

Scienza e modelli di sviluppo

Elisabetta Donini

Il titolo che mi è stato proposto - e che ho accettato, pur essendo consapevole dei rischi cui mi esponevo, sia sul piano dei contenuti sia su quello degli assetti relazionali - evoca questioni di tale ampiezza e complessità che sento innanzi tutto il bisogno di cautelarmi ponendo qualche confine. Il primo attiene alla prospettiva da cui scelgo di collocarmi: mi riprometto infatti di segnalare quelli che a me paiono i principali problemi sollevando degli interrogativi e cercando su di questi un dialogo e un confronto, assai più che enunciando risposte per me certe. Un secondo limite concerne invece la inevitabile parzialità da cui mi sento segnata in base alla mia formazione culturale: da fisica, nel corso degli anni ho cercato di ragionare sui nessi tra genere, scienza, processi sociali, economici, culturali che possono essere analizzati nel campo della meccanica classica e quantistica oppure della termodinamica. Non sono però questi, io credo, i settori oggi decisivi nelle scienze né quelli da cui più profondamente dipendono gli orientamenti socioeconomici in tema di sviluppo; è piuttosto tutto l'ambito delle tecnoscienze che intervengono sulla materia vivente quello che oggi è maggiormente implicato nel modello vincente su cui si reggono le fortune dei paesi cosiddetti avanzati. Le domande e le riflessioni che proporrò si riferiranno perciò a casi del passato più che del presente, pur se cercherò di trarne spunti per uno sguardo critico sulla realtà attuale.

Questioni oggettive o soggettività da esplorare?

È questa la prima domanda che mi pongo. In un convegno su "Donne, scienza e potere" non mi è infatti chiaro a priori come ciascuna per parte sua e noi tutte insieme nel corso dell'incontro intendiamo discutere: è la questione di quanto spazio abbiano le donne nella scienza e nella tecnologia che ci interessa come un tema di rilevanza oggettiva? Oppure ci preme confrontarci sulle modalità soggettive con cui noi stesse guardiamo al problema? E, in questo secondo caso, c'è un "noi" condiviso, cui possiamo richiamarci e cui la seconda parte del titolo del convegno ("Oseremo disturbare l'universo?") sembra alludere, quando suggerisce la possibilità di un progetto che ci accomuni?

La polarizzazione oggettivo/soggettivo è certo schematica ed anzi immagino che a ciascuna di noi i due ambiti appaiano intrecciati in un insieme di sollecitazioni che comunque ci riguardano e in vario modo ci appassionano. Mi sembra tuttavia una scansione utile, perché mi aiuta a mettere in evidenza che proprio per il diverso peso che ciascuna attribuisce all'una o all'altra dimensione, ben difficilmente possiamo presupporre un "noi" rispetto alle motivazioni ed alle intenzioni per cui ci troviamo insieme a ragionare di donne e scienza ma anche come 'donne di scienza'.

Dalle più anziane - o almeno da alcune - potrebbe forse essere condivisa una auto-definizione come femministe, ma non credo che questa risuoni con il vissuto e con le sensibilità più diffuse tra le giovani: il fatto stesso di essere cresciute in un mondo in cui già si erano incisi gli effetti del movimento delle donne le ha rese diverse dalla generazione precedente e per molti aspetti ha dato loro un respiro più disinvolto, una maggiore serenità e fiducia in se stesse, un più convinto senso di libertà nella scelta dei propri percorsi di studio e di ricerca.

Per quanto riguarda il rapporto con la scienza e la tecnologia - e soprattutto le implicazioni di queste ultime nei processi che plasmano i modelli di sviluppo - deriva di qui una differenza che a me sembra cruciale ed attorno alla quale da anni mi pare di avvertire uno dei massimi insuccessi del percorso tentato negli anni Settanta e Ottanta del Novecento. Allora, infatti, la denuncia delle disparità tra donne e uomini in ogni ambito dell'agire sociale, incluso quello scientifico e tecnologico, si alimentava della convinzione profonda che vanno modificate le strutture portanti, le finalità, i criteri di valore, i contenuti e i modi dell'operare perché le donne possano partecipare non soltanto in maggiore numero, ma in modo tale da esprimere orientamenti conoscitivi, teorici, pratici ed etici differenti. Oggi, invece, questa tensione al cambiamento radicale si è molto appannata ed è prevalsa la spinta ad affermare il diritto alla parità negli accessi e nello sviluppo delle carriere: pari opportunità nel mondo dato (anzi 'fatto', ma fatto da millenni di patriarcato), piuttosto che modifica di quel mondo per cercare di rifarlo "a misura di donna", "a partire da sé", giusto per richiamare alcune delle parole chiave che compendiarono le istanze originarie del neofemminismo.

La critica femminista della scienza è ancora attuale?

Nel corso degli ultimi quindici anni l'incisività della tensione a mettere in discussione i fondamenti della scienza si è molto offuscata, sia perché tra le stesse donne che sono entrate sempre più numerose nella ricerca scientifica gli interrogativi originali sollevati dalla critica femminista non paiono destare grande interesse sia perché intanto sono invece diventati più incalzanti altri modi di misurarsi con il rapporto tra scienza, potere e modelli di sviluppo, non riducibili a quelli di cui si era nutrito il femminismo nei paesi occidentali. Rilevati tali ripiegamenti e tali scarti, non credo però di dovermi rassegnare ad una storia narrata dalla parte dei vincitori né ad accettare che se ciò è accaduto, non poteva che essere così e che se è stato necessario, non poteva che essere anche giusto. Resto invece convinta che le alternative che volta per volta si delineano non cessano di avere senso per il solo fatto che non riescano subito ad affermarsi: ripensate e riplasmate in un contesto diverso possono anzi recuperare nuova efficacia.

È in questa luce che mi sembra ragionevole continuare ad interrogarmi sulle potenzialità e sui limiti di certe strade che sono state aperte nel recente passato. Ruth Bleier, Evelyn Fox Keller, Carolyn Merchant, il Brighton Women & Science Group,

Hilary Rose, Joan Rothschild, Anne Fausto-Sterling, Lynda Birke, Sandra Harding, Donna J. Haraway, Londa Schiebinger¹...: una ventina di anni or sono ci fu un fiorire di lavori di scavo nelle strutture di genere quali da un lato si sono impresse sin dal '600 nella nascita e poi negli sviluppi della scienza moderna e dei suoi legami fondanti con la tecnica e quali dall'altro lato pervadono tuttora le forme socialmente riconosciute come sapere (e saper fare) scientifico e tecnologico. Lo snodo decisivo fu allora – e per me resta ancora – la messa in questione dell'oggettività e universalità ascritte alla scienza come connotati distintivi rispetto ad ogni altra forma di conoscenza; il rovesciamento radicale che scaturì dalla critica femminista², fu quello di sollecitare invece a riconoscere il carattere intrinsecamente soggettivo e parziale proprio di quei connotati, in quanto espressione dell'identità di genere del maschile così come è stata socioculturalmente costruita dapprima in Europa e poi nell'intreccio tra Europa e Nord America come parti dominanti del mondo.

Mi rendo conto che nelle righe precedenti si affollano categorie e assunzioni interpretative ciascuna delle quali richiederebbe una discussione approfondita; qui mi limito a soffermarmi su un aspetto che mi pare importante per riflettere sui legami tra scienza e modelli di sviluppo. La critica dal punto di vista di genere ha significato misurarsi con la parzialità connessa alla egemonia esercitata dal maschile, non già considerando quest'ultimo come biologicamente determinato dalle caratteristiche di sesso, bensì indagandone i processi di formazione storica in rapporto alle dinamiche che si sono variamente espresse nel tempo e nello spazio circa i modi di essere e di percepirsi come donne e come uomini. È perciò che sopra ho ritenuto necessario accennare all'Europa ed al Nord America come ambiti entro cui e rispetto a cui ha preso forma la parzialità della scienza moderna e contemporanea: si tratta di una parzialità di genere, ma al tempo stesso anche di modello sociale e di rapporti di potere tra regioni diverse del mondo. Ed è perciò che la critica femminista, mentre mostrava come nella pretesa dell'oggettività, univocità e universalità della conoscenza scientifica si siano riflesse le peculiarità del maschile, dava di quest'ultimo una caratterizzazione ben definita, a partire dall'analisi di quella reciproca funzionalità tra rivoluzione scientifica, rivoluzione industriale e rivoluzione capitalistica³ che è stata costitutiva del successo del cosiddetto Occidente.

