DIDATTICA DELLE SCIENZE

Bimestrale per l'insegnamento delle scienze e della matematica

Direttore Mauro Laeng, docente di Pedagogia nell'Università di Roma

Numero 80 del febbraio 1979

Sommario

Fascicolo di 32 pagine più inserto redazionale.

Inserto

Completiamo, facendo seguito alla prima parte pubblicata sul numero 79, lo studio sulla trasformazione dell'energia, con particolare riguardo ai problemi umani che essa pone. Di rilievo la trattazione delle fonti energetiche nuove e nuovissime con le implicanze che il loro sfruttamento comporta in termini ecologici, economici, di « qualità della vita », di cambiamento di mentalità che sempre maggiormente pongono quesiti, a volte anche drammatici, alla coscienza dell'uomo, non più «sfruttatore» ma «amministratore», come individuo e come collettività, del patrimonio energetico.

In copertina

Lucertola *(Lacèrta àgilis)*; a sinistra, femmina; a destra, maschio *(Fotocolor Schrempp)*.

Direttore Responsabile: Vittorino Chizzolini - Autorizzazione del Tribunale di Brescia n. 228 del 31 Marzo 1965 - Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV/70 - Direzione, Redazione, Amministrazione: Editrice La Scuola - S.p.A. - 25100 Brescia, Via Luigi Cadorna, 11 - Conto corrente postale 17-603 - Tel. centr. (030) 47-461 - Telex. 300836 SCUOLA.
Filiali: 40131 Bologna (Via L. Cipriani, 5, tel. (051) 239145 - telex 531141 SCUOBO); 20136 Milano (Viale Bligny, 7, tel. (02) 8370271 - telex 331836 SCUOMI); 00193 Roma (Via Crescenzio, 23, tel. (06) 655179 - 653989 - telex 614259 SCUORO); 80137 Napoli (Via S. Elia al Miracoli, 19/21 tel. (081) 441200 - telex 720399 SCUONA); 70124 Bari (Via Giulio Petroni, 21 A/E, tel. (080) 228647 - telex 810391 SCUOBA).
Abbonamento annuo 1978-79: L. 7.500 (estero L. 8.300) - Un fascicolo L. 1.300 (arretrato il doppio).
Pubblicazione bimestrale: Stampa: OFFICINE GRAFICHE LA SCUOLA - 25100 BRESCIA.

Carlo Felice Manara

PROGRAMMI DI DECISIONE IN CONDIZIONI DI INCERTEZZA 3

Esperienze e proposte di didattica matematica. 12

6. La formula (18) (si veda il precedente articolo pubblicato nel n. 79, alla fine) costituisce il punto di partenza per la cosiddetta «formula di Bayes», cioè per la formula che dà la *probabilità delle cause*.
In realtà si tratta di un'applicazione dell'acquisizione delle conoscenze e delle esperienze per modificare il giudizio di probabilità su certi eventi aleatori; si tratta quindi di un procedimento per utilizzare « al meglio » le conoscenze che si sono acquisite e per razionalizzare il comportamento del soggetto che deve prendere delle decisioni in condizioni di incertezza. Noi utilizzeremo il linguaggio classico abituale che fa appello alla nozione di causa, tenendo tuttavia ben presente l'osservazione fatta or ora sulla vera portata della formula che stabiliremo.
Supponiamo dunque che l'evento E possa essere prodotto da n cause indipendenti che si escludono a vicenda.
Indichiamo con H_1, H_2, ..., H_n gli eventi che consistono nell'avverarsi di una di queste cause. Ovviamente se una di queste si è avverata, nessuna delle altre può essersi avverata perché — come abbiamo detto — le n cause si escludono a vicenda tra loro. Supponiamo di sapere che l'evento E si è avverato e domandiamoci la probabilità che esso sia stato provocato dalla causa H_i ($i = 1, 2, ..., n.$).
La formula (19) viene scritta in questo caso nella forma

$$(19) \qquad p(H_i)\ p(E|H_i) = p(E)\ p(H_i|E).$$

Il contenuto della formula (19) potrebbe essere esposto con parole dicendo che la probabilità $p(H_i|E)$ che vogliamo calcolare (probabilità che, essendosi verificato l'evento E, esso sia dovuto all'avverarsi della causa H_i), è proporzionale alla probabilità dell'avverarsi dell'evento E, subordinato alla causa H_i; quest'ultima probabilità, in forza della (16) è data dal prodotto della probabilità dell'evento H_i per la probabilità dell'evento E subordinato alla ipotesi H_i.
Questa osservazione è sufficiente per poter calcolare la probabilità $p(H_i|E)$, come vedremo dagli esempi. Tuttavia è possibile anche calcolare la costante di proporzionalità, la quale, come si desume facilmente dalla (19), è data da

