
Il racconto della scienza

Gianni Zanarini

Dipartimento di Fisica, Università di Bologna

E-mail: gianni.zanarini@unibo.it



ABSTRACT: : Da Epicuro e Lucrezio a Luca Ronconi, passando per Galileo Galilei e Giordano Bruno, i concetti scientifici sono stati e sono raccontati anche facendo ricorso alle emozioni, alle passioni, ai protagonisti. Il racconto della scienza è il racconto di come nascono le idee, di come vengono esposte, ma anche delle persone che le formulano e delle comunità nelle quali queste idee prendono piede.

PAROLE CHIAVE: Teatro e scienza, storia della scienza.

1. Concetti raccontati

*[...] Su un'oscura materia compongo versi
limpidi, aspergendo ogni cosa della leggiadria del canto.
[...] Poiché questa dottrina appare
spesso troppo ostica a quanti non l'abbiano
conosciuta a fondo, e il volgo ne rifugge e l'aborre,
ho voluto esporla a te nel melodioso canto pierio,
e quasi aspergerla del dolce miele delle Muse,
se per caso in tal modo io potessi trattenere il tuo animo
con questi miei versi, fin quando tu attinga l'intera
natura dell'universo, e di quale forma esso consista e si adorni. [1]*

Così Lucrezio, 2000 anni fa, giustificava la scelta di mettere in versi la fisica di Epicuro. Un poeta si poneva al servizio della scienza, e nello stesso tempo la elevava a dignità d'arte. Ancora oggi, leggendo i suoi versi, o ascoltandoli a teatro in una delle molte traduzioni che ne sono state fatte, proviamo emozioni più profonde di quelle che ci suscita la lettura del testo di Epicuro sul quale il poema si basa. Ma non si tratta di emozioni indipendenti dal contenuto scientifico, come potrebbe accadere ad esempio per una melodia, o per un'aria d'opera, nella quale la musica può emozionare anche indipendentemente dalle parole. Esse hanno invece a che fare anche con il contenuto – con il progetto grandioso di conoscere “l'intera natura dell'universo” – e con la passione per la conoscenza che motiva e intesse il poema.

Che cosa fa, dunque, Lucrezio nel *De Rerum Natura*? In che misura la sua operazione culturale e artistica ci può aiutare a comprendere il rapporto che intercorre tra scienza e letteratura?

L'operazione che Lucrezio compie è – innanzitutto - una comunicazione della scienza, una divulgazione scientifica. ma questa operazione ha anche una dimensione creativa: infatti egli sceglie con cura le parole per comunicare un contenuto altrimenti difficile; come dirà a un certo punto, deve addirittura inventare parole nuove per tradurre in latino i concetti espressi da Epicuro in greco.

*[...] Il tuo alto valore e lo sperato piacere della dolce amicizia
mi persuadono tuttavia a sostenere qualsiasi fatica
e m'inducono a vegliare durante le notti serene,
escogitando con quali parole e quale canto alfine
possa diffondere davanti alla tua mente una splendida luce,
per cui tu riesca a vedere il fondo delle cose arcane. [2]*

Appare molto chiaro il privilegio accordato alle immagini visive (“vedere il fondo delle cose arcane”). E questa è una scelta di comunicazione molto importante.

Possiamo renderci conto della straordinaria capacità comunicativa di Lucrezio confrontando, su uno stesso argomento, il suo testo con quello di Epicuro (anche se ambedue in traduzione italiana). Soffermiamoci, in particolare, sul famoso brano relativo allo spazio infinito.

*Ora, poiché si deve riconoscere che fuori del tutto
non può esistere nulla, l'universo non ha estremo, né confine, né misura.*

*Né importa in quale parte tu sia situato;
sempre, in qualunque luogo uno si fermi,
da ogni lato lascia ugualmente infinito l'universo. [3]*

Sullo stesso tema, Epicuro scrive:

Il tutto è infinito, perché ciò che è finito ha un'estremità, e l'estremità si vede solo col confronto con un'altra cosa. Ora il tutto non si vede col confronto con un'altra cosa, così che in quanto non ha estremità, non ha limite, e in quanto non ha limite deve essere infinito, e non limitato. [4]

Quello di Epicuro è una sorta di sillogismo, emotivamente freddo e impersonale. La modalità comunicativa di Lucrezio, al contrario, è quella di trasformare una argomentazione puramente logica, dimostrativa, in una situazione visiva - addirittura, teatrale - nella quale cioè l'ascoltatore viene stimolato a immaginare di spostarsi a piacere in questo spazio infinito. L'uso del "tu", il rivolgersi direttamente all'interlocutore aggiunge ulteriore efficacia al testo.

Ma il poeta Lucrezio va ancora oltre, riprendendo e sviluppando una efficace immagine dovuta al filosofo pitagorico Archita.

*Inoltre, se vogliamo invece supporre finito
tutto lo spazio, se alcuno si spingesse fino
alle rive estreme e scagliasse un dardo volante,
ritieni che questo, vibrato con valide forze,
raggiunga il bersaglio e voli oltre lontano,
oppure che qualcosa gli si opponga e gli vieti d'andare? [5]*

Questa immagine dinamica è particolarmente felice, e ben si presta ad avvicinare all'ambito dell'esperienza comune - pur senza appiattirlo su di essa - un concetto irriducibile quale quello di infinito.

Certo, il fatto che qui si tratti di un infinito spaziale - direttamente collegabile quindi al movimento e all'esperienza sensibile - facilita l'operazione comunicativa. Più difficile sarebbe confrontarsi con altri aspetti dell'infinito: in particolare, con l'infinito matematico, ossia con un concetto puro che precede ed è indipendente da ogni declinazione materiale, e con i paradossi che al concetto di infinito si associano.

Può essere efficace, anche per un concetto come questo, tentare la strada delle visualizzazioni, delle teatralizzazioni, dei paradossi illuminanti? Una risposta a questa domanda viene dallo spettacolo teatrale *Infinities*, messo in scena nel 2001 da Luca Ronconi al Piccolo Teatro di Milano su un testo di John Barrow. Questo spettacolo, a sua volta, si inserisce in un più ampio progetto teatrale elaborato da Luca Ronconi e Giulio Giorello, i cui obiettivi sono così sintetizzati da Ronconi stesso.

Protagonisti dovranno essere le idee, i concetti, le astrazioni. Si tratta di far entrare a teatro un linguaggio che finora ne era rimasto fuori. Per questo non ho chiesto a Barrow un testo già drammatizzato, in cui personaggi e dialoghi fossero gli elementi portanti della scrittura: saremmo ricaduti nelle forme teatrali più tradizionali [...]. Gli ho chiesto invece idee, ipotesi, supposizioni, dimostrazioni, contraddizioni, paradossi, sia pure legati a racconti e aneddoti. [...][6]

Il teatro scientifico di Ronconi si può definire teatro di concetti, ancor più che teatro di parola, perché i concetti scientifici non sono dialogati, drammatizzati, o proposti nel loro farsi, nella loro sofferta dialettica: ma sono direttamente in scena, accompagnati e sottolineati da azioni sceniche.

I temi proposti da Barrow in *Infinities* sono il gioco combinatorio nella stanza A (“l’albergo di Hilbert”), le inattese conseguenze dell’eternità nella stanza B, la biblioteca infinita di Borges e le teorie sugli infiniti universi nella stanza C, la ricostruzione delle teorie di Cantor sugli infiniti numerabili nella stanza D intrecciata alla messa in scena della pazzia di Cantor stesso, i paradossi del viaggio nel tempo nella stanza E. Possiamo ascoltare un brano dalla stanza A.

Il programma di Ronconi ha avuto ulteriori sviluppi: è andato in scena *Bi(bli)otetica*, il cui testo di partenza è stato pubblicato da Einaudi [7], e non sembra proprio un testo teatrale, come non lo sembrava il copione di John Barrow. Questo è una specie di dizionario... e portare in scena un dizionario è un progetto piuttosto originale! Ma diventa più comprensibile se pensiamo che un dizionario, nella fruizione, dà vita a una sorta di percorso labirintico, a un giardino dei sentieri che si biforcano, per usare una espressione di Borges: e questo aspetto, certo, si può mettere in scena.

Un altro spettacolo teatrale ispirato a una poetica che ha dei punti in comune con quella di Ronconi è *Variazioni sul cielo* per la regia di Fabio Massimo Iacquone, con i testi e la partecipazione di Margherita Hack. Ma ci sono anche altri testi (in particolare, brani dalle *Cosmicomiche* di Calvino), c’è la musica e ci sono i video, e soprattutto ogni tanto entra in scena Margherita, e con lei la passione scientifica. Ma riprenderemo questo tema nel seguito.