Oggi, però, le scansioni geopolitiche parlano piuttosto di Nord e Sud del mondo ed ancor più che venti o trenta anni or sono si aggravano gli squilibri tra paesi ricchi e poveri (o più correttamente impoveriti: mi soffermerò più avanti sulle devastazioni e sulle rapine di cui si sono nutrite le imprese coloniali e imperiali, dallo sterminio delle popolazioni native alla tratta degli schiavi – e delle schiave – o al saccheggio dell'ambiente). Non solo: si fa anche sempre più perentorio il ricorso alle armi ed alla violenza come strumento per mettere ordine nel mondo e ne

¹Rinvio alla bibliografia per l'indicazione di alcuni tra i testi delle studiose citate che ebbero maggiore risonanza in quel periodo.

²Fu una ricerca condotta soprattutto da donne, ma credo giusto ricordare che vi contribuì anche qualche uomo, come Brian Easlea, 1983.

³Tale impianto analitico è particolarmente nitido in Merchant, 1979.

diventano sempre più arroganti le pretese di legittimazione in nome della volontà della potenza oggi egemone - gli Stati Uniti - di esercitare il proprio controllo in ogni parte del pianeta.

Rispetto all'incalzare delle "nuove guerre" e di una "economia di guerra globalizzata" (Kaldor, 1999) mi sembra non soltanto attuale, ma semmai ancora più urgente interrogarsi sui processi che hanno fatto e fanno del sistema scientifico-tecnologico un cardine del modello di sviluppo, all'insegna della logica dei rapporti di forza sul mercato e dell'esercizio militare del potere, attraverso cui si sostengono i ceti ed i paesi dominanti. D'altra parte, a questa attualità e questa urgenza che vorrei ironicamente chiamare 'oggettive', non corrisponde una altrettanto tenace persistenza di quella soggettività alternativa espressa dal movimento delle donne su cui la critica femminista si innestava e di cui condivideva il progetto politico e culturale volto ad un cambiamento radicale.

In particolare, non si sono consolidati negli anni i rapporti tra donne di parti diverse del mondo, mentre si sono attenuati i confronti, gli scambi, gli intrecci nei percorsi teorici e nelle pratiche politiche⁴. Anzi, il dilagare delle guerre, gli arroccamenti identitari in nome dei vari nazionalismi e integralismi, le vicende della cosiddetta mondializzazione dell'economia hanno reso sempre più forte la contraddizione tra la pressione ad assoggettare l'intero pianeta al sistema di mercato e agli stili di vita dei paesi che si autodefiniscono come 'sviluppati' e l'insostenibilità di questo stesso sistema e questi stili su scala globale. Perciò voci dal Sud del mondo come quella di Vandana Shiva - su cui tornerò nelle conclusioni - pongono questioni in cui la critica della volontà di dominio intrinseca alla scienza moderna si richiama sì alla parzialità di genere di quest'ultima, ma in un quadro in cui è altrettanto cruciale ragionare del carattere colonialistico e imperialistico del progetto socio-economico cui la scienza moderna è costitutivamente connessa. Aspetti, questi ultimi, che come accennavo sopra erano già presenti come un'articolazione essenziale del modo in cui era stata originariamente condotta l'analisi del legame tra gli esordi della modernità e le caratteristiche dei suoi protagonisti, ma che sono poi stati lasciati ricadere nell'ombra, man mano che si attenuavano i fermenti critici.

Scienza e scienziati: quali le responsabilità storiche nei rapporti con il potere?

Evelyn Fox Keller (1985) o Carolyn Merchant (1979) sono state una guida prezio-

⁴Queste iniziative erano andate infittendosi tra gli anni Ottanta e la prima metà degli anni Novanta dello scorso secolo. Ricordo qui alcuni tra i momenti in cui la rete dei rapporti tra donne di tutte le parti del mondo si arricchì maggiormente di nuovi contatti e nello stesso tempo riuscì più efficacemente a prendere parola su temi di rilevanza globale: il Forum di Nairobi del 1985, che fu un grande incontro di movimento, in parallelo alla Conferenza delle Nazioni Unite su "Donne e sviluppo"; il "Congresso mondiale delle donne per un pianeta sano" svoltosi a Miami nel 1991; lo spazio separato della Tenda "Planeta Femea" che le donne organizzarono all'interno del "Vertice della Terra" di Rio de Janeiro nel 1992; la serie di Conferenze Mondiali promosse dalle Nazioni Unite, quali quella del Cairo su "Popolazione e sviluppo" nel 1994; per culminare nel 1995 nel Forum di Huairou, di nuovo in parallelo alla più ufficiale "IV Conferenza Mondiale delle Donne" di Pechino. Sulla storia di come crebbe in quegli anni l'attenzione delle donne per la critica dello sviluppo da un punto di vista di genere si vedano Braidotti et al., 1994; Harcourt, 1994.

sa per molte donne della mia generazione per rileggere la nascita del metodo sperimentale alla luce del linguaggio da caccia alle streghe con cui Francesco Bacone esaltava la penetrazione violenta nel corpo della natura per strapparne i segreti. Oggi, però, non è tanto dalla prospettiva di genere quanto dall'attenzione alle iniquità mondiali che stanno scaturendo nuove denunce della feroce parzialità di quei padri fondatori. In uno studio storico al tempo stesso molto suggestivo, ma anche molto fitto di una minuziosa documentazione, Peter Linebaugh e Marcus Rediker (2000) portano più volte alla ribalta quel medesimo Bacone come comprimario del processo fondativo del capitalismo e del colonialismo inglese tra '500 e '600. Da un lato, infatti, egli si arricchì in patria partecipando alla vicenda delle enclosures, le recinzioni delle terre con cui beni fino ad allora comuni vennero appropriati dal nuovo ceto padronale, mentre moltitudini di donne e uomini cacciate dalle campagne divennero forza lavoro a basso prezzo nelle città inglesi e oltre Atlantico. D'altro lato, Bacone seppe trarre profitto anche dalle opportunità che gli vennero offerte proprio dalla conquista del "nuovo mondo" e fu tra i fondatori della Virginia Company per lo sfruttamento di quei territori: "nobilissimo fautore della piantagione della Virginia, facendo parte fin dall'inizio (come altri lord e conti) del consiglio principale destinato ad ampliarla e guidarla", scriveva di lui William Strachey, commentando lo statuto che la Virginia Company aveva adottato nel 1609 ed alla cui redazione Bacone aveva contribuito. Il significato di quel documento era chiaro sin dal titolo: *For the Colony in Virginea Britanna: Lawes Divine, Morall and Martiall* (citato in Linebaugh, Rediker, 2000, trad. it. 2004, p. 42 e p. 363, n. 39).

