



BERNARDO RAPI

METODO SPERIMENTALE, METEOROLOGIA E AGRICOLTURA

TEMI AMBIENTALI E USO EQUO DELLE RISORSE:
SCRITTI EDITI E INEDITI DI GIUSEPPE ROCCHETTI

Vi sono persone che riescono a mantenere una visione ampia della realtà, che consente loro di cogliere meglio e prima di altri le implicazioni che possono derivare dalle scelte e dalle azioni odierne, sia personali che collettive. Per farlo non ricorrono alla sfera di cristallo, ma alla propria cultura e alle proprie esperienze di vita. Individui speciali, ai quali ci si può rivolgere nei momenti di difficoltà, di smarrimento, sicuri di ricevere aiuto senza doverne subire il giudizio. Il professor Giuseppe Rocchetti, dottore agronomo esperto di pedologia e libero docente di agronomia, funzionario del Ministero degli Esteri in servizio presso l'Istituto Agronomico per l'Oltremare, e molto altro, era una di queste persone.¹

¹ Giuseppe Rocchetti, nato a Venezia il 28-7-1911 e morto a Firenze il 3 novembre 1997, si laureò in scienze agrarie a Milano nel 1933, conseguì l'abilitazione alla professione di agronomo a Perugia nello stesso anno e si specializzò in agricoltura tropicale e subtropicale a Firenze nel 1939, dove ottenne la libera docenza in agricoltura tropicale nel 1962. Dal 1939 al 1973 fu funzionario del governo italiano, prima presso l'Istituto sperimentale agrario e zootecnico in Addis Abeba e poi, dal 1947, presso l'Istituto Agronomico per l'Oltremare di Firenze. Accademico corrispondente dell'Accademia economico agraria dei Georgofili, svolse attività di consulenza, in qualità di libero professionista per diverse associazioni pubbliche e private. Nel maggio del 1940, richiamato alle armi con il grado di tenente, fu destinato allo scacchiere nord dell'Africa occidentale italiana, presso un battaglione di Ascari. Caduto prigioniero degli inglesi

Di fondo in lui vi era una predisposizione naturale, un'indole riflessiva portata allo studio, ma anche, e forse soprattutto, una vita ricca di esperienze forti vissute con animo saldo. Esperienze anche giovanili delle quali era restio a parlare, ma che certo lo resero più sensibile e attento verso coloro che avevano bisogno di aiuto.

Attraverso il costante e autorevole impegno lavorativo, il suo sapere e le sue conoscenze tecnico-scientifiche sono state messe a disposizione di tutti e in ogni parte del mondo, allo scopo di portare sviluppo e benessere là dove ce n'era più bisogno. Senza protagonismi o iniziative velleitarie, ma con serietà ed estrema concretezza.²

Stimato e apprezzato dai colleghi per la sua vasta cultura e capacità di sintetizzare concetti complessi, fu soprannominato "enciclopedia volante", nomignolo che rende bene anche l'idea dell'ampiezza dei suoi interessi e della sua disponibilità verso coloro che lo consultavano.³

Lo sanno bene i suoi allievi che, nel corso degli anni, hanno mantenuto un caro ricordo del loro professore, capace di indirizzarli e sostenerli ben oltre il periodo di studio accademico. Questa è anche la mia esperienza, quando oltre trent'anni fa, in qualità di studente di agricoltura tropicale con la vaga idea di poter in qualche modo seguire le orme dello zio, gli chiesi un consiglio sull'indirizzo da dare ai miei studi. Le considerazioni e le osservazioni che fece allora erano perfettamente corrette, così come erano giuste le previsioni avanzate sul-

si, trascorse un lungo periodo di prigionia prima in Sudan e poi in India, nell'Alto Punjab. Rientrato in Italia nel 1947 fu decorato con medaglia di bronzo al valor militare. A partire da questa data, le sue attività di ricerca, consulenza e libera docenza lo condussero in vari paesi del mondo. Ha scritto decine di lavori a carattere tecnico e scientifico, su argomenti di natura agraria, chimica, economica e ambientale.

² Nello «Stato di servizio del dott. Giuseppe Rocchetti», siglato in data 13 luglio 1961 dal Prof. Armando Maugini, direttore dell'Istituto agricolo coloniale italiano (poi Istituto agronomico per l'Oltremare) di Firenze dal 1924 al 1964, troviamo alcune note che ne riassumono l'attività lavorativa di quegli anni: «Venivano intanto maturando per l'Istituto nuovi importanti doveri e cioè degli imperativi incarichi (...). La decisione di pregare il dott. Rocchetti a voler partecipare a tali missioni, fu da me presa dopo molte esitazioni, perché mi rendevo conto che quegli incarichi lo avrebbero allontanato da quelle attività di ricerca verso le quali egli manifestava una spiccata tendenza (...). E fu così che ebbe inizio un'intensa utilizzazione del collega in numerosi paesi dell'America Latina (...). Altri incarichi furono affidati al dott. Rocchetti nella Francia meridionale (...), in Turchia (...), in Kenia (...), in Somalia (...). Le missioni affidate al dott. Rocchetti ebbero sempre favorevole svolgimento, anche a motivo delle generose sue prestazioni, sempre pronto ad affrontare fatiche e sacrifici, spinto da un'insaziabile volontà di vedere, di osservare, di attingere nella misura massima possibile alle esperienze degli agricoltori. Le sue conoscenze e esperienze maturate in paesi ed in situazioni tanto diverse, gli consentono di vedere numerosi problemi di agricoltura tropicale, con visione comparativa di grande importanza pratica. (...) Il mio giudizio complessivo sul dott. Rocchetti è dei più favorevoli; ed egli è certo tra gli agronomi italiani di più larga esperienza tropicalistica».

³ Cfr. *L'Istituto Agronomico per l'Oltremare: la sua storia*, Signa (Fi) 2007, p. 155, dove, nel paragrafo intitolato «L'attività scientifica e didattica» si legge: «Dalla memoria degli intervistati emerge la stima di cui godono uomini come Franco Beccari, entomologo, ricercatore, uno dei pochi all'epoca a possedere il titolo di libera docenza, o Giuseppe Rocchetti, pedologo, grande studioso, molto amato dai colleghi che lo definiscono "enciclopedia volante" per la vasta cultura e la conoscenza dettagliata dei volumi della biblioteca».

l'importanza che avrebbero assunto la meteorologia e le applicazioni informatiche in ambiti tipicamente multidisciplinari, come quello agrario e ambientale.

Oggi, con maggiore urgenza di allora, le discipline afferenti all'agricoltura sono chiamate a un ulteriore sforzo evolutivo, in grado di portarle verso l'emancipazione dall'attuale modello di dipendenza socioeconomica, per raggiungere un più elevato grado di maturità e autonomia che gli permetta di esprimere le proprie potenzialità nella lotta ai cambiamenti climatici e nella risposta alle sempre più gravi emergenze sociali.

I progressi tecnico-scientifici, come ricordava Giuseppe Rocchetti, sono il frutto di una lenta e faticosa evoluzione del pensiero umano, una conquista che per definizione appartiene alla società e a ciascuno. La conoscenza e la partecipazione possono aiutarci a evitare che il progressivo accumulo di potere nelle mani di pochi crei anomalie e distorsioni sociali destinate a incrementare il divario tra i ricchi e i poveri.

Nei successivi paragrafi viene presentato un breve compendio di questo pensiero, aperto verso orizzonti che travalicano gli ambiti prettamente accademici per rivolgersi a un pubblico ampio, che è andato maturando nel corso di questi anni, acquisendo maggiore consapevolezza e sensibilità sociale e ambientale. L'ossatura del percorso è rappresentata da un capitolo predisposto da Rocchetti come approfondimento proprio sulla disciplina agrometeorologica, annesso a un libro di agronomia tropicale e subtropicale, rimasto purtroppo incompiuto, che avrebbe dovuto raccogliere il vasto bagaglio di esperienza accumulato nel corso di una vita.⁴

Lo scopo di questi contributi, espresso in molte sue pubblicazioni, è quello di far riflettere sull'importanza di conoscere prima di agire, avendo chiaro che per fare scelte sostenibili occorre disporre di dati completi e rappresentativi, di adeguate conoscenze tecnico-scientifiche, di materiale umano e risorse economiche, oltre che di capacità politica.⁵

Tutto questo, però, non è sufficiente se mancano la sensibilità etica e i solidi principi morali che devono essere posti alla base della stessa esistenza ed esperienza umana. Richiamo di grande attualità e urgenza, in considerazione dell'importanza che questi temi stanno assumendo nelle nostre comunità, che troppo spesso mostrano di non possedere gli strumenti culturali per comprendere e guidare i cambiamenti tecnici e scientifici che, inevitabilmente, finiscono per subire.

⁴ L'esergo scelto dall'autore per esprimere il senso del suo sforzo letterario è tratto dal *Trattato della pittura* di Leonardo da Vinci (Parte seconda, 77: *Dell'errore di quelli che usano la pratica senza la scienza*): «Quelli che s'innamorano di pratica senza scienza, son come l'nocchiere ch'entra in naviglio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada».

⁵ Cfr. G. ROCCHETTI «La valorizzazione dei terreni tropicali per il miglioramento del livello alimentare nel mondo», in *Rivista di agricoltura subtropicale e tropicale* 65 (1971) 10-12, pp. 359-412: «Un programma di avvaloramento prende in esame, in linea di massima, i seguenti punti: l'ambiente naturale, allo stato attuale e nel prevedibile futuro; clima, topografia, vegetazione spontanea e coltivata, terreni, idrografia superficiale e sotterranea, colture e allevamenti, ecc. Occorre quindi un attento rilevamento e una precisa elaborazione dei dati per delineare, assieme ai risultati eventuali di un'azienda pilota o tipo o, più semplicemente, di alcune prove colturali, i limiti offerti dalla natura e definire così l'ampiezza tecnica del progetto stesso» (p. 404).



Giuseppe Rocchetti nel suo studio e nell'orto sperimentale dell'Istituto Sperimentale Agrario e Zootecnico di Addis Abeba, Etiopia (1940)

La metodologia sperimentale nelle scienze non esatte: da un testo inedito di Giuseppe Rocchetti⁶

È noto come durante lo svolgimento delle ricerche si usino procedimenti specifici d'indagine o di osservazione analitica. La metodologia della sperimentazione non studia tali procedimenti (compito questo delle rispettive discipline), ma indica come si debba impostare una ricerca e come si possa giungere a definire l'attendibilità dei risultati ottenuti. Esso, quindi, esula dalla materia di studio, mentre suoi mezzi di lavoro sono le capacità speculative dello sperimentatore e alcuni rami della matematica, in particolare il calcolo delle probabilità e la statistica.⁷

In altre parole, la metodologia sperimentale, nel facilitare la risoluzione dei due principali ordini di difficoltà presentate da una qualsiasi ricerca (impostazione delle prove e interpretazione dei risultati), collega le osservazioni rilevate all'ipotesi già formulata o che si sta per formulare, la convalida o meno, oppure indica nuove vie o indirizzi di studio. Non è pertanto speculativa, anzi è l'opposto, e

⁶ Liberamente tratto dalle bozze dell'introduzione alla *Sezione speciale* del libro inedito di agronomia tropicale e subtropicale di G. Rocchetti, con commenti del curatore in nota.