$$k = 1/p(E).$$

Ora la probabilità $p(E)$ può essere calcolata facilmente in base alle seguenti considerazioni.
Abbiamo detto che l'evento E può essere considerato come effetto di una fra le n cause indipendenti; quindi la probabilità $p(E)$ può essere calcolata come la somma delle probabilità composte di n eventi indipendenti, ognuno dei quali consiste nell'avverarsi dell'evento H_i e nell'avverarsi di E dipendentemente dall'evento H_i considerato. Si ha quindi

$$(20) \qquad p(E) = \sum_{i=1}^{n} p(H_i)\ p(E|H_i)$$

e pertanto sostituendo nella (16) si ottiene la formula di Bayes

$$(21) \qquad p(H_i)\ p(E|H_i) = p(H_i|E) \sum_{i=1}^{n} p(H_i)\ p(E|H_i)$$

che consente di dedurre elementarmente $p(H_i|E)$, cioè la probabilità che, quando si sappia che E è avvenuto, questo evento sia dovuto alla causa H_i.
È da osservarsi ancora che il valore della costante k che si ottiene calcolando $p(E)$ in base alla (17) è tale che si abbia

$$(22) \qquad \sum_{i=1}^{n} p(H_i|E) = 1$$

il che poteva essere trovato anche a priori perché è chiaro che, dato che l'evento E è avvenuto, una almeno delle cause H_i deve averlo provocato.
Vedremo subito su alcuni esempi come possa essere utilizzata la formula di Bayes per sfruttare al meglio le informazioni che si acquisiscono dall'esperienza.

Esempio. - Si abbiano due sacchetti, marcati S e D (sinistra e destra).
In ognuno dei due sacchetti sono due palline perfettamente indistinguibili al tatto; ma in uno vi sono due palline entrambe bianche, nell'altro vi sono una pallina bianca ed una nera.
Si estrae dal sacchetto D di destra una pallina che risulta essere bianca; qual è la probabilità che nel sacchetto D vi siano due palline bianche?
In questo caso l'evento E è la estrazione dal sacchetto D di una pallina bianca. Le cause che lo provocano possono essere due: H_1 il fatto che le due palline di D siano

bianche: H_2 il fatto che le palline contenute in D siano una bianca ed una nera.

Date le circostanze in cui l'esperimento si svolge e le informazioni che si posseggono, qualunque soggetto sarà portato ad attribuire probabilità uguali alle due ipotesi ovvero a scommettere somme tra loro uguali sui due aventi H_1 ed H_2. Appare pertanto ragionevole porre prima dell'esperimento

(23) $$p(H_1) = p(H_2) = 1/2.$$

Invece si ha chiaramente

$$p(E|H_1) = 1$$

perché se è vera H_1 certamente la pallina estratta è bianca; e d'altra parte si può accettare l'ipotesi che sia

$$p(E|H_2) = 1/2$$

Pertanto in base alla osservazione fatta, le due probabilità $p(H_1|E)$, $p(H_2|E)$ stanno tra loro come 1 ed 1/2, e la loro somma deve dare 1. Si ha quindi

(24) $$p(H_1|E) = 2/3; \quad p(H_2|E) = 1/3.$$

Supponiamo ora di rimettere la pallina estratta nel sacchetto D, di agitare il sacchetto, di estrarre una pallina e di trovare ancora che questa è bianca; come possiamo calcolare la probabilità che il sacchetto D, dopo questo esperimento, contenga due palline bianche?

La risposta si ottiene sempre utilizzando la (19), ma tenendo conto delle informazioni dedotte dal primo esperimento; pertanto non sarà più ragionevole accettare le valutazioni date dalla (23), ma, in forza della (24), sarà ragionevole prendere

$$p(H_1) = 2/3; \quad p(H_2) = 1/3;$$

dopo l'esperimento si ottiene quindi che le probabilità $p(H_1|E)$ $p(H_2|E)$ stanno tra loro come 2/3 ed 1/6, cioè come 4 sta ad 1. Ne consegue che esse sono date da

$$p(H_1|E) = 4/5; \quad p(H_2|E) = 1/5.$$

Supponiamo di ripetere il procedimento k volte (k essendo un intero positivo); e supponiamo che ogni volta dal sacchetto D, debitamente scosso dopo di aver reintrodotto la pallina estratta, esca sempre la pallina bianca.