Restiamo ancora un po’ in ambito teatrale. Il testo teatrale più famoso che parla di scienza è certamente il *Dialogo dei massimi sistemi* di Galileo, del 1632. In questo testo, infatti, l’autore sceglie di proporre una teoria scientifica (la superiorità del “sistema” copernicano su quello tolemaico) attraverso un dialogo, cioè attraverso un dibattito, un confronto tra posizioni diverse.

La forma dialogica è certamente una caratteristica della cultura del suo tempo: ricordiamo in particolare il *Dialogo della musica antica e della moderna* di Vincenzo Galilei, padre di Galileo. Già Giordano Bruno, nella *Cena delle Ceneri*, ha proposto le sue teorie scientifiche in forma dialogica, e quindi teatrale. Per l’appunto, la *Cena delle ceneri* è stata messa in scena nel 2005 dal Teatro Stabile di Torino (adattamento di Federico Bellini, regia di Antonio Latella).

Come ho già accennato anche a proposito del *De rerum natura* e di *Variazioni sul cielo*, siamo di fronte un modo di comunicare e di elaborare anche altre dimensioni dell’impresa scientifica (e in particolare la passione della conoscenza), accanto ai contenuti veri e propri. Ma lo vedremo nel seguito.

Un’idea dell’efficacia comunicativa di questo modo di procedere ci può venire da un brano del *Dialogo*, nel quale, contro Simplicio, il personaggio di Salviati sostiene la tesi (già proposta da Giordano Bruno) della uniformità costitutiva di tutti gli astri, e in particolare della Terra e della Luna. Ricordo che in tutto il *Dialogo* sono in scena tre personaggi: Salviati, che porta il nome di un gentiluomo di Firenze amico di Galileo, rappresenta le posizioni dell’autore; Simplicio, così chiamato dal nome di un famoso commentatore di Aristotele (un nome che però si presta anche a interpretazioni ironiche), fa la parte del fisico aristotelico di stretta e dogmatica osservanza; Sagredo, il cui nome richiama quello di un patrizio veneto in stretti rapporti con Galileo, funge da padrone di casa e da uomo di cultura, desideroso di capire sempre meglio le ragioni della nuova scienza pur non trascurando di prendere sul serio le ragioni del rifiuto da parte della scienza tradizionale.

Simplicio - [...] *La sensata esperienza ci mostra come in Terra si fanno continue generazioni, corruzioni, alterazioni, [...] delle quali né per senso nostro, né per tradizioni o memorie de’ nostri antichi, se*

n'è veduta veruna in cielo; adunque il cielo è inalterabile [...], e la Terra alterabile, [...], e però diversa dal cielo. [...]

Salviati - [...] *Desidero che voi più distintamente mi produciate le alterazioni che voi vedete farsi nella Terra e non in cielo, per le quali voi chiamate la Terra alterabile e il cielo no.*

Simplicio - *Veggio in terra continuamente generarsi e corrompersi erbe, piante, animali, suscitarsi venti, piogge, tempeste, procelle, ed in somma esser questo aspetto della Terra in una perpetua metamorfosi; niuna delle quali mutazioni si scorge ne' corpi celesti, la costituzione e la figurazione de' quali è puntualissimamente conforme a quelle di tutte le memorie, senza esservi generata cosa alcuna di nuovo, né corrotta delle antiche.*

Salviati - *Ma, come voi vi abbiate a quietare su queste visibili, o, per dir meglio, vedute esperienze, è forza che voi reputiate la Cina e l'America esser corpi celesti, perché sicuramente in essi non avete vedute mai queste alterazioni che voi vedete qui in Italia, e che perciò, quanto alla vostra apprensione, esse siano inalterabili. [...]*

Simplicio - *Ancorché io non abbia vedute queste alterazioni sensatamente in quei luoghi, ce ne son però le relazioni sicure [...].*

Salviati - *E perché non l'avete voi, senza ridurvi a dover credere all'altrui relazioni, osservate e viste da per voi con i vostri occhi propri?*

Simplicio - *Perché quei paesi, oltre a non esser esposti a gli occhi nostri, son tanto remoti che la vista nostra non potrebbe arrivare a comprenderci simili mutazioni.*

Salviati - *Or vedete come da per voi medesimo avete casualmente scoperta la fallacia del vostro argomento. Imperocché se voi dite che le alterazioni che si veggono in Terra appresso di noi, non le potreste, per la troppa distanza, scorgere fatte in America, molto meno le potreste vedere nella Luna, tante centinaia di volte più lontana: e se voi credete alle alterazioni messicane per gli avvisi venuti di là, quali rapporti vi son venuti dalla Luna a significarvi che in lei non vi è alterazione? Adunque dal non veder voi le alterazioni in cielo, dove, quando vi fossero, non potreste vederle per la troppa distanza, e dal non aver relazione [...], non potete arguir che non vi siano [...].*

Simplicio - *Io, per dire il vero, non ho fatto né sì lunghe né sì diligenti osservazioni, che mi possano bastare a esser ben padrone del quod est di questa materia; ma voglio in ogni modo farle, e poi provarmi io ancora se mi succedesse concordare quel che ci porge l'esperienza con quel che ci dimostra Aristotile, perché chiara cosa è che due veri non si posson contrariare. [...][8]*

La serrata argomentazione sembra convincere Simplicio, sia pure con un residuo di ossequio verso Aristotele che non lo abbandonerà per tutto il *Dialogo*. Notiamo in questo testo la vivacità e l'efficacia, dovute proprio alla scelta della struttura dialogica.

Qui si tratta però di proporre un concetto relativamente semplice da capire, se non da accettare. Può essere efficace, anche per concetti più difficili e più astratti, seguire la strada del teatro, della messa in scena? Che cosa si può dire, in particolare, della presenza nel teatro di acquisizioni importanti della scienza moderna, come ad esempio i concetti della fisica dei quanti, o la matematica dei sistemi caotici, o le più recenti conoscenze sulla vita?

Nel testo teatrale *Copenhagen* [9] di Michael Frayn del 1998, del quale avremo occasione di parlare ancora nel seguito, incontriamo l'esposizione di alcuni concetti fondamentali della fissione nucleare. Si tratta di

un testo costruito intorno alla rievocazione di una visita che nel 1941 il fisico tedesco Werner Heisenberg fece al suo maestro Niels Bohr a Copenhagen, in piena occupazione nazista della Danimarca. Sulle motivazioni e sullo svolgimento di quella visita sappiamo poco, e per di più le versioni fornite dai due protagonisti sono almeno parzialmente in contrasto. Ma quello che si può senz'altro affermare è che la nuova fisica, la fisica di quegli anni non poté restare al di fuori del colloquio. In particolare, certamente un ruolo importante ha avuto la fisica della fissione nucleare, che di lì a pochi anni avrebbe portato, nel 1945, alla bomba di Hiroshima.

Questo testo è stato portato in scena nel 1999 dal Teatro Stabile di Udine per la regia di Mauro Avogadro, con Massimo Popolizio (Heisenberg), Umberto Orsini (Bohr), Giuliana Lojodice (Margrethe).

Bohr - *Che cosa accade nella fissione? Spari un neutrone contro un nucleo d'uranio, questo si scinde e sprigiona energia. [...] Quanto basta per spostare un granellino di polvere. Ma sprigiona anche altri due o tre neutroni, ognuno dei quali ha la possibilità di scindere un altro nucleo... [...]*

Heisenberg - *Sciando, fai rotolare un mucchietto di fiocchi di neve che diventa subito una palla...*

Bohr - *Una catena sempre più ampia di nuclei scissi penetra l'uranio, raddoppiandosi e quadruplicandosi in milionesimi di secondo da una generazione all'altra. Prima abbiamo due scissioni, per semplificare. Poi due al quadrato, due al cubo, due alla quarta, due alla quinta, due alla sesta...*

Heisenberg - *Il fragore della valanga che cresce riecheggia da tutte le montagne circostanti...*

Bohr - *Finché alla fine, dopo – diciamo – ottanta generazioni sono stati spostati [...] tanti granelli di polvere sufficienti a formare una città, con tutto quello che contiene.*

