

UGUALI E DIVERSI

da: Sapere, v. 73, n. 5, Ott. 2007.

di **Giorgio Koch**

1. Premessa

Uguali e diversi: siamo portati in generale a considerare le due proprietà come opposte e la loro coesistenza come un evidente ossimoro. Viceversa, come vogliamo qui sottolineare, in diversi aspetti della scienza, e più in generale della attività umana, è proprio l'essere insieme uguali e diversi che consente di avere uno sviluppo, una prospettiva; mentre l'una o l'altra proprietà, separatamente, conducono a situazioni banali, o a punti morti.

I rapporti tra uguaglianza e diversità formano un filo conduttore, seguendo il quale possiamo passare dall'apprendimento da dati sperimentali all'evoluzione degli esseri viventi, dai rapporti tra scienza e storia alle questioni poste alle basi della convivenza umana. E fortunatamente abbiamo a disposizione la teoria della scambiabilità di de Finetti che ci fornisce il necessario inquadramento formale.

Questo testo è un piccolo omaggio alla memoria di de Finetti, del quale ricorre in questi tempi il centenario della nascita; a lui, come matematico e probabilista, come filosofo e come uomo, sono debitore di molto.

2. L'apprendimento da dati sperimentali

Nella statistica, ed in generale nell'attività di apprendimento da dati sperimentali, raccolti per indagare su un certo fenomeno sottostante che li ha generati, si dice spesso che, a garanzia della loro omogeneità e del loro apporto innovativo di informazione, i dati stessi devono essere raccolti nelle stesse condizioni, ed indipendenti tra loro.

Ora queste due richieste, apparentemente così semplici ed intuitive, sono in contraddizione essenziale. Ed in effetti, se i dati, strettamente parlando, sono raccolti nelle stesse condizioni, allora essi risulteranno uguali tra loro: a che serve quindi raccogliarli?

D'altra parte, dire "dati indipendenti tra loro" vuol dire dati così diversi da essere incapaci l'uno di fornire una qualsiasi informazione sull'altro: cioè dati inutili, se lo scopo della loro raccolta e successiva elaborazione è appunto quella di aumentare l'informazione sul fenomeno sottostante dal quale essi si suppongono generati.

E' opportuno a tale proposito fare riferimento, come schema paradigmatico, alla estrazione (con reinserimento) di palline colorate da una urna.

a) In una prima situazione, possiamo immaginare che la composizione dell'urna sia nota, e che l'estrazione avvenga sempre strettamente con le stesse modalità. Verrà allora estratta sempre la stessa pallina, e possiamo chiamare queste estrazioni "strettamente uguali".

b) Ma, si dirà, dobbiamo rimescolare tra un'estrazione e la successiva. I colori delle palline estratte saranno allora "uguali", nel senso di provenire dalla stessa urna (da un'urna sulla cui composizione abbiamo sempre la medesima informazione, essendo essa nota), e "diversi" in quanto ogni volta abbiamo provveduto a rimescolare.

c) Una terza situazione si avrebbe se ogni pallina venisse estratta da una urna (a composizione nota o meno) differente. Le estrazioni sarebbero allora "strettamente diverse", poiché diverso è il contesto al quale ciascuna di esse si riferisce. Per rendere il discorso meno banale, al paradigma dell'estrazione da urne possiamo sostituire quello della misurazione sperimentale da fenomeni che seguano, ad esempio, un modello differenziale (come la dinamica newtoniana) con condizioni iniziali note. Il caso a) si verifica allora se il modello è descritto da un'equazione differenziale nota e dotata di una unica soluzione (le condizioni iniziali determinano univocamente la traiettoria), quello b) se l'equazione è nota ma stocastica (le condizioni iniziali determinano univocamente la distribuzione di probabilità della traiettoria, come risultato dell'applicazione ad esse di un operatore lineare), quello c) se ogni misurazione proviene da un modello diverso.

Dati "uguali" sono generati da leggi note (siano esse deterministiche o aleatorie) che rappresentano il contesto comune, la storia, la memoria; dati "diversi" sono generati invece da eventi casuali, innovativi, evolutivi, ma al tempo stesso totalmente disconnessi tra loro.

