

NATURALMENTE

Fatti e trame delle Scienze

anno 22 • numero 3 • settembre 2009

trimestrale

**Mente e coscienza negli animali:
un *excursus* etologico**

Vincenzo Caputo

La candela

Elio Fabri

Gazebo

Fabrizia Gianni

Carezze, baci indimenticabili e biochimica

Isabella Marini

Quello che i libri non spiegano

C. Bauer, A. Spanedda, A. M. Osman, P. Toti,
V. Pelaia, N. Gialluca

Biodiversità: giocando s'impara

Giuseppe Busnardo

La tortura della scienza

Tiziano Gorini

Una dolcissima Rosa

Maria Bellucci

Spazio in affitto

Stefano Dalla Casa

Arte e Scienza

Matilde Stefanini

Il verziere di Melusina

Laura Sbrana

Recensioni

Un'estate caldissima

Vincenzo Terreni



NATURALMENTE

anno 22 • numero 3 • settembre 2009 trimestrale

Spedizione: Poste Italiane SpA - Spedizione in abbonamento postale - D. L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1, CB PISA

Iscrizione al ROC numero 16383

Direttore responsabile: Luciano Luciani

Segretario di redazione: Enrico Pappalettere
(e.pappalettere@alice.it)

Redazione: Sandra Bocelli, Francesca Civile, Brunella Danesi, Tomaso Di Fraia, Fabio Fantini, Isabella Marini, Lucia Stelli, Vincenzo Terreni, Marco Zuffi

Proprietà: ANISN - Pisa c/o Museo di Storia naturale e del Territorio, Via Roma, 79 - 56011 Calci (Pi)

Impaginazione: Vincenzo Terreni
(terreni@naturalmentescienza.it)

Stampa: La bottega della stampa, la Capannina, Lari (Pisa)

Abbonamenti:

- CC POSTALE: n. 95772273, per bonifici

IBAN: IT10J076011400000095772273

intestato a Associazione Nazionale Insegnanti Scienze Naturali - Pisa

- CC Bancario CREDEM: n. 000000059 per bonifici

IBAN IT89 E030 3271 1300 1000 0000 059

intestato a NATURALMENTE A.N.I.S.N. PISA

Ordinario 20,00 euro, sostenitore 35,00 euro, Scuole, Associazioni, Musei, Enti ecc. 27,00 euro, biennale 36,00 euro, estero 40,00 euro; singolo numero 8,00 euro; numeri arretrati 12,00 euro; copie saggio su richiesta previo invio di 5 euro in francobolli per rimborso spese postali.

Registrato il 25 febbraio 1989 presso il Tribunale di Pisa al n. 6/89

Informazioni: www.naturalmentescienza.it

050/571060-7213020; fax: 06/233238204

Un ringraziamento particolare alle case editrici

ZANICHELLI e **BOVOLENTA**

per l'aiuto alla realizzazione di questo numero.

Collaboratori

Maria Arcà Centro studi Ac. Nucleici CNR Roma

Maria Bellucci doc. St. Fil. Prato

Claudia Binelli doc. Sc. Nat. Torino

Luciana Bussotti doc. Sc. Nat. Livorno

Stefania Consigliere dip. Antropologia Univ. Genova

Luciano Cozzi doc. Sc. Nat. Milano

Elio Fabri doc. Astronomia Università di Pisa

Fabrizia Gianni doc. Sc. Nat. Ist. S. Carlo Milano

Tiziano Gorini doc. Lettere Livorno

Alessandra Magistrelli doc. Sc. Nat. Roma

Pieggiacomo Pagano ENEA Bologna

Marco Piccolino doc. Fisiol. e St. Scienza Università di Ferrara

Laura Sbrana doc. Lettere L. Sc. Dini Pisa

Marco Tongiorgi doc. Stratigrafia Università di Pisa

Hanno collaborato a questo numero

3. **Mente e coscienza negli animali:**

un excursus etologico

Vincenzo Caputo Istituto di Biologia e Genetica dell'Università Politecnica delle Marche

16. **La candela**

Elio Fabri

21. **Gazebo** Il Tulipano, l'Olanda e la Tulipanomania

Un fiore e la prima bolla speculativa dei mercati finanziari, XVII sec. (seconda parte)

Fabrizia Gianni

29. **Carezze, baci indimenticabili e biochimica**

Isabella Marini

34. **Quello che i libri non spiegano** Ciò che resta da

capire sull'Unità di attività enzimatica (ottava puntata) Carlo Bauer, Andrea Spanedda, Ahmed Mohamud Osman, Paolo Toti, Valerio Pelaia, Natalino Gialluca Istituto di Biochimica Università Pisa

41. **Biodiversità: giocando s'impara**

Giuseppe Busnardo Naturalista Bassano del Grappa

49. **La tortura della scienza**

Tiziano Gorini

52. **Una dolcissima Rosa**

Maria Bellucci

55. **Spazio in affitto.** Il *talk show* del *Global Warming*

Stefano Dalla Casa naturalista, studente SISSA per master in comunicazione della Scienza Trieste

56. **Arte e Scienza** Loris Nelson Ricci: arte e scienza,

arte per la scienza

Matilde Stefanini storica dell'Arte, Pisa

60. **Il verziere di Melusina** La quercia (parte decima):

di alcuni altri modi di cacciare nel querceto

Laura Sbrana

64. **Recensioni**

Joachim Langeneck, Francesca Civile

66. **Un'estate caldissima** Trovata una relazione inversa tra temperatura e qualità degli interventi sulla scuola

Vincenzo Terreni

Degli articoli firmati sono responsabili gli Autori

Fonti delle illustrazioni

Loris Nelson Ricci *Civiltà d'Europa e del Mediterraneo*

Edizione del Centro Internazionale d'arte e cultura Castello di Castevoli, 1991

AA VV Loris Nelson Ricci *Spirito dell'uomo Spirito del tempo* Bandecchi & Vivaldi Pontedera, 2009

Mente e coscienza negli animali: un excursus etologico

VINCENZO CAPUTO

L'acquisizione delle capacità cognitive umane come grande transizione nella storia della vita

In un famoso libro di Maynard Smith e Szathmáry (2001), gli autori propongono otto transizioni fondamentali nell'evoluzione dei viventi: 1) da molecole capaci di replicarsi a popolazioni di molecole in compartimenti (proto-cellule); 2) da geni indipendenti a cromosomi; 3) dall'RNA come veicolo di informazione ed enzima alla separazione di queste funzioni nel DNA e nelle proteine; 4) da procarioti a eucarioti; 5) dalla riproduzione asessuata a quella sessuata; 6) da singole cellule eucariote a organismi pluricellulari; 7) da individui solitari a colonie; 8) da società di primati alla società umana dotata di linguaggio. La tesi di fondo del libro è che tutte queste transizioni sono state essenzialmente salti qualitativi nel modo in cui l'informazione viene trasmessa. L'ottava di queste grandi "svolte" evolutive sarebbe consistita nell'acquisizione delle capacità cognitive umane, a loro volta connesse con lo sviluppo del linguaggio. Gli autori enfatizzano la forte somiglianza fra linguaggio umano e codice genetico, in quanto entrambi sistemi naturali che possono fornire ereditarietà illimitata. Non sappiamo cosa abbia guidato l'evoluzione del nostro complesso cervello, ma è probabile che la capacità di sviluppare e acquisire tecnologia non sia la causa principale del processo, bensì un suo vantaggioso effetto collaterale. In base a un ragionamento convincente, è possibile ipotizzare che le nostre abilità cognitive si siano sviluppate come strumento sociale: un grosso encefalo, infatti, avrebbe conferito a *Homo sapiens* un evidente vantaggio adattativo nella comunicazione e nello scambio di informazioni. Al momento è però oggetto di controversia se il linguaggio sia la causa o l'effetto della nostra prodigiosa intelligenza (cfr. Cimatti, 2000; Deacon, 2001).