⁷ Fin dal XVII secolo, il concetto di probabilità si basa sui principi della statistica inferenziale, che deduce le caratteristiche di una popolazione dall'osservazione di un campione; ad esso fanno ricorso numerose scienze sia naturali che sociali per esprimere la possibilità che un dato evento si verifichi in concreto.

nemmeno teorica: è solo uno strumento di studio la cui conoscenza e applicazione è basilare per l'evoluzione delle scienze empiriche.⁸

Si può ricordare che lo studio dei fenomeni naturali è nato con l'uomo e che tracce storiche ben strutturate del suo spirito indagatore risalgono a oltre 25 secoli fa. Pitagora, ad esempio, afferma che ogni fenomeno si svolge secondo rapporti fissi di alcune sue grandezze, opportunamente scelte. Alcune sue frasi sono l'espressione di un vero spirito sperimentatore: «i numeri (ossia i rapporti) sono principio di ogni cosa».⁹

I filosofi cronologicamente più vicini a Pitagora, come Anassagora e Eraclito, danno ancora grande importanza alle osservazioni, pur riconoscendo che i sensi sono testimoni limitati, in quanto capaci di cadere in errore. In altri ambiti, come quello medico con Ippocrate ad esempio, si percepiscono i limiti dell'esperienza, pur preservandone il ruolo, come base del sapere.

Queste idee hanno, fra l'altro, favorito lo sviluppo delle matematiche come strumento di rappresentazione di un ordine extra-materiale, sebbene ancorato a problemi di ordine pratico di meccanica o di geometria.

Archimede operò molto d'intuito, ma seppe sperimentare per dimostrare la fondatezza e la verità delle sue idee: le sue prove erano al servizio e non alla guida del suo pensiero e, pertanto, erano sperimentali nel significato attuale di questa parola.

Tralasciando gli aspetti più propriamente storici, ci preme qui ricordare come questo percorso ci porti direttamente ai padri della scienza moderna, Leonardo e Galileo.

Quest'ultimo, infine, è uomo di scienza nel senso moderno della parola ed è infatti universalmente riconosciuto come il vero ed unico padre del metodo sperimentale, indispensabile nell'attuazione di qualsiasi indagine e per il raggiungimento di risultati sicuri. Egli sente che la scienza deve abbandonare la ricerca speculativa dell'essenza dei fenomeni per quella sperimentale della "legge" matematica che li coordina: per poter raggiungere questo obiettivo la ricerca scientifica deve seguire un metodo proprio (detto poi "sperimentale") che, elementarmente, consta di tre fasi: osservazione, ipotesi, verifica. Nelle osservazioni si studia il fenomeno nei suoi aspetti qualitativi; nel formulare l'ipotesi interviene il ragionamento; infine con l'esperienza si verifica l'ipotesi elaborata per ratificarla o meno.¹⁰

⁸ Le teorie delle scienze empiriche (incluse le scienze sociali) si traducono sovente in modelli, ossia in descrizioni schematiche, a volte di tipo matematico, che esprimono le caratteristiche e le relazioni essenziali dei fenomeni. Il termine esperimento indica invece un particolare processo, chiaramente definito, inteso ad indagare un fenomeno fisico o a verificare un'ipotesi scientifica.

⁹ Evidenziare questi principi è oggi particolarmente importante poiché il linguaggio matematico rappresenta la base fondante del mondo delle relazioni umane (economiche, scientifiche, produttive, ecc.), più o meno mediate dai sistemi dell'informazione (tecnologia dell'informazione, telecomunicazioni, realtà virtuale, ecc.). I Pitagorici consideravano i numeri come l'*archè*, il principio di ogni cosa, ma sotto molti aspetti è soltanto oggi che la nostra realtà inizia a essere pienamente rappresentata da numeri.

¹⁰ Qui l'autore riporta un collage di alcuni aforismi di Leonardo: «Il sommo bene è la sapienza»; «La sapienza è figliola della esperienza»; «La esperienza non falla mai, sol fallano i

Perché l'esperienza sia valida ai fini dell'indagine per la quale è stata compiuta, occorre che essa possa essere interpretata dalla matematica che diviene così strumento indispensabile della ricerca, capace di tradurre in legge il fenomeno studiato.¹¹

È interessante rilevare che mentre Galileo avviava lo studio dei fenomeni naturali basandosi sull'esperienza e sul ragionamento matematico, entravano di moda nell'alta società europea e nel popolo i giochi d'azzardo.¹² La passione per tali giochi interessò anche i matematici del tempo che vi si dedicarono con serietà, avviando così lo sviluppo di quella branca della matematica nota con il nome di calcolo delle probabilità.

Fra questi sono da ricordare il grande pensatore e matematico francese Biagio Pascal, attento seguace del pensiero scientifico galileiano, e con lui un altro francese, Pietro de Fermat.¹³

Frattanto, con l'evoluzione e la sempre miglior organizzazione interna dei vari Stati europei e l'ampliarsi degli scambi economici, sorge una nuova disciplina che s'interessa del loro studio. La si fa risalire a un rapporto sullo stato di Venezia presentato dal doge Mocenigo (1414-1423),¹⁴ al Consiglio dei Dieci, ma che solo nel '500 manifesta una decisa fisionomia, con i rapporti del Ghilini in Toscana, del Sansovino a Venezia, del Guicciardini in Olanda.¹⁵

nostri giudizi promettendosi da lei cose che non sono in sua potestà»; «Chi si ripromette dalla speranza ciò che non è in lei, si discosta dalla ragione»; «Nessuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni»; «Innanzi di fare di questo caso una regola generale, sperimentalo due o tre volte, guardando se le sperienze producono gli stessi effetti». Cfr. LEONARDO DA VINCI, *Scritti letterari*, a cura di A. Marinoni, Milano 1974.

¹¹ I dati di cui si parla devono essere relativi a grandezze fisiche misurabili, in modo da far corrispondere a ogni fenomeno un numero, mentre la teoria esprime i principi generali delle leggi che governano la materia ed è in grado di prevedere i risultati dei successivi esperimenti. Il procedimento logico che porta dall'ipotesi alla conclusione è detto deduttivo. La verifica sperimentale consente, quindi, di verificare le ipotesi e confermare o smentire la teoria.

¹² Tra il 1613 e il 1623 Galileo Galilei scrisse il saggio *Sopra le scoperte dei dadi* (vedi G. GALILEI, *Opere*, VIII, Firenze 1898, pp. 591-594). Ci sembra opportuno ricordare che il termine azzardo deriva proprio dall'arabo *az-zahr*, che significa dado, e che i primi dadi da gioco sono cinesi e risalgono a più di 5000 anni fa. Vi sono testimonianze di giochi d'azzardo in ogni cultura a partire dal 4000 a.C., con finalità e implicazioni dal carattere misterico e divinatorio che trascendono l'aspetto ludico.

¹³ Le basi della moderna teoria delle probabilità sono ricondotte a uno scambio epistolare tra Blaise Pascal e Pierre de Fermat, avvenuto nel 1654, sul cosiddetto "problema dei punti". A distanza di tre anni seguì quello che è considerato il primo libro sulla teoria delle probabilità, a opera di Christiaan Huygens (*De ratiociniis de ludo aleae*, 1657). Infatti, sebbene nel 1564 Girolamo Cardano avesse già avanzato a riguardo alcune considerazioni teoriche nel *Liber de ludo aleae*, il suo testo venne pubblicato postumo nel 1663.

¹⁴ Il testamento del doge Mocenigo, redatto in data 10 marzo 1423, esalta la forza e la potenza di Venezia elencandone i mezzi e le ricchezze e restituendoci un prezioso spaccato della vita quotidiana che vi si conduceva.

¹⁵ Questi personaggi sembrano scelti dall'autore in relazione al loro interesse per le "cose dello stato", riportate in elenchi e indagini: Girolamo Ghilini (1589-1668), storico, accademico; Jacopo Sansovino (1486-1570), architetto e scultore; Lodovico Guicciardini (1521-1589), scrittore e mercante. L'opera più famosa di quest'ultimo è la *Descrittione (...) di tutti i Paesi Bassi*

La nuova disciplina ha per oggetto la descrizione numerica e l'esame delle cose più notevoli dello Stato, quale l'entità, la composizione e le variazioni della sua popolazione, delle sue attività produttive, commerciali ecc. Per questa ragione essa prende il nome di "statistica".¹⁶

Solo molto più tardi essa ebbe i suoi teorici nel piacentino Melchiorre Gioia¹⁷ e nel parmense Giandomenico Romagnosi,¹⁸ trovando successiva applicazione nel calcolo delle probabilità.¹⁹

altrimenti detti Germania inferiore (Anversa 1567) consultabile in <https://amshistorica.unibo.it/185> (accesso ottobre 2018).

¹⁶ Tra il 1666 e il 1668, Girolamo Ghilini dà alle stampe il *Ristretto della civile, politica, statistica e militare scienza*, nel quale il termine statistica viene usato proprio per indicare la raccolta d'informazioni su fenomeni che interessano lo stato.

¹⁷ Considerato ai suoi giorni il grande "restauratore" delle scienze economiche e l'"instauratore" di quelle statistiche, Melchiorre Gioia (1767-1829) fu il principale interprete della modernizzazione apportata all'Italia dal dominio napoleonico, e si distinse tra gli economisti del suo tempo per la sua propensione verso i sistemi economici e produttivi di grandi dimensioni. Anch'egli vide nella statistica uno strumento per quantificare i beni. Nel suo *Filosofia della statistica* definì questa materia come «quella somma di cognizioni relative ad un paese, che nel corso giornaliero degli affari possono essere utili a ciascuno e alla maggior parte dei suoi membri od al governo, che ne è l'agente, il procuratore o il rappresentante». Cfr. F. SOFIA «Melchiorre Gioia», in *Enciclopedia italiana di scienze, lettere ed arti, Ottava appendice. Il contributo italiano alla storia del pensiero - Economia*, Roma 2012, in http://www.treccani.it/enciclopedia/melchiorre-gioia_%28II-Contributo-italiano-alla-storia-del-Pensiero:-Economia%29/ (accesso ottobre 2018).

¹⁸ Per Romagnosi (1761-1835) la statistica oltre alla valutazione quantitativa dei beni e dei fatti di una società, serviva per l'«esposizione dei modi di essere e delle produzioni interessanti delle cose e degli uomini presso di un dato popolo», (*incipit* della *Risposta alla Questione prima. Sotto il nome di statistica in generale che cosa si vuol comunemente significare?*, delle «Questioni sull'ordinamento delle statistiche», in *Collezione degli articoli di economia politica e statistica civile del Professore G.D. Romagnosi*, Prato 1835, p. 4. Il testo è consultabile on line all'indirizzo <https://books.google.it/books?id=KWAqloYVLI8C>. Ciò, secondo Romagnosi, implica valutazioni di ordine sociale e morale, come ribadito nella *Risposta alla Questione terza. Assunto il divisamento di compilare una statistica civile, quali sono le operazioni necessarie per formarla a dovere?*, dove l'autore riassume le informazioni complementari all'indagine statistica: «Nelle conclusioni finalmente conviene esibire i giudizi definitivi di fatto sullo stato economico, morale e politico di quel dato popolo, di modo che si possa paragonare e riscontrare col modello ideale di ragione concepito dalla teoria, e quindi si possa dedurre ciò che si dovrebbe fare o almeno desiderare sì per conservare, sì per correggere, e sì per migliorare la condizione di quel dato popolo» (*ibid.*, p. 8).