Ora il problema è che, come appare evidente, né la raccolta di dati uguali, né quella di dati diversi, né ancora quella di dati uguali e diversi come nel particolare caso b) di cui sopra, consentono di ridurre l'incertezza ed aumentare l'informazione disponibile, così da generare apprendimento. E, d'altra parte, nel caso a) non c'è evoluzione; e se non c'è evoluzione quale è l'importanza della memoria? Viceversa, quale è la rilevanza dell'innovazione, se il contesto comune rispetto al quale si innova (casi b) e c)) è già fissato, o manca del tutto?

Osserviamo facilmente che in effetti apprendimento ci sarebbe se ci fosse qualcosa da apprendere, se cioè il contesto comune esistesse ma fosse non noto, se i dati provenissero da uno stesso fenomeno del quale la conoscenza è parziale. E' questa la situazione delle estrazioni (con rimescolamento) da un'urna a composizione non nota, o della raccolta di dati da un modello differenziale (deterministico o stocastico) con alcuni parametri incogniti (il procedimento che nella teoria dei sistemi si chiama "identificazione"). Adesso certamente l'acquisizione di grandezze provenienti dal fenomeno in osservazione ci fornisce

informazione su quest'ultimo (sulla composizione dell'urna, sui parametri incogniti nel modello differenziale) e genera apprendimento. Le estrazioni /i dati sono allora ancora uguali e diversi, ma in una accezione più debole: non del tutto "uguali" poiché provengono sì da un contesto comune, ma di questo abbiamo una conoscenza che evolve nel tempo; non del tutto "diversi" perché ciascuno innova sì, facendo appunto evolvere la nostra conoscenza del contesto stesso, ma in questo modo porta informazioni sul valore che assumerà l'estrazione/il dato successivo.

Fu merito del grande probabilista Bruno de Finetti, negli anni '30, chiarire come i requisiti per i dati di indipendenza (massima diversità) e di uguali condizioni di generazione, usualmente considerati, come già detto, irrinunciabili nella teoria dell'apprendimento, vadano sostituiti dalla proprietà da lui chiamata inizialmente di "equivalenza" e poi, su suggerimento di M. Fréchet, di "scambiabilità" [1,2]. Dati scambiabili sono quelli che in un gruppo fissato possono essere appunto scambiati di ordine tra loro senza alterare il comportamento probabilistico e statistico del gruppo stesso.

I dati scambiabili sono tra di loro al tempo stesso un po' uguali e un po' diversi, nel senso ora visto delle estrazioni da una urna non nota: uguali in quanto attingono ad un contesto strutturale unitario, ad un substrato comune (non noto), diversi in quanto ciascuno di essi consente di apprendere su quest'ultimo, e quindi di arricchire l'informazione relativa agli altri.

La scambiabilità è divenuta, dopo de Finetti, un tema fondamentale di ricerca in vari campi della matematica, quali il calcolo delle probabilità, la statistica matematica, la teoria della misura e dell'integrazione [3].

Ma soprattutto, come si intuisce facilmente, essa costituisca un tassello importante (direi essenziale) nell'apprendimento, e quindi nella costruzione di una filosofia della conoscenza. In effetti, la teoria della probabilità mette in evidenza che non vi è apprendimento da dati sperimentali se essi non sono scambiabili, secondo la precedente definizione; e viceversa ci dice che se i dati sono scambiabili, allora devono potersi riferire ad un contesto/substrato/fenomeno comune (non noto), e di conseguenza generano apprendimento su quest'ultimo [4].

A sua volta l'arricchimento dell'informazione nel tempo, l'aumento della conoscenza sul contesto comune, introducono una freccia del tempo, distinguendo il passato dal futuro, e quindi una storia.

A questo proposito dobbiamo sottolineare quanto fondamentali siano, come caratteristiche dell'essere umano, l'esigenza di conoscenza e la percezione della storia. E, d'altra parte, dobbiamo anche osservare che il possesso di un contesto/linguaggio comune, unito alla sua parziale indeterminazione così da lasciare spazio alla possibilità di innovare su di esso, è una condizione essenziale di acquisizione e di educazione in tutti i campi del sapere (scientifico, letterario, artistico, ...).

