

GIOVANNI ALIOTTA

ACQUA E BIOSFERA

1. *Acqua e origine della vita*

L'acqua e la biosfera (la parte del globo terrestre abitata da esseri viventi), sono indissolubilmente legate fin dalle origini della vita sulla Terra. Sebbene la vita non ha lasciato nessun indizio sul sito della sua nascita, possiamo cercare di dedurre alcune delle proprietà fisico-chimiche della 'culla della vita' dalle presunte esigenze del primitivo metabolismo e dal bisogno di racchiudersi all'interno di una membrana dei primi organismi. Gli scienziati concordano che un luogo appropriato per la nascita della vita potrebbero essere state le sorgenti idrotermali del mare profondo. Scoperte negli anni 70 del secolo scorso, sono create da fratture nel mondo oceanico, e rigettano fuori l'acqua discesa in profondità attraverso di esse, sotto forma di getti scuri e sotto pressione, surriscaldati e solforosi, che danno origine alle cosiddette «fumarole nere». Queste notevoli formazioni, che ospitano una bizzarra collezione di microrganismi e persino di animali, sono state oggetto di molte congetture come potenziali 'culle per la vita'. Uno speciale significato è stato attribuito alla possibilità che il calore potesse favorire la formazione di sostanze complesse e necessarie per la vita, che sarebbero state successivamente stabilizzate da un rapido raffreddamento. L'origine della vita, sulla quale esiste oggi una vasta letteratura, resta uno dei maggiori misteri della natura, anche se non è certamente vero, come hanno affermato alcuni scienziati, che non siamo più vicini alla soluzione di questo problema di quanto lo fossero gli antichi greci¹². Nella Grecia classica, la scienza come noi la conosciamo era poco considerata all'interno dell'Accademia. Il fatto che l'esperienza quotidiana contraddicesse alcune loro affermazioni non turbava i filosofi, perché essi non ritenevano l'esperienza pratica all'altezza del pensiero razionale. Non è un caso che

1 C. De Duve, *Alle Origini della Vita*, Milano, 2008.

2 E. O. Wilson, *Biodiversity*, Washington. D.C. (USA), 1988.

il contributo della cultura greca classica al pensiero scientifico moderno sia stato importante in aree di pensiero astratto come la geometria e la meccanica, e molto meno in quelle relative alla natura della materia³.

Negli ultimi decenni, ricerche fondamentali sulle origini della vita sono state condotte da Christian de Duve, citologo e biochimico belga. Premio Nobel per la medicina ne 1974 insieme ad Albert Claude e a George Palade, per le loro scoperte concernenti l'organizzazione strutturale e funzionale della cellula. Secondo de Duve, l'evoluzione della vita sulla Terra è ormai un fatto ben accertato; l'imponente documentazione di cui disponiamo ha permesso di ricostruire un albero genealogico di massima che partendo dagli organismi esistenti – i rami superiori dell'albero della vita – scende verso le lontane radici, al di là degli invertebrati, in direzione dell'ultimo progenitore universale comune chiamato con l'acronimo LUCA (Last Universal Common Ancestor), che sarebbe vissuto circa 4 miliardi di anni fa. Tutti gli organismi viventi sulla Terra sono monofiletici, ossia ogni specie, batterica, vegetale o animale deriva da un singolo organismo capostipite. Il fatto che tutti gli esseri viventi abbiano uno stesso codice genetico e funzionino secondo le stesse leggi della chimica, determina un certo numero di singolarità, ognuna delle quali potrebbe essere spiegata da diverse ragioni: la necessità deterministica, vari "colli di bottigli o strettoie che impongono limiti all'evoluzione, uno straordinario colpo di fortuna e un disegno intelligente.

Tutte queste singolarità richiedono una spiegazione che possa rivelare fatti importanti concernenti la natura della vita, la sua origine e la sua evoluzione. Essa può anche contribuire a guidare le nostre esplorazioni nella ricerca di segni di vita altrove nella nostra galassia o fuori di essa⁴.

È da precisare che la biosfera comprende la superficie terrestre, le acque, l'atmosfera fino a qualche migliaio di metri d'altezza ed il suolo fino a qualche decina di metri di profondità. Il pericolo e la sfida che oggi l'umanità deve affrontare è che i principali problemi ambientali, quali la crescita demografica, l'eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e l'inquinamento, sono fra loro collegati e, fatto ancora più grave, crescono in maniera esponenziale. Pertanto, la tutela del capitale naturale, costituito da acqua, aria, suolo e biodiversità, è diventata il punto di maggiore costrizione per il progresso dell'umanità.