In questo contesto, il confronto con gli altri animali risulta assai utile dal momento che potrebbe indicare il retroterra dal quale sono emerse le nostre capacità mentali. L'approccio sperimentale che ha fornito delle illuminanti prospettive è quello dell'etologia cognitiva, che studia i processi di acquisizione e uso delle conoscenze degli animali. Questi processi, com'è ovvio, non possono essere osservati direttamente, ma possono venire dedotti dal comportamento (Vallortigara, 1992). Il grosso rischio che si nasconde dietro questo approccio è però rappresentato dalla forse insormontabile difficoltà interpretativa dei dati etologici. Mi

piace citare al riguardo un episodio emblematico accaduto alcuni anni fa presso lo zoo di Brookfield, negli Stati Uniti e descritto con dovizia di particolari da De Waal (2006). Il 16 agosto del 1996 una gorilla di nome Binti trasse in salvo un bambino di tre anni caduto da un'altezza di circa sei metri nel recinto dei primati. Reagendo tempestivamente, Binti lo raccolse e lo portò al sicuro, poi si sedette, cullando il bambino che portava in braccio e "rincuorandolo" con dei colpetti sulla schiena prima di riportarlo al personale dello zoo che la stava aspettando. Questo gesto fu interpretato come un atto di solidarietà e Binti fu salutata come un'eroina. Lo stesso primatologo Frans de Waal indica questo caso come un chiaro esempio secondo cui l'empatia, lungi dall'essere una prerogativa unicamente umana, sarebbe già individuabile nei comportamenti altruistici dei primati antropomorfi, fra i quali la consolazione è uno degli "slanci" più comuni.

...continua fino a pagina 15



La candela

*Piuttosto che maledire il buio
è meglio accendere una candela*
Lao Tzu

ELIO FABRI

Un anniversario

Questa puntata, d'intesa con la Redazione, è dedicata a un anniversario, purtroppo doloroso: sono infatti venti anni dalla morte di Giuseppe Salcioli. Abbiamo scelto di ricordarlo ripubblicando un articolo, uscito nel 1972 su *La Fisica nella Scuola*, che riassumeva il suo lavoro di tesi; premetto un breve cenno sulla persona e sul mio rapporto con lui, e lo farò seguire da un commento.

Ho conosciuto Beppe quando era ancora al Liceo: frequentava infatti il Liceo Classico a Pontedera, in una classe pilota del PSSC, di cui ho già raccontato non molto tempo fa. Il docente era Aldo Vespi, che poi sarebbe divenuto preside dello stesso Liceo, e che aveva appunto seguito il primo corso pilota PSSC nel 1962. Approfitto dell'occasione per inviargli un caro saluto.

Dopo il Liceo Beppe s'iscrisse a Fisica, risultando uno dei migliori studenti di quell'annata; arrivato al terzo anno, quando si doveva scegliere l'indirizzo, optò per l'indirizzo didattico. Anche se non ricordo di averne mai parlato con lui (a quei tempi tra professori e studenti c'era molta meno confidenza) penso che la sua scelta fosse dettata dal senso di un debito sociale. Beppe era infatti di famiglia operaia (il padre lavorava alla Piaggio) e considerava quindi un privilegio aver potuto seguire gli studi universitari secondo la sua inclinazione. Credo pensasse di dovere in qualche modo restituire quello che aveva ricevuto.

Arrivato alla scelta della tesi, si rivolse a me, e decidemmo che studiasse "dal vivo" come funzionava l'insegnamento scientifico nella scuola media. Si mise all'opera, e il risultato di un anno di lavoro fu una corposa tesi di oltre 160 pagine (dattiloscritte, come usava allora); come ho già avuto occasione di ricordare in una puntata precedente, quella tesi fu un evento eccezionale, in quanto fu la prima dell'indirizzo didattico a ricevere il giudizio "con lode".

È bene ricordare che a quei tempi ottenere 110 e lode in Fisica a Pisa era tutt'altro che facile, in qualunque indirizzo. Occorreva una media dei voti d'esame superiore a 28, un lavoro di tesi pregevole e ben discusso davanti alla commissione, una buona esposizione di una delle tre "tesine"... Per l'indirizzo didattico c'era poi lo handicap che ho già ricordato, che quell'indirizzo era considerato di serie B.

Dopo la sua laurea restammo in contatto, perché Beppe vinse presto il concorso e ottenne il posto di ruolo nel Liceo Scientifico di Pontedera. Quando venne istituita a Pisa nel 1974 la sezione AIF (Associazione per l'Insegnamento della Fisica) fu tra i primi e assidui soci. Bisognerebbe spendere un po' di spazio a ricordare -a chi non è abbastanza vecchio per aver vissuto quegli anni- quanto fosse diverso da oggi il clima nella scuola: discussioni, sperimentazioni, parziali riforme (ricordo solo l'istituzione degli organi collegiali con la partecipazione di genitori e studenti). Ma mi sono ripromesso di essere breve in questa introduzione, e quindi mi limito a ricordare che Beppe partecipò in pieno a quel movimento, in tutte le sedi per le quali era qualificato.

L'ultimo ricordo preciso che ne ho è la conversazione che facemmo una sera durante il Congresso AIF a Bellaria, nel 1987: ci scambiavamo idee un po' su tutto: la scuola, la situazione politica... E ricordo che già allora lamentava disturbi alla vista: il primo sintomo del male che lo avrebbe vinto in breve tempo.

...continua fino a pagina 20



Gazebo



Il Tulipano, l'Olanda e la *Tulipanomania*

Un fiore e la prima bolla speculativa dei mercati finanziari, XVII sec. (seconda parte)

FABRIZIA GIANNI

L'apice della *tulipanomania*: dicembre 1636 - gennaio 1637

Gli storici pongono, come data d'inizio di questo incredibile fenomeno commerciale, l'estate del 1633 e come località Hoorn, una cittadina della Frisia occidentale famosa, un tempo, per i suoi commerci con il Baltico. Nel centro di questa cittadina è possibile vedere una casa che reca scolpiti sulla sua facciata tre tulipani di pietra, ricordo della vendita della stessa in cambio di tre rarissimi tulipani. Secondo lo storico locale Theodorus Velius è in quell'anno che i tulipani (T) raggiungono prezzi mai raggiunti in questo gruppo di basse isole che separano le province settentrionali della Repubblica olandese dal Mare del Nord, ed è proprio con queste transazioni che per la prima volta i T sono utilizzati come denaro. Via via che cresce il numero di persone interessate al commercio dei bulbi, aumenta il prezzo delle varietà più ricercate. L'ascesa dei prezzi inizia verso la fine del 1634 e continua senza interruzione per tutto il 1635. Nell'inverno del 1636 i prezzi di alcune varietà possono raddoppiare in poco più di una settimana, ma l'apice è raggiunto in due mesi definiti *folli*: dicembre 1636 e gennaio 1637. Nel corso di poche settimane, in tutte le Province Unite, gli olandesi investono quanto possiedono in bulbi. L'aumento della domanda fa ulteriormente lievitare i prezzi e per un breve periodo tutti si arricchiscono.