Si colloca bene qui l'apologo di Nasr-ed-Din Khogà, il protagonista di facezie e buffonate della letteratura turca, che, dall'alto del suo minareto, per risparmiarsi la fatica della predica, domandava: "Fratelli, sapete di cosa vi parlerò oggi?" e poi, sia che la risposta fosse "Sì!" o che fosse "No!" concludeva: "Allora è inutile che ve ne parli!".

Vediamo ora dove ci conduce il filo conduttore che stiamo seguendo, quando prendiamo in considerazione altri settori della scienza.

3. L'evoluzione dei viventi

E' quasi spontaneo entrare nella biologia: conosciamo infatti l'importanza, per lo sviluppo degli esseri viventi, dell'azione congiunta del DNA (un indubbio fattore di uguaglianza) e delle mutazioni (che certamente generano diversità).

La biologia viene considerata come il punto culminante della fisica classica: in tale ottica diviene la "teoria generale degli esseri viventi". E se è vero che caratteristica di questi ultimi è la creazione ed il mantenimento dell'ordine anche in condizioni di aleatorietà, la teoria ci deve spiegare in quale equilibrio possono coesistere le spinte all'uguaglianza ed alla diversità. (Del resto, animali formati da parti troppo uguali, o troppo diverse, vengono usualmente relegati in un bestiario immaginario [5, 6].)

Mario Ageno [7] definisce l'essere vivente come un "sistema chimico coerente dotato di programma": il sistema coerente tiene conto della reciproca funzionalità delle parti; la chimica è per la natura degli amminoacidi, delle proteine e delle reazioni coinvolte; il programma è ovviamente contenuto nel DNA.

E già in precedenza Jacques Monod [8] aveva individuato le due proprietà caratteristiche degli esseri viventi: la invarianza riproduttiva (il "programma" di Ageno) affidata al DNA, e la teleonomia (lo sviluppo nell'individuo di proprietà, organi, strutture e comportamenti essenziali per il progetto, il "sistema chimico coerente"), attuata dalle proteine.

Come abbiamo già osservato, il DNA si fa carico della trasmissione dell'uguaglianza, mentre la teleonomia deve gestire la diversità che proviene dalle mutazioni. L'importanza di queste ultime la troviamo sottolineata già da Lucrezio e dal suo "clinamen" [9]:

"Infine, se ogni moto è sempre legato ad altri,
e quello nuovo sorge dal moto precedente in ordine certo,
se i germi primordiali con l'inclinarsi non determinano un qualche
inizio di movimento che infranga le leggi del fato,
così che da tempo infinito causa non susseguia a causa,
dove ha origine sulla terra per i viventi questo libero arbitrio,

donde proviene, io dico, codesta volontà indipendente dai fati,
in virtù della quale procediamo dove il piacere ci guida,
e deviamo il nostro percorso non in un momento esatto,
né in un punto preciso dello spazio, ma quando lo decide la mente ?”

Ma la questione fondamentale è: a quale “progetto” obbediscono gli interventi di teleonomia? Possono le mutazioni, gestite dalla teleonomia, rispondere ad un progetto non oggettivo (quale quello indicato da Lucrezio: “quando lo decide la mente”)? Già Francesco Bacone aveva sostenuto che possiamo comprendere il “come”, ma non il “perché” delle cose. E tutta la scienza moderna si fonda sul postulato di oggettività: “non si perviene a conoscenza vera interpretando i fenomeni in termini di cause finali, di progetti non oggettivamente riscontrabili nei fenomeni stessi”,

Il punto di vista di Monod, allora, è che la biologia adotta (e dimostra) l’idea di Darwin: la teleonomia è sì influenzata dalle mutazioni, ma è subordinata all’obiettivo (interno al vivente) della invarianza riproduttiva. In altre parole:

- la teleonomia è asservita alla invarianza riproduttiva e non viceversa;

- il caso produce le variazioni che, inserite nel meccanismo necessario della riproduzione, vengono sottoposte al giudizio ed alla selezione dell’adattamento;

- la diversità è asservita all’uguaglianza.

In un modello matematico differenziale di tipo stocastico (per una dinamica, quindi, influenzata da fluttuazioni aleatorie), è come se la distribuzione di probabilità della traiettoria, controllata dal suo operatore lineare, convergesse ad una distribuzione invariante di equilibrio.