3 B. Russel, *Storia della Filosofia Occidentale* Vol.1, Milano, 1974.

4 C. De Duve, *Vital Dust*, New York, 1995.

2. Storia naturale e scientifica dell'acqua

Nelle filosofie antiche, le trasformazioni della materia erano considerate come cambiamento di stato, non di composizione. Talete (VII-VI sec a.C.) affermò che tutta la realtà derivava da una sola sostanza elementare: l'acqua. Oggi noi sappiamo che se congeliamo dell'acqua, la sostanza dura che ne deriva è sempre acqua allo stato solido (ghiaccio) invece che liquido. Per gli antichi greci e i loro successori, il ghiaccio non era nella sua essenza lo stesso materiale dell'acqua liquida, ma una sostanza con le caratteristiche della terra e del metallo, ossia durezza e solidità. Anassimene (VI sec. a.C.) riteneva che l'elemento primigenio fosse l'aria, mentre Eraclito (V-IV sec. a.C.) credeva che fosse il fuoco e fu famoso principalmente per la sua dottrina secondo cui tutto scorre. Invece, Empedocle (V sec. a.C.) suggerì un compromesso diplomatico, accettando quattro elementi: la terra, l'aria, il fuoco e l'acqua. La loro mescolanza e combinazione erano attribuite a due forze cosmiche: amore e odio. Dobbiamo ad Empedocle anche un altro aspetto del significato dell'acqua nella storia della natura. Egli dimostrò che la si poteva usare come cronometro primitivo, una *Klepsidra*, o orologio ad acqua. Si trattava di un recipiente a forma di cono, forato alla base e all'apice, che affondava lentamente man mano che si riempiva d'acqua. Il tempo impiegato dal recipiente per affondare era sempre lo stesso, e in questo modo esso forniva un'unità di tempo. Attraverso l'azione dell'acqua i giorni – che prima avevano una durata per così dire, elastica – si potevano ora suddividere in frazioni di uguale durata⁵.

Plinio il Vecchio (23-79 d. C.) nella *Naturalis Historia* riporta: «Che può esservi di più meraviglioso delle acque che stanno nel cielo? Cadendo, esse sono ancora causa di tutte le cose che dalla terra nascono – meraviglioso potere di natura – se si pensa che affinché il grano nasca e vivano alberi e piante, le acque migrano in cielo e di lì riportano alle erbe il soffio vitale». «Le acque zampillano generose e dappertutto in mille terre, qui fredde, altrove calde (...) Promettendo soccorso ai malanni e sgorgando solo per gli uomini, fra tutti gli animali, accrescono il numero degli dèi, con vari nomi e fondano città, come Pozzuoli in Campania, Stazielle in Liguria, Aix nella provincia Narbonese; in nessun luogo tuttavia più abbondanti che nel golfo di Baia, né con più varietà terapeutiche: alcune per virtù dello zolfo, altre dell'allume, altre del sale, altre del nitro, altre del bitume, alcune ancora per la loro composizione mista, salata o acida, altre giovano soltanto col loro calore, e hanno potere tale da scaldare i bagni e far bollire anche