Ovviamente non potremo mai essere certi del fatto che il sacchetto D contiene due palline entrambe bianche, ma dopo k esperimenti di questo tipo le due probabilità $p(H_1|E)$ e $p(H_2|E)$ stanno tra loro come 2^k sta ad 1. Questo è pertanto il rapporto delle somme che due soggetti ragionevoli sono portati a scommettere sulle due ipotesi, tenendo così conto di tutte le informazioni ottenute dagli esperimenti precedenti. Se si vuole, dopo k esperimenti ciascuno dei quali fornisce una ulteriore informazione, si ha

$$p(H_1|E) = 2^k/(2^k + 1); \quad p(H_2|E) = 1/(2^k + 1).$$

Queste formule danno, per esempio, per $k = 5$ i valori

$$p(H_1|E) = 0{,}96969...; \quad p(H_2|E) = 0{,}00305 ....$$

In parole, se dopo aver estratto cinque volte consecutive una pallina bianca dal sacchetto D si dovesse fare una scommessa, sarebbe ragionevole una posta di poco più di 9696 lire contro il ritiro di 10 mila lire se, alla vuotatura del sacchetto, si trovasse che esso contiene due palline entrambe bianche.

Esempio 2. - Siano tre sacchetti, che potremo indicare con i simboli P, S, T (primo, secondo, terzo). Si sa che ognuno dei sacchetti contiene tre palline, indistinguibili al tatto; ma uno dei sacchetti contiene tre palline bianche, un altro contiene due palline bianche ed una nera, un terzo infine una pallina bianca e due nere.

Si estrae dal sacchetto P una pallina, che risulta bianca; qual è la probabilità che nel sacchetto P tutte e tre le palline siano bianche?

Anche in questo esercizio l'evento E è l'estrazione di una pallina bianca dal sacchetto P; i tre eventi H_1, H_2, H_3 sono rispettivamente che la composizione del sacchetto P sia di tre palline bianche, due bianche ed una nera, due nere ed una bianca.

Per le ipotesi poste, e date le informazioni che si posseggono all'inizio, è ragionevole attribuire la stessa probabilità alle tre ipotesi H_1, H_2, H_3, e di porre quindi

$$p(H_1) = p(H_2) = p(H_3) = 1/3.$$

Per analoghe ragioni di simmetria è ragionevole porre

$$p(E|H_1) = 1; \quad p(E|H_2) = 2/3; \quad p(E|H_3) = 1/3.$$

Dopo l'esperimento, i calcoli svolti utilizzando la (19) danno che le tre ipotesi hanno probabilità che stanno tra loro rispettivamente come 1, 2/3, 1/3 e quindi sono date rispettivamente da 1/2, 1/3, 1/6.

Si rimetta la pallina estratta nel sacchetto e si rifaccia l'estrazione dopo di aver scosso il sacchetto stesso; supponiamo di aver ripetuto k volte (k essendo un intero) l'operazione, sempre ottenendo come risultato l'estrazione di una pallina bianca; la ripetizione dell'esperimento k volte porta a dare alle tre probabilità i valori

$$3^k/(1 + 2^k + 3^k); \quad 2^k/(1 + 2^k + 3^k);$$
$$1/(1 + 2^k + 3^k).$$

Per $k = 10$ si hanno i valori

$$0{,}9829377....; \quad 0{,}0173415; \quad 0{,}0000169....$$

7. Dalle discussioni precedenti e dall'analisi dell'esempio appare abbastanza chiaramente ribadito il fatto che nella concezione " soggettiva " che stiamo esponendo, il giudizio di probabilità di un evento è un giudizio che si potrebbe chiamare — in senso lato — un giudizio economico; esso infatti ha come argomento il rischiare determinate somme di danaro da parte di un soggetto e l'acquisizione (da parte del soggetto o di altri) di altre somme a titolo di vincita o di risarcimento.