Heisenberg - *Ma c'è un intoppo.*

Bohr - *C'è un intoppo, grazie a Dio. L'uranio naturale si compone di due differenti isotopi. Per lo più è uranio 238, che si può fissionare solo con neutroni veloci. La maggior parte dei neutroni fissionano l'altro isotopo, l'uranio 235 – ma meno dell'uno per cento dell'uranio naturale è uranio 235. [...] In realtà è un doppio intoppo, perché il 238 rallenta i neutroni e li assorbe. Perciò una reazione a catena esplosiva non avverrà mai nell'uranio naturale. Per ottenere un'esplosione occorre separare 235 puro. E per far sì che la catena duri abbastanza per un'esplosione su vasta scala...*

Heisenberg - *Ottanta generazioni, diciamo...*

Bohr - *Ne occorrono molte tonnellate. Ed è estremamente difficile separare una simile quantità. O [...] potrei aver sbagliato i calcoli? [10]*

Questa lucida esposizione di alcuni elementi della fisica nucleare serve, nel testo, a introdurre appunto una riflessione su questo punto centrale: il calcolo della massa critica di uranio 235 per poter ottenere la reazione a catena. Questo calcolo forse (ma c'è un alone di incertezza sui calcoli di Heisenberg) è stato sbagliato per eccesso da ambedue i protagonisti. Un puro calcolo scientifico ha assunto così il ruolo di elemento importante nella valutazione della fattibilità della bomba atomica, con profonde implicazioni politiche, militari, etiche. La riflessione postuma tra i due scienziati su questo intreccio è appunto uno degli elementi importanti del testo: che cosa ha veramente calcolato Heisenberg? Che cosa ha tenuto nascosto al potere nazista? Che cosa si sarebbe potuto fare e non si è fatto? Nel corso di questa riflessione, la dimensione propriamente scientifica ha ancora occasione di venire proposta e approfondita.

Hapgood, di Tom Stoppard [11], è un complicato gioco di spie che si ispira alla meccanica quantistica, e in particolare alla dualità onda-particella. In *Arcadia* (1993) [12] sono invece la termodinamica e la teoria dei

sistemi caotici i riferimenti scientifici. Per la verità, i riferimenti scientifici di Arcadia sono più ampi, e spaziano dall'ultimo teorema di Fermat alla biologia delle popolazioni, e non mancano le digressioni epistemologiche.

Un'operazione culturale analoga è quella di Italo Calvino nelle *Cosmicomiche*. Egli parte dalla considerazione secondo cui alcuni testi della scienza contemporanea, e in particolare i testi di cosmologia, narrano storie molto particolari, perché riguardano vicende non umane, relative ad epoche in cui gli umani non c'erano e caratterizzate da scale spazio-temporali lontanissime dall'esperienza della vita umana. Inoltre, si tratta di storie prive di narratore, in un senso profondo: infatti, trattandosi di verità scientifiche, chi le racconta non può che scomparire dietro queste impersonali verità.

In un appassionato di fiabe come Calvino, si può ben capire che questi racconti possano in modo inatteso risvegliare immagini, costituire spunti per storie con un narratore in grado di ricondurle ad un'esperienza più vicina a quella umana. Come elementi di partenza, Calvino utilizza frammenti di grandi narrazioni scientifiche: i primi istanti dell'universo, la nascita del sistema solare, l'origine dei primi vertebrati dai pesci ossei, le cause dell'estinzione dei dinosauri, l'origine degli uccelli dai rettili. Questo è l'inizio di una delle *Cosmicomiche*, *Tutto in un punto*.

Attraverso i calcoli iniziati da Edwin P. Hubble sulla velocità di allontanamento delle galassie, si può stabilire il momento in cui tutta la materia dell'universo era concentrata in un punto solo, prima di cominciare a espandersi nello spazio. La "grande esplosione" (big bang) da cui ha avuto origine l'universo sarebbe avvenuta circa 15 o 20 miliardi di anni fa.

Si capisce che si stava tutti lì – fece il vecchio Qfwfq – e dove, altrimenti? Che ci potesse essere lo spazio, nessuno ancora lo sapeva. E il tempo, idem: cosa volete che ce ne facessimo del tempo, stando lì pigiati come acciughe? [...].

Si stava così bene tutti insieme, così bene, che qualcosa di straordinario doveva pure accadere. Bastò che a un certo momento [la signora Ph(i)Nko] dicesse: - Ragazzi, avessi un po' di spazio, come mi piacerebbe farvi le tagliatelle! – E in quel momento tutti pensammo allo spazio che avrebbero occupato le tonde braccia di lei muovendosi avanti e indietro con il mattarello sulla sfoglia di pasta, il petto di lei calando sul gran mucchio di farina e uova che ingombrava il largo tagliere [...] e nello stesso tempo del pensarlo questo spazio irresistibilmente si formava [...] e noi sbattevamo ai quattro angoli dell'universo [...] [13].

In *An immaculate misconception* (1998) di Carl Djerassi, è la fecondazione in vitro il tema scientifico che struttura il testo. Questo tema viene presentato anche in termini didattici, addirittura con l'ausilio di immagini al microscopio. Naturalmente, nel lavoro teatrale non c'è solo questo, ma c'è una vicenda nella quale le relazioni affettive si intrecciano con le possibilità e gli esiti delle tecnologie riproduttive.

2. La realtà in scena

Una seconda modalità di relazione tra scienza e letteratura è quella di descrivere, di rappresentare le osservazioni e gli esperimenti scientifici.

Torniamo brevemente a Lucrezio. Come si è detto, egli riesce a comunicare con efficacia (con concetti e immagini) e anche con poesia (con emozioni), *res occultas*, cose nascoste. Non solo i concetti, però, ma anche i fenomeni fisici sono oggetto della sua poesia. E sotto la sua penna anche i più modesti elementi della vita quotidiana sono come trasfigurati, perché sono osservati con uno sguardo nuovo: uno sguardo che coniuga una

acuta registrazione delle loro peculiarità con una profonda attenzione a ciò che essi possono dire dei *primordia rerum*, della costituzione e della dinamica della natura nei suoi elementi ultimi.

*Osserva infatti, ogni volta che raggi trapelano
e infondono la luce del sole nell'oscurità delle stanze:
vedrai molti corpi minuscoli vorticare
in molteplici modi nel vuoto nella stessa luce dei raggi,
e come in un'eterna contesa muovere contrasti e battaglie
scontrandosi a torme, senza mai trovar pace,
continuamente agitati da rapidi congiungimenti o effrazioni;
così che puoi arguire da ciò quale sia l'eterno
agitarsi degli elementi primordiali nell'immenso vuoto;
per quanto un piccolo fenomeno può offrire l'immagine
di grandi eventi e una traccia per la loro conoscenza. [14]*

Incontriamo ancora una volta un'immagine: l'immagine di una danza, di una guerra tra corpuscoli primordiali. Nello stesso tempo, ci viene proposto anche un altro importante aspetto della scienza: quello dell'osservazione del mondo, alla ricerca di regolarità segrete, di strutture nascoste, di leggi universali.

La scienza si costruisce soprattutto a partire da osservazioni ripetibili e controllate, nelle quali un modello teorico preliminare permette di isolare le variabili rilevanti, e per mezzo delle quali si mette alla prova la capacità predittiva del modello stesso. L'osservazione scientifica non è un semplice guardare: è un cogliere una struttura, un senso all'interno di ciò che si vede. Infatti, che cosa vuol dire vedere? Qual è il significato di ciò che vede? Solo uno sguardo teorico, uno sguardo "carico di teoria" – come direbbe un epistemologo del novecento [15]- permette di dar senso a ciò che si vede. Ad esempio, a Galileo non è sufficiente mettere da parte le teorie classiche sui corpi celesti (le sfere di cristallo, i cieli incorruttibili, la quinta essenza), ma deve sostituirle con altre teorie. Soprattutto potente si rivela la teoria – alla quale si è già accennato - dell'identità di natura della Terra e dei corpi celesti, e insieme a questa la teoria del disegno prospettico, della luce e delle ombre che permette di dare senso alla struttura di luci e ombre che si vede attraverso il telescopio, e che di per sé potrebbe non significare nulla (il caso di Thomas Harriot, che aveva già effettuato osservazioni al telescopio prima di Galileo, ma senza comprenderle, è particolarmente significativo).

Uno dei testi più famosi e più straordinari di teatro legato alla scienza è certamente il *Galileo* di Brecht (1938-1946) [16]. L'opera si sviluppa in quindici quadri, che coprono l'arco di tempo che va dai primi anni del 1600 (quando Galileo è docente di matematiche a Padova, e segretamente cerca le prove del sistema copernicano) fino al 1637, ossia fino all'anno precedente la pubblicazione in Olanda dei *Discorsi*. Ma la parte centrale riguarda, inevitabilmente, il complesso rapporto con la chiesa: l'amicizia con il cardinale Barberini, l'approvazione entusiastica delle sue osservazioni astronomiche da parte dei gesuiti, ma anche la condanna del sistema copernicano da parte dell'Inquisizione, l'intimazione a non seguirlo, la condanna del *Dialogo*, l'abiura di Galileo. Il *Galileo* di Brecht propone dei dialoghi vivacissimi tra lo scienziato e i suoi collaboratori, colti proprio nel momento dell'osservazione scientifica.