5 B. Russel, *op. cit.*, p. 75.

l'acqua fredda delle vasche. Le acque che in quel di Baia sono chiamate posidiane, dal nome del liberto dell'imperatore Claudio, cuociono perfino le vivande. Quelle che furono di Licinio Crasso emettono vapore in mezzo al mare e proprio in mezzo ai flutti emerge qualcosa di utile alla salute. Secondo il tipo sono utili per i tendini, i piedi o le anche, altre per lussazioni o fratture; liberano l'intestino, guariscono le piaghe, curano specificamente il capo e le orecchie e, quelle di Cicerone, gli occhi. È opportuno raccontare la storia. Venendo dal lago Averno a Pozzuoli si vede una villa costruita sulla spiaggia, famosa per il portico e il boschetto. Cicerone la chiamava 'Accademia', sull'esempio ateniese; lì compose i libri che ripotano quel titolo, e in essa si costruì dei monumenti, come se non bastassero quelli che si era fatto nel mondo intero»⁶. Il medico fiammingo Jean-Baptiste van Helmont (1574-1644), autore dell'*Ortus medicinae* una delle più diffuse pubblicazioni scientifiche del Seicento, condusse una delle prime misure quantitative di un processo biologico. Fece crescere un salice in una quantità di terreno pesata, e dimostrò che, dopo cinque anni, periodo di tempo durante il quale aveva aggiunto soltanto acqua, l'albero era aumentato di 71,44 Kg, mentre il terreno aveva perduto soltanto 56 grammi. Da questo dedusse, in modo errato, che l'albero trasformava l'acqua nella propria sostanza. Purtroppo Helmont non prese in considerazione che l'aria era in continuo contatto con l'albero e che esso utilizzava non solo l'acqua, ma anche l'anidride carbonica dell'aria per effettuare la fotosintesi, ovvero il processo che produce carboidrati e ossigeno, rendendo possibile la vita sulla Terra. Ironicamente, il termine gas fu coniato nel 1624 dallo stesso Helmont che studiò i vapori e gli parve chiaro che alcuni di essi avevano proprietà talmente diverse dagli altri e dalla normale aria, da rappresentare sostanze diverse. Proprio come c'erano liquidi e solidi diversi, così c'erano arie diverse. Il nostro scienziato cercava un termine da utilizzare in generale per queste arie. Pertanto, le chiamò caos, scrivendo il termine secondo la sua pronuncia fiamminga, così che ne risultò gas. Il termine non ebbe una diffusione immediata, ma con il passar del tempo acquistò parità con liquido e solido, nella rappresentazione dei tre normali stati della materia. Inoltre è da sottolineare che Helmont studiò il gas prodotto, bruciando il legno e lo chiamò *gas sylvestre*, ma noi oggi lo conosciamo come anidride carbonica o gas serra perché, come il vetro di una serra filtra i raggi del sole, ma trattiene una percentuale delle radiazioni caloriche, determinando un riscaldamento della bassa atmosfera (troposfera). Nel 1766, il chimico inglese Henry Cavendish (1731-1810) nel suo laboratorio privato di Londra,

6 Plinio, *Naturalis Historia Liber XXXI*; 2-7, Torino, 1984.

scoprì un'aria infiammabile, facendo reagire alcuni metalli con un acido. In seguito, provocò esplosioni accendendo miscele di aria infiammabile con l'aria atmosferica e notò che il liquido che si condensava da tali esplosioni era semplice acqua. In questo modo, Cavendish venne a confermare che l'acqua non era un elemento, in quanto era possibile ottenerla da altri ingredienti fondamentali (ossia l'aria infiammabile che chiamò idrogeno –generatore di acqua- e qualche altro componente presente nell'aria). Nel 1771, un altro chimico inglese Joseph Priestley (1733-1804), scoprì che sotto una campana di vetro – una pianta di menta – liberava una sostanza non identificata, che annullava l'effetto tossico dell'anidride carbonica (il gas di Van Helmont), provocato da una candela accesa. Pertanto, la Royal Academic Society gli conferì una medaglia, con la seguente dedica: «Per aver dimostrato che nessuna pianta cresce invano, ma ripulisce e purifica l'aria». Oggi possiamo spiegare gli esperimenti di Priestley, dicendo che le piante assumono acqua e l'anidride carbonica prodotta dalle combustioni e dalla respirazione animale, e, grazie alla luce, producono sostanze ricche di energia (es. zuccheri), liberando ossigeno. Invece, gli animali utilizzano il cibo e l'ossigeno prodotto dalle piante. Invero, fu il francese Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), vittima della rivoluzione francese e fondatore della chimica moderna a coniare il termine ossigeno (generatore di acidi) per la sostanza non identificata da Priestley. Inoltre, la fotosintesi rappresenta il legame vitale fra il mondo fisico e quello biologico, o come disse poeticamente il premio Nobel per la medicina Albert Szent Gyorgyi (1893-1986): «Ciò che guida la vita è una piccola corrente elettrica, alimentata dalla luce del sole». Infatti, quando un fotone colpisce una molecola di clorofilla, un suo elettrone viene spinto su un orbitale a livello energetico superiore e poi trasferito ad una molecola trasportatrice, dando inizio ad un flusso di elettroni. Il processo attraverso cui parte dell'energia acquisita dall'elettrone, quando esso ritorna al livello energetico iniziale, è convertita in energia chimica (zuccheri), è noto come fotosintesi. Solo le piante, le alghe e pochi batteri possiedono la clorofilla, che rende possibile questa conversione di energia⁷.