Non solo, ma come agli occhi di Bacone fare violenza alla natura appariva azione giusta e santa in nome della scienza, così egli si sentiva in diritto di proclamare una "Holy War" contro ogni ribelle al nuovo dominio, in Inghilterra, in Irlanda, nelle Indie Occidentali, ovunque vi fosse chi osava tentare di difendere il proprio diritto a non sottostare alle vessazioni più crudeli. Caduto in disgrazia e imprigionato con l'accusa di corruzione, fu appunto agli ideali dello sfruttamento unilaterale che Bacone si ispirò nel suo scritto del 1622, *An Advertisement Touching an Holy War*, con cui si riprometteva da un lato di pagare i debiti e dall'altro di ingraziarsi nuovamente i potenti. Come sottolineano i due autori cui mi sto rifacendo, in quell'opera Bacone si appellò all'antichità biblica e classica ed alla storia più recente per trarne sette esempi di "moltitudini" che meritavano di essere distrutte⁵, esaltando come "un onore meritorio e addirittura divino" la lotta contro di esse (citato in Linebaugh, Rediker, 2000, trad. it. 2004, p. 48). Né egli si limitò ai proclami; nella sua lunga vita di uomo pubblico, Bacone aveva già avuto modo di mettere in pratica i suoi ideali: "Quando i cittadini di Oxford cercarono l'alleanza con gli apprendisti londinesi

⁵Riporto in nota l'elenco, che aiuta a capire di quanto razzismo, classismo e sessismo fosse intriso l'immaginario cui Bacone si ispirava: "indiani occidentali, cananei, pirati, briganti, assassini politici, amazzoni e anabattisti" erano le mostruose incarnazioni dell'idra policefala contro cui egli giudicava "santa" la guerra (Linebaugh, Rediker, 2000; trad. it. 2004, p. 48).

nella Enslow Hill Rebellion (1596), Bacon e il procuratore generale Edward Coke torturarono uno dei leader del movimento sostenendo che ogni attacco al sistema delle enclosures equivaleva ad un atto di alto tradimento” (ivi, p. 28).

In un passo molto interessante sull’orientamento complessivo cui Bacone si ispira, Linebaugh e Rediker commentano che la giustificazione ch’egli dava della “guerra santa” si legava strettamente alla sua concezione scientifica, secondo cui la natura andava suddivisa nei tre regni della “natura in opera” (il normale), “natura pensata” (l’artificiale), “natura errante” (il mostruoso): combattere “ciò che scavalcava i confini del naturale e dell’artificiale [...] era pertanto essenziale al processo di sperimentazione e controllo” (ivi, p. 48). Ma se questa era la visione di Bacone, possiamo pensare che non ne abbia risentito in modo decisivo anche il percorso che lo portò a tracciare quello che da allora si affermò come il nuovo metodo scientifico, basato appunto sulla sperimentazione e votato al controllo, attraverso l’uso della conoscenza per ricavarne applicazioni tecniche? Possiamo continuare ad assegnare una validità oggettiva ed universale a tale metodo, prescindendo dalla soggettività di chi lo inventò e dalla parzialità delle sue motivazioni ed intenzioni?

Io non lo penso e resto anzi convinta (forse oggi più che trenta anni or sono) che ciascuna e ciascuno di noi non è un aggregato di compartimenti stagni, in cui la dimensione professionale possa serbarsi neutra, mentre in quella personale o in quella civile, sociale, politica agiscono condizionamenti di parte. Se a metà ’600 Robert Boyle poté ricevere enormi quantità di terre irlandesi (espropriate ancora una volta in nome degli interessi degli investitori inglesi) e se fu anche di queste ricchezze che la Royal Society poté avvalersi per consolidare le strutture della nuova scienza (ivi, p. 130), non mi sembra ragionevolmente sostenibile che quest’ultima non sia stata segnata dai processi e dai soggetti che l’hanno prodotta.

Scoperte o invenzioni?

Insieme al presupposto dell’univocità oggettiva del metodo scientifico non ritengo sensatamente accettabile neppure quello della ineluttabilità progressiva delle formazioni sociali che sulla scienza e sulla tecnologia hanno fondato la propria potenza. Ora come per il passato, credo anzi che non possano essere condonati come ‘incidenti di percorso’ o spiacevoli quanto incolpevoli ‘effetti collaterali’ i milioni di persone uccise, le distruzioni dell’ambiente, le cancellazioni di culture e modi di vita attraverso cui sono prosperati gli imperi. Proprio perché mi sembra necessario mantenere aperti gli interrogativi etici circa giustizia, violenza e rapporti di potere quando si ragiona del legame tra scienza, modelli di sviluppo, contesti storici, adesso e negli ultimi secoli, scelgo di soffermarmi qui su una questione che incide ancora profondamente sui rapporti di forza contemporanei.

Un caso particolarmente denso di implicazioni per l’analisi tanto dei processi attraverso cui le idee scientifiche vengono socioculturalmente costruite quanto dei mezzi materiali di cui si alimenta tuttora il sistema economico, produttivo e di con-

sumo dei paesi ricchi, è quello delle vicende che lungo il corso dell'Ottocento hanno fatto coagulare in fisica il concetto di energia e hanno dato origine alle formulazioni teoriche e alle realizzazioni pratiche da cui ha preso forma il campo di ricerca della termodinamica⁶. Anche qui mi appoggio ad uno studio storico che mi è parso molto ben condotto e in cui ho trovato particolarmente efficace il rilievo che esso dà all'impasto di dinamiche sociali, economiche, culturali, ideologiche, religiose che soprattutto nell'ambiente accademico ed imprenditivo scozzese interagirono nel corso dell'Ottocento con la messa a punto di tutto un nuovo campo di 'leggi' scientifiche e di sviluppi tecnici.

In apertura del suo *The Science of Energy*, Crosbie Smith definisce con grande precisione quale sia il significato del "contextual approach" di cui si è avvalso nel suo studio e scrive⁷:

"Uno degli aspetti centrali di una storia contestuale è di presentare il lavoro scientifico non come l'opera di individui isolati, ma come crucialmente correlato alle risorse culturali dell'epoca in cui è stato prodotto. Per una storia dell'energia tali risorse coinvolgono ingredienti così evidentemente diversi come i macchinari industriali, le reti sociali ed istituzionali e le ideologie religiose e politiche" (Smith, 1998, p. IX).

Dalla densa documentazione riportata e dall'impianto interpretativo adottato emerge nitidamente come nel caso del principio di conservazione dell'energia – chiave di volta del passaggio dalla descrizione fenomenologica delle proprietà del calore alla codificazione scientifica di quella che venne chiamata la termodinamica⁸, "non si trattò di una 'scoperta', come di una gemma preziosa nascosta *in natura*" (ivi, p. 11), bensì di una 'invenzione' scaturita da un complesso percorso di costruzione di nuovi concetti e nuovi orientamenti⁹. La nozione stessa di energia e l'enunciato dei principi secondo cui essa si conserva nella sua quantità, pur convertendosi tra forme di diversa qualità (tali sono considerate in particolare il calore e il lavoro), furono il punto di approdo di un dibattito non soltanto tra scienziati, ma in cui vennero coinvolti ambienti industriali, culturali, religiosi, in un rapporto fitto di scambi, anche in senso economico e commerciale.

⁶In questa sede ometto ogni riferimento ai legami che unirono le ricerche su calore e lavoro a quelle sui fenomeni elettrici e magnetici, che furono essenziali sia per la visione unificante circa la conversione tra varie forme di energia sia per gli sviluppi in sede industriale di nuove capacità produttive. Rinvio a Smith, 1998 per un'analisi di tali intrecci nel corso dell'Ottocento e a Smith, Wise, 1989 per la parte che ebbero nei successi di William Thomson i suoi lavori nel campo dell'elettromagnetismo, tanto come studi teorici quanto come impegno in brevetti e altre realizzazioni pratiche.

⁷Qui e nel seguito le traduzioni da testi pubblicati soltanto in inglese sono mie. La simpatia che provo nei confronti della "storia contestuale" – sia come impostazione critica sia come locuzione che la definisce – si lega anche al mio percorso di lavoro: alla fine degli anni Settanta feci infatti parte del gruppo che fondò la rivista *Testi e Contesti*, proprio come sede per lo studio storico dei rapporti tra scienza e società. Se desidero richiamarlo qui è soprattutto perché buona parte di quel gruppo operava allora nell'Università di Lecce.