Le conseguenze di tale impostazione, come lo stesso Monod mette in evidenza, sono drammatiche. Dal momento che è tutto scritto fin dall’inizio, l’aleatorietà delle mutazioni non serve ad evolvere, anzi l’evoluzione stessa è solo apparente. E il raggiungimento dell’equilibrio porta con sé essenzialmente la scomparsa di attività e la morte. Dal canto suo però, come abbiamo già accennato, l’essere umano sente una esigenza etica di progetto, di storia, di conoscenza, di evoluzione culturale, di un “Regno delle idee”. Ma questa esigenza (soggettiva) è extranaturale, in quanto viene esclusa dall’analisi che la scienza fa della natura.

Un tempo, l’uomo e la natura erano alleati nella condivisione di un progetto, fosse quello animista o, più di recente, quello della visione di Leibniz, di Hegel, di Teilhard de Chardin o del materialismo dialettico. Ora invece l’uomo è solo, e l’osservazione della natura non lo illumina sul suo destino. Il senso di solitudine e di angoscia è ben descritto dalle ultime frasi di Monod [8]:

“[Questa è] la conclusione a cui necessariamente conduce la ricerca della autenticità. L’antica alleanza è infranta; l’uomo finalmente sa di essere solo nell’immensità indifferente dell’Universo da cui è emerso per caso. Il suo dovere, come il suo destino, non è scritto in alcun luogo. A lui la scelta tra il Regno e le tenebre.”

Tornando al nostro tema, possiamo dire che la alienazione indotta dalla visione meccanicistica di Monod deriva dal fatto che le leggi di natura, avendo riassorbito la diversità, sono sempre le stesse, e che le osservazioni sono perciò tutte “uguali” nel senso in cui abbiamo visto essere uguali i colori estratti da un’urna a composizione nota, o i dati provenienti dallo stesso modello noto; il passato non ci illumina allora sul futuro, non vi è apprendimento né storia.

All’alienazione opposta si giungerebbe se fosse invece l’aleatorietà delle mutazioni a governare l’evoluzione, come in una visione atomistica: la natura sarebbe allora all’arbitrio di eventi casuali, inintelligibili, sempre “diversi” come se ogni dato provenisse da un contesto diverso, da un modello diverso, od ogni colore da un’urna diversa. Una analoga situazione si verifica nella crisi del riduzionismo legata allo studio dei sistemi complessi, a causa della quale “la scienza viene presentata come pura collezione di modelli utili”, da cambiare caso per caso a seconda del contesto in cui operiamo [10]. Neanche in questo quadro, come abbiamo visto, vi sarebbe alcuna possibilità di apprendimento.

Qui mi corre l’obbligo di una digressione. Allargando il discorso, dobbiamo constatare che il postulato di oggettività della scienza moderna, e la conseguente mancanza di “anima” nella scienza stessa (denunciata da vari pensatori del nostro tempo, tra i quali citiamo Edmund Husserl [11] e Edgar Morin [12]) sono stati utilizzati in diversi ambienti per condannare la scienza e la ricerca basata su riscontri oggettivi, bollandole come nemiche dell’uomo e della vita, nel senso più lato del termine. Sentiamo ad esempio David Bloor [13]:

“... il progresso scientifico è come l’evoluzione darwiniana. Non c’è scopo nell’adattamento. Abbiamo raggiunto la posizione attuale nel progresso e nell’evoluzione della nostra conoscenza allo stesso modo in cui abbiamo raggiunto una posizione nell’evoluzione della specie, senza una luce od uno scopo che ci guidassero.”

Così, è stata attaccata la linea di pensiero che da Bacone a Cartesio, a Copernico, da Galileo a Keplero, a Newton, a Laplace, a Einstein, da Locke e Smith a Darwin, ha portato alla conquista del metodo scientifico, quale è quello che oggi conosciamo, fondato su ipotesi, modelli, raccolta di dati e verifiche in cui solo concetti, grandezze e procedure definite in modo oggettivo e generale hanno diritto di cittadinanza [14]. Le gravissime conseguenze di ciò, in particolare nel nostro Paese, sono state da un lato la diminuzione dell'importanza (arrivando non di rado al disprezzo) della cultura scientifica rispetto a quella umanistica, dall'altro la relativizzazione delle risultanze scientifiche, avulse dal metodo generale e ridotte a acquisizioni di mera utilità tecnica e pratica.