¹⁹ In relazione a quanto espresso da Rocchetti in altri testi, crediamo di cogliere l'invito ad approfondire il lavoro e il pensiero di questi autori, in quanto portatori di visioni sociali moderate. Secondo Romagnosi, ad esempio, la società agricola deve seguire la «logica del buon padre di famiglia che brama di vedere tutti i figli suoi collocati» («Quesito», in G.D. ROMAGNOSI, *Opere*, riordinate e illustrate da A. De Giogi, VI: *Economia politica e statistica*, Milano 1845, p. 14). Sono frequenti i richiami allo studio della società attraverso la statistica civile e l'economia politica, con la visione ottimistica del ruolo statale tipica del periodo, fondata sul primato dell'armonia della società agricola, contrapposta al modello industriale inglese. Come scrive lo stesso Romagnosi, la sua civile filosofia «madre del diritto e della politica» è un'arte sociale nella quale confluiscono e convivono i diversi rami del sapere e dello studio della vita degli stati. Così l'economico è uno degli aspetti dell'arte del vivere civile ed è collegato con il diritto e la politica.

Si ricorda che questo ramo della matematica trovò ampio sviluppo nel '700, con l'italo-svizzero Nicola Bernoulli²⁰ e, nella prima metà dell'800 con il francese Pietro Laplace,²¹ il tedesco Carlo Gauss²² e il belga Adolfo Quetelet.²³

Laplace, in particolare, giunse a sostenere il principio che le nostre conoscenze scientifiche non sono esatte, ma solo probabili e che anche le poche di cui abbiamo certezza sono basate su principi probabilistici.²⁴

Di qui la crescente attenzione rivolta dai matematici allo studio del calcolo delle probabilità per poter giungere a sempre più precise interpretazioni dei risultati delle prove sperimentali che studiano fenomeni di massa e collettivi, misurabili o numerabili, le cui misure si effettuano però su casi singoli e individuabili; cioè leggermente diversi tra loro.

Sono fenomeni che obbediscono a leggi probabilistiche, matematicamente definite e pertanto esatte, ma con un campo di variabilità più o meno ampio in quanto suscettibili di variare di volta in volta, nelle singole applicazioni, per l'intervento di fattori sconosciuti, imprevedibili e incontrollabili, attribuibili al "caso".²⁵ La statistica studia questi fenomeni applicando loro precise formule matematiche, adatte a indagini di ordine sociale, biologico, ecc.

Dopo un apparente periodo di stasi, riprendono nelle prime decadi del '900 gli studi di matematica statistica con un gruppo di studiosi principalmente inglesi e americani, fra i quali Fisher, Yates, Student, Pearson, Snedecor, ecc.²⁶ Fra gli

²⁰ Nicolaus (Niklaus o Nikolaus) Bernoulli (1687-1759), professore presso l'università di Padova, occupò la cattedra che era stata di Galileo Galilei. Produsse importanti lavori sulle equazioni differenziali e sulla geometria.

²¹ Pierre-Simon Laplace (1749-1827), matematico e astronomo, dette fondamentali contributi alla teoria della probabilità e trasformò lo studio geometrico della meccanica sviluppato da Newton in quello basato sull'analisi matematica.

²² Johann Friedrich Carl Gauss (1777-1855), matematico, astronomo e fisico tedesco, i cui contributi costituiscono pietre miliari in molti campi: analisi matematica, teoria dei numeri, statistica, calcolo numerico, geometria differenziale, geodesia, geofisica, magnetismo, elettrostatica, astronomia e ottica.

²³ Lambert Adolphe Jacques Quetelet (1796-1874), astronomo e statistico, considerato il primo a far sì che la statistica divenisse una scienza morale, è noto per l'elaborazione del concetto di uomo medio.

²⁴ Con il termine "scienza esatta" si può intendere sia una scienza che può rispondere a qualsiasi domanda nel proprio ambito, con rigore e risultati esatti (cioè fornendo dati misurabili, ottenuti attraverso procedure riproducibili ed esprimibili in modo analitico ed oggettivo), sia una scienza che, per il suo rigore metodologico (metodo scientifico), è in grado di produrre risultati e predizioni con un'accurata espressione quantitativa. Nella prima definizione, tipica della concezione deterministica ottocentesca, potrebbero essere comprese la matematica e la logica, mentre nella seconda rientrerebbero anche la fisica, la chimica e l'astronomia.

²⁵ Per "caso" s'intende un evento la cui causa non è identificabile o che sfugge al controllo e previsione dello sperimentatore.

²⁶ L'elenco unisce autori che hanno dato un contributo fondamentale all'analisi matematica e alla moderna statistica, per i quali si ricordano spesso indici e metodi di analisi: Ronald Aylmer Fisher (1890-1962); Frank Yates (1902-1994); Student è lo pseudonimo usato da William Sealy Gosset (1876-1937); Karl Pearson (1857-1936); George Waddell Snedecor (1881-1974).

italiani sono da ricordare M. Boldrini, G. Barbensi, G. Pompili, oltre a Corrado Gini, statistico nel senso classico della parola, più che matematico.²⁷

Sono stati però i biologici matematici (principalmente medici e poi chimici, agrari, ecc.) a iniziare l'applicazione dell'analisi statistico-matematiche alle indagini delle scienze biologiche e a divenirne i principali divulgatori, tanto che oggi tutti gli esperimenti di laboratorio o di clinica o di campagna (e i dati risultanti), sono impostati e analizzati secondo le norme dettate dalla matematica statistica. Solo così, infatti, è possibile valutare la sicurezza dei loro risultati, che per loro natura non sono che probabilistici, entro i limiti statisticamente desiderati.

Queste scienze applicano naturalmente la cosiddetta matematica statistica classica o elementare, che parte da ipotesi semplici ed esegue calcoli di base, da non confondersi con le matematiche statistiche dei fisici. Queste partono da ipotesi complesse e richiedono calcoli di matematica superiore, indicate dal nome dei loro ideatori; come statistiche di Maxwell-Boltzman, di Bose-Einstein, di Fermi-Dirac. Solo con esse i fisici hanno potuto raggiungere le attuali conoscenze sulla composizione della materia, confermando così ancora una volta come le linee del metodo sperimentale galileiano siano fondamentali anche nelle più alte indagini speculative di geniali menti matematiche le quali trovano corrispondenza al loro intuito in più o meno complesse formule matematico-statistiche, successivamente confermate da osservazioni minute e precise.

Le indagini sperimentali, infatti, hanno significato solo quando sono accompagnate dallo studio rigoroso delle osservazioni e dei risultati sperimentali ed è soltanto dopo un certo numero di prove basate su tale metodologia che s'impara a non basarsi sulle prime impressioni.²⁸

Appaiono allora del tutto false alcune frasi popolari, come quelle che sostengono che con la statistica si dimostra ciò che si vuole o che la statistica è una scienza del tutto priva di finalità pratiche.²⁹ È vero, invece, che permette di arri-

²⁷ Gli statistici ricordati operarono prevalentemente in campo biologico e sociale e i loro lavori sono stati probabilmente un riferimento per Rocchetti: Marcello Boldrini (1890-1969); Gustavo Barbensi (1875-1974), medico generico fiorentino appassionato di statistica. In Italia, la prima cattedra di Statistica fu creata a Napoli nel 1812; con il compito di descrivere i "fenomeni collettivi", senza indagare sulle leggi che li governano. Soltanto verso la metà del secolo, con l'opera di Angelo Messedaglia, si sviluppò una vera scuola di statistica con autorevoli studiosi, tra cui si ricorda C. Gini, autore tra l'altro di un significativo discorso su *I pericoli della statistica*, tenuto nel 1939 in occasione dell'inaugurazione della Società italiana di statistica. Il testo dell'intervento è stato ripubblicato da Sandro Graffi ed è reperibile all'indirizzo: http://blog.petiteplaisance.it/wp-content/uploads/2018/01/04-Corrado-Gini-I-pericoli-della-statistica_08.pdf (accesso dell'ottobre 2018).

²⁸ Al di là della malafede, l'uso scorretto degli strumenti statistici ha portato e porta a conclusioni errate, con conseguenze che possono essere anche gravi sotto molti punti di vista. Il problema è talmente sentito che recentemente l'American Statistical Association (Asa), è arrivata a dire che la scienza è in pericolo, se si continua ad usare la statistica in modo scorretto: cfr. <https://www.nature.com/news/statisticians-issue-warning-over-misuse-of-p-values-1.19503> (accesso dell'ottobre 2018).

²⁹ L'uso improprio o strumentale della statistica ha generato una notevole diffidenza nei confronti delle informazioni trasmesse al grande pubblico, non sempre opportunamente controllabili o verificabili. D'altra parte, i numeri danno forza all'informazione che viene tra-

vare alla valutazione di grandezze aleatorie e che il suo uso affina l'intuito dello sperimentatore, rendendolo prudente nell'esprimere giudizi e previsioni.

Tale metodologia, nelle scienze non esatte o sperimentali, opera dunque cronologicamente, all'inizio e alla fine dell'esperienza, in quanto imposta le prove o le osservazioni e ne elabora poi i risultati, per dare loro un significato.

Essa trascura le norme estimative della cosiddetta statistica descrittiva che definisce le caratteristiche di una popolazione o di un campione con il semplice ragionamento deduttivo per applicare invece, nell'ultima fase, quelle della cosiddetta statistica critica, che elabora con spirito matematico-critico i dati ottenuti da esperienze o osservazioni debitamente impostate, per trarne conclusioni induttive.³⁰ Ad esempio, per risalire dalle caratteristiche del campione esaminato a quelle della popolazione cui appartiene, oppure per prevedere dal comportamento del campione nelle condizioni dell'esperienza quello di altri campioni.

Le maggiori difficoltà della sperimentazione agraria, sia di ricerca che applicativa, risiedono nella complessità dei fenomeni studiati che sono disciplinati da molteplici fattori, variabili, indipendenti o interdipendenti. Molti di essi presentano, inoltre, un'elevata variabilità spaziale, come accade per il terreno, e temporale, come si verifica per le grandezze meteorologiche, difficilmente controllabili in ambiente naturale.³¹

Nella sperimentazione agraria è possibile giungere al controllo di tutti i fattori della produzione soltanto in particolari prove di laboratorio od operando in celle o serre ad ambiente controllato.³²

Per gli studi in pieno campo, tuttavia, le metodologie matematico-statistiche permettono di analizzare i risultati di prove influenzate anche da più fattori

smessa, tanto che negli Stati Uniti si è diffusa la frase «Lies, damned lies, and statistics», resa popolare da Mark Twain, per denunciare la progressiva gravità dell'azione ingannatrice. Su questi temi sono stati pubblicati numerosi libri, tra i quali possiamo ricordare J.A. PORTIZ, *Lies, Damned Lies, or Statistics: How to Tell the Truth with Statistics*, Pueblo (Co.) 2017.

³⁰ Per riferimenti all'attualità, cfr. ad esempio R. DE VRIES, *Critical Statistics: Seeing Beyond the Headlines*, London 2018, p. 247.