Uno storico di quel periodo riporta qualche esempio. Una varietà molto richiesta è il *Generael der Generael van Gouda*, noto come *Gouda*, che ha il fiore grande con screziature scarlatte su fondo bianco. Il suo valore iniziale aumenta di due terzi tra il dicembre 1634 e il dicembre 1635; lo triplica successivamente tra il giugno 1636 ed il gennaio 1637. Così un bulbo *Gouda*, prezzato 100 fiorini all'inizio del boom, due anni dopo ne vale 750! Uno dei bulbi più richiesti è il *Semper Augustus*, in questo caso il suo valore passa da 5500 fiorini nel 1633 a 10.000 fiorini nel primo mese del 1637. Per avere un'idea del valore di queste cifre basti pensare che, con 10.000 fiorini, si poteva comprare in contanti una delle dimore più lussuose sul canale più alla moda di Amsterdam, completa di rimessa per carrozze e giardino di 750 mq (1)

Profitti di tale portata, sbalorditivi anche per un paese dove l'economia si è ripresa dalla recessione degli anni

Venti, s'impongono all'attenzione di un pubblico sempre più vasto deciso a tentare la fortuna in un settore ai più sconosciuto.

Il contesto storico

È interessante aprire una breve parentesi sul contesto storico che fa da sfondo a questi avvenimenti per cercare di capire, almeno in parte, alcune fra le probabili cause di un fenomeno ancora oggi inspiegabile e tanto meno giustificabile. Le Province Unite in quegli anni escono da una lunga recessione durata per quasi tutti gli anni Venti, definita la peggiore di tutto il secolo. La causa principale della recessione è la ripresa della guerra contro la Spagna. Alla depressione segue, nel 1632, un'esplosione sempre più febbrile dell'economia olandese, che cresce velocemente verso la fine del decennio e mette in circolazione una quantità di soldi mai vista in precedenza.

...continua fino a pagina 28



Carezze, baci indimenticabili e biochimica

ISABELLA MARINI

Qualche mese fa ho trovato nella posta elettronica un messaggio dal titolo *amore e DNA*; un Museo di Storia Naturale per S. Valentino proponeva ai visitatori di estrarre il proprio DNA da una goccia di saliva per introdurlo in un cuoricino di vetro e argento e realizzare un regalo speciale: il proprio DNA da regalare alla persona amata. Che delusione! Intanto l'idea di isolare il DNA dei visitatori dei musei non è molto originale, ma soprattutto mi chiedo sempre quanto ci sia di scientifico in tutto questo. Che atto di fede deve fare una persona per attribuire una straordinaria potenza evocativa a quel materiale biancastro, appiccicoso e vagamente filamentoso? Avrei preferito che qualcuno si fosse preso la briga di trattare il tema *amore e DNA* ad un altro livello. Perché infatti nel leggere quel titolo mi sono subito venute in mente un paio di cosette interessanti che ho pensato di raccontarvi e potrei parafrasare col titolo di un film di qualche anno fa: "Le conseguenze (biochimiche) dell'amore". La Biochimica è talmente pervasiva che riesce a dare un contributo anche a questo argomento apparentemente così lontano. E così state cominciando a capire quel curioso titolo; non voglio parlarvi della contrazione muscolare, della sollecitazione dei recettori tattili o della trasduzione di segnale associata a una carezza. Invece andrò verso le radici profonde della memoria del primo bacio o di una carezza e delle loro conseguenze molecolari. Vi parlerò di due meccanismi epigenetici (1) estremamente interessanti; per arrivarci sarò costretta a fare una piccola carrellata di elementi utili per la comprensione dell'argomento. Chi sa già tutto sulla metilazione del DNA e sulla regolazione della struttura della cromatina può saltare il prossimo paragrafo ed andarsi a leggere direttamente quello successivo.

L'epigenoma: struttura della cromatina e metilazione del DNA

Negli eucarioti la maggior parte del DNA è impacchettato nei nucleosomi, avvolto intorno ad un "rocchetto" di proteine basiche, gli istoni. La struttura è "chiusa" quando il DNA carico negativamente e gli istoni carichi positivamente interagiscono mediante legami elettrostatici ed "aperta" quando questi legami vengono meno. La conformazione della cromatina regola l'espressione dei geni. Due classi di enzimi possono dinamicamente modificare la struttura della cromatina: le istone acetil transferasi (HAT) che acetilano

amminoacidi carichi positivamente come lisina o arginina neutralizzando così la carica degli istoni, e le istone deacetilasi (HDAC) che rimuovono l'acetilazione (figura 1).

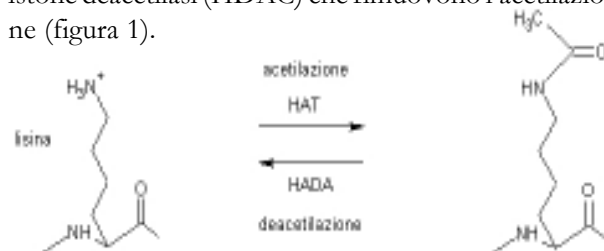


Fig. 1 Acetilazione e deacetilazione della lisina.

Le HAT aprono la cromatina consentendo ai fattori di trascrizione il libero accesso al DNA e le HDAC chiudono la cromatina bloccando l'espressione genica; quindi l'acetilazione è un segnale di attiva trascrizione dei geni al contrario della deacetilazione (figura 2).

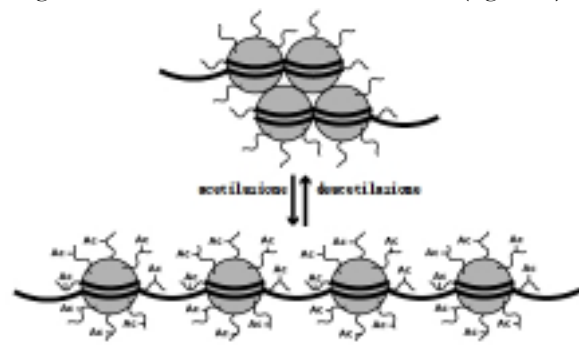


Fig. 2 I nucleosomi e l'accessibilità del DNA mediante acetilazione/deacetilazione degli istoni.

Le vie di trasduzione del segnale possono promuovere (accendere) o bloccare (spegnere) l'espressione dei geni grazie all'interazione delle HAT e delle HDAC con la cromatina.