⁸Fu Macquorn Rankine, nel suo *Manual of the Steam Engine and Other Prime Movers* del 1859 a coniare il vocabolo, rifacendosi per altro alla dizione "thermo-dynamic engine" già utilizzata da William Thomson; cfr. Smith, 1998, p. 93 e p. 150.

⁹Crosbie Smith prende così le distanze dal punto di vista che era prevalso in passato nel corso di un dibattito storiografico molto vivace. Alcuni decenni or sono, di conservazione dell'energia si discusse infatti molto: in particolare, Thomas S. Kuhn (1959) ritenne di poterlo analizzare come un caso di "scoperta simultanea", mentre Yehuda Elkana (1974) dissentì circa la "simultaneità" come categoria descrittiva adeguata, ma condivise la convinzione che appunto di "scoperta" si trattasse.

Parlare di invenzione, di costruzione culturale, di processo di elaborazione sviluppatosi entro ed in relazione a tutto il contesto dell'epoca appare sensato in generale quando si ragiona di come scienza e tecnologia siano produzioni sociali, ma risulta ancora più necessario nel caso della termodinamica. Anni or sono, Nicholas Georgescu-Roegen si soffermò più volte nei suoi scritti sulle caratteristiche peculiari che fanno della termodinamica una scienza che "ha un sapore antropomorfico" (Georgescu-Roegen, 1966, trad. it. 1973, p. 112). Infatti, "è una distinzione antropomorfica quale non si riscontra in nessun'altra scienza" (Georgescu-Roegen, 1976, trad. it. 1982, p. 29) quella secondo cui vennero attribuiti gradi diversi alle forme di energia cui accennavo sopra, riservando gli aggettivi di "utile", "disponibile", "libera" a quella che da calore si trasforma in lavoro. Del resto, anche la nozione di lavoro, così come l'intero percorso che portò ad inventare il concetto di energia e poi quello di entropia e a formulare gli enunciati noti come il primo ed il secondo principio della termodinamica, maturarono sin dall'inizio in relazione a finalità schiettamente economiche ed economicamente interessate: non furono certo il portato di un'indagine scientifica astrattamente neutra e pura¹⁰. Sin dal '700, furono i tecnici-imprenditori alla James Watt, cui premeva di ottenere maggiori vantaggi dalle prime macchine a vapore, a cominciare a ragionare sui limiti della quantità di "lavoro utile" che potevano ricavare e a compiere non soltanto interventi pratici per migliorare i risultati (come l'introduzione del condensatore separato), ma anche passi di interesse teorico, allo scopo di rendere quegli stessi risultati quantitativamente apprezzabili (come l'invenzione del "diagramma indicatore" per rilevare gli andamenti correlati di pressione e volume, premessa delle successive rappresentazioni dei cicli di funzionamento dei motori termici nel piano di Clapeyron V_p e della formalizzazione del concetto e della misura del rendimento).

Progresso o degrado?

Rifacendomi ancora ad un testo di Georgescu-Roegen, mi pare utile evocare ora un altro aspetto interessante circa le ibridazioni di cui la termodinamica si è caricata nella sua storia:

“Il fatto è che è stata la distinzione economica fra oggetti dotati di valore economico e materie di scarto a suggerire la distinzione in termodinamica e non viceversa. Infatti la disciplina della termodinamica è nata con una memoria in cui l'ingegnere francese Sadi Carnot (1824) studiò per la prima volta l'economia delle macchine termiche. La termodinamica è cominciata così come una fisica del valore economico e tale è rima-

¹⁰In questa sede mi sto limitando alle vicende attraverso cui prese forma la termodinamica fenomenologica, volta alla descrizione degli andamenti macroscopici. Sarebbe almeno altrettanto interessante soffermarsi sugli intrecci tra i modi di ragionare in fisica e nelle scienze economiche e sociali che contribuirono ad orientare in senso statistico la ricerca di una spiegazione a livello microscopico dei processi relativi al calore. La "physique sociale" di Adolphe Quételet ed il suo studio dei comportamenti economici in termini di "homme moyen" e di analisi delle distribuzioni fornirono infatti gli strumenti di cui James Clerck Maxwell si avalse nei lavori che portarono alla nascita della meccanica statistica. Rinvio a Porter, 1986; Stigler, 1986; Hacking, 1990 per una discussione approfondita della rilevanza che ebbe nelle ideologie dell'Ottocento l'aspirazione a "domare" scientificamente il caso e a dettare le leggi di ciò che sarebbe "normale".

sta nonostante i numerosi contributi successivi di natura più astratta” (Georgescu-Roegen, 1971, trad. it. 1973, p. 269).

Scarti, dissipazione, energia perduta...: mossi dall'interesse ad ottimizzare il rendimento delle macchine termiche e costretti invece a riconoscere che qualcosa andava perso rispetto agli scopi che giudicavano utili, Lazare e Sadi Carnot, James e William Thomson (poi Lord Kelvin), James Prescott Joule, W.J. Macquorn Rankine, Peter Guthrie Tait, Rudolph Clausius furono alcuni tra gli scienziati che maggiormente contribuirono a formulare le “leggi della termodinamica” quali tuttora vengono enunciate nei manuali e quali anche largamente ricorrono nella cultura diffusa. Il messaggio che esse predicano è che l'energia di un sistema isolato¹¹ si conserva in quantità, ma nei processi che avvengono tra parti interne al sistema stesso essa si degrada in qualità; un messaggio che sin dai suoi esordi ebbe ampia eco fuori degli ambienti strettamente scientifici per i risvolti che implica circa la valutazione delle tendenze evolutive tanto in natura quanto nel campo degli interventi umani.

Mentre però il tedesco Clausius, per giungere ad una formalizzazione matematica delle caratteristiche di asimmetria riscontrabili nelle trasformazioni tra energia meccanica e termica, inventò nel 1867 il concetto ed il termine di entropia, come entità che consentiva di misurare la “disgregazione” associata alle perdite irreversibili, di là dalla Manica prevaleva invece la visione opposta. Nel 1851, nella bozza di “On the dynamical theory of heat”, uno dei suoi lavori più importanti, William Thomson aveva infatti espresso la sua profonda convinzione che “nel mondo materiale tutto è progressivo” (“Everything in the material world is progressive”, citato in Smith, 1998, p. 329). Nella seconda metà dell'Ottocento restò così aperta tra gli scienziati vittoriani una tensione paradossale, che traspare nitidamente da molti loro scritti, tra i due corni da un lato delle formulazioni scientifiche che si andavano consolidando e dall'altro delle prospettive ideologiche cui essi in generale aderivano. Come si potevano conciliare l'enunciato che il disordine tende irreversibilmente ad aumentare (secondo una delle espressioni che quegli stessi scienziati diedero al secondo principio della termodinamica) e la solida fiducia nel progresso, così tipica della società borghese in cui si radicava il loro orizzonte culturale?