³¹ In biologia ed ecologia, per ambiente s'intende l'insieme di fattori con i quali l'essere vivente è in contatto e dai quali viene influenzato nel corso del suo ciclo vitale.

³² Per "ambiente controllato", nei settori afferenti all'agricoltura, s'intendono serre, fitotroni e celle climatiche. All'interno di questi spazi è possibile impostare e tenere sotto controllo almeno alcuni dei fattori ambientali e della produzione. In serra, ad esempio, si può condurre una coltivazione "fuori suolo" e fornire alle piante gli elementi nutritivi tramite soluzioni *ad hoc*, regolare almeno parzialmente alcuni fattori, come ad esempio la radiazione solare (che può essere integrata con lampade in caso di carenza o ridotta con teli ombreggianti, in caso di eccesso) o la temperatura (facendo intervenire termoconvettori o favorendo la circolazione e il ricambio d'aria). Un controllo completo si ha soltanto nelle camere di crescita e nei fitotroni, che tuttavia presentano alcune problematiche, legate ad esempio alla difficoltà di riprodurre condizioni simili a quelle che si verificano all'esterno. Il fitotrone fu ideato da F. W. Went nel 1949, presso l'Earhart Plant Research Laboratory del California Institute of Technology di Pasadena (Caltech). Si tratta di complesso di camere ad aria condizionata per lo studio e la sperimentazione sulle piante, che consentono di avere pieno controllo dei fattori fisici in modo da predisporre le condizioni di crescita desiderate.

variabili e indipendenti, consentendo di giungere a considerazioni sulla loro rilevanza o significatività, così come sulle loro reciproche interazioni o effetti.³³

Alla base della sperimentazione agraria vi è la possibilità di ripetere le prove per un numero sufficiente di volte.³⁴ Tale numero varia da poche unità a qualche decina o centinaia, a seconda del tipo di esperienza, alla variabilità del fenomeno indagato e al grado di significatività, ossia di sicurezza probabilistica, che si vuole ottenere.

Naturalmente alla base di ogni sperimentazione sta l'uomo, lo sperimentatore, che deve possedere particolari requisiti; ne ricordiamo alcuni: spirito di osservazione e spirito critico; ampia cultura generale che, abbinata ai precedenti consensi confronti e fornisce spunti; profonda e aggiornata conoscenza della materia cui appartiene il fenomeno di studio; notevole autocontrollo, in modo da non farsi influenzare da precedenti risultati propri o altrui; buone capacità di sintesi, ossia saper vedere all'impostazione del problema e nella discussione dei risultati, solo ciò che è essenziale per il caso di studio; grande precisione (direi anche onestà) nel rilevamento dei risultati e nella loro elaborazione; perseveranza: se qualcosa non risponde alle aspettative, ripetere e ripetere nella ricerca del suo fattore, casuale o metodologico; grande ponderatezza, ossia non essere precipitoso nel trarre deduzioni e conclusioni dai risultati sperimentali.

Altro importante compito dello sperimentatore è quello di operare in modo da ridurre al minimo la possibilità di errore, facilitando il compito di analisi dei dati e comprensione dei risultati.

La previsione meteorologica e l'effetto farfalla: da un testo inedito di Giuseppe Rocchetti³⁵

La meteorologia studia il tempo meteorologico, cioè osserva i fenomeni atmosferici nel momento in cui questi si verificano. Attraverso l'analisi del movimento delle masse d'aria si pone l'obiettivo di formulare, per una data zona, le previsioni del tempo. Nel settore agrario, le informazioni agrometeorologiche possono essere utilizzate per analizzare e prevedere l'andamento dei processi biofisici e biochimici delle piante, al fine di mettere a punto strategie e tecniche produttive adeguate, migliorando la produzione agraria sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo.

³³ Questi studi, spesso, non riescono ad essere esaustivi e non è possibile giungere alla definizione di leggi universalmente valide. Si ottengono, così, indicazioni che possono essere usate negli ambiti sperimentali sottoposti a verifica, mentre per gli altri occorre ripetere le prove tenendo conto delle specificità locali.

³⁴ Nella maggior parte dei casi, più che di una possibilità si tratta di una necessità, per la difficoltà di ottenere la "sicurezza probabilistica" delle teorie avanzate. Nel caso in cui le prove non siano esaustive, trasferire le conoscenze acquisite a livello operativo può rimanere un azzardo. In agronomia, le prove vengono condotte anche per molti anni, cercando di comprendere l'effetto delle diverse variabili sui risultati sperimentali.

³⁵ Tratto dalle bozze della *Sezione speciale* del libro inedito di agronomia tropicale e subtropicale di G. Rocchetti, intitolata *La previsione meteorologica*, con commenti del curatore in nota.

Attualmente sono affidabili le previsioni meteorologiche che interessano un arco di tempo di 5-6 giorni, ma man mano che ci si allontana da questi valori la loro attendibilità diminuisce a causa dell'effetto farfalla.³⁶

Gli studi relativi al movimento delle masse d'aria hanno permesso di stabilire che la velocità media con cui si sposta una perturbazione meteorologica è di 50 km/ora. Tuttavia, non è sufficiente conoscere la velocità di movimento: per avanzare previsioni attendibili è necessario sapere quali sono le condizioni al contorno e il ruolo giocato da tutti gli elementi connessi al movimento delle masse d'aria, sia a livello generale che locale.

Per produrre previsioni accurate è necessario disporre di stazioni meteorologiche affidabili, dislocate un po' dappertutto sul territorio e rappresentative delle diverse condizioni geografiche. Ancora oggi, purtroppo, molte zone sono "oscurate", cioè non vi si effettuano rilevamenti, mentre altre appaiono coperte da reti sovrapposte, non coerenti e non complementari. Le cause sono molteplici e non sempre facilmente superabili. Per sopperire a queste deficienze si adoperano fonti informative diverse, come i radar meteorologici e i satelliti geostazionari.³⁷

I dati raccolti dalle stazioni meteorologiche e dai satelliti, infine, vengono immessi in un calcolatore che ha il compito di costruire "l'immagine" dello stato dell'atmosfera e simulare l'evoluzione del fenomeno, tramite modelli matematici complessi. Tali modelli non utilizzano equazioni matematiche lineari e, come conseguenza, allontanandosi dal giorno zero (quello successivo alla data di previsione) l'attendibilità delle previsioni diminuisce e le anomalie si fanno sempre più rilevanti: più si avanza nel tempo, più i tracciati diventano anomali rispetto al comportamento medio.

Queste irregolarità sono determinate da variazioni anche piccole dei valori meteorologici immessi rispetto a quanto effettivamente presente. Secondo Lorenz è sufficiente il battito delle ali di una farfalla per determinare modifiche rilevanti nella stima delle condizioni future.³⁸

³⁶ Parlare dell'effetto farfalla in un testo per studenti di agraria è sicuramente stimolante, ma il suo approfondimento richiede un impegno di didattica frontale e l'adozione di strategie formative specifiche, con la trasmissione di conoscenze che coinvolgono elementi di matematica, fisica e statistica, tanto per cominciare. Alan Turing aveva affrontato il tema in un saggio del 1950 («Computing Machinery and Intelligence», in *Mind* 49 (1950), pp. 433-460), immaginando le possibili conseguenze della modifica della traiettoria di un singolo elettrone. Da allora, si sono susseguiti molti contributi su questo interessante argomento, non soltanto di carattere tecnico-scientifico ma anche di natura filosofica, entrato a pieno titolo nei dibattiti sui sistemi complessi e sulla teoria del caos.

³⁷ La rete terrestre di radar meteorologici permette di rilevare varie tipologie di idrometeorie (pioggia, neve, grandine o pioggia ghiacciata), fornendo dati sull'intensità degli eventi e sui loro movimenti. I satelliti meteorologici, invece, sono piattaforme orbitanti per l'osservazione di parametri d'interesse meteorologico e ambientale. I primi lanci risalgono appena al 1960. Questi strumenti sono usati per le previsioni meteorologiche a breve termine (*nowcasting*).

³⁸ Edward Lorenz fu il primo ad analizzare approfonditamente l'effetto farfalla in ambito meteorologico, in uno scritto preparato per la New York Academy of Sciences e pubblicato nel 1963. «Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?» (Può il batter d'ali di una farfalla in Brasile provocare un tornado in Texas?) è il titolo di una conferenza tenuta da Lorenz nel 1979.

Andamento meteorologico e attività agricole: da un testo inedito di Giuseppe Rocchetti³⁹

L'andamento del tempo meteorologico influenza lo "stato di salute" del pianeta terra, ma anche l'attività agraria intesa nel senso più ampio del termine. La vita sulla terra, così come la conosciamo, si sviluppa all'interno di una fascia molto sottile, delimitata inferiormente dallo strato superficiale del terreno nel quale si sviluppano le radici delle piante e superiormente dallo strato d'aria dove si originano i principali fenomeni meteorologici.

La sua esistenza è possibile grazie alle piante, le uniche "macchine" in grado di trasformare l'energia solare in energia chimica, utilizzata direttamente o indirettamente da tutti gli esseri viventi, il cui insediamento segue cronologicamente la comparsa e la diffusione dei vegetali. Dalle condizioni ambientali che presiedono allo stato di benessere o di disagio dell'uomo, degli animali e delle piante, in una parola dall'andamento del tempo meteorologico, dipende la qualità della vita.

Accanto alle modificazioni naturali del tempo, nei confronti delle quali l'uomo può fare poco, si stanno manifestando delle variazioni meteorologiche riconducibili all'attività dell'uomo, che prendono il nome di "modificazioni climatiche indotte".⁴⁰ Di fronte a queste situazioni, che stanno minando lo stato di salute del pianeta, è necessario prendere dei provvedimenti a breve, medio e lungo termine.⁴¹

Contemporaneamente, è indispensabile che, sin d'ora, ogni progetto od opera (es. la costruzione di una diga, di un complesso industriale, ecc.) sia accompagnato oltre che da un preventivo economico anche da un preventivo climatico. Quest'ultimo ha lo scopo di far conoscere le modificazioni meteorologiche che si verranno a manifestare a seguito dell'attuazione di quell'opera o di quel progetto.⁴²

³⁹ Liberamente tratto dal capitolo *Ambiente intertropicale e agricoltura*, inedito. Su questi temi l'autore è tornato comunque in più occasioni, ritenendolo fondamentale per la "messa a valore" del territorio agrario. Commenti in nota del curatore, dove non segnalato altrimenti.

⁴⁰ Nota dell'autore: Il termine "clima" deriva dal greco *klima*, che significa inclinazione, in riferimento all'inclinazione dell'ellittica sull'equatore celeste, che determina la quantità e la qualità della radiazione solare incidente.

⁴¹ I richiami ai rischi connessi ai "cambiamenti climatici" sono ormai all'ordine del giorno, così come i drammatici eventi che ne danno testimonianza. Non era così negli anni '80 del secolo scorso, quando questi temi erano trattati solo in ambito accademico. È soltanto nel 1988, infatti, che sulla spinta delle prime evidenze scientifiche l'Organizzazione meteorologica mondiale (OMM) ed il Programma delle Nazioni unite per l'ambiente (UNEP) danno vita all'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), con sede in Svizzera. Al suo interno, un gruppo intergovernativo di esperti è chiamato a valutare tutti gli aspetti del cambiamento climatico e i relativi impatti per formulare strategie di risposta realistiche. A tal proposito, già nel primo rapporto ufficiale del 1990, si metteva in evidenza il ruolo che avrebbe potuto svolgere la cooperazione internazionale nell'affrontarne le sfide che si stavano prospettando.