...continua fino a pagina 33

Quello che i libri non spiegano

Ciò che resta da capire sull' Unità di attività enzimatica

CARLO BAUER, ANDREA SPANEDDA, AHMED MOHAMUD OSMAN, PAOLO TOTI, VALERIO PELAIA, NATALINO GIALLUCA

Nota preliminare di Carlo Bauer

Questa serie di articoli rappresenta il percorso che ho fatto nell'arco di più di cinquant'anni per chiarire a me stesso concetti in chimica (e dintorni) che mi sono risultati oscuri e hanno richiesto molta fatica per cercare di capirli. Un aiuto sostanziale è venuto da proficue discussioni con colleghi ed amici, tra cui i coautori di questo articolo. L'esposizione che segue è il frutto del lavoro di persone di normale intelligenza, ma particolarmente determinate a voler capire. Molto spesso questo atteggiamento non è considerato positivamente e viene visto con sospetto e scoraggiato in tutte le maniere soprattutto nei giovani. Credo che il motivo sia da ricercare nel fatto che le persone che contano, inquadrare nelle istituzioni preposte alla riproduzione e alla conservazione della struttura e della piramide sociale (chiesa, scuola, comunità scientifica) temono che ciò possa distogliere i giovani dai doveri di "buoni sudditi": molto lavoro, su binari prestabiliti, da buoni esecutori, che non si pongano o facciano troppe domande (cosa che tra l'altro comprometterebbe anche il completamento dei gravosissimi programmi di studio e di lavoro imposti). Chi gestisce il sistema sa bene che un tale atteggiamento porta, prima o poi, a mettere in discussione l'assetto esistente: per questo è così frequente il caso che, nei concorsi di vario tipo, venga preferito e prestabilito come vincitore (individuandolo col sistema delle raccomandazioni e delle segnalazioni) chi si inquadra meglio nella struttura rispetto a chi possiede meglio la materia. Questa è anche la ragione per cui spesso i libri sono oscuri e non aiutano chi voglia capire veramente. E' tempo di cominciare ad invertire queste tendenze e in questa direzione punta questa serie di articoli.

In questo ottavo articolo trattiamo un argomento apparentemente più leggero di quelli precedenti di Termodinamica, ma in realtà di grande importanza e centralità nel campo enzimologico: il concetto di *attività enzimatica*. La determinazione dell'attività enzimatica è cruciale sia perché nella maggioranza dei casi gli enzimi non sono puri (e quindi non è possibile determinarne la concentrazione) sia perché, anche nei casi in cui un enzima è puro, si può verificare una inattivazione e quindi è necessario comunque determinare l'attività per seguire la sua stabilità. Del concetto di attività enzimatica abbiamo dovuto capire la corretta definizione e formulazione, le dimensioni fisiche, le unità di

misura (e, in particolare, l'Unità Internazionale) la relazione con la velocità di reazione e la possibile esistenza di una unità diretta e inversa della stessa reazione enzimatica.

Riassunto informativo

L'articolo si propone anzitutto di chiarire il concetto di *attività enzimatica*, la sua definizione, le sue dimensioni fisiche, le sue unità di misura, la sua relazione con la velocità di reazione, la sua concentrazione nei miscugli di saggio e nei campioni da analizzare. Occorre partire da una grandezza, abitualmente trascurata, che abbiamo denominato *velocità di consumo della quantità di reagente* (o substrato), ovvero velocità di produzione della quantità di prodotto; le dimensioni fisiche di tale grandezza sono una quantità (una massa) divisa per un tempo e quindi le sue unità di misura possono essere ad es. $\text{mol} \times \text{s}^{-1}$, o anche $\mu\text{mol} \times \text{min}^{-1}$. Questa grandezza non viene di solito considerata perché è priva di un significato univoco, a meno che non si precisi il volume della soluzione in cui avviene la reazione. Si arriva così, anche per questa via, al concetto di velocità di reazione, che si può anche definire come una velocità di consumo divisa per il volume in cui essa avviene.

...continua fino a pagina 40



Biodiversità: giocando s'impara

GIUSEPPE BUSNARDO

Partire dai fatti

Immaginate questa situazione: una classe (fine primarie - inizio medie) sta seguendo un progetto sugli alberi e, come segmento di questo, un giorno viene portata lungo una siepe campestre. Scelta una posizione adatta, ai ragazzi viene assegnato il compito seguente: *da un certo punto A delle siepe fino ad un punto B, ciascuno raccoglie una foglia per ogni tipo* di albero*. Il risultato, si spiega bene, dovrà essere una sorta di campionario che documenti quante specie diverse si possono rintracciare in quella siepe. Un'operazione che sembra apparentemente banale ma che invece (se la siepe è solo un po' eterogenea e sufficientemente lunga) farà emergere parecchie problematiche importanti dalla soluzione per nulla scontata.

A raccolta conclusa viene fatta una verifica dell'operato dei singoli ragazzi. Qualcuno sarà stato più preciso e meticoloso, qualche altro più frettoloso e distratto, qualcuno avrà raccolto foglie in più, qualcuno foglie in meno. In genere non succede quasi mai che tutti abbiano raccolto uno stesso numero di foglie. Dopo un primo riscontro sui conteggi di ciascuno, il vero controllo, che ci dirà quante sono le specie presenti e che poi permetterà di assegnare un nome a ciascuna, viene fatto in questo modo: su un piano d'appoggio qualsiasi (un cartone, un vecchio giornale), con tutti i ragazzi assieme oppure divisi a gruppi, si dispongono tutte le foglie raccolte, si rimescolano e si dà una nuova consegna: *ora separatele e fate dei mucchietti/insiemi riunendo quelle che vi sembrano provenire dallo stesso tipo* di albero*. In teoria dovrebbero formarsi tanti mucchietti/insiemi quante sono le specie presenti nel tratto di siepe. Invece non avviene quasi mai così. Se la siepe è solo un po' eterogenea e, soprattutto, se al suo interno c'è qualche albero caratterizzato da variabilità nelle sue foglie (ad esempio, un Biancospino, un Orniello, un Platano o altri) nasceranno molte discussioni e molte opinioni diverse: *questa secondo me è diversa da quella poiché ha tre lobi anziché cinque e quindi non va messa assieme oppure questa è troppo piccola per essere come quella oppure ancora questa a me sembra diversa da quella poiché la punta è troppo arrotondata* e così via per tanti altri dubbi. In altre parole, rimettere assieme le foglie secondo la consegna assegnata si rivela un compito difficile.

Dove sta il problema? Ciascuno avrà raccolto, da ogni albero, la prima foglia che gli sarà capitata oppure che gli sarà piaciuta, ma ogni foglia, tolta dal suo albero e dalle sue compagne, diventa un oggetto di difficile valutazione poiché il concetto di un campo di variabilità tra le foglie di una specie non esiste nella mente

delle persone e tantomeno dei ragazzi. Anzi, viene istintivo pensare che foglie provenienti dallo stesso tipo di albero debbano essere necessariamente uguali. Anche le stesse figure di un atlante di alberi, illustrando una sorta di foglia-prototipo per ogni specie, inducono a pensare in questo modo. Invece, nella realtà, raramente è così. A questo punto servirà una controprova. Basterà tornare tutti assieme di fronte ad uno di questi alberi con foglie "controverse" e dare una nuova consegna: *ora raccogliete, rigorosamente dallo stesso albero, dieci foglie cercando di prendere le più diverse tra loro*. Si formerà immediatamente un inventario tangibile e verificabile di questa variabilità che diventerà ancora più chiara se si metteranno le foglie stesse in una sequenza ordinata. Accorgersi dal vero di questa variabilità è una tappa concettuale fondamentale che va adeguatamente sottolineata, anche perché può fornire la chiave di lettura per formare correttamente i mucchietti/insiemi come sopra richiesto. Se servirà, si potranno fare altri controlli, direttamente albero per albero, per verificare le singole variabilità e dirimere i dubbi. A questo punto il campionario delle specie può essere stabilito e si può procedere, con l'aiuto di un buon manuale, ad attribuire ciascun mucchietto/insieme ad una specie precisa.