3. *Le speciali proprietà chimico-fisiche dell'acqua e la loro importanza*

«Viviamo su un pianeta d'acqua. Dallo spazio, ciò che lo distingue dagli altri pianeti è il blu dell'acqua e il bianco delle nuvole cariche di umidità.

7 P. H. Raven, *Biologia delle Piante*, Bologna, 1994.

I colori verde della Terra non sarebbero possibili senza l'acqua ed i suoi colori marroni ci mostrano che le aree più aride non possono sostenere la vegetazione. Il 71% circa della superficie terrestre è ricoperta da un prezioso strato di acqua per lo più salata. Gli organismi terrestri sono formati principalmente di questo liquido per il 60-65%. L'acqua è una risorsa vitale per l'agricoltura, l'industria, i trasporti e per molte altre attività umane. L'acqua ha anche un ruolo chiave nel modellare la superficie terrestre, nel moderare il clima e nel diluire le sostanze inquinanti». L'acqua è H_2O , l'unica formula chimica nota a chiunque: due atomi di idrogeno uniti a uno di ossigeno. Questa loro unione dà luogo a una molecola: un raggruppamento di atomi.(...). L'acqua è talmente fondamentale per il nostro pianeta che per millenni l'abbiamo erroneamente considerata un *elemento*, ossia qualcosa di indivisibile. L'idrogeno e l'ossigeno sono davvero elementi, perché entrambi contengono un solo tipo di atomo. L'acqua è un liquido anomalo con molte proprietà peculiari, grazie a uno speciale legame (ponte d'idrogeno) tra le sue molecole. Il suo punto di ebollizione a $100^{\circ}C$ ed il basso punto di congelamento a $0^{\circ}C$, fanno sì che essa si trovi allo stato liquido nella maggior parte dei climi del nostro pianeta. A differenza di altri liquidi, che congelando diminuiscono di volume, l'acqua quando viene portata a $4^{\circ}C$ si espande e diventa ghiaccio, che avendo una densità più bassa dell'acqua vi galleggia sopra, per cui tutti i corpi idrici (es. mare, fiumi, laghi ecc.) congelano dall'alto verso il basso. Se non fosse così questi ambienti diventerebbero solidi e gran parte delle attuali forme di vita non esisterebbero perché il congelamento distruggerebbe le cellule, provocando la morte degli organismi»⁸.

Di sicuro l'omeopatia rappresenta una delle sfide più audaci e controverse alla nostra comprensione di che cosa sia l'acqua e di che cosa essa possa fare nel campo medico. Negli ultimi anni, sono stati compiuti alcuni sforzi modesti per condurre indagini autenticamente scientifiche sulle medicine alternative, in particolare ai National Institutes of Health degli Stati Uniti. Il fatto che tali sforzi abbiano fatto montare su tutte le furie alcuni settori dell'establishment scientifico opinabile. Non ci dovrebbe essere rammarico per il fatto che la medicina dedichi una minuscola parte delle sue risorse allo studio di trattamenti che, pur sembrando privi di chiare basi scientifiche, sono comunemente usati da un enorme numero di persone. Secondo il chimico inglese Philip Ball, la medicina sarebbe terribilmente miope se cercasse di ignorare un'industria cospicua come l'omeopatia. Alcuni omeopati sostengono che non valga nemmeno la pena di cercare una spiegazio-

8 P. Ball, *H₂O. Una biografia dell'acqua*, Milano, 2010.

ne scientifica dell'efficacia delle loro cure, piuttosto, lo scopo principale è per loro dimostrare che esse funzionano, il che è un atteggiamento lodevolmente realistico. Anthony Campbell, consulente del Royal London Homeopathic Hospital, dice: «La teoria molecolare moderna è troppo ben fondata per poter essere rovesciata facilmente, e non c'è alcun dubbio che i farmaci omeopatici, al di là della dodicesima diluizione centesimale, non possono contenere altro che acqua. Perciò, se essi hanno davvero un effetto misurabile, dobbiamo concludere che, in qualche modo inspiegabile, la sostanza che contenevano in origine abbia, per così dire, lasciato un'impronta di sé nell'acqua (...) Purtroppo, è molto difficile immaginare come l'acqua possa conservare le tracce della sostanza originale nel modo suggerito. Teorie di questo genere sono state proposte, ma dipendono da idee sulla natura e sulla struttura dell'acqua che non sono universalmente accettate dai fisici.