⁴² Sebbene il concetto sia chiaro, così come la finalità e l'importanza di disporre di un simile documento, non vi sono nel nostro ordinamento richiami alla necessità di produrre tale documentazione. A riguardo sono state promosse soltanto alcune iniziative di studio, nell'ambito di progetti internazionali.

Sin d'oggi dobbiamo trovarci nelle condizioni di sapere quale sarà la situazione futura del pianeta al fine di attuare quelle tecniche e quelle tattiche idonee a eliminare o quanto meno ridurre i possibili danni.

Se è vero che la diffusione e l'applicazione dei metodi scientifici hanno permesso di risolvere in modo quasi definitivo le criticità connesse a una molteplicità di problemi, sia ambientali sia agrari, questa è la strada da seguire anche per il futuro. In campo agrario, poi, è fuori dubbio che al perfezionamento dell'agricoltura sia corrisposto e debba corrispondere un progressivo miglioramento delle condizioni ambientali, ma anche lavorative e di salute delle persone coinvolte nelle diverse attività produttive del settore primario.

In molte parti del mondo, l'aumento della produzione e della qualità dei prodotti, connesso all'impiego delle nuove tecnologie e di cultivar più produttive, maschera entro certi limiti l'apporto determinante dell'andamento meteorologico. Vi sono tuttavia elementi di preoccupazione, come quelli legati alla sostenibilità di determinate pratiche che in molti paesi hanno significato il raggiungimento della sicurezza alimentare e un certo grado di emancipazione socio-economica delle popolazioni rurali.⁴³

L'agrometeorologia prende atto che l'agricoltore al momento della semina in pieno campo, non potendo usufruire di previsioni del tempo a medio e lungo termine, non è in grado di fare una previsione sul futuro raccolto, né dal punto di vista qualitativo né da quello quantitativo. A differenza di quanto avviene in tutte le altre attività produttive, l'agricoltore non può redigere un vero bilancio preventivo e trova grosse difficoltà nel programmare le proprie attività.⁴⁴

Nel Sahel, ad esempio, i lavori preparatori sono condizionati dall'inizio del periodo delle piogge, che fanno variare anche di 45 giorni il periodo di semina del mais da un anno all'altro, con variazioni simili anche del ciclo vegetativo e inevitabili ripercussioni sulla produzione finale.

Un altro aspetto decisivo, spesso non adeguatamente considerato, è quello legato alle condizioni micrometeorologiche che si vengono ad avere a livello locale o all'interno di una coltura, molto diverse da quelle che si verificano all'esterno. In pieno deserto, ad esempio, si può trovare l'oasi, le cui piante ad alto fusto creano le condizioni per la coltivazione del miglio, del mais e addirittura del fagiolo o del banano. Appare quindi evidente come sia indispensabile conoscere i dati caratterizzanti l'ambiente vegetale e non sia sufficiente fermarsi alla sola conoscenza dei dati forniti dalla capannina meteorologica.⁴⁵

⁴³ La sostenibilità delle pratiche agricole deve essere intesa come possibilità di mantenere e possibilmente migliorare l'attività agraria, senza compromettere il potenziale produttivo del suolo e dell'ambiente. Si tratta, quindi, di soddisfare le legittime esigenze di cibo, fibre e derivati, con grande attenzione e rispetto per quelle che potranno essere le necessità future, anche a lungo termine. Questi temi sono particolarmente cari all'autore che, in qualità di esperto di suoli, ha sperimentato personalmente, nel corso delle sue campagne, il drammatico impatto che scelte errate possono avere in ambiti territoriali più fragili, condotti in alcuni casi fino alla completa desertificazione.

⁴⁴ La difficoltà di prevedere l'andamento stagionale si ripercuote anche sulla possibilità di razionalizzare gli interventi, quali i trattamenti fitosanitari, e quindi sulla sostenibilità economica e ambientale delle pratiche agricole.

⁴⁵ La micrometeorologia è quella parte della meteorologia che studia i fenomeni atmo-

Il correlare un evento biologico con i dati rilevati nella capannina ci mette nelle condizioni in cui si verrebbe a trovare un medico che, per stabilire lo stato di salute di un paziente, invece di misurarne la temperatura corporea, si limitasse a misurare la temperatura dell'aria all'esterno dell'edificio nel quale abita.

I vantaggi che possono derivare dalla conoscenza delle condizioni micrometeorologiche all'interno della coltura sono molteplici e riguardano la possibilità da parte dell'uomo di controllarne gli effetti prodotti sulle piante, sui fattori della produzione e sui vari elementi dell'agroecosistema.⁴⁶

Si tratta di acquisire informazioni riguardanti aspetti decisivi dal punto di vista ecofisiologico, fitosanitario e tecnico-gestionale che possono fare la differenza dal punto di vista della sostenibilità ambientale ed economica delle produzioni agrarie, ma anche da quello della sicurezza alimentare ed ecologica.

Trattando le interazioni tra ambiente atmosferico e terreno, ad esempio, troviamo come il primo agisca sulle proprietà fisiche, chimiche e meccaniche del secondo; influenzando anche la vitalità e lo sviluppo degli organismi edafici, in particolare tramite la modifica delle condizioni termiche, idriche e nutrizionali. In questo particolare ambito si sviluppano temi fondamentali, come quelli dell'erosione e della desertificazione.

Nelle piante, l'azione è ancora più evidente e diretta, influenzando i processi biologici fondamentali in ogni momento del ciclo vegetativo, dal germogliamento fino alla produzione e alla senescenza.⁴⁷

L'andamento del tempo agisce su tutte le operazioni agronomiche, modificando la lavorabilità e percorribilità dei terreni, la validità ed efficacia dei trattamenti e perfino la programmazione delle fasi di raccolta.

I fattori meteorologici svolgono un ruolo fondamentale anche sulla disponibilità idrica generale, sullo sviluppo degli incendi, sul benessere degli animali. Sia direttamente sia indirettamente, inoltre, hanno effetti sul ciclo degli insetti e

sferici negli strati prossimi al suolo o in relazione a una determinata zona della superficie terrestre. In ambito agricolo e umano, assume particolare rilevanza la condizione nella quale si viene a trovare il singolo individuo (pianta, animale o persona), dato che le condizioni ambientali incidono direttamente sul suo metabolismo e sulle sue prestazioni. Vedremo come questo elemento venga richiamato dall'autore anche in relazione alla diversa produttività individuale in ambienti tropicali, subtropicali o temperati. A parità di altre condizioni, tale fattore determina la variabilità biologica interna a una determinata area.

⁴⁶ Rocchetti dedica un intero capitolo alle relazioni tra pianta e clima. I temi affrontati nelle diverse sezioni sono molto specifici ed esulano da questa trattazione. Alcuni di questi sono: la «Produzione di una pianta intesa come funzione complessa del clima»; la «Produzione del frumento a Pisa in funzione delle disponibilità ambientali»; la «Determinazione dei fabbisogni che una pianta manifesta nei vari momenti del ciclo ontogenico»; la «Relazione tra i fabbisogni della pianta di sesamo (*Sesamum Indicum L.*) e le disponibilità ambientali di Macaray (Venezuela)»; «Le esigenze del mais nella zona di Perugia; Esigenze idriche del mais a Macerata»; «Le esigenze per la fioritura del mandorlo a Bari» ecc.

⁴⁷ Lo sviluppo di un essere vivente è determinato da diversi fattori, intrinseci (genetici, fisiologici, ecc.) ed estrinseci (fattori biotici e abiotici esterni). Le potenzialità produttive delle piante coltivate sono generalmente note, essendo state definite attraverso la selezione genetica, e sono controllate tramite le normali pratiche agricole. In tale ambito i fattori naturali assumono particolare rilevanza, agendo secondo la legge di Leibig (1840) per la quale la crescita dei vegetali è determinata dall'elemento che è presente in minore quantità rispetto ai fabbisogni.

sulla diffusione degli agenti patogeni animali e vegetali, determinandone la relativa aggressività e pericolosità.

L'andamento del tempo si ripercuote evidentemente anche sulle condizioni psicofisiche dell'uomo, sulle sue capacità produttive e sulle attività che egli conduce all'aperto, ma anche sui consumi energetici e sui fabbisogni idrici.

I dati agrometeorologici, con i relativi studi e risultati, vengono già utilizzati da molteplici settori, sia afferenti all'agricoltura (bollettini agrometeorologici, classificazioni territoriali, difesa fitosanitarie, ecc.) sia esterni a questa, toccando tutti i campi economico produttivi e politici; dalla genetica animale e vegetale, fino alle attività di progettazione impiantistica, ecc.

Le informazioni derivate, infatti, hanno come ultimo obiettivo quello di aumentare la competitività e la sostenibilità delle produzioni agrarie, ma anche di raccogliere e trasmettere informazioni utili a rendere più ospitale il nostro pianeta.

Tanto più sarà piccolo il divario esistente tra disponibilità dell'informazione ed esigenze dell'organismo vivente, tanto più questo sarà in grado di esaltare le proprie funzioni e le sue caratteristiche di produttività. Per ridurre questo divario, dati, avvisi e previsioni devono possedere requisiti precisi. Ne citiamo alcuni: essere disponibili al momento opportuno, dando modo di agire tramite azioni di adattamento o contrasto; fornire indicazioni precise sull'azione dei vari elementi e sulle dinamiche in atto; fare riferimento a situazioni compatibili con il *target* e la sua scala d'intervento; indicare le variazioni e le fluttuazioni delle variabili, sia nel tempo che nello spazio; risultare sufficientemente precise e comprensibili.⁴⁸

Clima e valorizzazione delle risorse del territorio: da un testo inedito di Giuseppe Rocchetti⁴⁹

Come abbiamo detto, lo studio dell'insieme dei fattori meteorologici che si verificano in una data zona, per un periodo di tempo sufficientemente lungo, permette di stabilire le potenzialità agronomiche e produttive di un'area di nostro interesse.⁵⁰ Dal punto di vista agrario, quindi, la raccolta e l'analisi dei dati meteorologici è decisiva per valutazioni di ordine organizzativo, economico e

⁴⁸ Questi temi sono oggi dibattuti a livello globale, non soltanto in riferimento ai potenziali sviluppi in ambito ambientale o agrario, ma in relazione a tutte le attività umane. Per rispondere alle esigenze ricordate in elenco sono state sviluppate procedure e apparecchiature autonome, capaci di comunicare tra loro e con i potenziali utenti, scambiando quantità impressionanti di dati. Per una recente analisi dei principali possibili sviluppi di queste applicazioni, che hanno dato vita a nuovi ambiti di ricerca e sviluppo, cfr. ad esempio D.P. ACHARJYA – M. KALAISELVI GEETHA (edd.), «Internet of Things: Novel Advances and Envisioned Applications», in *Studies in Big Data*, series 25, 23 (2017), p. 311.

⁴⁹ Temi trattati da Rocchetti sia nella pubblicazione inedita che in varie pubblicazioni comparse sulla *Rivista di agricoltura tropicale e subtropicale* tra il 1955 e il 1971.