...continua fino a pagina 48



La tortura della scienza

TIZIANO GORINI

Il processo ha come esito l'emissione di un verdetto. Il termine "verdetto", che appartiene al lessico giuridico, a cui giunge tramite l'anglonormanno *verdit*, deriva dall'espressione latina *vere dictum*, che significava "detto con verità". Infatti il processo è propriamente la ricerca della verità, a cui consegue la condanna o l'assoluzione dell'imputato.

Siccome anche la scienza, nell'ambito del mondo fisico, è impegnata nella ricerca della verità, per sciorinarne meglio le caratteristiche l'epistemologia spesso esibisce l'analogia tra processo giudiziario e metodologia scientifica (1); analogia che d'altronde ebbe un ruolo rilevante nella sua fondazione, nel XVII secolo, poiché si deve proprio a uno dei fondatori: l'inglese Francis Bacon, autore del *Novum organum*, di cui fra poco ci occuperemo.

Per la scienza Bacon non ha importanza alcuna, a malapena lo si potrebbe definire scienziato, ma ebbe il gran merito -nel momento in cui essa diventava moderna rifondandosi radicalmente- di comprendere meglio di tutti i suoi contemporanei l'estrema difficoltà di accertare la legalità della natura e, conseguentemente, tentò di elaborare una logica della scoperta scientifica basata sul metodo sperimentale, sottraendolo all'ambiguo almanaccare degli alchimisti e alla confusa inventiva dei meccanici. È pur vero che il risultato pratico fu scarso e che nessun scienziato ha mai fatto una scoperta seguendo il metodo baconiano, neanche Bacon

...continua fino a pagina 51



stesso (d'altronde è curioso osservare che l'inventore del metodo sperimentale non fu uno sperimentatore), però riuscì, con una acuta antropologia della conoscenza (la critica degli *idola* (2)) a decostruire l'infruttuosa epistemologia medievale e ad elaborare una nuova teoria dell'induzione. Dal punto di vista logico non è che questa teoria andasse molto al di là della tradizionale induzione aristotelica, ma era collegata ad una proposta di metodica della ricerca incentrata sulla produzione di casi sperimentali. Con il filosofo inglese dunque l'esperimento diviene il cuore della scienza, anche se in effetti fu Galileo Galilei quello che passò dalle parole ai fatti (sperimentali). Vedremo che in questa fondazione epistemica gioca un suo ruolo anche l'analogia del processo, che delinea una sorta di "paradigma giudiziario" della conoscenza scientifica.

L'analogia è un utile strumento cognitivo, talmente connaturato alla mente umana da essere ritenuta dalla psicologia un modello del suo funzionamento (3) e dalla filosofia una forma di ragionamento e di argomentazione (4). Non la si deve scambiare per la più semplice similitudine, perché implica non due bensì quattro termini nonché le connessioni che si instaurano tra loro; si tratta piuttosto, dunque, di una *similitudine relazionale*, rappresentabile nella forma di una proporzione matematica: $A : B = C : D$, dove A e B sono denominati *tema*, C e D invece *foro*. L'analogia consiste nel confronto tra le due parti, confronto in cui il foro determina la comprensione del tema (5); così, ad esempio, nel *Tractatus logico-philosophicus* Wittgenstein propone la relazione tra il solco del disco e la sinfonia musicale (il foro) per illustrare la relazione tra il linguaggio e il mondo (il tema).

Il ragionamento analogico appartiene alla retorica non alla logica, il suo valore dimostrativo e probante è pressoché nullo; invece possiede una straordinaria capacità di stimolare la creatività del pensiero, di fungere da fulcro allo sviluppo di concatenazioni inferenziali che possono condurre a scoperte teoretiche. O all'invalidità del ragionamento: perché il procedimento analogico è sempre azzardoso; perciò richiede sempre la verifica delle ipotesi che partorisce (6). Ad esempio l'analogia tra il fluido idraulico e il fenomeno dell'elettricità, che ha prodotto la concezione della "corrente elettrica", orientando la forma delle idee scientifiche in questo campo della fisica, è in parte fallace, in quanto la somiglianza dei comportamenti vale soltanto per i circuiti in serie ma non per quelli in parallelo.

Una dolcissima Rosa

MARIA BELLUCCI

Chi sa se il soffio vitale dell'uomo salga in alto e se quello della bestia scende in basso nella terra?

L'inquietata domanda (3, 21) si legge in un libro dell'antica sapienza d'Israele, scritto probabilmente intorno al III sec. a.e.v. e attribuito ad uno scriba il cui nome è indicato in Qohelet, altrimenti conosciuto come Ecclesiaste. Il versetto introduce un tema assai noto e variamente dibattuto nel pensiero occidentale, quello della somiglianza/differenza tra gli animali e l'uomo; nelle parole citate, se identico è il soffio (*ruach*), il respiro vitale, appunto, problematiche risultano, invece, la definizione della natura di tale vitalità -se, nel caso, sia essa o no meramente biologica- e la congiunta determinazione della destinazione ultima così degli animali, come dell'uomo: con la conseguenza che, restando la domanda priva di risposta e quindi aperta, come di fatto avviene in questo sorprendente testo biblico, a riproporsi con crudezza è la questione stessa della somiglianza. In che cosa, dunque, gli animali e l'uomo sono simili? Metteremo nuovamente in campo il loro essere creature viventi, soggette al medesimo destino della mortalità di tutto ciò che è vivo? Citeremo gli esempi di Pomponazzi (1462-1525) e di Montaigne (1533-1592) a proposito dell'industriosità e della sagacia degli animali? O il testo di Hieronymus Rorarius (1485-1556), la cui tesi si annuncia esplicita già nel frontespizio: *Quomodo animalia bruta ratione utantur melius homine?* Non così perverremo ad una convincente risposta circa la domanda sulla somiglianza. Lasciata impregiudicata, com'è doveroso, la questione teologica, è forse opportuno qui richiamare un'affermazione importante, formulata "in difesa degli animali" da Peter Singer: *Il problema non è: possono ragionare o neanche possono parlare bensì possono soffrire* (1). Ebbene, proprio al comune vissuto del soffrire e del patire -in senso emotivo oltre che fisico-, negli animali e nell'uomo, si richiama il piccolo libro oggetto di questa segnalazione, che sotto il titolo *Un po' di compassione* propone sull'argomento una lettera di Rosa Luxemburg, cui fanno seguito alcuni testi di Karl Kraus, Franz Kafka, Elias Canetti, Joseph Roth (2). Si trovava nel carcere di Breslavia, Rosa Luxemburg (1870-1919), lì rinchiusa con provvedimento di custodia per riconosciuta pericolosità politica, a causa della sua accesa propaganda antimilitarista, quando un giorno del dicembre 1917 assistette nel cortile della prigione ad un episodio di crudeltà umana contro un gruppo di bufali rumeni -in particolare contro uno di essi-,