4. I problemi della risorsa acqua e le implicazioni morali

Garret Hardin (1915-2003), professore di ecologia umana all'università della California a Santa Barbara, ha fornito importanti contributi alla discussione di difficili problematiche bioetiche. Egli indusse la gente a interessarsi profondamente ai problemi ambientali e alle loro possibili soluzioni, talvolta con posizioni impopolari. È noto per il suo articolo: 'La tragedia dei beni comuni' pubblicato su *Science*, che ha avuto un notevole impatto sia sulle discipline economiche che sulla gestione delle risorse potenzialmente rinnovabili. Secondo Hardin, la tragedia dei beni comuni si presenta nel problema dell'inquinamento in modo invertito. Infatti, non è questione di sottrarre qualcosa alla gestione comune, ma di immetterlo come nel caso degli scarichi fognari, chimici, radioattivi e termici nelle acque e dei fumi dannosi e pericolosi nell'aria. L'uomo razionale scopre che il costo determinato dai rifiuti inquinanti che scarica nei terreni comuni è inferiore al costo che gli comporterebbe il depurare quei rifiuti prima di scaricarli. Dal momento che questo vale per tutti, siamo destinati a danneggiare il nostro stesso "nido" fintanto che continuiamo a comportarci come liberi imprenditori indipendenti e razionali. Difatti, l'aria e l'acqua che ci circondano non possono essere recintate, per cui la tragedia dei beni comuni trattati come un pozzo nero deve essere impedita con mezzi differenti. Occorrono leggi coercitive o sistemi di tassazione che rendano più economico per gli inquinatori il depurare i propri inquinanti piuttosto che scaricarli così come sono. In realtà, il nostro particolare concetto di proprietà privata, che ci induce a considerare inesauribili le risorse della Terra,

favorisce l'inquinamento. Infatti, il proprietario di una fabbrica posta sulla riva di un torrente trova spesso difficile comprendere le ragioni per le quali non è un diritto naturale intorbidire le acque che fluiscono oltre i confini della sua proprietà. La legge, sempre indietro rispetto ai tempi, richiede i giusti adattamenti a questi nuovi aspetti della questione delle proprietà comuni. Il problema dell'inquinamento è soprattutto legato alla crescita della popolazione. Sebbene nessuna popolazione possa mantenere una crescita esponenziale per un periodo di tempo prolungato, poiché le limitate risorse ambientali provocano l'abbassamento dei tassi di natalità, mentre aumentano quelli di mortalità, il modo più semplice per dimostrare i limiti imposti dall'ambiente è di assumere che esso possa sopportare soltanto un certo numero di individui di una data specie. Questo numero viene definito 'capacità portante' dell'ambiente ed è determinato dalla disponibilità delle risorse e dalla eventuale presenza di malattie, predatori e, in alcuni casi, interazioni sociali. Forse il sunto più semplice di questa analisi dei problemi dovuti all'incremento della popolazione è il seguente: la proprietà comune, se è giustificabile, lo è solo in condizioni di bassa densità di popolazione. Quando la popolazione umana è cresciuta, in un modo o nell'altro si è dovuta abbandonare la pratica della proprietà comune. Dapprima abbiamo abbandonato l'idea della proprietà comune per la raccolta del cibo, recintando i terreni agricoli e sottoponendo a vincoli i pascoli e le zone per la caccia e la pesca. Queste restrizioni non sono ancora complete ovunque. Successivamente, ci siamo accorti che deve essere abbandonata anche l'idea della proprietà comune intesa come luogo nel quale smaltire i rifiuti. Le restrizioni sullo smaltimento dei rifiuti domestici sono ampiamente accettate nel mondo occidentale; sebbene stiamo ancora lottando per limitare l'inquinamento che deriva dalle automobili, dalle industrie, dall'uso degli insetticidi, dalle operazioni di fertilizzazione e dalle centrali atomiche. Ogni nuova recinzione della proprietà comune implica la violazione della libertà personale di qualcuno. L'aspetto più importante della necessità che dobbiamo affrontare oggi è quella di abbandonare l'idea dei beni comuni nel campo della procreazione. Non esistono soluzioni tecniche che possano salvarci dalla miseria della sovrappopolazione. Il solo modo per preservare e promuovere altre e più preziose libertà è rinunciare alla libertà riproduttiva. «La libertà è il riconoscimento della necessità. Spetta all'educazione e all'istruzione rivelare a tutti la necessità di abbandonare la libertà riproduttiva. Solo così possiamo porre fine a questo aspetto della tragedia dei beni comuni »⁹.