Galileo –Ecco Giove (punta il telescopio). Vicino a lui ci sono quattro stelle minori, visibili solo con l'occhiale. Le ho viste solo lunedì, ma non ho fatto molto caso alla loro posizione. Ieri le ho riviste. Avrei

giurato che avevano cambiato posizione tutte e quattro. Ne ho preso nota. Ecco, si sono mosse ancora. Ma come, ne avevo pur viste quattro! Guarda tu.

Sagredo – Ne vedo tre.

Galileo – E la quarta? Dobbiamo calcolare i movimenti che hanno potuto compiere. (Si siedono, tutti infervorati nel lavoro).

Galileo – E' dimostrato. La quarta non può che trovarsi dietro Giove, dove noi non possiamo vederla. Ed eccoti un astro intorno al quale ne ruota un altro.

Sagredo – Ma, e la calotta di cristallo su cui è fissato Giove?

Galileo – Già, dove va a finire? Come può Giove essere una stella fissa, se le altre stelle gli ruotano attorno? Non ci sono sostegni nel cielo, non c'è nulla che stia fermo nell'universo! [17]

La più grande novità della rivoluzione scientifica del seicento è l'invenzione dell'esperimento. In un certo senso, lo scienziato chiede alla natura di salire sulla scena, per interpretare un copione che stabilisce confini, rilevanze, tempi. E anche l'esperimento ripetuto per motivi didattici è – in un certo senso - un pezzo di teatro, come del resto lo sono la lezione e la relazione scientifica. In questa prospettiva, si potrebbe addirittura affermare che è spesso il teatro a essere presente nella scienza, e non solo la scienza nel teatro.

In Galileo, e in particolare nel *Dialogo dei massimi sistemi* – come si è già detto, un testo teatrale fin dalla sua concezione, e che è anche stato messo in scena – troviamo efficacissimi racconti di esperimenti scientifici, come quello famoso sul moto relativo, scientifico e poetico insieme.

Salviati - [...] Rinserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animalletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vadia versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso.

E stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animalletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza; i pesci si vedranno andar notando indifferentemente per tutti i versi; le stille cadenti entreranno tutte nel vaso sottoposto; e voi, gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a piè giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti.

Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vassello sta fermo non debbano succeder così, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti, né da alcuno di quelli potrete comprender se la nave cammina o pure sta ferma. [...]

E di tutta questa corrispondenza d'effetti ne è cagione l'esser il moto della nave comune a tutte le cose contenute in essa ed all'aria ancora, che per ciò dissi io che si stesse sotto coverta; ché quando si stesse di sopra e nell'aria aperta e non seguace del corso della nave, differenze più e men notabili si vedrebbero in alcuni de gli effetti nominati: e non è dubbio che il fumo resterebbe in dietro, quanto l'aria stessa; le mosche parimente e le farfalle, impedito dall'aria, non potrebbero seguir il moto della nave, quando da essa per spazio assai notevole si separassero [...].

Sagredo - Queste osservazioni, ancorché navigando non mi sia caduto in mente di farle a posta, tuttavia son più che sicuro che succederanno nella maniera raccontata: in conferma di che mi ricordo essermi

cento volte trovato, essendo nella mia camera, a domandar se la nave camminava o stava ferma, e tal volta, essendo sopra fantasia, ho creduto che ella andasse per un verso, mentre il moto era al contrario. Per tanto io sin qui resto soddisfatto e capacissimo della nullità del valore di tutte l'esperienze prodotte in provar più la parte negativa che l'affirmativa della conversion della Terra. [18]

Un altro aspetto peculiare dell'attività di ricerca merita di venire sottolineato. La ricerca scientifica non è soltanto "una partita a due tra la natura e il ricercatore, che, grazie al metodo, la interroga e la legge. Invece, la partita è a tre: la natura, chi la interroga e chi (uditorio o comunità), interrogandola anch'egli, dibatte con gli altri interroganti" [19]. Anche questa fondamentale dimensione della scienza si potrebbe definire "teatrale", ed è particolarmente adatta alla messa in scena.

Ne troviamo efficaci esempi, ancora una volta, nel *Galileo* di Brecht, ad esempio quando lo scienziato insieme ai suoi collaboratori sviluppa le esperienze sul galleggiamento, in dialogo non soltanto con la natura e con i discepoli lì presenti, ma anche con gli scienziati del passato, e in particolare con Aristotele.

Galileo - *Come dice Aristotele?*

Monacello - *"Discus latus platusque"...*

Galileo - *Traduci, traduci!*

Monacello - *"Un disco di ghiaccio largo e piatto può galleggiare, mentre un ago di ferro affonda".*

Galileo - *E perché il ghiaccio non affonda, secondo Aristotele?*

Monacello - *Perché, essendo largo e piatto, è incapace di dividere l'acqua.*

Galileo - *Bene. (Prende un pezzo di ghiaccio e lo pone nel recipiente) Ora io spingo con forza il ghiaccio fino sul fondo del bacile. Tolgo la pressione delle mani. Che cosa avviene?*

Monacello - *Risale a galla.*

Galileo - *Giusto. Si direbbe dunque che, risalendo a galla, riesca a dividere l'acqua.*

Discepolo - *Ma perché galleggia, poi? Il ghiaccio è più pesante dell'acqua, dato che è acqua condensata.*

Galileo - *E se fosse invece acqua rarefatta?*

Andrea - *Deve essere più leggero dell'acqua, se no non galleggerebbe.*

Galileo - *Eh, eh!*

Andrea - *Allo stesso modo che non può galleggiare un ago di ferro. Tutti gli oggetti più leggeri dell'acqua galleggiano, e tutti i più pesanti affondano. Come dovevasi dimostrare.*

Galileo - *Andrea, devi imparare a essere più cauto nelle tue deduzioni. Dammi quell'ago. E un foglio di carta. Il ferro è più pesante dell'acqua, sì o no?*

Discepolo - *Sì.*

Galileo - *(Posa l'ago sul foglio di carta e lo pone a galleggiare sul pelo dell'acqua). Che cosa succede?*

Federzoni - *L'ago galleggia! Sant'Aristotele, nessuno aveva mai pensato di verificarlo! [20]*

3. Scienza come metafora

Nei testi di Frayn e Stoppard precedentemente citati, i riferimenti alla scienza non si limitano alla trasmissione di conoscenza scientifica utilizzando il teatro come veicolo di comunicazione: essi infatti hanno anche la funzione di metafore strutturanti per i testi teatrali stessi.

Nel caso di Frayn, la metafora nasce dall'interno stesso della meccanica quantistica. Quest'ultima prevede infatti che la conoscenza del mondo sub-microscopico sia di natura probabilistica, e i singoli esperimenti forniscano soltanto uno dei risultati teoricamente possibili: la ripetizione di una misura molte volte restituirebbe appunto la distribuzione di probabilità. Questa teoria suggerisce a Frayn di strutturare lo spettacolo come una messa in scena ripetuta – con esiti diversi – dello storico incontro tra Heisenberg e Bohr: in questa prospettiva, infatti, ogni edizione dell'incontro stesso (compreso l'incontro che storicamente è avvenuto) non è che la realizzazione di una delle sue potenzialità, e una migliore conoscenza dello svolgimento dell'incontro si può ottenere soltanto ripetendolo – virtualmente – più volte.

In *Hapgood* di Stoppard, la protagonista è Elizabeth Hapgood, un agente segreto britannico che insegue un doppiogiochista russo, un fisico che studia l'antimateria. All'inizio del testo, si sviluppa una complicatissima vicenda che si svolge negli spogliatoi di una piscina, dove il tentativo di seguire gli imprevedibili spostamenti degli agenti russi e delle loro borse è intenzionalmente modellato sui paradossi della meccanica quantistica, e in particolare sul paradosso secondo cui è solo la misura che può localizzare una particella, che altrimenti è caratterizzata da una distribuzione di probabilità, cioè è, per così dire, in posti diversi contemporaneamente.