come poi scrisse nella lettera sopra ricordata e indirizzata a Sonja Liebknecht. *Trofei di guerra* è la denotazione che adopera la Luxemburg per questi bufali, catturati e trascinati via dai pascoli dove vivevano allo stato brado nella Romania non ancora invasa e ora, invece, ridotti a bestie da soma e utilizzati nell'esercito tedesco per il traino pesante, in sostituzione dei cavalli. Quel giorno di dicembre, alla porta di servizio del carcere, dove un carro avanzava a fatica a causa della mole del carico, si accese l'ira del soldato di scorta, il quale si accanì con violenza contro i bufali per incitarli a passare e su uno di essi si abbatté pesantemente un colpo inferto dall'uomo col grosso manico della frusta, cosicché la pelle del bufalo, ancorché dura e resistente, ne fu lacerata e l'animale sanguinava. *Durante le operazioni di scarico* -annota la Luxemburg- *gli animali se ne stavano esausti, completamente in silenzio, e uno, quello che sanguinava, guardava davanti a sé e aveva nel viso nero, negli occhi scuri e mansueti, un'espressione simile a quella di un bambino che abbia pianto a lungo (...) e non sa come sottrarsi al tormento e alla violenza brutta* (3); davanti a quella silenziosa sofferenza, nell'incrociarsi degli sguardi, solo le lacrime -quelle proprie di lei (...*mi scesero le lacrime...*), ma da lei medesima prestate e trasferite al bufalo in una sorta di reciproco riconoscimento (*erano le sue lacrime*)- riescono in qualche modo (e certamente contano le radici ebraiche di Rosa) a ricomporre una fraternità tra le creature viventi, altrimenti infranta.

...continua fino a pagina 54



Spazio in affitto

Il talk show del Global Warming

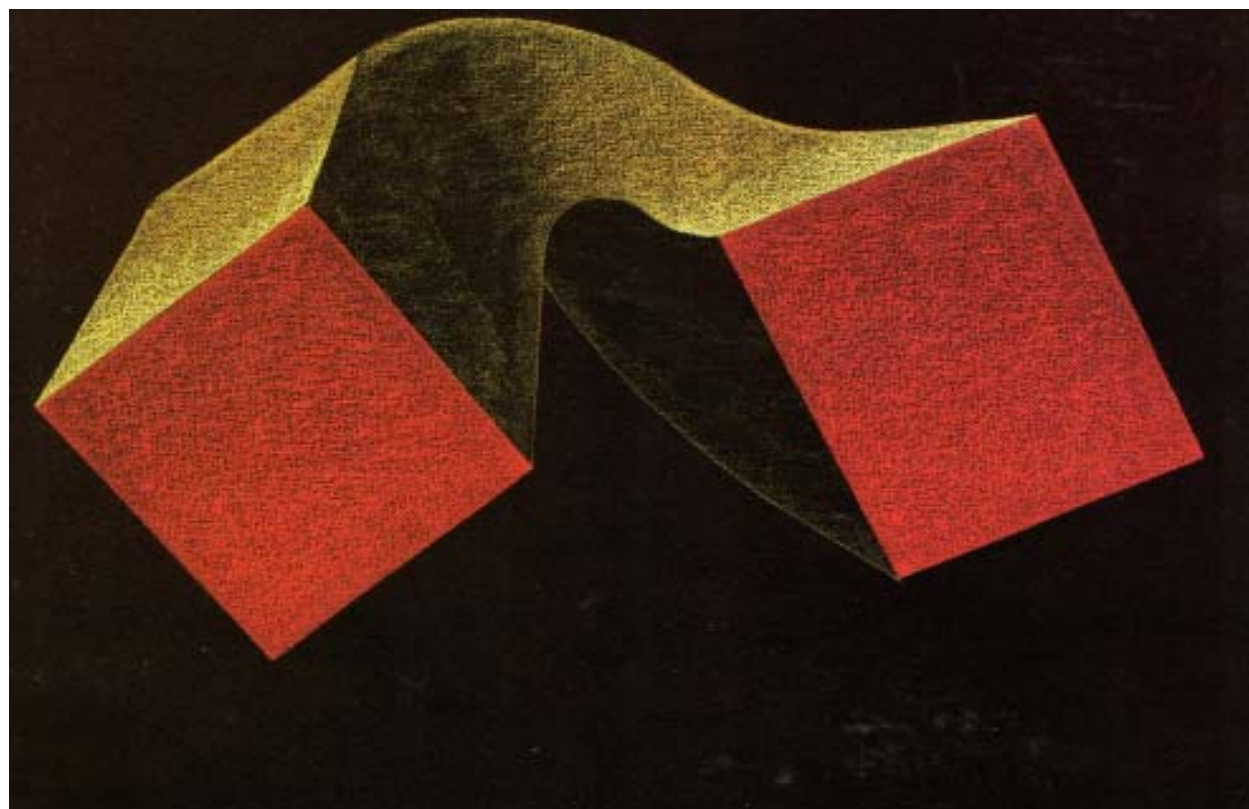
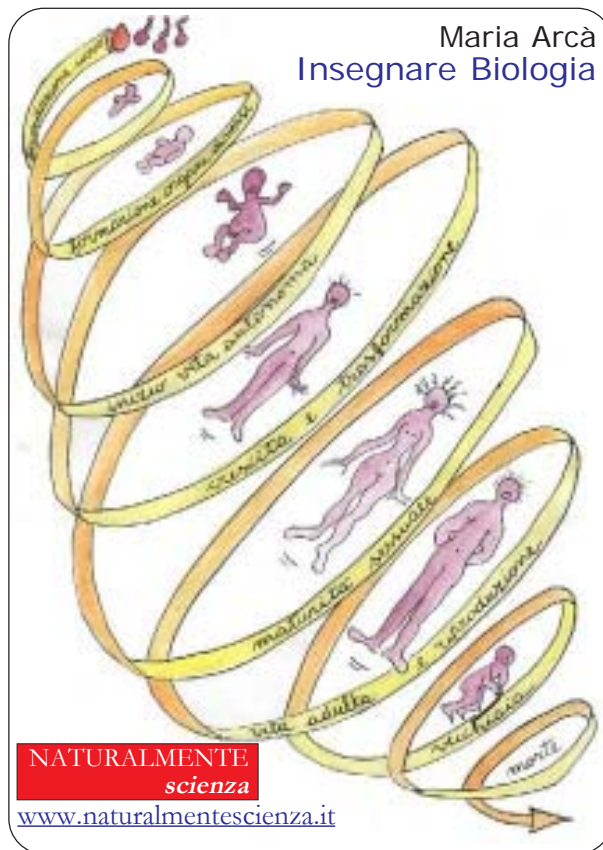
STEFANO DALLA CASA

Riscaldamento globale è una locuzione semplice e fuorviante che indica una realtà estremamente complessa. La temperatura della Terra è sempre stata soggetta a fluttuazioni, ma quella in cui ci troviamo, in base ai dati in nostro possesso, è anomala. C'è una correlazione positiva tra l'emissione di gas serra dai processi produttivi umani e il cambiamento climatico in atto.