A testimonianza del primo punto possiamo citare il celebre scontro tra Federigo Enriques e Benedetto Croce: secondo quest'ultimo, solo le grandi menti avevano accesso ai grandi problemi (alla filosofia), mentre agli "ingegni minuti era consentito di interessarsi di aritmetica o di botanica". Per il secondo punto, basta che riflettiamo a come i fatti scientifici vengono usualmente presentati nei mezzi di comunicazione di massa (con eccezione di quelli specializzati), con espressione di pareri da parte di persone spesso senza adeguata qualificazione, che alimentano la sensazione di opinabilità dei fatti stessi, o addirittura di asservimento all'una o all'altra parte politica.

A queste cause devono essere addebitate le profonde carenze culturali e formative nel campo scientifico (oltre che di competitività e di sviluppo economico) del nostro Paese. E del resto, tutti noi abbiamo sentito qualcuno accettare, o addirittura vantarsi, di non capire niente di matematica. Ci siamo mai domandati perché lo stesso non accade per la letteratura, l'arte, la musica?

3. La scienza e la storia

Una via per riprendere il discorso è tracciata dalla "sinergetica", ad opera in particolare di Grégoire Nicolis, Ilya Prigogine [15] e Hermann Haken [16]. Secondo questa impostazione, sviluppatasi negli anni 1970-80, la vita non è dovuta al caso, ma è l'espressione culminante dei processi di autoorganizzazione, sempre entro l'ordine naturale.

Innanzitutto occorre sottolineare che il concetto di competizione quale meccanismo selettivo appartiene al passato. In effetti, come è messo in evidenza in un recente rapporto [17], la varietà di geni è essenziale per la sopravvivenza di una specie, la varietà delle specie è essenziale per il sostenimento di un ecosistema, la varietà degli ecosistemi è essenziale per il mantenimento e lo sviluppo delle diverse forme di vita.

A differenza delle impostazioni più comuni nella costruzione di modelli per le scienze naturali, la sinergetica introduce i seguenti punti di vista.

1. Il mondo è non lineare, cioè a somma di cause (piccole cause) non corrisponde la somma degli effetti (piccoli effetti), ma possono insorgere effetti moltiplicativi.

Ad esempio, piccole variazioni nelle condizioni iniziali (di un sistema dinamico non lineare) possono provocare delle modifiche macroscopiche nelle traiettorie. Questo causa la fine del concetto classico di traiettoria, e l'avvento del caos deterministico e degli attrattori strani [18,19].

Modelli dinamici nonlineari possono inoltre presentare biforcazioni, punti cioè nei quali microscopiche fluttuazioni locali possono forzare la traiettoria a seguire l'uno o l'altro di (macroscopicamente differenti) andamenti possibili. E l'operatore che determina l'evoluzione temporale della distribuzione di probabilità dello stato di un modello dinamico stocastico potrebbe anch'esso essere nonlineare.

2. Il mondo è discontinuo, nel senso che si lavora spesso lontano dall'equilibrio, e le fluttuazioni, i singoli eventi, compresi quelli indotti dall'uomo, possono spostare il punto di lavoro su nuovi equilibri. Recenti ricerche hanno ad esempio messo in evidenza che la diversità genetica umana è ben maggiore di quanto ci aspettassimo, a motivo di un tipo di mutazioni (non puntiformi, non cromosomiche) che generano una variazione nel numero di copie di segmenti di DNA [20].

E nelle cosiddette "transizioni di fase indotte dal rumore" le fluttuazioni possono:

- generare distribuzioni di probabilità invarianti attorno a punti di equilibrio deterministici stabili;
- generare distribuzioni invarianti attorno a nuovi punti di equilibrio (ad esempio deterministicamente instabili);
- distruggere l'esistenza di distribuzioni di probabilità invarianti [21].

La prima conseguenza degli aspetti di non linearità e di discontinuità ora visti è che la natura appare godere di una proprietà di autoorganizzazione. Un classico esempio in cui tale proprietà è evidente è la cosiddetta reazione di Belousov-Zhabotinski: combinando gli ingredienti necessari (acqua, acido solforico, bromuro e bromato di potassio, acido malonico, fenantrolina e ferro solfato) secondo una semplice ricetta (vedi [22] per i dettagli) si ottiene una soluzione che presenta in provetta bande ben separate, alternativamente rosse e blu, con un andamento periodico nel tempo e nello spazio. E molti altri esempi di reazioni chimiche con effetti simili (Brusselator, Oregonator,...) sono disponibili [15, 16, 21-23].