La “storia contestuale” narrata da Crosbie Smith manifesta a mio parere la sua effi-

¹¹Concettualmente la nozione di sistema isolato appare limpida e sensata. Essa anzi si lega ad un'idea di fondo che è al centro della fisica moderna e contemporanea; sin dal '600, su di essa si è infatti basata la stessa fiducia nel metodo sperimentale, come procedura di (ri)produzione in laboratorio di singoli fenomeni, nell'assunzione esplicita o implicita che sia ragionevole ritagliare dalla realtà singole parti e trascurarne le interazioni con il resto dell'universo. Quella dei sistemi isolati, pur potente come modello, resta però pur sempre un'approssimazione astratta, che calza malamente nei casi reali e che a rigore può essere applicata soltanto alla totalità di ciò che esiste, come fece appunto Clausius nel 1867, quando per i due principi della termodinamica formulò l'enunciato: “L'energia dell'universo è costante; l'entropia dell'universo tende a un massimo”. Nelle vicende successive della termodinamica, però, le concezioni e le metodologie tipiche della fisica sono andate intrecciandosi nel corso del '900 con una attenzione crescente per quanto di diverso emergeva dai processi evolutivi degli organismi viventi e degli ecosistemi studiati in biologia, dove gli scambi di energia e materia con l'ambiente sono invece essenziali. Di qui i tentativi di giungere a formulazioni valide anche nel caso della materia vivente e dei processi relativi a sistemi aperti in cui si può avere una crescita locale dell'ordine, anziché del disordine, come fece in particolare Erwin Schrödinger(1947), introducendo il concetto di “entropia negativa”.

accia proprio nel modo in cui, una volta fatte emergere questioni intriganti quale quella che ho appena formulata, ne cerca la soluzione mediante un'indagine a più livelli, che mette in relazione le idee scientifiche sia con i riferimenti culturali e religiosi esplicitamente presenti negli scritti di Thomson, Tait o James Clerck Maxwell sia con le inclinazioni politiche e ideologiche di cui vengono documentate le vicende soprattutto per quanto riguarda l'ambiente scozzese.

Mi limito a riprendere qui qualche spunto, che certo non rende giustizia alla complessità dello studio di Smith. Dall'intreccio sia con le spinte riformatrici che nel corso del secolo si espressero con grande vivacità nella chiesa presbiteriana scozzese sia con la fede nel progresso economico che guidava l'espansione industriale e imperiale britannica, l'autore ricava una suggestiva caratterizzazione dei tratti distintivi della "scienza dell'energia" prodotta dai "North-British" che egli stesso sintetizza a conclusione del lavoro nei termini seguenti:

"Provando una profonda avversione per il materialismo anticristiano che percepivano nei naturalisti metropolitani, Maxwell e i suoi colleghi scienziati dell'energia del Nord della Gran Bretagna non avevano soltanto immerso la loro filosofia naturale nelle culture presbiteriane, ma erano anche stati pronti a dispiegare la filosofia naturale al servizio della cristianità in modi convenienti alle esigenze della Gran Bretagna vittoriana" (Smith, 1998, p. 307).

Se "da un punto di vista ingegneresco e commerciale, lo scopo era quello di ottenere la massima quantità di lavoro - e perciò di ricchezza - da una data quantità di combustibile, eliminando le cause di spreco" (ivi, p. 308), dal punto di vista complementare del presbiterianesimo la saldatura tra idee scientifiche e ideologie religiose venne trovata nella convinzione che il compito umano è dare il massimo che l'imperfezione segnata dal peccato consente. La caduta originale ha dato un verso alla storia e la dottrina della grazia richiede che venga compiuto ogni sforzo per il massimo di salvezza. Conservazione e dissipazione possono così riconciliarsi e l'irreversibilità dei processi viene riscattata da una visione messianica; secondo la concezione "progressiva" di William Thomson:

"Il flusso direzionale dell'energia attraverso lo spazio offriva agli esseri umani l'opportunità di dirigere, se non di restaurare, i possenti doni del Creatore, le energie della natura. Ma una tale tendenza irreversibile non era una 'perdita' di energia nel mondo materiale. Gli esseri umani avevano il dovere di utilizzare i motori a beneficio dell'umanità e a sostegno del suo 'progresso' commerciale e morale. Fallire nel dirigere e sfruttare in modo appropriato quei doni di energia era perciò un mero spreco, e in questo senso un peccato di 'dissipazione' rispetto agli esseri umani, piuttosto che in natura" (ivi, p. 101).

Nel gruppo degli scienziati scozzesi l'inclinazione a ragionare nell'ottica del progresso piuttosto che del degrado era talmente forte che Tait e Maxwell fecero molta fatica ad accettare il concetto di entropia proposto da Clausius; questi anzi protestò contro di loro con accenti assai irritati per l'incomprensione e la sottovalutazione di cui

si sentiva vittima. Tait, infatti, (citato in Smith, 1998, p. 257) pur riconoscendogli il merito di avere introdotto “l’eccellente termine *Entropia*”, si era però rammaricato perché questo “sfortunatamente” parlava di “*Dissipazione*”, collocandosi così sul versante negativo, mentre l’idea “che noi vorremmo più naturalmente esprimere” è quella – positiva – di “*Disponibilità*” (*Availability*). A conferma di quanto in quella cultura suonasse innaturale adottare le lenti del disordine crescente e delle perdite, anziché dei guadagni e del progresso, è interessante un’osservazione che Maxwell fece nel 1878, dopo che le divergenze con Clausius erano ormai state appianate ed il linguaggio dell’entropia accettato. Commentando la seconda edizione del manuale di termodinamica scritto da Tait, egli si mostrò infatti scettico sull’efficacia didattica di quell’impostazione: “C’è da temere che dovremo avere insegnato la termodinamica per varie generazioni prima di poterci aspettare che i principianti accolgano come assiomatica la teoria dell’entropia” (citato in Smith, 1998, p. 265).

Dopo più di cento anni, la mia esperienza sia con gli studenti sia nei contatti con i modi di pensare correnti, specie in sede di dibattiti sulla (in)sostenibilità dello sviluppo e sulla finitezza delle risorse, mi fa pensare che il timore di Maxwell era più che fondato: almeno nelle società dell’Occidente la fiducia nel progresso (e quindi nella giustezza delle scelte in atto, guerre comprese) pare ancora l’ideologia vincente.

Scienza dell’energia o potenza dell’Impero?

Crosbie Smith ha anche pubblicato, insieme a Norton Wise, una poderosa biografia di William Thomson, dal molto significativo titolo *Energy and Empire. A Biographical Study of Lord Kelvin*. Affinché le caratteristiche del personaggio appaiano subito chiare, i due autori all’inizio del loro lavoro citano un brano tratto da un discorso che Sir William Thomson pronunciò nel 1871 di fronte alla British Association for the Advancement of Science (BAAS):

“La ricerca scientifica tende ad accumularsi secondo le leggi dell’interesse composto. Ogni aggiunta alla conoscenza delle proprietà della materia fornisce al naturalista nuovi strumenti per scoprire e interpretare i fenomeni della natura, che a loro volta pongono le basi per nuove generalizzazioni, apportando guadagni di valore permanente al grande serbatoio della filosofia [naturale]” (citato in Smith, Wise, 1989, riedito 1999, p. XIX).

La portata dell’adesione di Thomson ai valori economici e di mercato e della sua visione progressiva tanto per quanto riguarda i processi di produzione di scienza quanto per quelli industriali e sociali, tutti letti all’insegna della crescita cumulativa della ricchezza, non va considerata come un mero espediente retorico. Del resto, il fatto stesso che quel linguaggio potesse essere ritenuto opportuno per rivolgersi ai colleghi della BAAS, è significativo di quali fossero i riferimenti culturali condivisi e dunque il ‘senso comune’ di un’associazione, ai cui occhi e nella cui logica costitutiva l’avanzamento della scienza andava di pari passo con i successi del capitalismo e dell’imperialismo inglesi.

Quest'ultimo può parere un salto un po' troppo brusco ed ideologicamente preconcetto, ma pur se qui non riesco ad accennarne che una men che sommaria argomentazione, sono profondamente persuasa che quella scientifica - così come ogni altra attività umana - sia l'espressione della specificità soggettiva dei singoli individui e delle loro esperienze e pratiche di vita, così come delle culture di riferimento entro cui essi plasmano i loro orientamenti, interessi, criteri di rilevanza. Le più di ottocento pagine del volume di Smith e Wise perseguono uno scopo dichiarato, che a mio parere tocca proprio il nodo centrale delle questioni che sto cercando di discutere: mostrare come - anche per quanto riguarda la scienza - l'appartenenza ad un ambiente non si rifletta soltanto sulle ideologie e sulle forme espressive, quasi queste fossero un alone irrilevante rispetto alla purezza oggettiva degli enunciati teorici e delle realizzazioni pratiche che via via si affermano, ma incida in profondità sui contenuti stessi di quella che viene legittimata come conoscenza scientifica. Scrivono infatti i due studiosi:

“In questo studio biografico il nostro scopo principale non è stato semplicemente quello di riferire dell'ideologia e delle attività di un imprenditore scientifico vittoriano, ma piuttosto di analizzare le pratiche attraverso cui quell'ideologia si realizzò nel capolavoro di Thomson, certo nei suoi strumenti e nei suoi brevetti, ma anche nella sua fisica matematica [...] mostriamo che ciò che egli perseguiva a livello scientifico e a livello industriale erano due aspetti reciprocamente essenziali. Si trattò perciò non soltanto di un caso di scienza applicata all'industria, ma di industria applicata alla scienza, perché la visione industriale di Thomson permeò in profondità la sua comprensione del mondo materiale e la ricerca teorica e sperimentale cui egli si dedicò” (ivi, p. XX).