I gas serra hanno la proprietà di trattenere la radiazione infrarossa riemessa dalla superficie terrestre riscaldata dal Sole, e quello che viene più abbondantemente prodotto dalle attività umane è la CO₂, o anidride carbonica. Questo si deve all'utilizzo dei combustibili fossili come fonte energetica di base della società di consumo. Non è il più efficiente tra i gas serra, ma la sua massiccia produzione lo rende il punto di riferimento della ricerca sui cambiamenti climatici. Si calcola che la CO₂ proveniente dalle attività antropiche si aggiri intorno alle 26 gigaton/anno, cioè 2,6 10¹⁰ tonnellate. Questo è un dato quantitativo che assumiamo dai rapporti isotopici, ma è numero astronomico che diventa ben poca cosa se paragonato alle 440 Gigaton/anno provenienti dalla biosfera.

Perché allora è così importante?

...continua



Arte e Scienza

Con questo numero *NATURALMENTE* accoglie la proposta di Matilde Stefanini, storica dell'Arte, docente di Disegno e Storia dell'Arte nel liceo scientifico, già cultrice della materia presso l'Università di Pisa, curatrice di mostre, oltre che antica lettrice della rivista, di provare a esplorare qualcuna delle relazioni tra il mondo delle arti figurative e quello della scienza.

Gli intenti programmatici per la nuova rubrica riguardano eventi artistici (pittura, scultura, architettura, arti decorative o "minori", benché queste divisioni, di uso comune, siano artificiose) al cui interno analizzare i momenti creativi in cui si riscontrano elementi normalmente ritenuti solo scientifici; l'analisi della trattatistica sull'arte, scritta sia dagli stessi artisti che da letterati o filosofi, a partire dall'antichità e dal medioevo, per scoprirne i contatti con la scienza dell'epoca; l'analisi della visione, dal fenomeno percettivo all'astrazione artistica, l'uso del colore e le teorie relative, di artisti e critici.

In accordo con il proprio sottotitolo, *NATURALMENTE* ritiene, dunque, che anche queste intersezioni rientrino fra "le trame della scienza", meritevoli d'indagine e di narrazione, perché capaci di contribuire a una concezione più unitaria della cultura e della sua trasmissione.

Loris Nelson Ricci: arte e scienza, arte per la scienza

A Galileo

MATILDE STEFANINI

Il rapporto uomo/tempo/spazio/natura/storia ha caratterizzato fin dai primi anni della sua attività creativa l'arte di Loris Nelson Ricci. Già dagli anni '70 egli ha iniziato a lavorare su temi legati alla natura: *Natura Naturans* vista come entità produttrice, soffio vitale che penetra e allo stesso tempo nasce dall'universo e infonde vita nell'universo, e *Natura Naturata* come totalità infinita della creazione, in una continuità dinamica tra finito e infinito che l'artista ha percepito e vuole esprimere. Di lui Carlo Ludovico Ragghianti scrisse in un memorabile saggio: "La geologia implica quasi necessariamente la formazione geofisica e quindi nell'osservatore il sentimento della dimensione temporale delle pietre, che spinge verso sprofondamenti sconfinati, insondabili, dando all'uomo col senso della finitezza quello della proiezione attiva nel mondo: penso che a questo alluda la metafora spinoziana cara all'artista, natura naturante e natura naturata. Certo la coscienza del tempo come componente costitutiva dell'esistenza è chiara nel Ricci anche nella forma con cui l'io acquista il proprio contenuto come memoria o storia." (1)

Dai disegni di plaghe deserte e carsiche, di rive scoscese, di affioramenti rocciosi che emergono dalle coltri boschive, di scabre pieghe derivate da inimmaginabili pressioni tettoniche o di pietre ferite, solchi tracciati nel ventre della terra dall'uomo nelle cave della Lunigiana e delle Apuane della sua giovinezza, con un processo di meditazione e interiorizzazione, mediato anche attraverso lo studio/restituzione degli splendidi disegni della "Lettura di Giovanni Pisano" e dei

metafisici carboncini e dipinti dedicati alle "Civiltà mediterranee" e alle "Civiltà d'Europa e del Mondo" egli arriva oggi, nelle sue sculture e nei dipinti, a forme di incredibile purezza, alla radice dell'essenza della vita (2). Nei dipinti i moduli ripetuti in traslazione, rotazione e riflessione sono rivelatori del modello di crescita o di frattura delle forme in natura; la ripetizione con variazioni solo accidentali della struttura è alla base della crescita stessa. E se, nei dipinti, ci propone forme con curve policentriche, l'ellisse tagliata dalla retta a crearne un frammento, contrapposte o sequenziali secondo un linguaggio binario basilare e primordiale, che vagano e provengono dallo spazio, nella scultura le curve si ergono dinamicamente nello spazio e sono al contempo "spazio pieno" che sembra dilatarsi sia diacronicamente che sincronicamente.

...continua fino a pagina 59



Il verziere di Melusina

La quercia (*parte decima*): di alcuni altri modi di cacciare nel querceto

LAURA SBRANA

*...magnifico orror
degli ermi silvatici recessi:
ivi s'accovan di cignali frotte,
li quai ciban le ghiande
de' roveri et de' cerri...*
A. Bresciani

Continuando ad occuparci della caccia nel querceto (in questa *puntata* soprattutto quella ai grandi animali), si deve ribadire che in passato l'attività venatoria era fortemente simbolica per la classe nobiliare, lo testimonia il fatto che, quando si tenne il grandioso ricevimento per le nozze per procura tra Maria de' Medici e Enrico IV re di Francia, a Palazzo Vecchio (un banchetto con ventiquattro piatti freddi e trenta caldi per un incredibile numero di invitati!), il Giambologna in persona modellò un gran numero di statue di zucchero le quali, fra l'altro, rappresentavano anche scene venatorie, sullo sfondo di "due querce di grande altezza, riprodotte in tela, con foglie bianche e ghiande argentate e con lo fusto ricoperto di ellera, tutto increspato che rassomigliava verace scorza, le quali a le teste de le tavole mostravan far selva".

D'altra parte, come sostiene Paolo Galloni ne *Il cervo e il lupo*, c'è stato un "momento decisivo dell'evoluzione che portò la caccia a trasformarsi da diritto comune a privilegio di pochi: quello che seguì al crollo dell'impero carolingio. Soprattutto dalla fine del X secolo, il sopravvento della signoria locale significò un aumento degli abusi e delle sopraffazioni ai danni dei ceti rurali, il quale si espresse, in taluni casi, nell'esclusione di questi dall'uso degli spazi incolti... Dopo il Mille la pratica venatoria venne sempre più condizionata dalla volontà dei *potentes* che potevano interdirla oppure permetterla dietro pagamento di tributi e riservandosi determinate specie o parti di animali... Non sorprende poi che tra gli articoli della *Magna Charta libertatum*, imposta dai nobili al re, ce ne fossero alcuni volti a limitare l'assoluto controllo del sovrano su tutto ciò che concerneva la caccia. D'altra parte il leggendario Robin Hood, incarnazione del paladino dei poveri contro i soprusi dei potenti, era, non a caso, un bracconiere... La caccia grossa, occupazione di tipo guerriero, venne monopolizzata dalla nobiltà; in questo contesto le riserve di caccia esasperarono la loro valenza di prolungamento della corte. I *pauperes*, esclusi dalla caccia, vi partecipavano però, talvolta, in veste di battitori. I *potentes* erano armati ed a cavallo, i *pauperes*,

a piedi ed impugnando bastoni, facevano chiasso per stanare gli animali, essi erano così forzati a manifestarsi come *volgo* indistinto e disordinato, conformemente all'interpretazione data dalla *classe alta*: in tal modo la caccia perfezionava la propria funzione di gioco-rito di conferma della struttura sociale, ogni parte interessata vi fungeva da simbolo di se stessa".