9 G. Hardin, *The tragedy of the Commons*, in *Science*, 1968. Vol. 162, pp. 1243-1248.

Quando il vecchio marinaio di Coleridge diceva 'Acqua, acqua dappertutto, ma non una goccia da bere' dava una buona idea della situazione esistente sul pianeta. Quella sua goccia da bere non è che un centesimo dell'1% delle acque del mondo: come dire una goccia per ogni secchio. Sulla Terra la percentuale di acqua dolce è circa il 3,5%, ma la maggior parte di essa è immobilizzata nelle calotte polari e nei ghiacciai delle montagne. Poiché l'acqua del mare è corrosiva e tossica per gli animali e le piante che vivono sulle terre emerse, quasi tutta l'acqua che usiamo va attinta da quel prezioso centesimo dell'1%. A differenza di molte altre risorse naturali, però l'acqua è rinnovabile, in quanto viene continuamente reintegrata dal ciclo idrologico. Ogni giorno, più di trecento trilioni di litri di acqua vengono riciclati dal mare alla terra. Dal 1950 il tasso globale del prelievo di acqua è aumentato di quasi cinque volte e il consumo pro-capite è triplicato, soprattutto per venire incontro ai bisogni di cibo e di altre risorse da parte della popolazione mondiale in crescita. Si pensa che nei prossimi venti anni i tassi di prelievo dell'acqua raddoppieranno. Gli usi dell'acqua prelevata variano da una regione all'altra e da un paese all'altro¹⁰. L'acqua sarà nei prossimi anni la patata bollente della politica estera di tutti i paesi che hanno problemi di approvvigionamento. Circa 150 dei 214 maggiori fiumi del pianeta sono in comune a due nazioni ed altri 50 si trovano ad attraversarne dalle tre alle dieci. Tutti questi fiumi sono una potenziale polveriera per la geopolitica del mondo, ed il 40% della popolazione mondiale, dislocata soprattutto nel Medio Oriente, si trova già ad affrontare crisi, se non guerre, per l'acqua. Le discussioni tra Etiopia, Sudan ed Egitto per l'accesso all'acqua del bacino del Nilo stanno rapidamente crescendo. L'Etiopia che controlla l'80% del flusso delle acque di questo grande fiume, progetta di deviarle e lo stesso sta facendo il Sudan. Ciò potrebbe ridurre notevolmente la disponibilità di acque per l'Egitto, paese con un territorio prevalentemente desertico, ad eccezione della sottile striscia di terreno fertile e coltivabile posta proprio lungo il Nilo e del suo delta. Una feroce competizione per l'acqua esiste anche fra Giordania, Siria e Israele che ne ricevano in gran parte dal fiume Giordano. Israele utilizza l'acqua in maniera più efficiente di qualsiasi altro paese al mondo, ma sta utilizzando da anni il massimo delle sue potenziali forniture di acqua dolce e si prevede che a breve esse diminuiranno del 30%. L'acqua gioca un ruolo importante anche nel conflitto sui territori occupati da Israele nel bacino orientale; sotto le colline di quest'area vi è infatti una fonte d'acqua di importanza strategica, il cui controllo venne assunto da Israele dopo la

10 P. Ball, *op cit.*

guerra dei sei giorni del 1967. Infine, stanno salendo di tono le dispute per l'acqua lungo il fiume Mekong, che scorre attraverso la Thailandia, la Cambogia, il Laos ed il Vietnam. Il Bangladesh ha il timore che l'India costruisca dighe sul Gange, diminuendo il flusso dell'acqua. Stanno aumentando anche i problemi fra le città e gli agricoltori in aree vaste e importanti come quelle degli Stati Uniti occidentali e della Cina. Entro la metà del secolo la popolazione passerà dai sette miliardi attuali a 9 miliardi. Già oggi 1,2 miliardi di persone non hanno disponibilità di acqua potabile, mentre 2,2 miliardi vivono senza un sistema di fognature e due terzi delle abitazioni mondiali non hanno acqua corrente. Poiché l'acqua per usi domestici è sempre più scarsa, l'accesso alle risorse di questo bene prezioso diventerà una questione politica ed economica cruciale¹¹.

11 G. T. Miller, *Ambiente Risorse e Sostenibilità*, Padova, 1997.