⁵⁰ L'Organizzazione meteorologica mondiale ritiene che l'analisi meteorologica debba prendere in esame un periodo di tempo superiore ai trent'anni, ma la conoscenza delle condizioni attuali, esterne e interne all'appezzamento, anche per periodi di tempo inferiori può essere decisiva per organizzare la gestione quotidiana, valutare lo stato delle colture e i rischi ambientali in un determinato momento, permettendo di guidare le singole operazioni di campo.

ambientale. L'analisi climatica permette di determinare: l'area di distribuzione delle colture agrarie; l'andamento delle produzioni; la durata delle fasi fenologiche e del ciclo produttivo; le principali attività agricole; i metodi e i sistemi colturali.

Si può dire che oggi l'agronomia tropicale è, come quella delle regioni temperate, scienza e arte nel contempo: scienza perché l'agronomo deve avere buone e aggiornate conoscenze scientifiche e tecniche nei settori d'interesse della sua attività, con precisi riferimenti all'ambiente in cui opera; arte perché deve sapere usare le conoscenze personali e quelle suggeritegli dalla tradizione locale adattandole caso per caso, intuendo il futuro andamento dei normali fenomeni naturali, comunque incontrollabili, sì da operare in modo appropriato e tempestivo. Una buona sistemazione del terreno, una ben riuscita coltura di una qualsiasi pianta, erbacea o perenne, sono vere opere d'arte in quanto l'uomo, coordinando le proprie forze e quelle della natura, vi ha immesso un qualcosa di personale e di armonico.

Dopo lustri di esperienze effettuate in tutta la fascia intertropicale, si delinea la tendenza a ritenere più utili piccoli progetti (studiati con la partecipazione delle popolazioni locali), rispetto ai grandi progetti che appaiono quasi imposti e che spesso hanno modificato consuetudini e mentalità, senza portare i benefici previsti.⁵¹

La cosiddetta "esplosione demografica mondiale", delineatasi nella seconda metà del secolo scorso e resasi imponente solo negli ultimi 20 anni,⁵² è da attribuirsi a cause molteplici e diverse, raggruppabili però, da un lato nel grande settore delle scienze naturali ed esatte, pure e applicate, e, dall'altro, in quello delle scienze morali e politico-economiche. L'evolversi del primo ha avuto come conseguenza il miglioramento delle tecniche nelle tre branche delle attività umane: primario o della produzione, secondario o delle trasformazioni, terziario o dei rapporti tra gli uomini; quest'ultimo inteso ovviamente nel suo significato più vasto, dal commercio e le comunicazioni all'educazione scolastica e igienico-sanitaria. L'evolversi del secondo settore ha condotto alla buona etica politica nei rapporti fra le nazioni e al conseguente miglioramento delle loro condizioni socio-economiche interne.⁵³

⁵¹ Parte del testo che segue è stato pubblicato in forma più estesa nel 1971 sotto il titolo «La valorizzazione dei terreni tropicali per il miglioramento del livello alimentare nel mondo» (vedi nota 5).

⁵² L'autore si riferisce all'incremento demografico iniziato intorno al 1860 e protrattosi per oltre un secolo, con un picco finale proprio negli anni 1960-1980.

⁵³ Il 10 dicembre 1948, l'Assemblea generale delle Nazioni Unite approvò e proclamò la *Dichiarazione universale dei diritti umani*. Molti sono gli aspetti che vorremmo ricordare in queste pagine, ma allo scopo della nostra successiva trattazione sarà sufficiente indicare tre passaggi chiave: le prime tre righe del preambolo, che recitano: «il riconoscimento della dignità inerente a tutti i membri della famiglia umana e dei loro diritti, uguali ed inalienabili, costituisce il fondamento della libertà, della giustizia e della pace nel mondo»; l'*incipit* del proclama: «L'Assemblea Generale proclama la presente dichiarazione universale dei diritti umani come ideale comune da raggiungersi da tutti i popoli e da tutte le Nazioni, al fine che ogni individuo ed ogni organo della società, avendo costantemente presente questa Dichiarazione, si sforzi di promuovere, con l'insegnamento e l'educazione, il rispetto di questi diritti e di queste libertà e di garantirne, mediante misure progressive di carattere nazionale e internazionale, l'universale

Quasi tutte le nazioni del mondo sono oggi riunite nell'ONU alla pari, ossia con eguali diritti e con eguali doveri. Ma alla parità di valore dei voti nelle assemblee non corrisponde purtroppo un'eguale parità nel livello materiale, sociale e anche spirituale delle rispettive popolazioni. Da oltre un decennio è infatti di uso corrente la distinzione fra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo, come se nei primi si fosse già raggiunto l'*optimum* nelle condizioni di vita. I paesi in via di sviluppo sono anche indicati come "Terzo Mondo", quasi ad accentuare questa distinzione e volerla mantenere nei confronti dei paesi sviluppati del mondo occidentale a economia libera e di quello orientale a economia pianificata.⁵⁴

[*nota in calce.*] La recentissima locuzione di "Quarto Mondo" sta ad indicare invece coloro che, spinti da esigenze vitali (mancanza di lavoro o ragioni politiche), sono costretti a lasciare temporaneamente o permanentemente il proprio paese e, incontrando grandi difficoltà nell'ambientarsi e nel fondersi con le popolazioni locali, vengono a trovarsi in condizioni di vera depressione morale e psichica. Questo "quarto mondo" richiede pertanto particolari forme di assistenza e di guida; e qui lo ricordiamo in quanto in passato le correnti migratorie di agricoltori sono state ingenti: per noi italiani si è trattato per lo più di veneti e di meridionali che si sono spostati nell'America Latina, in Africa, in Australia. È auspicabile che in un prossimo futuro i movimenti migratori perdano il carattere negativo dell'obbligatorietà per restare solo come movimenti volontari: al riguardo si deve riconoscere che le migrazioni, favorendo la conoscenza e la comprensione fra popolazioni vicine o lontane e offrendo maggiori possibilità ai singoli di meglio valorizzare le proprie capacità e lo spirito di osservazione, di emulazione e d'iniziativa, hanno accelerato e accelerano il progresso nei paesi ospitanti e di riflesso, in ispecial modo oggi con le enormi facilità nelle comunicazioni, in quelli di origine.

La denominazione più rispondente alla realtà è quella che li distingue in paesi industrializzati e paesi non industrializzati. Nei primi, tecnicamente più evoluti, si verifica in genere equilibrio fra le surricordate branche di attività e si osserva nel complesso un'economia ricca; nei secondi invece prevalgono le produzioni primarie, quelle agricolo-zootecniche e quelle estrattive, e quindi un'economia che nel suo insieme è povera anche se per alcuni paesi, come ad esempio la Libia, il reddito annuale medio per abitante è notevolmente superiore a quello medio dei paesi non industrializzati ed anche di molti industrializzati.⁵⁵

ed effettivo riconoscimento e rispetto tanto fra i popoli degli stessi Stati membri, quanto fra quelli dei territori sottoposti alla loro giurisdizione»; l'articolo 1: «tutti gli esseri umani nascono liberi ed eguali in dignità e diritti. Essi sono dotati di ragione e di coscienza e devono agire gli uni verso gli altri in spirito di fratellanza».

⁵⁴ Qui Rocchetti inserisce una nota che, per la sua rilevanza ai fini del nostro ragionamento, preferiamo riportare direttamente nel testo.

⁵⁵ Grazie allo sfruttamento degli ingenti giacimenti petroliferi e alla loro nazionalizzazione, nel 1970 la Libia vantava il più alto reddito pro capite dell'Africa. Gli investimenti in infrastrutture, industria e agricoltura favorirono anche l'immigrazione, sebbene l'agricoltura andasse progressivamente perdendo rilevanza economica. A partire dal 1991 il quadro economico ha risentito delle sanzioni economiche imposte dall'ONU, revocate poi nel 1997. Oggi la

Si potrebbe pensare che questa distinzione vuole significare che lo svolgimento di attività agricole sia di secondaria importanza e, al limite, indice di sottosviluppo. Ma, in vero, nessuno sottovaluta tali attività anche perché il loro estendersi e il loro evolversi, affiancato e indotto dalla pari evoluzione e diffusione di quelle secondarie e terziarie, sono in ultima analisi i principali responsabili dell'attuale carico demografico mondiale.⁵⁶

Infine, storia di ieri e di oggi, è stata l'evoluzione scientifica e tecnologica in atto negli ultimi 150 anni a portare le produzioni agricole, alimentari e industriali, unitarie e globali, ai livelli attuali, impensabili ancora un secolo e mezzo fa, ai tempi di Malthus.⁵⁷ Ciò non vuol dire però che questo economista fosse in errore: la sua teoria, che riflette in un certo qual modo l'andamento (oggi noto e allora intuito dal Malthus) dello sviluppo di popolazioni di un qualsiasi tipo di organismi viventi in ambiente chiuso ma con continuo apporto di energia dall'esterno, è tuttora valida sempre che si consideri la limitatezza del pianeta Terra sul quale viviamo.⁵⁸ Naturalmente occorre spostare i termini, nel

Libia è un paese diviso che cerca di uscire dalle conseguenze di una drammatica guerra civile. Nel 2015, i rappresentanti del Congresso di Tripoli e della Camera di Tobruk hanno firmato un documento per la formazione di un "governo di accordo nazionale", sotto l'egida delle Nazioni Unite.

⁵⁶ Il risultato dello sviluppo tecnologico e dei progressi sociali, in ambito agricolo, è stato una forte crescita della produzione, accompagnata in molti paesi da un sensibile incremento del prodotto pro capite e da adeguati investimenti economici. Tuttavia, le strategie proposte in risposta alle future esigenze alimentari, derivate dall'analisi degli attuali ritmi d'incremento demografico, comporterebbero una grave perdita della diversità biologica sul pianeta. Occorre, quindi, un approccio di tipo olistico e integrato, con azioni portate non soltanto a livello tecnico, ma anche culturale e sociale, con investimenti mirati e coordinati su molteplici fattori di sviluppo. Cfr. E. CRIST – C. MORA – R. ENGELMAN, «The Interaction of Human Population, Food Production, and Biodiversity Protection», in *Science* 356 (2017) 6335, pp. 260-264.

⁵⁷ Thomas Robert Malthus (1766–1834), pastore anglicano, economista e demografo inglese, pubblicò a Londra nel 1798 *An Essay of the Principle of the Population as it Affects the Future Improvement of Society, with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet and Other Writers*, nel quale immaginava che il rapido incremento demografico avrebbe portato prima alla penuria alimentare e poi all'arresto dello sviluppo economico. La risposta umana, secondo Malthus, dovrebbe essere quella di un rigido controllo delle nascite. Le sue teorie, entrate a più riprese nel dibattito economico e politico, riguardarono anche i livelli salariali e i comportamenti sociali. Le critiche più rilevanti riguardano il mancato riconoscimento di un ruolo positivo all'inventiva umana, che pure appare fondamentale nell'economia politica. Cfr. con quanto espresso da Ralph Waldo Emerson nel saggio *Works and Days (Society and Solitude, 1870)*: «Malthus, when he stated that the mouths went on multiplying geometrically and the food only arithmetically, forgot to say that the human mind was also a factor in political economy, and that the augmenting wants of society would be met by an augmenting power of invention» (Malthus, affermando che le bocche si moltiplicano in modo geometrico e il cibo soltanto in modo aritmetico, dimenticò di dire che la mente umana era anch'essa un fattore nell'economia politica, e che i crescenti bisogni della società sarebbero stati soddisfatti da un crescente potere inventivo): R. W. EMERSON, *The Works of R. W. Emerson*, VII: *Society and Solitude*, Boston – New York 1909, p. 156.