La rottura della simmetria spaziale e temporale genera nuovi equilibri. E la natura appare capace di una creatività, che ben si riconcilia con la creatività umana.

La elaborazione del caos in forme organizzate, come abbiamo visto più sopra, è già presente, come proprietà del vivente, in particolare nella visione di Monod. Ma adesso (come seconda conseguenza) constatiamo che l'autoorganizzazione conduce ad

evoluzioni aleatorie, irreversibili nel tempo.

Consegue da quanto ora rilevato che gli eventi relativi ad un dato fenomeno di natura seguono leggi non deterministiche, probabilistiche, che però hanno un carattere evolutivo. Gli eventi quindi sono uguali e diversi, nello stesso senso in cui abbiamo visto essere uguali e diverse, anzi più precisamente scambiabili, le estrazioni da una stessa urna a composizione non nota (sulla quale perciò abbiamo una informazione variabile nel tempo). Essi sono uguali in quanto obbediscono ad una legge, che ne costituisce il contesto strutturale unitario, il substrato comune; diversi in quanto ciascuno di loro influisce sull'evoluzione della legge stessa, così come ogni estrazione consente di apprendere sulla composizione dell'urna.

La scambiabilità degli eventi di natura introduce in quest'ultima una freccia del tempo, una storia, e consente di superare quel contrasto tra essere e divenire, quel dualismo esasperato tra leggi immanenti e casualità (direi libertà) degli avvenimenti, che secondo Monod aveva provocato la rottura dell'antica alleanza con l'uomo. Essa costituisce un ponte tra caso e necessità, tra diversità e uguaglianza, e fornisce un paradigma matematico per l'interazione tra passato, così come è stato codificato dalla memoria, e futuro, determinato dalle spinte evolutive. Essa spiega come il patrimonio comune non è immobile, né i contributi individuali dei singoli eventi hanno il solo effetto (lineare) di aggiungere fluttuazioni; piuttosto, queste ultime producono una influenza (non lineare) sul primo, inducendo in esso un carattere evolutivo, una dinamica storica ed una progressiva chiarificazione. L'alleanza ora si ricompone [23], la scienza si riconcilia con la storia, si elimina la frattura tra cultura umanistica e scientifica. Dall'osservazione della natura, l'uomo può trarre appagamento delle sue esigenze di progetto, di tempo, di storia, di conoscenza.

E' interessante osservare che il tema della evoluzione delle leggi di natura è stato affrontato da de Finetti già nel 1934 [24], poco dopo la formulazione del concetto di scambiabilità. Egli vede il contributo di Galileo, Einstein, Heisenberg, Born come una liberazione della scienza da scorie metafisiche, e segue il pensiero pragmatista contemporaneo (Giovanni Papini, Giuseppe Prezzolini, Mario Calderoni, Giovanni Vailati e Adriano Tilgher). Tra una scienza che conta di poter trovare un giorno una verità valida per l'eternità ("conosceremo la mente di Dio", come prevede Stephen Hawking [25]) ed una illimitata possibilità di progresso nella conoscenza, de Finetti opta decisamente per la seconda alternativa ("non fa danni, ma ne evita molti" [24]). La scienza deve prevedere, ma non con verità a priori; piuttosto, con leggi probabilistiche e induzione. Così, conoscenza ed azione risultano indissolubilmente legate. Citiamo ancora da [24]:

"Dobbiamo inventare il mondo per inquadrarvi le nostre sensazioni, ma non dovremo mai considerarlo come uno schema rigido e fisso, come una costruzione definitiva: esso non è che il risultato provvisorio di uno sforzo di sintesi. Le nostre sensazioni, i nostri concetti fondamentali, a cominciare da quelli di tempo e spazio, non saranno mai i protagonisti di una commedia finita ove ciascuno ha la sua parte e il suo ruolo, saranno sempre 'i sei personaggi in cerca d'autore'".