Appare chiaro, quindi, dal contesto che il giudizio che si dà su certe decisioni che hanno un seguito economico deve essere fatto in modo serio e ponderato, tenendo presenti le conseguenze e cercando di acquisire tutte le informazioni possibili, ognuna delle quali (come abbiamo visto nella discussione degli esempi) può modificare il giudizio di probabilità. È chiaro inoltre che la ponderatezza e la serietà del giudizio possono essere deformate e modificate se le condizioni psicologiche del soggetto non sono perfette oppure se le circostanze sono tali che il soggetto non è stimolato ad utilizzare la massima prudenza ed avvedutezza. Ciò avviene per esempio quando la scommessa viene presentata al soggetto in modo da mascherare la spesa della posta rispetto alla presunta mole della vincita: per esempio quando il soggetto viene spinto all'acquisto di un biglietto di lotteria che costa 1000 lire con il miraggio della vincita di 100 milioni.

Invero qui la probabilità dovrebbe essere 10^{-5}, e quindi l'ente emettitore guadagna certamente non appena abbia venduto più di 10^5 biglietti. Un caso clamoroso è rappresentato per esempio dal gioco del lotto, nel quale lo Stato paga delle vincite che sono di molti ordini di grandezza inferiori a quelle che dovrebbero essere valutando la probabilità in base al calcolo delle combinazioni possibili.

Pertanto in questi casi ed in casi analoghi, il soggetto tende a trascurare la valutazione prudente della probabilità, essendo in certo modo abbagliato dalla vistosità della possibile vincita, che supera ogni sua abitudine di valutazione ponderata della propria condotta economica. Un fenomeno analogo, e per così dire duale del precedente, si verifica quando il soggetto considera il rischio di eventi molto sgradevoli (come gravi disastri, o addirittura la morte) e quindi accetta anche di pagare dei premi di assicurazione di grandezza superiore a quella che sarebbe dettata dal calcolo prudente ed avveduto delle situazioni.

Una trattazione a parte meriterebbero poi i fenomeni che sono collegati col gioco d'azzardo e che sono stati oggetto di analisi anche letterarie fino dalla più remota antichità. A questi fenomeni abbiamo già accennato nell'articolo precedente; ripetiamo qui che in questi caso si verifica probabilmente un fenomeno psicologico che spinge l'uomo avente un certo carattere (il carattere del « giocatore » appunto) ad affrontare i rischi e che lo gratifica per questo stesso fatto, indipendentemente dalla vincita.

La verità di queste osservazioni è confermata da tante circostanze; per esempio dalla osservazione più volte ripetuta del fatto che la più grande forza che spinge il giocatore a pagare i propri debiti di gioco (che non costituiscono vincolo legale in molte circostanze) è data dalla minaccia di esclusione dal gioco successivo.

Pertanto si potrebbe dire, ripetiamo, che il gerente del casinò o della bisca fornisce in qualche modo una specie di droga psicologica, che viene acquistata dai giocatori con il pagamento di una posta certamente superiore alla misura razionale del rischio puramente economico.

8. Abbiamo fatto poco fa delle osservazioni che ci conducono ad affrontare una questione importante della teoria che stiamo esponendo; tale questione consiste fondamentalmente nel domandarsi in base a quali criteri un soggetto, in mancanza di ogni informazione, attribuisce una certa probabilità ad un evento aleatorio.

Come è noto, secondo l'impostazione classica, che viene chiamata talvolta « oggettiva », della probabilità, per pronunciare un giudizio di probabilità su un determinato evento aleatorio E occorre che il soggetto consideri tale evento come uno fra tanti altri eventi possibili, tutti ugualmente possibili; la probabilità dell'evento E viene allora definita come il rapporto tra il numero dei casi favorevoli all'evento stesso e quello dei casi possibili. Così, per esempio, nel caso del lancio di una moneta, la probabilità dell'evento « testa » viene *definita* 1/2, perché sui due casi possibili uno solo è favorevole all'uscita di « testa ». Tuttavia, come abbiamo detto, questa definizione, apparentemente chiara, è stata contestata da varie parti, perché essa richiede che i casi possibili siano tutti *ugualmente possibili;* si è osservato infatti che non vi è alcun criterio di carattere generale che possa garantire che i casi possibili siano ugualmente possibili, supposto che questa espressione abbia un senso. Vi sono infatti dei critici che riconducono il significato di questa espressione « ugualmente possibili » al significato della frase « hanno uguale probabilità »; e questa osservazione renderebbe evidente il fatto che, quando si assuma questo atteggiamento per la definizione della probabilità, si cade in un circolo vizioso, perché si riconduce la definizione della probabilità a quella di « casi aventi uguale probabilità ».