Poco più avanti, Smith e Wise si cautelano anche molto efficacemente dal rischio di un fraintendimento monodirezionale della loro impostazione attenta al contesto:

“Noi non argomentiamo, per altro, che il contesto sociale di Thomson abbia determinato il contenuto della sua scienza. Mostriamo piuttosto che egli fece largamente uso delle risorse concettuali e materiali disponibili nella sua cultura industriale e che, attraverso motivazioni strutturate da questa cultura, egli arrivò a spiegazioni razionali dei fenomeni fisici e a strumenti di controllo di quei fenomeni” (ibid.).

Questo è il punto che più mi preme e su cui ancora una volta insisto: da Francesco Bacone, Lord Cancelliere e Barone di Verulamio tra '500 e '600 a Sir William Thomson, Baron Kelvin of Largs nel secondo Ottocento, la razionalità e la capacità di controllo che si sono depositate nelle formulazioni volta per volta vincenti nella scienza e nella tecnologia non possono a mio parere essere sensatamente analizzate come oggettive, universali, necessarie e univoche, ma ne vanno piuttosto discusse le pertinenze a specifici interessi e punti di vista e le parzialità - di ceto dominante così come di genere - che hanno concorso a modellarle.

Genere? Mentre per la fase degli esordi moderni gli studi di critica femminista della scienza che richiamavo all'inizio hanno mostrato quanto a fondo ne sia stata segnata l'impresa di mettere a morte la natura per farne oggetto delle indagini sperimentali e

degli interventi tecnici, non c'è stata una altrettanto approfondita analisi dei rapporti di genere insiti negli sviluppi ottocenteschi. In passato (Donini, 1990, p. 97-122) a me era parso di potere riscontrare tracce certe della prevalenza e parzialità del maschile anche nel caso dell'invenzione della termodinamica, come pratica produttiva e come scienza, proprio attraverso il suo legame con l'ideologia del progresso, da un lato e con il corso delle relazioni sociali capitalistiche e delle realizzazioni industriali che hanno fatto la fortuna dell'Impero inglese, dall'altro. È uno spunto interpretativo che riprendo anche in questa sede: la "potenza motrice del calore" ha alimentato i (e a sua volta si è nutrita dei) successi del capitalismo e del colonialismo, del cui impianto sociale la scansione gerarchica dei ruoli tra donne e uomini è stata una articolazione portante, dal privato dei rapporti di famiglia, alle sedi pubbliche delle istituzioni politiche così come di quelle scientifiche, alla organizzazione degli apparati militari, strumento essenziale per l'esercizio del dominio.

La brutalità con cui questo venne imposto durante l'Ottocento tanto in patria quanto nelle colonie non fu certo inferiore alla ferocia della "guerra santa" del Seicento contro donne e uomini ribelli in Inghilterra, Irlanda o al di là dell'Atlantico: ed è in rapporto all'intreccio costitutivo tra potenza tecnico-scientifica, potenza economica e potenza militare che io ritengo necessario ragionare delle responsabilità degli scienziati (che nelle epoche in questione erano quasi esclusivamente uomini, perciò uso il maschile; ma la presenza crescente di donne nella scienza in tempi più recenti pone alla critica di genere interrogativi nuovi su cui tornerò nella parte finale di queste mie riflessioni). Rinvio qui a Mike Davis (2001) e alla sua ricognizione degli *Olocausti tardovittoriani* per una documentazione impressionante della crudeltà con cui i funzionari coloniali in India intervennero più volte ad esasperare, anziché alleviare, gli effetti esiziali delle carestie, preoccupati soltanto di trarre comunque il maggior profitto per gli interessi imperiali. Ma, come in genere accade, quella crudeltà non può essere liquidata come una perversione di singole persone malvagie: essa si reggeva su di una cultura condivisa, avallata anche in nome della scientificità dei propri fondamenti, dalla prospettiva malthusiana e socialdarwinista che autorizzava a giudicare benefici gli sfolimenti delle popolazioni 'meno adatte' grazie alle morti per fame, agli esperimenti protoeugenetici attraverso cui si riteneva utile selezionare chi risultava degno di restare in vita perché in grado di lavorare¹².

Sommersi e salvati: è una questione che ci riguarda se vogliamo discutere di donne e scienza?

Bacone, Galilei, Newton, Thomson, Maxwell...: uno degli aspetti che ritengo maggiormente significativi della parzialità di genere impressa nella scienza quale si è

¹²Tra i casi che Mike Davis riporta ci sono gli "esperimenti" sulle possibilità di sopravvivenza con razioni caloriche sempre più esigue o i "test di distanza" sulla capacità di affrontare spostamenti di almeno 15 km per essere considerati abili al lavoro. In questo come in troppe altre situazioni, l'ideologia scienziata implicava una indubbia componente razzista, giacché gli "esperimenti" venivano condotti su donne e uomini considerati inferiori. Non diversamente nell'agosto 1945 sganciare le bombe sulla popolazione giapponese di Hiroshima e Nagasaki - città non molto toccate fino a quel momento dai bombardamenti "convenzionali" - venne accreditata come una scelta scientificamente corretta: gli effetti si sarebbero potuti rilevare con maggiore nettezza.

affermata negli ultimi secoli e quale è giunta sino a noi, è il suo rapporto profondo e essenziale con la religione; o meglio, con quella versione occidentale della fede in un Dio padre, creatore, ordinatore che ha sotteso sin dagli inizi l'attività votata a leggere nel "gran libro della natura" una trama di razionalità assoluta di cui poi dare espressione nelle 'leggi scientifiche' (cfr. Donini 1990, p. 83-88).

Percepirsi come esecutori intelligenti di un disegno divino può però indurre ad una arroganza esiziale verso chi non è prescelto dalla grazia: ho riportato sopra vari passi dallo studio di Crosbie Smith da cui emerge quanto fosse importante per gli "scienziati dell'energia del Nord della Gran Bretagna" appellarsi alle loro convinzioni religiose per dare senso alla ricerca del massimo possibile di "lavoro utile" - e di profitto - pur entro i limiti dell'umana imperfezione post-caduta. Così come nel loro ambiente poteva suonare giusto che pochi eletti si salvassero e i più invece perissero, sommersi dal loro non essere altrettanto in grado di fare buon uso delle opportunità offerte dal mercato (come in tanti e tante direbbero anche oggi, a celebrare la santità della competizione come strumento di crescita, sviluppo e progresso).

Il nesso fondante tra orizzonte concettuale e scientifico dell'energia, rapporti di forza tra parti diverse del mondo e imposizione dell'egemonia di un paese in nome della missione civilizzatrice che esso si attribuisce, non ha certo cessato di operare con la fine dell'Impero britannico. Ai nostri giorni è semmai ancora più evidente quanto non soltanto il controllo delle fonti energetiche ma ancor più il carattere strutturalmente energivoro di uno stile di vita che il governo degli Stati Uniti va proclamando come non negoziabile, siano alla base delle guerre e delle violenze che dilagano dal Medio Oriente, all'Africa, al Sud America, in nome di un ordine mondiale che viene imposto con le armi, ma che dovrebbe risolversi in aumento della democrazia, libertà, affermazione dei diritti umani.