4. La convivenza umana

Il rapporto tra "uguali" e "diversi" è ovviamente fondamentale in una società democratica. In essa, in effetti, la costituzione rappresenta un contesto comune, e si pone come elemento di unità, di "uguaglianza". Il contributo poi dei cittadini, singoli o associati, introduce l'elemento di "diversità", di libertà, di innovazione.

Entrambi gli elementi sono essenziali: la sola diversità porta alla scomparsa dei legami sociali, mentre il vincolo di uguaglianza, da solo, porta all'esasperazione della legge della maggioranza e alla sopraffazione.

Non è facile scrivere regole formali che consentano la coesistenza e l'equilibrio tra le due esigenze. Anzi, è noto che i teoremi di Kenneth Arrow e di Amartya Sen sanciscono la impossibilità di formulare procedure elettorali che garantiscano in tutti i casi di soddisfare quei requisiti di libertà di scelta, di unanimità, e di indipendenza dalle alternative irrilevanti, che pure a prima vista sembrano irrinunciabili in una democrazia [26-29].

Dobbiamo però osservare che la costituzione di uno stato democratico non è fissa, ma cambia nel tempo sotto la spinta dei singoli e delle associazioni di cittadini. Possiamo allora ritenerci ancora in una situazione nella quale la (necessaria) coesistenza di elementi di uguaglianza e di diversità porta alla evoluzione del contesto comune (alla scambiabilità, possiamo ormai dire). E siamo sempre debitori nei riguardi della Rivoluzione Francese. Alla domanda: "al fondo, cosa è la destra, cosa è la sinistra?", Norberto Bobbio rispondeva che la destra equivale a privilegiare la libertà (la diversità), mentre la sinistra mette la priorità sulla uguaglianza. Alla "Liberté" ed alla "Egalité", che prese separatamente non bastano evidentemente a garantire una convivenza civile, la Francia ci ha insegnato ad aggiungere, come ingrediente essenziale, la "Fraternité".

Spostando ora l'accento sulla convivenza tra culture e tra civiltà, è facile convenire che non vi può essere crescita se il contesto "comune" ad esse è (o si assume) già noto, o se all'opposto tale contesto manca del tutto. Che coesistenza può esserci se si esportano valori già noti in modo obbligato, o se si verifica l'assenza di un qualsiasi valore potenzialmente comune? La coesistenza spinge invece alla ricerca di un quadro di riferimento comune, ancora da scoprire e/o da approfondire. Sono illuminanti a tale riguardo i contributi in [30-32]. Franco Cardini parla di un "principio di uguaglianza", e di un "principio di differenza", da portare avanti insieme, allo scopo di uscire da una crisi nell'applicazione dei diritti umani e di promuovere nuove

sintesi. Carlo Garbagnati rileva l'assurdo (questo sì che costituisce un ossimoro!) di avere approvato a maggioranza (Assemblea ONU, 10/12/1948) la Dichiarazione universale dei diritti dell'uomo, e conclude:

“ ... i diritti umani non si possono imporre. Per i diritti umani è decisiva, nel pensarsi universali, l'impossibilità di essere assoluti. “

Infine Guido Turus e Andrea Altobrando, dall'assunto che la vita (non solo biologica, ma sociale, culturale, economica) sussiste come assimilazione di differenze, fanno discendere la necessità di salvaguardare e comprendere le diversità, ponendo le basi di un rapporto corretto non solo con l'ambiente, ma anche tra individui e culture diverse.

5. Ritorno al futuro

Ora, tornando alla teoria della scambiabilità, dobbiamo sottolineare un suo risultato di grande importanza, che va sotto il nome di Teorema di de Finetti [33-36]. Esso consiste nella dimostrazione che (e nella illustrazione di come), sotto condizioni molto generali, l'accumulo progressivo di dati scambiabili consente di ridurre l'incertezza sul comune contesto fondante limite su cui si basa l'uguaglianza di essi, fino ad arrivare ad una sua spiegazione e caratterizzazione completa al tendere all'infinito della quantità dei dati stessi.

Al di fuori della matematica, questo risultato è di grande speranza per chi ha a cuore la ricerca dell'essenza unitaria che consente il progredire della scienza, ed il dialogo e l'interazione tra culture diverse. Una tale ricerca non solo appare necessaria per lo sviluppo della conoscenza e della comprensione reciproca, ma grazie al Teorema di de Finetti ha un senso, e sappiamo che troverà risposte progressivamente sempre più adeguate e comprensive.