⁵⁸ In molte parti del pianeta, lo sfruttamento delle risorse ecologiche avviene in deficit, cioè l'uomo consuma più di quanto la terra possa produrre. Non tutti i paesi e i popoli del

senso che oggi si può validamente sostenere come il fattore limitante dell'accrescimento della popolazione mondiale sia rappresentato non più dalla fertilità dei terreni, ma dall'estensione della superficie terrestre, dall'entità dell'energia solare che giunge sulla stessa superficie e dalla capacità o possibilità di poterla utilizzare per la formazione di alimenti e degli altri manufatti indispensabili alla civiltà odierna.⁵⁹

Dobbiamo infatti rilevare che, nelle grandi linee, l'uomo ricerca l'ambiente delle zone temperate e per lo più si addensa in alcune di esse come l'Europa, il Giappone, la Cina, alcuni stati degli Stati Uniti d'America, per evidenti ragioni economico-produttive o politiche. In realtà egli preferirebbe gli ambienti più caldi, ove sembra più facile la produzione, maggiore la disponibilità di alimenti e minore la necessità di proteggersi dalle intemperie, ma ne viene in un certo qual modo respinto dalle ben maggiori avversità di ordine sanitario, per malattie endemiche ed epidemiche sino a ieri incurabili, e d'ordine alimentare a causa di carestie quasi periodiche indotte da corrispondenti siccità dovute alla irregolare distribuzione delle piogge, tipica delle zone intertropicali e ancor più accentuata laddove le piogge annuali sono di minore entità e costituiscono quindi il principale ostacolo alla costanza delle produzioni agricole.⁶⁰

Dalle parole ai fatti

Il testo precedente prosegue con interessanti considerazioni di ordine agrario, alimentare e socio-economico, che invitiamo ad approfondire partendo dalla lettura completa della pubblicazione di Giuseppe Rocchetti «La valorizzazione dei terreni tropicali per il miglioramento del livello alimentare nel mondo», pubblicato sulla *Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale* nel dicembre del 1971. Il riferimento a dati risalenti ai decenni precedenti all'anno di pubblicazione, tuttavia, renderebbe necessario un confronto tra la situazione passata e quella attuale, con un'analisi critica del ruolo svolto dai diversi fattori

mondo sono in disavanzo, ad esempio il Brasile sarebbe in attivo, ma nel complesso il bilancio è gravemente negativo e si ha una perdita netta di risorse. A livello globale, dagli anni '70 l'Overshoot Day (il giorno che segna l'inizio del consumo delle riserve e quindi un saldo negativo) cade sempre con maggiore anticipo: nell'arco di circa 40 anni siamo passati dal 29 dicembre al primo agosto. Per approfondimenti: <https://www.footprintnetwork.org/> (accesso dell'ottobre 2018)

⁵⁹ L'uso del termine "manufatto" in riferimento ai prodotti della terra rende con forza il ruolo svolto dall'uomo in campo agricolo e il senso che viene dato da Rocchetti al "lavoro dei campi".

⁶⁰ Vi sono poi ragioni di ordine politico, alla base delle note e gravissime crisi umanitarie, sulle quali Rocchetti preferisce evidentemente sorvolare. Da ricordare, tuttavia, anche le numerose e importanti azioni in controtendenza, che mirano a recuperare ambiti territoriali compromessi e a riportare condizioni di vita e di lavoro sostenibili. Recentemente, particolare rilevanza in tal senso è stata assunta dagli ingentissimi investimenti cinesi in Africa. Si tratta di azioni di politica economica che tendono a creare vincoli e dipendenza dei paesi in difficoltà rispetto a un paese economicamente forte. In molti casi, tra l'altro, queste già complesse operazioni sono difficili da definire in maniera precisa, mancando dati affidabili sui diritti fondiari e sull'amministrazione di queste terre.

in termini di progresso delle conoscenze tecnico-scientifiche, di formazione e di pianificazione politica.⁶¹

Oggi come allora, la sfida per chi si occupa di suoli e agricoltura è quella di sostenere la fertilità e aumentare la resa per unità di superficie, evitando indesiderate conseguenze ambientali. La ricerca agronomica si muove tuttora in questo senso, sforzandosi di individuare pratiche e sistemi che permettano una sempre maggiore efficienza nell'uso di nutrienti, acqua ed energia.

Si tratta, quindi, di applicare i medesimi principi di razionalità e sostenibilità espressi in quel testo e che hanno guidato i molteplici interventi di sostegno e consulenza, oltre a varie iniziative di tipo imprenditoriale e gestionale, di cooperazione e aiuto allo sviluppo in campo agricolo portate a termine da Giuseppe Rocchetti, anche successivamente al suo pensionamento dall'Istituto agronomico per l'Oltremare.⁶²

Rimangono senz'altro valide, inoltre, le considerazioni relative ai rischi individuati da Rocchetti, così come appaiono addirittura accentuati i già drammatici livelli di ingiustizia e disuguaglianza che dominano a livello globale, regolando l'accesso degli individui alle risorse e all'istruzione.⁶³

Il quadro generale di questa situazione può essere dedotto dai documenti degli organismi internazionali (ONU, FAO, UNICEF, UNESCO, UNFCC, World Bank, ecc.) e dalle pubblicazioni dei più autorevoli enti di ricerca in campo agrario (CGIAR, USDA, INRA, IAC, ecc.), dato che pochi hanno la fortuna di poter partecipare con frequenza annuale, come fanno gli accademici, a congressi internazionali a carattere scientifico o politico su questi temi.

In conclusione, alimentazione, accesso ai servizi, sostegno economico e istruzione, finiscono per incidere gravemente sulla capacità di reazione e sulle potenzialità produttive di intere comunità. In riferimento a questi aspetti, nel medesimo articolo Rocchetti scrive: «la scarsa alimentazione giustifica così la minore attività lavorativa media delle popolazioni dei tropici, in particolare nelle

⁶¹ Per un aggiornamento è possibile leggere vari contributi sullo stesso tema pubblicati nel corso del tempo. A tal proposito possiamo ricordare: M.A. STOCKING, «Tropical Soils and Food Security: The Next 50 Years» in *Science* 302 (2003) 5649, pp. 1356-1359; R.E. HESTER – R.M. HARRISON, «Soils and Food Security», in *Issues in Environmental Science and Technology* 35 (2012) in <http://www.rsc.org> on <https://pubs.rsc.org> (accesso dell'ottobre 2018).

⁶² Rocchetti continuò la propria attività di consulenza anche successivamente al suo ritiro dall'Istituto per l'Oltremare, in qualità di libero professionista. Tra i viaggi da lui stesso ricordati come di maggiore rilievo professionale successivamente al 1973 si trovano missioni per studi di fattibilità e incarichi di lavoro in Togo, Bangladesh, Polonia, Russia, Uzbekistan, Turkistan ed altri.

⁶³ Mentre la povertà diminuisce nei paesi ricchi, nell'Africa Subsahariana continua a aumentare: cfr. D. WADHWA, «The Number of Extremely Poor People Continues to Rise in Sub-Saharan Africa, while Falling Rapidly in All Other Regions», in *The Data Blog* (19 settembre 2018) <https://www.worldbank.org/en/understanding-poverty> (accesso dell'ottobre 2018). Dati aggiornati sono disponibili anche su altri temi trattati, come istruzione e alimentazione, accedendo a varie banche dati, come quella della Banca Mondiale (<http://databank.worldbank.org>).

campagne».⁶⁴ Considerazioni che possono essere indotte anche da esperienze dirette, dato che lui stesso aveva sperimentato la fame nei campi di prigionia inglesi in India.

Relativamente agli altri fattori, poi, commenta:

Si può osservare, fra l'altro, che ove maggiore è la densità della popolazione agricola minori sono le attività secondarie e quelle terziarie, e che per queste ultime, a causa della prevalente economia di sussistenza di quei paesi, il commercio dei prodotti alimentari è limitato ai mercati locali. Fanno eccezione alcune zone ove si coltivano i cosiddetti prodotti agricoli industriali (...). Non appare (tuttavia), come per lo sviluppo demografico, alcuna correlazione fra la densità della popolazione e la sua razione alimentare.⁶⁵ (...) L'opinione abbastanza corrente che l'aumento della popolazione in una regione geografica sia una delle principali cause della sua scarsa alimentazione, sino alla sottanutrizione, si annulla dunque se la popolazione dedica sagace lavoro, da un lato ai settori delle ricerche in genere e delle applicazioni tecnologiche e, dall'altro, allo sviluppo e al miglioramento dei rapporti sociali e civili. Solo così è possibile accrescere la produzione e la distribuzione degli alimenti e conseguire la migliore utilizzazione delle risorse naturali.⁶⁶

Occorre qui fare alcune precisazioni, in particolare in relazione alle cause delle disuguaglianze e disparità esistenti a livello globale. A grandi linee possiamo dire che all'inizio del XIX secolo oltre l'80% della popolazione mondiale

⁶⁴ Il testo prosegue: «Qui, [ai tropici] sia nelle piccole aziende familiari a conduzione diretta sia nelle grandi aziende capitalistiche con mano d'opera salariata che lavora in genere a contratto, il lavoro è sempre ridotto: non oltre le 3-4 ore giornaliere nelle prime, non oltre le 2 ore nel piccolo appezzamento nelle seconde. In questo caso il lavoratore ne occuperà poi altre 1 o 2 nel piccolo appezzamento concessogli dalla stesa azienda per coltivare in proprio ortaggi, condimenti e parte delle granaglie, feculifere, civaie, necessarie al sostentamento della famiglia. Quasi altrettanto si verifica nelle aziende collettive o di stato di alcuni paesi ad economia pianificata della fascia intertropicale ove infatti nei periodi di raccolta, quando maggiore è il fabbisogno della manodopera, vengono mobilitate tutte le forze del paese».

⁶⁵ Il testo prosegue: «si passa infatti, ad esempio, dalla Russia con 240 milioni di abitanti, una densità di 11 persone/km² se riferita alla superficie totale e di 39 persone/km² se si considera la superficie agraria utilizzata e con una razione unitaria di 3.118 kcal/giorno, oppure dall'Europa, con 458 milioni di abitanti e una densità di 93 e di 190 persone/km², che ha una razione media di 3.027 kcal, all'Estremo Oriente, con una popolazione più che doppia (di poco oltre 1 miliardo di persone) ma con quasi eguali densità (rispettivamente 96 e 272 abitanti/km²) che ha invece una razione media di sole 2.031 kcal/giorno».