In questa luce, mi sembra sempre più urgente che ci interroghiamo sulle questioni legate a se, come e quanto indissolubilmente scienza e tecnologia siano parte essenziale del modello di sviluppo che il Nord del mondo predica come univoco e indiscutibile, ma che è invece strutturalmente insostenibile e non può diventare universale. Basti ricordare a questo proposito il divario crescente tra ricchi e poveri, sia nel confronto geopolitico tra paesi che vengono detti 'sviluppati' oppure 'svantaggiati' sia all'interno di ciascun paese: gli effetti dell'uragano Katrina sulla popolazione di New Orleans hanno portato alla ribalta quanto la vulnerabilità ambientale non sia neutra, anzi viri tragicamente al nero. Non solo, ma in tutte le situazioni di difficoltà le più esposte alle deprivazioni sono le donne, specie nel Sud del mondo, dove è maggiore il carico dei compiti di sussistenza che gravano su di loro per procurare cibo, acqua, legna e dove quindi sono anche le prime a risentire delle devastazioni arrecate all'ambiente dalle politiche di rapina praticate all'insegna dello sfruttamento economico. Ma proprio perciò possono essere anche le prime a levarsi in difesa della natura, da rispettare nei suoi limiti e nei suoi ritmi: molto opportunamente Marina Forti (2004), nel suo *La Signora di Narmada. Le lotte degli sfol-*

lati ambientali nel Sud del mondo, ha scelto sin dal titolo una figura di donna come emblema della resistenza di tante popolazioni indigene all'aggressione portata dalla costruzione delle grandi dighe, dalla deforestazione per ricavare legname per il mercato, dalla espropriazione delle terre tribali per colture da reddito o anche per lussuose zone protette, dal saccheggio delle acque e del sottosuolo in cerca di petrolio, oro, diamanti, coltan, altri minerali pregiati.

Al modello di sviluppo che ha reso potente il Nord del mondo rispetto al Sud - facendo per altro leva in modo essenziale sulle enormi disparità sociali che si danno all'interno di ciascun paese, ricco o povero che sia - è inestricabilmente correlata la concezione della natura come un aggregato di risorse da prelevare con gli interventi e per i fini decisi da soggetti umani, che è stata decisiva per orientare le attività scientifiche e tecniche sin dagli inizi dell'età moderna. Oggi, in tempi di tecnoscienze in cui la reinvenzione artificiale è diventata ormai la caratteristica portante della produzione di conoscenza socialmente ed economicamente apprezzata, mi sembra che gli interrogativi circa i rapporti tra ricerca scientifica e processi sociali si pongano in termini più incalzanti che nel Seicento o nell'Ottocento. Più che delle attività delle singole e dei singoli (che in generale sono costrette/i a misurarsi con criteri di scelta e orizzonti di senso di portata strettamente locale, stabiliti da piccoli gruppi, se non addirittura auto-referenziali, a causa della frammentazione specialistica sempre più spinta) credo che occorra discutere del tessuto complessivo dei rapporti storici che hanno fatto della scienza e della tecnologia le armi vincenti - anche in senso letterale - per la conquista e il mantenimento delle posizioni dominanti.

In base alla mia formazione e ai miei percorsi culturali e politici, mi sembra di avere qualche strumento per ragionare su tali connessioni nel campo della fisica, come ho appunto tentato di fare anche qui suggerendo alcune relazioni tra le vicende scientifiche ricostruibili all'interno della storia della termodinamica, le dinamiche rilevabili nelle innovazioni industriali e l'andamento dei rapporti di forza su scala mondiale. Come accennavo all'inizio, è invece un mio grande rammarico non sentirmi capace di indagare lo stesso tipo di intreccio nelle aree che oggi mi appaiono decisive per il costituirsi e l'organizzarsi delle nuove egemonie: la biologia (specie nei suoi risvolti biotecnologici e di ingegneria genetica) e l'informatica (sino ai progetti di intelligenza artificiale).

Una delle studiosse che hanno dato i primi impulsi alla critica femminista della scienza, Evelyn Fox Keller, negli anni recenti ha analizzato alcuni dei passaggi attraverso cui si è andato formando il linguaggio della genetica ed in particolare è stata prodotta e variamente declinata la nozione stessa di gene (Keller, 1995; Keller, 2000). Rispetto a quanto ho discusso sopra circa l'energia, anche dalla lettura di questi scritti mi è parso che si sia trattato di un caso di invenzione di un concetto, non certo della scoperta di un'entità preesistente; la narrazione che ne fa Evelyn Fox Keller è condotta per altro dal punto di vista della 'storia interna', attraverso l'analisi dei lavori scientifici, con rari accenni al contesto entro cui questi sono stati prodotti.

Un intreccio più stringente con quelle dinamiche ‘esterne’, di tipo culturale, ma anche economico, sociale, politico, militare che hanno concorso e concorrono a fare della biologia un settore di investimento cruciale non soltanto per la ricerca scientifica e l’innovazione tecnologica, ma per gli assetti del potere, mi sembra si possa rintracciare piuttosto negli scritti della studiosa indiana Vandana Shiva e ancor più nel rapporto molto stretto che questi hanno con il suo impegno attivo perché mutino radicalmente i criteri che guidano i processi socioeconomici e politici, ma anche quelli scientifici. Se il primo scritto che le ha dato notorietà mondiale (Shiva, 1988) era una mappatura ad ampio raggio di quanto profondamente il modello di sviluppo dettato dall’Occidente si traduce in malsviluppo (*maldevelopment*), devastante e insieme dominato dal maschile, negli anni successivi Vandana Shiva si è dedicata soprattutto a denunciare, ma anche a cercare di contrastare con iniziative concrete i soprusi che vengono esercitati contro le donne e gli uomini del Sud del mondo con la continua sottrazione di risorse e con il tentativo di espropriarle/i dei loro stessi saperi¹³.

È con queste ultime considerazioni che desidero concludere. Pur se nei dibattiti su donne e scienza la tensione a ‘cambiare il mondo’ non sembra oggi la preoccupazione principale, a me pare ancora sensato mantenerne aperta la prospettiva, perché la critica dell’esistente si saldi con la costruzione di alternative e perché il punto di vista femminista, mirato ad uscire dal patriarcato, si saldi con quello dei movimenti che a partire dal Sud del mondo cercano di liberarsi dal dominio imperiale e dalle logiche di cui esso si fa forte.

Bibliografia

- Birke, Lynda.** 1986. *Women, Feminism and Biology. The Feminist Challenge.* Brighton, Wheatsheaf Books Ltd.
- Bleier, Ruth.** 1984. *Science and Gender. A Critique of Biology and Its Theory on Women.* New York, Pergamon Press.
- Bleier, Ruth** (ed.). 1986. *Feminist Approaches to Science.* New York, Pergamon Press.
- Braidotti, Rosi; Eva Charkievicz; Sabine Haüsler; Saskia Wieringa.** 1994. *Women, the Environment and Sustainable Development. Towards a Theoretical Synthesis.* London, Zed Books.

¹³Per maggiori informazioni sulle attività di Vandana Shiva e della Research Foundation for Science, Technology and Ecology che lei coordina si veda il sito www.vshiva.net. Tra gli scritti di denuncia della “biopirateria” con cui le multinazionali agrochimiche pretendono di impossessarsi e di sottoporre a brevetto semi, prodotti derivati dalle piante, varietà culturali in cui si sono depositati secoli di conoscenze e abilità di popolazioni native del Sud del mondo, cito in particolare Shiva, 1993 e Shiva, 2001: Di recente una di tali azioni di denuncia ha ottenuto un grosso successo: Vandana Shiva (in collaborazione con altre) ha infatti vinto la causa intentata contro la multinazionale Grace e il Dipartimento dell’Agricoltura degli Stati Uniti per il caso di un fungicida ricavato a partire dal neem, il cui brevetto è stato riconosciuto illecito.