I *pauperes*, però, fortunatamente han sempre saputo "sfruttare le occasioni", per esempio per i contadini era lecito, anzi, doveroso, cacciare gli animali in passato considerati nocivi all'agricoltura: ce lo conferma un passo del settecentesco *Odeporico o sia Itinerario per le colline pisane* di Giovanni Mariti che così racconta: "l'istrice vive e si propaga in buche profondissime che scava alle radici dei terreni collinosi. Davanti alle dette buche usan li villani di accender un gran fuoco che costringe l'istrice a uscir dalla sua stessa tana, nel qual mentre l'accorto cacciatore sta attento per afferrarlo con le forche di ferro, oppure inseguito dai cani, va ridotto ad esser preda dei cacciatori, i quali, però, spesso si trovan ad esser feriti nelle gambe dalle penne che l'istrice vibra con molto vigore. Quei contadini mangianla cucinata come la lepre e il cignale, con salsa dolce e forte, e dicon che sii eccellente. Anche i ricci son ovvi per queste colline. Le volpi abitano e figliano nelle buche come l'istrice, e poi che queste buche han corrispondenza tra loro, di fatti entrando da una han la riuscita da l'altra in poca distanza. I villani fan la caccia alle volpi in due modi, col sacco e con gli stoppini di zolfo, sempre aiutandosi co'cani...

...continua fino a pagina 63

Un'estate caldissima

Trovata una relazione inversa tra temperatura e qualità degli interventi sulla scuola

VINCENZO TERRENI

I temi sono sempre gli stessi degli ultimi anni accelerati dalla determinazione della Ministra che non perde occasione per tentare di finanziare la scuola privata. Non interessa molto che la scuola italiana sia considerata, nelle valutazioni internazionali, in uno stato di permanente insufficienza nelle discipline fondamentali, quanto risparmiare sulle spese e riversare risorse nella scuola privata. Non serve ricordare che la Costituzione non lo prevede, né citare la Costituzione stessa: si cerca ogni forma per dare una interpretazione a quanto i Padri fondatori avevano scritto in modo inequivocabile: "senza oneri per lo Stato"!

Poiché la libertà di scelta è un diritto costituzionale allora si riconosce il diritto di avere un bonus per frequentare le scuole private.

C'è da star sicuri che inventeranno qualcosa per realizzare questa grande conquista di libertà. Intanto, nella scuola pubblica si stanno riducendo le spese in modo non sempre mirato alla riduzione degli sprechi. Finalmente è arrivato a compimento il cammino intrapreso dalla Ministra Moratti: smontare la scuola elementare. Che in alcune situazioni ci fosse un eccessivo frazionamento tra le discipline e un numero di docenti che poteva risultare un preludio non raccomandabile alla scuola media è un fatto, ma è anche più vero che la scuola elementare si trovava a livelli qualitativi da buoni a ottimi primeggiando nei confronti con Paesi nella nostra situazione economica e culturale. Con l'introduzione del maestro unico, temperato dalla dizione "prevalente" per evitare un salto all'indietro insostenibile, si è praticamente distrutto ogni premessa per il mantenimento della didattica modulare, uno strumento di grande efficacia didattica che in queste condizioni verrà a mancare quasi completamente con conseguenze fin troppo facili da immaginare.

La Commissione Berlinguer ha aperto un concorso di idee per la ristrutturazione del Liceo scientifico in modo da renderlo veramente tale: Associazioni, Sindacati, indirettamente anche Partiti, si sono dati da fare per avanzare proposte che ponessero finalmente termine ad un isolamento culturale tipicamente italiano che ha tracciato tra Cultura e Scienza un solco così profondo da separare completamente i due mondi. Il risultato presentato dalla Ministra di tutto questo lavoro è stato un modesto aumento delle ore di Scienze nei Licei Scientifici e una ulteriore marginalizzazione dell'insegnamento scientifico in ogni altro indirizzo di studi. I

marginari per aspettarsi che si possa seguire la corretta metodologia di studio per i temi proposti, sono molto limitati.

Per un attimo si è ricominciato a sperare che finalmente si poteva pensare ad una separazione tra Religione e Scuola con la sentenza del TAR del Lazio che riportava al regime di facoltatività e accessorietà l'insegnamento della Religione cattolica. Ci sono voluti decenni tra continui provvedimenti, circolari, ricorsi, prese di posizione per arrivare a riaffermare quello che era chiaro da tempo: Religione e "materia alternativa" non erano equiparabili in quanto la prima era insegnata (in molti casi non si tratta neppure di vero insegnamento) da personale scelto dal vescovo e pagato dallo Stato, mentre la seconda veniva data in supplenza a chi era rimasto accidentalmente senza classe o aveva delle ore da completare. Nel caso della Religione ci poteva essere un programma, nel caso dell'ora alternativa si tirava a campare in attesa della campana (attività non proprio singolare, ma questo è un altro discorso). Allora se uno frequenta un corso formalmente strutturato ha diritto ad una valutazione, al contrario uno studente che decide di immergersi nella lettura della "Storia delle Religioni monoteiste" in biblioteca da solo, non ha diritto a niente.

...continua fino a pagina 67



Il tuo libro continua sul web

www.scuola.zanichelli.it/online ▼

Il sito dedicato alle **espansioni multimediali** dei corsi scolastici Zanichelli: animazioni, audio, video, esercitazioni interattive, approfondimenti.

Oltre il tuo libro

www.scienze.zanichelli.it ▼

LE SCIENZE ZANICHELLI. Se Darwin avesse avuto Internet, avrebbe aperto un blog. scienze.zanichelli.it è il sito dedicato alle scienze per comunicare con chi studia e chi insegna, che ti svela in diretta tutto ciò che è troppo nuovo o troppo interattivo per stare in un libro: • blog di biologia e fisica • news dal mondo della ricerca • l'esperto risponde a domande di matematica, fisica, chimica.

Per esercitarsi

www.zanichellitest.it ▼

Il sito **ZTE ZANICHELLI TEST** con il sistema di esercitazione interattiva ideato da Zanichelli: • oltre 5.000 test da svolgere su numerose materie, in modalità allenamento o in modalità autoverifica con pagella • oltre 35.000 esercizi svolti ogni mese dagli utenti del sito.

BENVENUTI

www.zanichellibenvenuti.it ▼

È il sito per la lingua italiana e l'intercultura che aiuta gli studenti stranieri a inserirsi nella scuola e nella società italiana. Contiene pagine web con informazioni, notizie, esercizi e documenti.

- **NOI, Corso di base per stranieri, libro ed esercizi**
- **Il Primitissimo Zanichelli per l'accoglienza**
- **Materiali per insegnanti:** i nuovi italiani (con pagine sui diritti e doveri degli immigrati), espressioni amichevoli, parole per capire, cose da sapere, incontri di civiltà
- **Intercultura blog:** per confrontare e scambiare opinioni, visionare materiale didattico, esercitarsi in attività di autoapprendimento e interagire con un docente di lingua.