Si tratta insomma di una sorta di "esperimento scientifico" con il quale si vuole determinare in che modo, e da parte di chi, vengono trasmesse informazioni spionistiche. In seguito, si tratterà invece di verificare l'ipotesi che responsabile sia una coppia di gemelli, e altro ancora, in un continuo susseguirsi di colpi di scena. "La meccanica quantistica" – ha affermato Stoppard in una intervista – "mi ha colpito in quanto metafora estremamente potente e generale. Dopo un po' ho capito che per me era una buona metafora per il mondo di spie e agenti doppiogiochisti alla John Le Carré".

In *Arcadia*, Tom Stoppard mescola due periodi storici (l'inizio del 19° secolo e l'epoca attuale): un misterioso caso letterario che coinvolge Lord Byron viene letto attraverso la griglia della teoria del caos, e una brillante studentessa ottocentesca anticipa la formulazione della seconda legge della termodinamica. Coerentemente con questi temi, non esiste una linearità temporale nello svolgimento del testo, ma piuttosto una sorta di "tempo caotico", nel quale il tempo odierno è l'eco di quello passato, il quale a sua volta prefigura l'epoca contemporanea, in un modo però che è comprensibile soltanto oggi, e ad esso si intreccia senza poter essere del tutto recuperato, proprio a causa dell'irreversibilità codificata dal secondo principio della termodinamica.

Anche la struttura teatrale di *Infinities* di Ronconi si ispira in qualche modo al concetto scientifico che mette in scena. Come si è accennato, lo spettacolo è organizzato per stanze, ma gli spettatori possono seguire anche un ordine diverso e, ritornando in stanze già visitate, incontrare interpretazioni diverse delle stesse scene. Il percorso degli spettatori è dunque ampiamente e quasi illimitatamente variabile: quanto basta - sembra questa l'idea di Barrow e di Ronconi - per suggerire ancora una volta l'idea di infinito.

In un romanzo recente di Andrew Crumey, *L'amore perduto e la teoria dei quanti*, troviamo ancora una volta una struttura narrativa che si ispira alla meccanica quantistica. E' uno dei personaggi a incaricarsi di svelare questo collegamento.

Immagini che l'equazione di Schrödinger sia una macchina per scrivere delle storie" disse. "Ci inserisci certe condizioni limite: i caratteri principali, per esempio, o l'incipit di una trama. C'è un musicista di nome Kreisler, i suoi amici gli regalano un gatto di nome Murr. Immagini tutte le varie storie che potrebbero

dipinarsi partendo da questo abbozzo. Ce ne sono un'infinità, ovviamente. Cerchi di immaginarsi un libro, allora, che in qualche modo le contenga tutte... [21]

4. Visioni del mondo

In molti dei racconti compresi nel volume *Il sistema periodico*, di Primo Levi, la narrazione si svolge intorno a un elemento chimico, che di volta in volta funziona da catalizzatore per ricordi o fantasie. L'ultimo, *Carbonio*, è invece un vero e proprio racconto scientifico: le avventure di un atomo, appunto, di Carbonio sono l'occasione per quello che potremmo definire un affresco materialistico del mondo.

Un [atomo], quello che ci sta a cuore, [...] entra nel torrente sanguigno: migra, bussa alla porta di una cellula nervosa, entra e soppianta un altro carbonio che ne faceva parte. Questa cellula appartiene ad un cervello, e questo è il mio cervello, di me che scrivo, e la cellula in questione, ed in essa l'atomo in questione, è addetta al mio scrivere, in un gigantesco minuscolo gioco che nessuno ha ancora descritto.

È quella che in questo istante, fuori da un labirintico intreccio di sì e di no, fa sì che la mia mano corra in un certo cammino sulla carta, la segni di queste volute che sono segni; un doppio scatto, in su ed in giù, fra due livelli d'energia guida questa mia mano ad imprimere sulla carta questo punto: questo. [22]

Questa citazione di Primo Levi ci introduce ad un nuovo tema intorno al quale si organizzano i rapporti tra letteratura e scienza. A questo proposito, poniamoci innanzitutto una domanda di carattere generale: Che cos'è la scienza? Sembrerebbe di poterla semplicemente descrivere come una raccolta e una elaborazione sistematica e condivisa di risultati sperimentali e di interpretazioni teoriche che si accumulano e si precisano reciprocamente, nella prospettiva di una completa conoscenza delle leggi che governano il mondo. Ma, inevitabilmente, la scienza tende a trascendere l'oggetto specifico della sua attività, elaborando anche una visione del mondo, costruendo anche un senso del mondo. Si può addirittura affermare che la ricerca scientifica è un'impresa che nasce da un desiderio profondo e intenso di dare senso alla realtà attraverso la conoscenza, cercando di rispondere a domande grandi e difficili: che cos'è il mondo? chi siamo noi nel mondo?

Torniamo ancora una volta a Lucrezio, e osserviamo che la sua scienza, costruita su leggi di natura inflessibili e atomi eterni, sfocia in una immagine del mondo: una immagine radicalmente antifinalistica, in cui l'uomo, la sua origine, la sua storia non sono nulla.

*Ora spiegherò con ordine come il caotico ammasso
di materia abbia stabilmente formato la terra, il cielo,
le profondità marine, il corso del sole e della luna.
Infatti di certo gli elementi germinali delle cose
non si disposero ognuno al suo posto per il criterio di una mente sagace,
né pattuirono i moti che ognuno avrebbe dovuto imprimere.
Da ciò deriva il fatto che, disseminati per interminabili ere,
sperimentando ogni genere di unioni e di moti, infine
finiscono per addensarsi quelli che, collegati di colpo,
divengono spesso i principi delle immense sostanze,
la terra, il mare, il cielo e le creature viventi. [23]*

In una tale immagine del mondo il caso si intreccia alla necessità. Proprio come, molti secoli più tardi, nell'opera di Jacques Monod, che afferma: "L'uomo finalmente sa di essere solo nell'immensità indifferente dell'Universo da cui è emerso per caso. Il suo dovere, come il suo destino, non è scritto in alcun luogo." [24]

Questa visione del mondo, secondo Lucrezio, permette di distaccarsi dalle passioni e dal timore degli dei. Per Giacomo Leopardi, invece, questa stessa immagine – pur ritenuta vera - sarà fonte di una angoscia appena temperata da una amara ironia. La natura, interrogata, non risponderà alle domande di senso dell'uomo. leggiamo un brano del *Dialogo della Natura e di un Islandese*, del 1824.

Natura - *Immaginavi tu forse che il mondo fosse fatto per causa vostra? Ora sappi che nelle fatture, negli ordini e nelle operazioni mie, trattone pochissime, sempre ebbi ed ho l'impressione a tutt'altro che alla felicità degli uomini. [...] E se anche mi avvenisse di estinguere tutta la vostra specie, io non me ne avvedrei. [...]*[25]

Ben diversa dall'immagine lucreziana è la visione del mondo sostenuta da Galileo. Per lui, il mondo è un libro nel quale, in caratteri matematici, è scritto da Dio il progetto della creazione. In questo caso, è Galileo stesso che si preoccupa di scrivere un testo di grande letteratura, il *Dialogo dei massimi sistemi* appunto, dove è sulle immagini del mondo, prima che sulla validità scientifica delle scoperte galileiane, che si centra l'attenzione. Come cambia, con le nuove verità scientifiche, l'immagine dell'uomo, la sua supposta centralità nel creato? Ma di creato si può ancora parlare? Dov'è Dio? Il seguito del dialogo precedente tra Galileo e Sagredo risponde a queste domande: si tratta di un dialogo ideato da Brecht, che però propone una visione del mondo galileiana con risonanze bruniane.

Galileo – *Vuoi smetterla di startene lì come un citrullo, quando abbiamo scoperto la verità?*

Sagredo – *Non sto affatto qui come un citrullo: ma il pensiero che possa essere la verità mi fa tremare.*

Galileo – *Che cosa?*

Sagredo – *Hai proprio perso ogni barlume di razionalità? Davvero non ti rendi conto dei guai in cui ti cacci, se quello che hai visto è vero? Se ti metti a gridare su tutte le piazze dei mercati che la terra è una stella, e non il centro del creato?*

Galileo – *Sì, e che l'intero, smisurato universo con le sue stelle non gira affatto intorno alla nostra minuscola terra, come tutti hanno potuto credere!*

Sagredo – *E, dunque, esistono solo delle stelle? Dov'è Dio, allora?*

Galileo – *Che vuoi dire?*

Sagredo – *Dio! Dov'è Dio?*

Galileo – *Non lassù! Come non sarebbe quaggiù sulla terra, se gli abitanti di lassù venissero a cercarlo!*

Sagredo – *E allora dov'è Dio?*

Galileo – *Sono forse un teologo io? Sono un matematico!*

Sagredo – *Prima di tutto, tu sei un essere umano. E ti domando: dov'è Dio, nel tuo sistema dell'universo?*

Galileo – *In noi, o in nessun luogo!* [26]

Per Galileo, la possibilità che tutti i corpi celesti abbiano la stessa natura e il fatto che la terra non sia al centro del mondo non conduce ad una immagine del mondo desolata e assurda; al contrario, essa ci fa apprezzare ancor di più le meraviglie del creato. Anche di fronte alle novità più sconvolgenti, Galileo non ha paura, perché per lui la natura è un libro aperto scritto da Dio.

