricerca di una motivazione. Pensiamo tuttavia che questo sforzo sia molto utile perché l'insegnamento della matematica possa giustamente essere riconosciuto come un pilastro fondamentale per la formazione dell'uomo e del cittadino. Invero senza questa coscienza l'uomo di oggi si potrebbe trovare in uno stato di notevole tensione di fronte alla realtà della scienza e della tecnica, che formano il tessuto del nostro modo di vivere.

#### L'EDIZIONE ITALIANA DELLO SCHOOL MATHEMATICS PROJECT

L'edizione italiana dello *School Mathematics Project* inglese<sup>1</sup>, un progetto per l'insegnamento della matematica dagli 11 ai 15 anni, si presenta con una caratteristica particolare: la traduzione è stata curata dalla *Unione Matematica Italiana* in seguito a un voto dell'Assemblea dei Soci e alla scelta operata da una apposita Commissione tra i progetti elaborati in numerosi Paesi.

Nel proporre questa edizione italiana, che non si configura come libro di testo, all'attenzione degli insegnanti di matematica che non conoscono ancora lo *School Mathematics Project*, segnaliamo tre ordini di considerazioni: 1) la presentazione di progetti stranieri agli insegnanti italiani; 2) i motivi della scelta dello *School Mathematics Project* da parte dell'Unione Matematica Italiana come primo progetto da tradurre in lingua italiana; 3) alcune delle caratteristiche dello *School Mathematics Project*, che ovviamente può essere letto anche nel testo inglese comprendente volumi per età e scuole diverse, volumi complementari e materiali didattici.

Per quanto riguarda la presentazione di progetti stranieri, il discorso può essere considerato abbastanza ovvio in relazione ai vantaggi per l'insegnamento che si possono ricavare dalla conoscenza di altri orientamenti e di altre esperienze.

Per quanto riguarda la scelta da parte dell'Unione Matematica Italiana, i motivi sono precisati nella *presentazione all'edizione italiana* redatta dall'Ufficio di Presidenza dell'Unione stessa, motivi che qui riportiamo:

« (a) la accurata presentazione scientifica e didattica, posta da un'impegnata collaborazione tra alcuni professori dell'ordine universitario e molti professori dell'ordine secondario;

(b) la lunga sperimentazione, in varie scuole, di materiale ciclostilato, che ha preparato l'edizione a stampa;

(c) la felice metodologia nella presentazione di problemi particolarmente adatti a far sorgere ed illustrare i concetti matematici

e a tenere sempre desta l'attenzione degli alunni;

(d) la trattazione di argomenti che non sono ancora previsti nei programmi italiani come probabilità, statistica, matrici, topologia, che per la loro importanza e per l'interesse che sono in grado di suscitare negli allievi, possono fin da ora trovar posto in attività di tipo complementare;

(e) l'accoppiamento di ogni testo con una guida per l'insegnante, che oltre a fornire indicazioni per la risoluzione degli esercizi, è un'ottima fonte di aggiornamento e di orientamento;

(f) l'opportunità di far conoscere in Italia un'impostazione dell'insegnamento della Matematica su basi diverse e, talvolta, contrastanti, rispetto a quello oggi più diffuso nel nostro paese ».

Per quanto riguarda le caratteristiche dello *School Mathematics Project*, rimandiamo alle notizie pubblicate sulla traduzione italiana e sui cataloghi, che possono essere richiesti alla Cambridge University Press (Bentley House, 200 Euston Road, London NW1 2DB).

<sup>1</sup> I primi tre volumi con le relative guide per gli Insegnanti sono usciti nel 1973 presso l'editore Zanichelli; i due volumi successivi, che completano la parte relativa agli 11-15 anni, sono di imminente pubblicazione.

#### NOTIZIARIO

\*\*\* Come supplemento ai nn. 8-9 del 1976 del *Notiziario della Unione Matematica Italiana* (Piazza di Porta San Donato, 5 - 40127 Bologna) sono stati pubblicati gli atti del Convegno « *Sull'indirizzo didattico della laurea in matematica* » (Sestri Levante, novembre 1975).

\*\*\* Il fascicolo nn. 8-9 del 1976 del *Notiziario della Unione Matematica Italiana* (Piazza di Porta San Donato, 5 - 40127 Bologna) riporta, tra l'altro, una relazione di P. Gherardini (CNR - Roma) su « Progetti di ricerca inerenti la didattica della Matematica e delle materie scientifiche, e richieste di finanziamento », una relazione di G. Prodi (Università di Pisa) su una « riunione di fisici su questioni didattiche », l'annuncio della « conferenza sui problemi della formazione degli insegnanti di matematica » che avrà luogo a Pécs (Ungheria) dal 23 al 27 agosto 1977 (per informazioni: Bolyai János Mathematical Society, H-1368 Budapest, P.O.B. 240).

\*\*\* La « libreria dei ragazzi » di Milano (via T. Grossi, 10) ha pubblicato il catalogo « *Alternative ai libri di testo - libri, schede, materiale didattico per docenti e alunni* » con sezioni su Nuova matematica, Scienze, Attività interdisciplinari, Didattica e metodologia (e altre che non vengono qui elencate).

\*\*\* Nell'ambito del corso di *Pedagogia delle Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali* per la laurea in Matematica presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore (sede di Brescia) verranno tenute attività semi-