- Brighton Women & Science Group.** 1980. *Alice through the Microscope. The Power of Science over Women's Lives*, London, Virago; trad. it. *Alice attraverso il microscopio. Il potere della scienza sulla vita delle donne*. La Salamandra, Milano 1985.
- Davis, Mike.** 2001. *Late Victorian Holocausts. El Niño Famines and the Making of the Third World*. London, Verso; trad. it. *Olocausti tardovittoriani. El Niño, le carestie e la nascita del Terzo Mondo*. Milano, Feltrinelli 2002.
- Donini, Elisabetta.** 1990. *La nube e il limite. Donne, scienza, percorsi nel tempo*. Torino, Rosenberg & Sellier.
- Easlea, Brian.** 1983. *Fathering the Unthinkable. Masculinity, Scientists and the Nuclear Arms Race*. London, Pluto Press.
- Elkana, Yehuda.** 1974. *The Discovery of the Conservation of Energy*. London, Hutchinson; trad. it. *La scoperta della conservazione dell'energia*. Milano, Feltrinelli 1977.
- Fausto-Sterling, Anne.** 1985. *Myths of Gender. Biological Theories about Women and Men*. New York, BasicBooks.
- Forti, Marina.** 2004. *La Signora di Narmada. Le lotte degli sfollati ambientali nel Sud del mondo*. Milano, Feltrinelli.
- Georgescu-Roegen, Nicholas.** 1966. "Some Orientation Issue in Economics", in *Analytical Economics*. Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it. "Prospettive e orientamenti in economia", in *Analisi economica e processo economico*. Firenze, Sansoni 1973, p. 1-156.
- Georgescu-Roegen, Nicholas.** 1971. "The Entropy Law and the Economic Problem", in *Distinguished Lecture Series N. 1*, Department of Economics, The Graduate School of Business and Office for International Programs, The University of Alabama; trad. it. "La legge di entropia e il problema economico", in *Analisi economica e processo economico*. Firenze, Sansoni 1973, p. 265-279.
- Georgescu-Roegen, Nicholas.** 1976 *Energy and Economics Myths*. New York, Pergamon Press; trad. it. *Energia e miti economici*, Torino, Boringhieri 1982.
- Hacking, Ian.** 1990. *The Taming of Chance*. Cambridge, Cambridge University Press; trad. it. *Il caso domato*. Milano, il Saggiatore 1994.
- Haraway, Donna J.** 1985. "Manifesto for cyborgs: science, technology, and socialist feminism in the 1980s", in *Socialist Review* 80, p. 65-108; trad. it. "Un manifesto per cyborg: scienza, tecnologia e femminismo socialista nel tardo Ventesimo secolo", in *Manifesto Cyborg. Donne, tecnologie e biopolitiche del corpo*. Milano, Feltrinelli 1995, p. 39-101.
- Haraway, Donna J.** 1988. "Situated Knowledges: The Science Question in Feminism as a Site of Discourse on the Privilege of Partial Perspective", in *Feminist Studies* 14, p. 575-599; trad. it. 'Saperi situati: la questione della scienza nel femminismo e il privilegio di una prospettiva parziale', in *Manifesto Cyborg. Donne, tecnologie e biopolitiche del corpo*. Milano, Feltrinelli 1995, p. 103-134.
- Harcourt, Wendy** (ed.). 1994. *Feminist Perspectives on Sustainable Development*. London, Zed Books.
- Harding, Sandra.** 1986. *The Science Question in Feminism*. Milton Keynes, Open University Press.
- Kaldor, Mary.** 1999. *New and Old Wars. Organized Violence in a Global Era*. Cambridge, Polity Press; trad. it. *Le nuove guerre. La violenza organizzata nell'età globale*. Roma, Carocci 1999.

- Keller, Evelyn Fox.** 1983. *A Feeling for the Organism. The Life and Work of Barbara McClintock*. New York, W. H. Freeman & Co.; trad. it. *In sintonia con l'organismo. La vita e l'opera di Barbara McClintock*. Milano, La Salamandra 1987.
- Keller, Evelyn Fox.** 1985. *Reflections on Gender and Science*. New Haven, Yale University Press; trad. it. *Sul genere e la scienza*. Milano, Garzanti 1987.
- Keller, Evelyn Fox.** 1995. *Refiguring Life*. New York, Columbia University Press; trad. it. *Vita, scienza & cyberscienza*. Milano, Garzanti 1996.
- Keller, Evelyn Fox.** 2000. *The Century of the Gene*. Cambridge, Mass., Harvard University Press; trad. it. *Il secolo del gene*. Milano, Garzanti 2001.
- Kuhn, Thomas S.** 1959. "Energy conservation as an example of simultaneous discovery", in Marshall Clagett (ed.), *Critical Problems in the History of Science*. Madison, Wisconsin University Press, p. 321-356.
- Linebaugh, Peter; Marcus Rediker.** 2000. *The Many-Headed Hydra. Sailors, Slaves, Commoners, and the Hidden History of the Revolutionary Atlantic*. Boston, Beacon Press; *I ribelli dell'Atlantico. La storia perduta di un'utopia libertaria*. Milano, Feltrinelli 2004.
- Merchant, Carolyn.** 1979. *The Death of Nature. Women, Ecology and the Scientific Revolution*, London, Wildwood House; trad. it. *La morte della natura. Donne, ecologia e rivoluzione scientifica. Dalla Natura come organismo alla Natura come macchina*. Milano, Garzanti 1988.
- Porter, Theodore M.** 1986. *The Rise of Statistical Thinking 1820-1900*. Princeton, Princeton University Press.
- Rose, Hilary.** 1981. "Dominio ed esclusione: le donne e la scienza", in *Nuova dwf donna-womanfemme* 17, p. 9-28.
- Rothschild, Joan** (ed.). 1983. *Machina Ex Dea. Feminist Perspectives on Technology*. New York, Pergamon Press; trad. it. *Donne tecnologia scienza. Un percorso al femminile attraverso mito, storia, antropologia*. Torino, Rosenberg & Sellier 1986.
- Schiebinger, Londa.** 1989. *The Mind Has No Sex? Women in the Origins of Modern Science*. Cambridge Mass., Harvard University Press.
- Schrödinger, Erwin.** 1947. *What is Life? The Physical Aspects of the Living Cell*. Cambridge, Cambridge University Press; trad. it. "Che cos'è la vita. La cellula vivente dal punto di vista fisico", in *Scienza e umanesimo. Che cos'è la vita?*. Firenze, Sansoni 1970, p. 73-204.
- Shiva, Vandana.** 1988. *Staying Alive. Women, Ecology and Development*, London, Zed Books; trad. it. *Sopravvivere allo sviluppo*, Torino, Isedi 1990.
- Shiva, Vandana.** 1993. *Monocultures of the Mind. Perspectives on Biodiversity and Biotechnology*, London, Zed Books; trad. it. *Monocolture della mente. Biodiversità, biotecnologia e agricoltura «scientifica»*. Torino, Bollati Boringhieri 1995.
- Shiva, Vandana.** 2001. *Protect or Plunder? Understanding Intellectual Property Rights*. London, Zed Books; trad. it. *Il mondo sotto brevetto*. Milano, Feltrinelli.
- Smith, Crosbie.** 1998. *The Science of Energy. A Cultural History of Energy Physics in Victorian Britain*. London, The Athlone Press.
- Smith, Crosbie; M. Norton Wise.** 1989, riedito 1999. *Energy and Empire. A biographical study of Lord Kelvin*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Stigler, Stephen M.** 1986. *The History of Statistics. The Measurement of Uncertainty before 1900*. Cambridge, The Belknap Press of Harvard University Press.