Queste osservazioni tuttavia non impediscono di utilizzare dei ragionamenti che hanno qualche analogia con quelli classici per dare una valutazione iniziale della probabilità dell'evento E considerato, purché tuttavia le considerazioni che ivi vengono adottate siano soltanto un punto di partenza provvisorio per la valutazione della probabilità, di modo che il soggetto sia pronto a cambiare la propria valutazione, quando l'esperimento dia risultati che possono condurre alla utilizzazione della formula di Bayes.

Così, per esempio, noi abbiamo utilizzato delle considerazioni analoghe per valutare la probabilità delle due ipotesi H_1 ed H_2 nell'esempio 1, fondandoci su considerazioni che fanno appello alla simmetria o — meglio ancora — al principio di ragion sufficiente. Invero, stanti le informazioni che si posseggono, non vi sono motivi sufficienti per poter ragionevolmente attribuire probabilità diverse tra loro alle due ipotesi. Il che può essere tradotto dicendo che, con le informazioni che si posseggono, ogni soggetto che dà una valutazione ponderata e prudente non ha ragione per scommettere somme diverse tra loro sulle due ipotesi.

Ciò potrebbe essere esposto dicendo che, in mancanza di informazioni, non vi sono ragioni per non accettare le ipotesi di uguale possibilità tra tutti i casi possibili.

E si noti che questo atteggiamento non è una accettazione *definitiva* di questa ipotesi, ma semplicemente una accettazione *provvisoria*, che il soggetto è pronto a modificare quando egli possegga ulteriori informazioni. Il che avviene con l'utilizzazione della formula di Bayes.

Considerazioni analoghe a queste possono essere svolte quando la valutazione della probabilità di un evento sia data non in base a ragionamenti di simmetria, ma abbia come punto di partenza l'osservazione dei casi passati, cioè la statistica. Tuttavia, prima di analizzare questo problema, intendiamo dire qualche parola a proposito del legame tra il calcolo delle probabilità e la realtà fisica e sociale.

Data l'impostazione che abbiamo qui adottato per definire la probabilità di un evento aleatorio, il concetto stesso è legato alla realtà, perché coinvolge — come abbiamo detto — un giudizio economico, che ha come oggetto conseguenze economiche e finanziarie delle decisioni del soggetto.

Tuttavia la questione del legame tra il numero che esprime il giudizio di probabilità e la reale frequenza statistica dei risultati degli esperimenti che si fanno ha sempre occupato la mente degli studiosi del problema. Questo legame è stato spesso tradotto verbalmente con un enunciato che viene indicato in modi diversi: alcuni lo richiamano con l'espressione « Legge empirica dei grandi numeri », altri lo chiamano « Postulato dei grandi numeri », altri ancora « Teorema dei grandi numeri ». Noi preferiamo la prima di queste espressioni e cioè « Legge empirica dei grandi numeri ». Essa potrebbe essere enunciata con la frase seguente: « Nella *stragrande maggioranza* dei casi concreti, la frequenza statistica di un evento è *molto vicina* alla probabilità teorica su un *grande numero* di casi osservati ».

Nell'enunciato precedente vi sono certe espressioni verbali, e precisamente quelle in corsivo, che appaiono abbastanza chiare a prima vista, ma non possono essere precisate con formule matematiche o con numeri determinati. Non ha senso infatti in matematica parlare di « numero grande » oppure di « stragrande maggioranza », oppure di valori « molto vicini tra loro ». Tutte queste espressioni richiamano delle idee che hanno un significato soltanto con riferimento ad una situazione psicologica, ma che non hanno un valore logico preciso, fuori di quest'ambito.

Invero potremmo dire che un numero è « grande » se esso corrisponde al numero cardinale di un insieme di oggetti concreti che noi non sapremmo enumerare se non con grande fatica; oppure che esso traduce le proprietà di un insieme concreto che abitualmente ha un numero minore di elementi. Ma in assoluto non si può dire che un numero determinato è grande o piccolo. Lo stesso si può dire delle altre espressioni in corsivo, che acquistano un significato (non si dice, infatti, che esse ne siano assolutamente prive) soltanto in relazione a situazioni concrete determinate e ad un giudizio su di queste che ha un valore soltanto psicologico.