Bibliografia

1. B. de Finetti: Funzione caratteristica di un fenomeno aleatorio. Memorie della R. Accademia dei Lincei, 4, 5 (1930).
2. M. Fréchet: Les Probabilités associées à un système d'événements compatibles et dépendants. Hermann, Paris (1939).
3. G. Koch, F. Spizzichino (eds): Exchangeability in Probability and Statistics. North-Holland, Amsterdam (1982).
4. D. Furst: de Finetti: a scientist, a man. In [3].
5. J. L. Borges, M. Guerrero: Manuale di zoologia fantastica. Einaudi ed. (1998).
6. D. Alighieri: La divina commedia. Inferno, XXIV, 87.
7. M. Ageno: Dal non vivente al vivente. Nuove ipotesi sull'origine della vita. Ed. Theoria (1992).
8. J. Monod: Il caso e la necessità. Arnoldo Mondadori Editore (1970).
9. T. Lucrezio Caro: De Rerum Natura, II, 251-58. Trad. it.: La natura delle cose, Rizzoli (1990).
10. G. Zanarini: Legge e caso alle origini della fisica contemporanea. La scienza come impresa ermeneutica. La fisica nella scuola, XXVII (1994).
11. E. Husserl: La crisi delle scienze europee e la fenomenologia trascendentale. Il Saggiatore (2002).
12. E. Morin: La connaissance de la connaissance. Seuil, Paris (1987).
13. D. Bloor: La dimensione sociale della conoscenza. Cortina ed. (1994).
14. E. Bellone: La scienza negata. Codice ed. (2005).
15. G. Nicolis, I. Prigogine: Self-organization in Non-equilibrium systems. Wiley-Interscience (1977).
16. H. Haken: Synergetics, an introduction. Nonequilibrium phase transitions and self-organization in physics, chemistry, and biology. Springer-Verlag, 1983.
17. The union of concerned scientists: Human population and the future of biodiversity, an information update (2000).
18. E. Lorenz: Deterministic nonperiodic flow. J. Atmos. Sci., 20 (1963).
19. D. Ruelle: Caso e caos. Bollati Boringhieri (1992).
20. D. Fanelli: Le variazioni che non ti aspetti. Le Scienze, 461 (2007).
21. G. Koch: Stochastic modeling in biology. System analysis-modelling-simulation, 1, n.1,2 (1984).
22. R. Serra, G. Zanarini, M. Andretta, M. Compiani: Introduzione alla fisica dei sistemi complessi. L'approccio mesoscopico allo studio di fluttuazioni, non linearità e auto-organizzazione. CLUEB ed. (1984).
23. I. Prigogine, I. Stengers: La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza. Einaudi ed. (1981).
24. B. de Finetti: L'invenzione della verità. Cortina ed. (2006).
25. S. Hawking: Dal Big Bang ai buchi neri. Breve storia del tempo. Rizzoli (1988).
26. K. J. Arrow: Scelte sociali e valori individuali. Etas (2003).
27. A. Sen: Scelta, benessere, equità. Il Mulino (1986).
28. P. DasGupta, E. Maskin: Vinca il "migliore". Le Scienze, 429 (2004).
29. P. G. Odifreddi: Il paradosso della democrazia. Le Scienze, 429 (2004).

30. F. Cardini: Valori e diritti umani. Cambiano nella storia. *Left*, XIX,6 (2006).
31. C. Garbagnati: Valori e diritti umani. Universali ma non assoluti. *Left*, XIX, 6 (2006).
32. G. Turus, A. Altobrando: Biodifferenze. CSV Padova ed. (2007).
33. B. de Finetti: Sulla proprietà conglomerativa delle probabilità subordinate. *Rend. Reale Ist. Lombardo di Scienze e Lettere*, VI-X (1930).
34. B. de Finetti: La prévision: ses lois logiques, ses sources subjectives. *Ann. Inst. Poincaré*, VII (1937).
35. D. G. Kendall: On finite and infinite sequences of exchangeable events. *Studia Sci. Math. Hungar.*, 2 (1967).
36. R. Olshen: A note on exchangeable sequences. *Z. Wahrscheinlich-keits-theorie u. Gebiete*, 28 (1974).