⁶⁶ Il testo prosegue con concetti che si ricollegano a quanto già espresso in precedenza: «Fra queste vanno ricordate il clima nei suoi vari fattori, in particolare la radiazione solare (calore e luce) e le precipitazioni; il terreno nei suoi vari aspetti (estensione, tipo, grado di fertilità, potenziale); gli organismi autotrofi ed eterotrofi che vivono sul terreno e nelle acque. Bisogna poi tenere presente, anche se il loro intervento appare indiretto, la giusta applicazione dei mezzi che l'industria mette a disposizione dell'agricoltura e degli allevamenti (fertilizzanti, antiparassitari, macchine per le operazioni da farsi in campagna e per la preparazione commerciale dei prodotti ricavati, ecc.) e la distribuzione dei prodotti stessi che viene favorita ed ampliata dallo sviluppo del complesso delle infrastrutture civili e sociali tendenti all'educazione e al miglioramento delle condizioni delle popolazioni prese nel loro insieme».

viveva in condizioni di estrema povertà; poi, sotto la spinta dello sviluppo tecnologico e sociale, nella seconda metà del secolo scorso si è avuta una sempre più netta distinzione tra paesi sviluppati e “in via di sviluppo”, dove i primi erano oltre 10 volte più ricchi dei secondi. In questi ultimi quarant'anni, i paesi poveri del sud-est asiatico hanno incrementato le proprie ricchezze e la disuguaglianza dei redditi mondiali si è ridotta. Apparentemente, quindi, i redditi dei cittadini più poveri del mondo sono aumentati e la povertà è diminuita, come mai era accaduto prima nella storia dell'uomo.⁶⁷

Sensibile alle problematiche emergenti, nel 1971 Rocchetti sollevò temi che saranno poi sviluppati nel corso degli anni successivi, acquisendo sempre maggiore rilevanza politica e sociale. Basti qui ricordare che la Conferenza sull'ambiente umano delle Nazioni Unite, che trattava delle problematiche sollevate dall'incremento demografico e del consumismo, si tenne nel 1972 e che da questa presero il via iniziative decisive per l'individuazione di adeguate politiche e strategie per lo sviluppo e la cooperazione internazionale. Negli stessi anni la commissione Chiesa e società del CEC (Consiglio ecumenico delle chiese) stava conducendo un'attenta riflessione sulle stesse tematiche, elaborando una prima definizione di “società sostenibile” (1974).

Nel 1980, l'Unione internazionale per la conservazione della natura (IUCN, fondata nel 1948), pubblicò *Strategie per la conservazione del mondo*, seguito nel 1982 dalla *Carta per la natura*, che richiamava l'attenzione sul declino dell'ecosistema globale. Successivamente, la Commissione mondiale delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo (Commissione Brundtland) fu impegnata per due anni nel tentativo di risolvere l'apparente conflitto fra tutela dell'ambiente e sviluppo, giungendo alla conclusione che la sostenibilità avrebbe richiesto un radicale cambiamento delle pratiche di gestione delle risorse.⁶⁸

Abituato a esprimere con equilibrio le proprie opinioni e a sostenerle con dati certi, Rocchetti invitava a riconsiderare sia l'approccio politico-gestionale che quello individuale. In considerazione delle risorse impiegate e della resa delle produzioni animali nei confronti di quelle vegetali, ad esempio, scriveva: «La produzione degli alimenti di origine animale richiede quindi, a parità di calorie, una superficie 15 volte maggiore di quella per gli alimenti vegetali; essa sarebbe pertanto da scartare se non intervenissero le note esigenze del nostro metabolismo che richiede una parte degli alimenti, in particolare quelli proteici, di origine animale».

Oggi, oltre a questi aspetti, viene messa sul piatto della bilancia ambientale anche l'enormemente maggiore quantità di anidride carbonica emessa in atmosfera, che contribuisce ad accelerare gli effetti nefasti dei gas serra sul clima.⁶⁹

⁶⁷ Il sito *Our World in Data* presenta alcuni dati su come la disparità di reddito sia cambiata e possa significativamente cambiare nel tempo, con analisi sui fattori che guidano la disuguaglianza dei redditi: cfr. *Global Economy Inequality*, in <https://ourworldindata.org/global-economic-inequality#maps-current-world-income-distribution> (accesso dell'ottobre 2018).

⁶⁸ Nel rapporto Brundtland, del 1987, è anche contenuta la prima definizione di sviluppo sostenibile.

⁶⁹ Recentemente, a livello globale si sta imponendo l'uso d'insetti per la produzione di proteine animali, ma in ogni caso scegliere prodotti alimentari di origine animale più sostenibili come il pollame o il pesce pescato con metodi ecologicamente corretti, riducendo il consumo

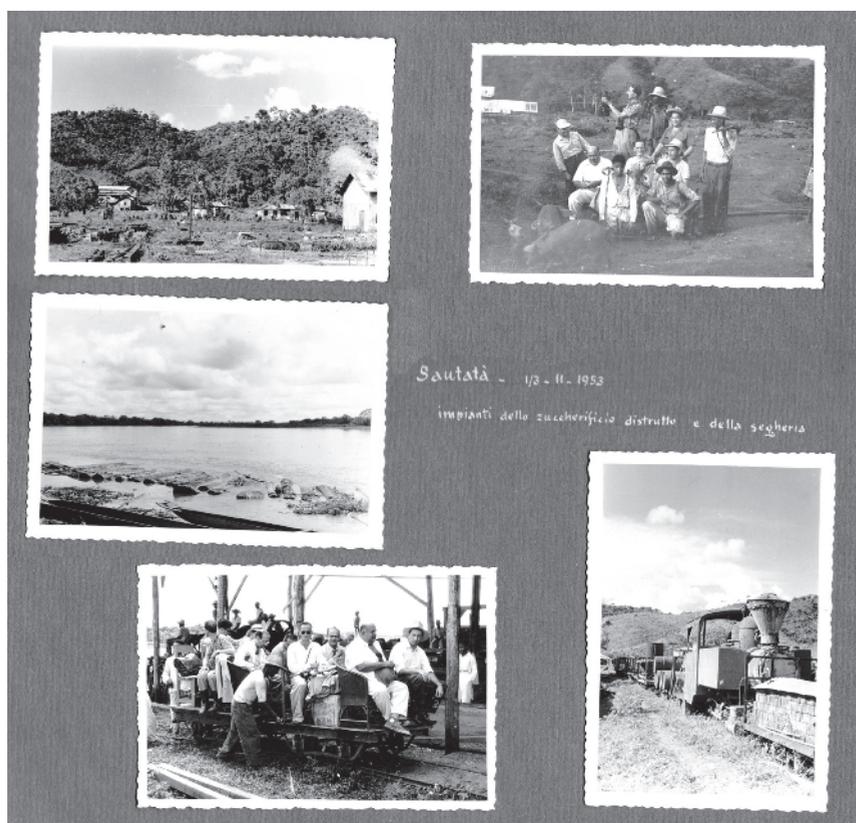
In relazione alla «dolorosa correlazione fra bassi livelli alimentari, basse rese delle produzioni agrarie, alte percentuali di popolazione rurale» delle nazioni più povere, invece, riteneva fosse «da attribuirsi più che altro all'isolamento, all'ignoranza e alla povertà delle singole famiglie che costituiscono le masse di questi paesi».

Abituato ad agire di persona, sul campo, aveva avuto occasione di osservare i deleteri effetti sulle comunità rurali di regimi iniqui, che mantengono in miseria molta parte della popolazione:

Spesso i loro sistemi sociali sono basati, nella realtà, ancora sulla ricchezza, la violenza, i tradizionali privilegi di pochi e sulle differenze di caste, sino a forme limite che si potrebbero avvicinare anche allo schiavismo; oppure gli stessi sistemi sociali mantengono un deciso carattere tribale, il che significa aiuto completo fra "fratelli" nell'interno della stessa tribù ma anche, nello stesso tempo, aspre lotte fra tribù e tribù per il predominio dell'una sull'altra. In questi casi le lotte potrebbero trovare una giustificazione se, al fine di sopravvivere, mirassero solo al possesso di una determinata area pascolativa o di un certo numero di pozzi se si tratta di pastori, oppure di campi fertili da coltivare nel caso di tribù agricole, seminomadi o sedentarie che siano. Quando le attività della vita spingono alle lotte di conquista invece che a intensificare le attività di lavoro produttivo e di commercio, si ha il prevalere dello spirito del predatore che vuole sopperire alle sue esigenze con i beni del vicino, su quello del lavoratore che invece cerca di risolvere i suoi problemi guidato dalla propria intelligenza creativa. Spostando il discorso a livello mondiale, l'umanità deve seguire, per forza di cose, la seconda via e, nell'attuale grado di cognizioni scientifiche e di applicazioni tecniche sta agendo da tempo lungo questa direttrice. Essa è in un certo senso favorita dal fatto che i terreni agrari, ossia una fra le risorse naturali limitate ma indispensabili per la produzione degli alimenti, sono utilizzati per meno della metà delle loro superfici e, per lo più, in maniera spesso imperfetta. Le produzioni agrarie unitarie, pur essendo aumentate nel corso del tempo per merito dell'uomo, sono nella grande media, come già detto, di gran lunga inferiori a quelle possibili a causa dello scarso impiego dei mezzi che l'uomo stesso ha creato a completamento diretto ed indiretto del terreno e, nello stesso tempo, a migliore valorizzazione del suo lavoro. Il contributo che le regioni intertropicali possono apportare per il miglioramento dei livelli alimentari locali e di quello medio mondiale è, come già visto, notevole, ma le tecniche agronomiche moderne, dall'aridocoltura all'irrigazione, dagli allevamenti integranti il ciclo produttivo colturale alla semplice pastorizia, coadiuvate da una buona motorizzazione e meccanizzazione dei lavori di campagna, dei trasporti e delle operazioni per la conservazione e l'attuale prima trasformazione dei prodotti (anche senza considerare alcune tecniche ancora troppo sofisticate, possibili oggi solo in poche zone del mondo) e sempre che siano assistite dall'inizio da sicuri e adeguati finanziamenti, assicurano esiti altamente positivi solo se effettuati in ambienti antropicamente buoni. Pertanto, nella valorizzazione di quelle regioni, naturalmente laddove le condizioni ambientali lo consentano, in particolare quelle sanitarie, pedologiche e idriche, si deve agire in primo luogo sugli uomini che dovranno operare quelle trasformazioni.

di carni rosse, rappresenta un passo significativo verso un'alimentazione a minore impatto ambientale.

Sulla falsariga di quel lavoro, concludiamo in modo coerente con quelle che furono le convinzioni espresse dal professore in varie occasioni e che sostenevano il suo agire professionale. Come abbiamo rilevato anche in alcuni passaggi precedenti, in testi di natura didattica o divulgativa Giuseppe Rocchetti deviava talvolta dall'ambito prettamente scientifico, per entrare con decisione nella sfera immateriale delle motivazioni e convinzioni personali e collettive, viste come necessario complemento al corretto agire dell'uomo. In estrema sintesi, egli riassume così il suo pensiero in relazione ai temi fin qui trattati: «L'obiettivo materiale che l'umanità si prefigge di una completa alimentazione e di consoni condizioni civili e sociali per tutti, può conseguirsi e mantenersi seguendo le norme che la scienza e la tecnica consigliano nei diversi settori in cui opera l'uomo (alla base di essi è quello delle produzioni primarie agrarie e il contributo delle regioni tropicali a quest'ultimo può e dovrà essere di notevole valore), ma occorre che il benessere non faccia dimenticare lo spirito e la fede, i veri animatori della nostra esistenza terrena».⁷⁰



⁷⁰ ROCCHETTI «La valorizzazione dei terreni tropicali per il miglioramento del livello alimentare nel mondo», p. 412.