Queste considerazioni giustificano anche in parte il giudizio di probabilità che viene dato su un determinato evento a partire dalla statistica, cioè dall'osservazione dei casi empiricamente rilevati nei quali l'evento stesso si è verificato. Abbiamo detto che le considerazioni giustificano in parte il giudizio di probabilità, perché in questo, nella nostra impostazione, viene coinvolto anche un rischio, che il soggetto assume per il futuro o comunque di fronte ad ulteriori informazioni e quindi nel giudizio stesso è contenuta non soltanto l'accettazione della validità della legge empirica, ma anche quella della costanza della situazione reale nel futuro. In altre parole il soggetto che esprime concretamente il proprio giudizio di probabilità di un evento mediante una scommessa non soltanto accetta delle indicazioni dalla statistica di eventi analoghi per il passato o per le cose di cui ha informazione statistica empirica, ma anche postula che nel futuro le cose non cambino in maniera sensibile o almeno che ciò non avvenga al di fuori delle proprie possibilità di informazione.

Crediamo che soltanto queste considerazioni siano la giustificazione del fondamento di giudizio di probabilità che è fondato su rilievi statistici. Questo atteggiamento è certamente fondato sulla ragione, perché si basa sulle conoscenze del passato, e conduce ad utilizzare le informazioni che si possono assumere ulteriormente dalle esperienze che si fanno e dalle conoscenze che si acquisiscono.

Pertanto questo punto di vista permette di concepire la statistica e la sua utilizzazione nella più ampia visione del calcolo delle probabilità, considerato come un metodo rigoroso per utilizzare le informazioni, ai fini di razionalizzare al massimo il comportamento umano.

NOTIZIARIO

Convegno Nazionale UCIIM-CISCS sul tema « Mass-media e audiovisivi: una rivoluzione nell'azione didattica » .

Dal 6 al 10 dicembre 1978 si è tenuto a Roma l'ottantesimo Convegno Nazionale dell'UCIIM, organizzato in collaborazione con il Centro Internazionale dello Spettacolo e della Comunicazione Sociale.

Alla apertura dei lavori da parte della prof.ssa Cesarina Checcacci, Presidente dell'UCIIM, del prof. Nazareno Taddei, Presidente del CISCS, dell'On Spigaroli, Sottosegretario di stato alla Pubblica Istruzione, hanno fatto seguito le relazioni, le comunicazioni, i lavori di gruppo, le letture di film, una tavola rotonda conclusiva.

Poiché è stata preannunciata la pubblicazione degli atti del convegno, ci limitiamo a segnalare che il prof. Mauro Laeng, Direttore di Didattica delle Scienze, ha tenuto la relazione *Contenuti educativi e mass-media* e a riportare, eliminando i soli riferimenti cronologici, il servizio pubblicato su « *Il popolo* » di sabato 9 dicembre 1978 con il titolo « Didattica e mass-media » e con la firma di Gianni Ruggeri.

« Dopo le relazioni dei professori Pieretti e Laeng (che hanno tratteggiato le linee educative e culturali dei mass-media) e quella del presidente del Ciscs, padre Nazareno Taddei, il convegno ha offerto indicazioni sulle nuove metodologie didattiche portate dai mass-media, soffermandosi su esperienze maturate in alcune scuole fiorentine e motivando la validità educativa di alcuni audiovisivi (canzoni, fumetti, filmati di animazione, registrazioni di trasmissioni radiofoniche).

La relazione del prof. Lucchini, docente dell'Università di Milano e in quella del Sacro Cuore, ha affrontato il tema delle nuove meotdologie didattiche inserendolo nel più vasto contesto della formazione della persona, investendo i tre poli della inevitabilità delle scelte, della necessità della consapevolezza pedagogica e didattica e, da ultimo, dell'utilità delle fonti e dei riferimenti.

Delineando un preciso quadro di riferimento dove collocare le metodologie didattiche, modi di apprendimento e di comunicazione, macchine per l'insegnamento, il relatore ha presentato le proposte metodologiche, da lui condivise, frutto del lavoro del Centro internazionale dello spettacolo e della comunicazione sociale.

Tali proposte — ha continuato il professor Lucchini — consistono nel considerare l'istruzione come comunicazione (nel senso di « rendere comune » ad altri ciò che già si conosce), nell'utilizzare la comunicazione cibernetica (una comunicazione, cioè, che faccia seguire alle informazioni domande e risposte, intera-

(continua a pag. 32)