Qualche decennio prima, per sostenere la propria immagine del mondo di derivazione neoplatonica, Giordano Bruno, addirittura, non ha esitato a sfidare la morte sul rogo. Ce lo mostra con efficacia Giuliano Montaldo nel suo film *Giordano Bruno* del 1973 [27]: per il nolano, l'infinità dei mondi e la loro perpetua trasformazione sono manifestazioni della vita cosmica, di un cosmo increato e divino nel quale le forme permangono al di là delle loro incarnazioni sensibili.

Un'altra immagine del mondo elaborata agli albori della modernità è quella di Keplero. Per lui, ogni scoperta della scienza deve necessariamente contribuire a mostrare quell'armonia universale che si riscontra nel creato, che è un'armonia anche musicale. I pianeti, nella tradizione platonica alla quale Keplero si richiama, eseguono una inudibile armonia delle sfere.

Un romanzo del 1981 dello scrittore irlandese John Banville, *La notte di Keplero*, esplora proprio questa passione, questa ricerca di armonia, in particolare nel moto dei pianeti, ricerca che fa parte della vita dello scienziato e si intreccia con gli altri avvenimenti della sua vita.

Perché esistevano proprio sei pianeti? Questo era uno dei problemi, certo. Ma ancor più basilare era: perché c'erano proprio quelle distanze tra i pianeti? Aspettava, attendeva di udire il frullare di ali. E in quel normalissimo mattino di luglio giunse l'angelo che gli portò la risposta. [...] Keplero pensò, con estasiata incongruenza: Vivrò per sempre. Il rapporto fra la circonferenza esterna e quella interna era uguale a quello fra le orbite di Saturno e Giove, i pianeti più lontani, e qui, all'interno di queste circonferenze, a determinare quel rapporto, era inscritto un triangolo equilatero, la figura fondamentale della geometria. Quindi [...]... Oh, sì. [28]

Una prospettiva che si potrebbe definire genetica o biologico-molecolare pervade il romanzo *Middlesex* di Jeffrey Eugenides. Qui la storia di Calliope Stephanides, con la scoperta della sua problematica identità sessuale, si svolge a due livelli diversi ma strettamente intrecciati: quello degli affetti, delle saghe familiari, degli amori e delle generazioni, e quello dei geni e delle loro mutazioni e trasmissioni. Si può parlare, addirittura, di due epiche compresenti.

Canta, o Musa, la mutazione recessiva del mio quinto cromosoma! Canta di come fiorì due secoli e mezzo fa sulle pendici del Monte Olimpo, tra belati di capre e cadute di olive. Canta di come passò attraverso nove generazioni, unendosi invisibilmente al pool genetico inquinato della famiglia Stephanides. E canta di come la Provvidenza, in una sorta di massacro, lo fece volare via di nuovo, portato dal vento di là dal mare fino all'America, dove le nostre piogge acide lo portarono a cadere sul suolo fertile del grembo centro-orientale di mia madre!

Scusate se a volte sono un po' omerico. Anche questo è genetico... [29]

La visione del mondo darwiniana è forse una di quelle che più caratterizzano il novecento. Kurt Wonnegut nel suo *Galapagos* [30], scrive pagine ironiche, emozionante, illuminanti sull'immagine del mondo sottesa alla teoria di Darwin.

In molti casi, come si è visto, la problematica relativa alla visione del mondo elaborata dalla scienza prende l'aspetto di un conflitto tra scienza e fede, o anche tra affermazioni scientifiche e istituzioni religiose. Le sofferte vicende di Giordano Bruno e di Galileo sono emblematiche a questo riguardo, e diversi film e opere teatrali le trattano ampiamente. Le sottolineature, però, sono diverse, e possono venire approfondite soltanto

attraverso una analisi puntuale delle diverse opere. In questa sede ci limiteremo quindi ad alcuni rapidi cenni sulle differenze più profonde.

Nel film *Giordano Bruno* di Giuliano Montaldo appare molto chiaramente l'inconciliabilità delle teorie filosofiche di Giordano Bruno con l'ortodossia cattolica, e gli sforzi del cardinale Bellarmino per circoscrivere i punti essenziali del conflitto finiscono col far emergere sempre più chiaramente gli aspetti animistici e panteistici del pensiero bruniano. La scienza (e in particolare il copernicanesimo) ha nel dibattito un ruolo marginale rispetto a un confronto tra visioni del mondo.

Nel film *Galileo* di Liliana Cavani [31], la posizione della Chiesa è vista come inaccettabile proprio perché non riconosce la verità delle affermazioni scientifiche che - in una prospettiva galileiana - non possono essere in contrasto con la fede. Questo film, dunque, sposa completamente la posizione di Galileo (della quale quella bruniana è presentata come una versione preliminare, ancora priva del necessario sostegno osservativo) e sottolinea piuttosto i contrasti e i problemi interni alla Chiesa, il buio della controriforma, la vanità del potere. Vediamo una scena emblematica di questo aspetto.

Nel *Galileo* di Brecht, invece, la prospettiva è assai diversa. Per Brecht, le nuove teorie scientifiche non sono accettate dalla Chiesa non perché sono in contrasto con la fede (abbiamo visto in precedenza la dichiarazione di fede di Galileo), ma perché sovvertono l'ordine costituito, e la sottomissione di Galileo (che gli permetterà di continuare i suoi studi ad Arcetri) è - per il drammaturgo - una scelta di ingordigia di sapere, e non di amore per la verità. Vedremo più avanti il famoso monologo di Galileo, che tratta anche di questo aspetto.

Un romanzo di John Updike, *La versione di Roger* [32] (Rizzoli, Milano, 1988), è centrato sulla figura di un giovane informatico che vuol convincere il Dipartimento di Teologia dell'Università ad accettare il suo progetto di "dimostrare, a partire dai dati fisici e biologici disponibili, per mezzo di modelli ed elaborazioni su calcolatore digitale elettronico, l'esistenza di Dio, cioè di una intelligenza operante e sovrana dietro tutti i fenomeni". Il suo interlocutore principale è Roger, un professore di teologia che ha lasciato il sacerdozio per l'insegnamento e la ricerca sulle eresie dei primi secoli. Il dibattito tra i due, e con altri colleghi - teologi e fisici - è appassionante, e mette in scena i problemi aperti della biologia evoluzionistica insieme a riflessioni teologiche.

5. Verità della scienza

Con la sua immagine del libro della natura scritto in caratteri matematici, Galileo ha espresso in modo particolarmente chiaro un sogno che in tutti i tempi è stato proprio degli scienziati. Da sempre, infatti, la scienza ha ricercato spiegazioni generali, punti di vista assoluti, prospettive unificanti: e non semplicemente per economia di pensiero, ma per una irresistibile tendenza ad assumere, per così dire, un punto di vista assoluto, indipendente da colui che lo assume, e cioè dall'uomo.

Nel *Galileo* di Brecht compaiono invece spunti di riflessione epistemologica che problematizzano la posizione dello scienziato. Protagonista ne è il cardinale Barberini, amico di Galileo e curioso di scienza prima di diventare pontefice col nome di Urbano VIII. Egli sostiene una ipotesi epistemologica secondo la quale compito della scienza è descrivere il mondo per mezzo di modelli adeguati, senza pretendere con questo di coglierne la vera realtà.

Barberini – (puntando l'indice verso Galileo) *“Il sole sorge e tramonta e ritorna al luogo suo”, dice Salomone. Che dice Galilei?*

Galileo – *Eminenza, quando ero alto così (indica con la mano), trovandomi su una nave, mi misi a gridare: “La riva si allontana!”. Ora però so che la riva stava ferma e che la nave si allontanava.*

Barberini – *Furbo, furbo. Quello che si vede, [...] cioè che il firmamento gira intorno a noi, può darsi che non sia vero, come dimostra l'esempio della riva e della nave. Mentre quello che è vero, cioè che la terra gira, non lo si può vedere materialmente! Furbo! Comunque, le sue lune di Giove danno filo da torcere ai nostri astronomi! [...] Ma siete sicuro, amico Galilei, che voi astronomi non vogliate semplicemente rendere più comoda l'astronomia? [...] Pensate in termini di cerchi e di ellissi, di velocità uniformi e di movimenti semplici, cioè di cose conformi ai vostri cervelli. Ma se all'Onnipotente fosse piaciuto far muovere le stelle così? (traccia in aria col dito un'orbita complicatissima con un moto irregolare). Dove andrebbero a finire allora i vostri calcoli?*

Galileo - *Se Dio avesse creato il mondo così, Eminenza, (traccia col dito lo stesso movimento), allora avrebbe creato cervelli fatti così (ripete il tracciato immaginario) perché potessimo credere che tali orbite fossero le più semplici possibili! Io ho fede nella ragione.*

Barberini - *Io invece la considero inadeguata. [...] [33]*

La riflessione epistemologica è presente e rilevante anche nel testo teatrale *Copenhagen* di Frayn, dove in poche densissime battute si ricostruisce una storia della relazione scientifica tra l'uomo e il mondo.

Bohr – *Tu lo vedi quello che abbiamo fatto in quei tre anni, vero Heisenberg? Senza esagerazioni, abbiamo messo il mondo sottosopra! Noi abbiamo rimesso l'uomo al centro dell'universo. Nel corso della storia ci siamo sempre trovati fuori posto. Non facciamo che relegarci alla periferia delle cose. Prima ci vediamo come un semplice strumento degli inconoscibili disegni di Dio, esili figure prostrate nella grande cattedrale della creazione. E appena abbiamo ritrovato noi stessi nel Rinascimento, appena l'uomo è diventato, come lo definiva Pitagora, la misura di tutte le cose, siamo stati di nuovo messi da parte dai prodotti della nostra stessa ragione! Siamo nuovamente schiacciati, mentre i fisici costruiscono le nuove grandi cattedrali che guardiamo con meraviglia – le leggi della meccanica classica, che ci precedono fin dall'inizio dell'eternità, e che ci sopravviveranno fino alla fine dell'eternità: che esistono, che noi esistiamo o no. Finché arriviamo all'inizio del ventesimo secolo, e siamo improvvisamente spinti ad alzarci in piedi.*

Heisenberg – *Tutto ha inizio con Einstein.*

Bohr – *Inizia con Einstein. Lui dimostra che la misura – la misura, dalla quale dipende l'intera possibilità della scienza – la misura non è un evento impersonale [...]. E' un atto umano, compiuto da uno specifico punto di vista nel tempo e nello spazio, dall'unico particolare punto di vista di un possibile osservatore. Poi, qui a Copenhagen, in quei tre anni durante gli anni venti, scopriamo che non esiste un universo oggettivo precisamente determinabile. Che l'universo esiste [...] soltanto nei limiti stabiliti dal rapporto che abbiamo con esso. [34]*

Si tratta di un testo che meriterebbe una riflessione approfondita: questo è un teatro di pensiero, e non solo di parola, che richiede di essere letto, oltre che di essere visto.

I racconti di *Palomar*, di Italo Calvino, vere e proprie *Operette Morali* in senso leopardiano, sviluppano una riflessione sulla conoscenza e sulla conoscenza scientifica in particolare che costituisce un intenso approfondimento del filone inaugurato dalle *Cosmicomiche*.

6. Scienza e società

Il problema dell'etica dello scienziato, e in particolare quello del suo rapporto con la società e con il potere, è affrontato in numerosi testi teatrali. Il caso forse più famoso è ancora una volta quello del *Galileo* di Brecht, ben sintetizzato dal monologo dello scienziato, che l'autore rielaborò profondamente dopo lo scoppio della bomba di Hiroshima, pensando ai dilemmi etici degli scienziati nucleari.

Galileo (con le mani professoralmente congiunte sul ventre) – [...] Possiamo noi ripudiare la massa e conservarci ugualmente uomini di scienza? I moti dei corpi celesti sono diventati più chiari, ma ai popoli restano pur sempre imperscrutabili i moti dei potenti. E se la battaglia per la misurabilità dei cieli è stata vinta dal dubbio, la battaglia della massaia romana per il latte sarà sempre perduta dalla credulità. [...]

Che scopo si prefigge il vostro lavoro? Io credo che la scienza abbia come unico scopo quello di alleviare la fatica dell'esistenza umana. Se gli uomini di scienza, intimiditi dai potenti egoisti, si limitano ad accumulare sapere per sapere, la scienza può rimanere fiaccata per sempre, e le vostre nuove macchine non saranno fonte che di nuovi triboli per l'uomo. E quando, con l'andar del tempo, avrete scoperto tutto lo scopribile, il vostro progresso non sarà che un progressivo allontanamento dall'umanità. [...]

Nella mia vita di scienziato ho avuto un'opportunità senza pari: quella di vedere l'astronomia dilagare sulle pubbliche piazze. In circostanze così straordinarie, la fermezza di un uomo poteva produrre grandi rivolgimenti. Se io avessi resistito, i naturalisti avrebbero potuto sviluppare qualcosa di simile a ciò che per i medici è il giuramento di Ippocrate: il voto solenne di far uso della scienza a esclusivo vantaggio dell'umanità. [...]

Per alcuni anni ebbi la forza di una pubblica autorità. Ma ho messo la mia sapienza a disposizione dei potenti perché la usassero, o non la usassero, o ne abusassero, a seconda dei loro fini. Ho tradito la mia professione. Quando un uomo ha fatto ciò che ho fatto io, la sua presenza non può essere tollerata nei ranghi della scienza. [35]

Anche *Copenhagen* di Frayn è un testo che riflette a lungo sul tema dell'etica dello scienziato. Rimettendo in scena più volte, con ipotetici sviluppi diversi, il famoso e misterioso colloquio tra Bohr e Heisenberg avvenuto a Copenhagen nel 1941, viene continuamente posta la domanda sul ruolo di Heisenberg nella politica atomica tedesca: ciò che egli avrebbe potuto o dovuto fare, ciò che effettivamente fece; ma anche ciò che i fisici dell'altra parte hanno fatto e avrebbero potuto o dovuto fare.

Sullo stesso tema della responsabilità degli scienziati nell'era atomica si sofferma con tono grotteschi e amari anche il testo teatrale *I fisici*, di Friedrich Dürrenmatt (1962) [36]. La scena è collocata sulle rive del lago Lemano, in una clinica psichiatrica di lusso. Qui sono ricoverati tre pazienti che si credono fisici. Nel corso del dramma si scoprirà che uno di essi è veramente chi afferma di essere, ossia il grande fisico Möbius, mentre gli altri due sono agenti segrete di potenze opposte incaricati di rapirlo. Möbius rifiuta di seguirli, e anzi convince gli altri a restare, a "revocare il proprio sapere".

Ma, con un colpo di scena, sarà la direttrice della clinica ad appropriarsi delle scoperte di Möbius e a mettere in piedi un grande sistema multinazionale militare-industriale....

7. Passioni scientifiche

Nel testo brechtiano, Galileo è visto come un ricercatore appassionato. Ma questa passione conoscitiva - pur così efficacemente rappresentata nel testo teatrale - è anche una ragione di critica da parte di Brecht, che lo vede anteporre l'ansia di conoscenza ad ogni altro valore. Si tratta di una critica piuttosto radicale, che avvicina la passione scientifica a quella per il vino e per le "consolazioni della carne", come Brecht le definisce. Sofferamoci a questo proposito sulla scena nella quale Galileo non esita a compromettere il matrimonio della figlia Virginia (nella realtà, già in convento) con un giovane romano, Ludovico (un personaggio di fantasia).

Ludovico – *Non voglio dimenticare di dirvi che mia madre vi manda i suoi rallegramenti per l'ammirevole tatto da voi dimostrato in occasione delle recenti gazzarre olandesi a proposito delle macchie solari.*

Galileo – *(asciutto) Grazie. [...] Mi piace questo vino, Ludovico. E a te?*

Ludovico – *E' buono.*

Galileo – *Conosco la collina sulla quale è maturato. [...] E' quasi dolce, ma si ferma al punto giusto. [...] Amo le consolazioni della carne, e non posso soffrire i vigliacchi che le chiamano debolezze. [...] Ti piace il mio vino, Ludovico?*

Ludovico – *Ve l'ho detto, signore.*

Galileo – *Ti piace davvero?*

Ludovico – *(rigido) Mi piace.*

Galileo – *E non puoi accettare da un uomo il suo vino, oppure sua figlia, senza chiedergli di rinunciare al suo mestiere? Cosa ha a che fare la mia astronomia con mia figlia? Le fasi di Venere non influiscono sulla curva delle sue chiappe.*

Ludovico – *I matrimoni nelle famiglie come la mia non avvengono solo seguendo l'inclinazione dei sensi.*

Galileo - *Andrea, Fulgenzio, portate lo specchio d'ottone e lo schermo! Faremo cadere sullo schermo l'immagine del sole, per risparmiarci gli occhi.*

Ludovico - *Signor Galileo, a Roma vi eravate impegnato a non immischiarvi più in quella faccenda della terra che gira intorno al sole. [...]*

Galileo - *Portate il telescopio!*

Ludovico - *Giuseppe, porta il bagaglio nella carrozza. (Il servo esce.) [...] Rimarrete in eterno schiavo delle vostre passioni. Fate le mie scuse a Virginia. Credo sia meglio che non la veda adesso.*

Galileo - *La dote rimane a vostra disposizione in ogni momento.*

Ludovico – *Buongiorno. (Se ne va) [...]*

Galileo - *Io debbo sapere. [37]*

A volte una biografia, teatrale o letteraria, sceglie di parlare di uno o più scienziati, di raccontarci la loro storia, di farla rivivere sulla scena. In questo caso diversi tra i temi fin qui citati (concetti raccontati, realtà in scena, visioni del mondo, passioni scientifiche, ecc.) saranno presenti nel testo, intrecciati alle vicende dei

personaggi. Attraverso le biografie messe in scena questi temi possono venire sviluppati efficacemente, per cui questa è senz'altro una modalità interessante di dar voce alle molteplici dimensioni dell'attività scientifica.

Ma accanto a Galileo, che fin dall'ottocento è stato protagonista di testi teatrali, non troviamo molti scienziati sulla scena. Forse la figura più presente è quella di Maria Curie, che è stata anche protagonista di diversi film. Certamente l'essere donna, l'aver vinto non uno ma due premi Nobel, l'aver vissuto accanto all'assorbente attività scientifica una intensa vita affettiva, l'essersi spesa in attività umanitarie durante la prima guerra mondiale sono tutti elementi che hanno contribuito a fare di lei un personaggio.

Tra i testi dedicati a Maria Curie, ne ricordo in particolare uno, *Il fuoco del radio* di Luisa Crismani e Simona Cerrato, rappresentato dal Teatro "La Contrada" di Trieste nel 1997 e ripreso, tra il 2005 e il 2006, dalla compagnia teatrale Ursamaior a Padova e a Bologna. Esso è costruito intorno a un immaginario dialogo tra Maria, la figlia Irène (anche lei premio Nobel) e Lise Meitner, un'altra scienziata del novecento, che ha fornito la prima interpretazione teorica della fissione nucleare ma è stata esclusa dal premio Nobel.

La scelta di mettere in scena una situazione come questa, non documentata ma storicamente possibile, può dipendere dal desiderio di sottolineare una vicinanza, una analogia di pensieri e di destini, una comune passione scientifica. In altri casi, come in *Copenhagen*, la scelta può essere quella di superare la lacunosità e la contraddittorietà della documentazione disponibile, cercando una verità più profonda attraverso l'immaginazione e l'identificazione con i personaggi.

Nel 2005, è stato portato in scena in Italia (dopo il grande successo di Broadway) anche Richard Feynman, uno dei grandi fisici del novecento (QED, un giorno nella vita di Richard Feynman, di Peter Parnell, regia di Luca Giberti, Festival della Scienza di Genova). Il testo coglie Richard Feynman all'interno del suo studio, durante una nottata di frenetica attività, dopo aver ricevuto la notizia di essere malato di cancro. La pièce ripercorre la carriera del fisico insignito del Nobel nel '65 – dall'impegno per la realizzazione della bomba atomica, alla formulazione della teoria nota come "QED" (Quantum Electro-Dynamics), alla soluzione del rompicapo del disastro del Challenger. Ne emerge la figura di un uomo eclettico e versatile, appassionato di pittura e di musica oltre che di scienza.

Di passione scientifica tratta anche un'opera autobiografica di Oliver Sacks, *Zio Tungsteno* [38]. Assecondato dalla madre, dai fratelli e dallo zio Dave, il giovane Oliver fa esperimenti: come "prendere un cavolo rosso sottaceto e aggiungere ammoniaca che lo neutralizzi", e ottenere "una sorprendente trasformazione, giacché il succo avrebbe virato passando attraverso ogni sorta di colore, dal rosso alle sfumature del viola, al turchese e al blu, per approdare al verde". Il primo amore di Sacks, però, è destinato a finire male. Dopo 10 anni di passione e sensazioni forti, l'adolescente viene a sapere di una chimica più astratta, retta da interazioni tra elettroni attorno agli atomi e dalla fisica quantistica. Non gli piace però quell'assenza di contatto fisico, e non farà il chimico. Si occuperà non più della materia e delle sue trasformazioni, ma della mente umana. Molti anni dopo, Roald Hoffmann, premio Nobel per la chimica, regala a Sacks un pezzetto di tungsteno, che cade per terra con un suono che fa tornare il tempo perduto, proprio come il sapore della *madeleine* per Proust.

Ma che cos'è la passione scientifica? Non è solo, e non è sempre una passione per la verità. Nella scienza, è anche ben presente una dimensione di competizione: una dimensione che spesso si tende a mettere in secondo piano. Una riflessione più approfondita può portare a volte a conclusioni inattese, ad affermazioni scandalose.

Così si esprime ad esempio Carl Djerassi a proposito del suo testo teatrale *Oxygen*, scritto in collaborazione con Ronald Hoffmann [39].

Il nostro lavoro tratta due questioni fondamentali: che cos'è la scoperta scientifica, e perché è così importante per uno scienziato essere primo? In termini ancora più crudi: perché le Olimpiadi scientifiche danno soltanto medaglie d'oro, e non d'argento e di bronzo? Perché nella scienza essere secondi è come essere ultimi? [...] In Oxigen, trattiamo queste questioni attraverso un immaginario Comitato retro-Nobel che si riunisce innanzitutto per scegliere una scoperta del passato da premiare, e poi – questione non banale – a chi attribuirlo. [...] Al farmacista svedese Cal Wilhelm Scheele, che ha ottenuto per primo l'ossigeno, o al ministro inglese, poi chimico, Joseph Priestley, che ha pubblicato per primo, oppure al chimico francese, nonché funzionario delle imposte Antoine Laurent Lavoisier, che per primo ha intuito le implicazioni rivoluzionarie di questa scoperta? [40]

Anche *Il dilemma di Cantor* (1989), di Carl Djerassi [41], si colloca nel filone della vita della scienza, perché in modo romanzesco e avvincente tratta – come del resto *Oxygen* - il problema centrale della priorità della scoperta scientifica, e le sue implicazioni di rivalità tra gruppi di ricerca, di ambizioni, di etica scientifica. Dietro lo schermo della finzione narrativa, Carl Djerassi getta un raggio di luce su alcune zone grigie della scienza, quelle in cui i professionisti della ricerca scientifica, deliberatamente o in modo inconsapevole, abbandonano in alcuni casi la retta via.

Quando il prof. Cantor annuncia la sua sensazionale scoperta nel campo della ricerca oncologica, la comunità scientifica ne resta elettrizzata. A conferma delle sue brillanti ipotesi manca solo un ultimo esperimento. Fin dove si spingerà il suo giovane assistente per garantirne i risultati? L'“aggiustamento dei dati” è un comportamento assodato, con una lunga e gloriosa tradizione, da Mendel a Newton. Ma quanto danno viene arrecato alla scienza quando proprio le sue élites mostrano un comportamento così deviante rispetto alle regole?

Un altro personaggio considerato dal teatro e, più in generale, dalla letteratura è Lise Meitner, la scienziata tedesca esule in Svezia (*Ricordando Lise Meitner*, di Robert Marc Friedman, regia di Arnaldo Picchi, Laboratori DMS Teatro, 2005). Così si esprime l'autore in un'intervista radiofonica:

Ho avvertito la necessità di esplorare le motivazioni e le emozioni dei personaggi di cui parlo. In questo il teatro mi ha molto aiutato. La mia intenzione era scrivere un'opera che reggesse sotto il profilo drammaturgico, ma che allo stesso tempo fosse onesta dal punto di vista storico. Volevo esibire su un palcoscenico la scienza intesa come istituzione sociale, il gioco di interessi e i tradimenti che si consumano in un laboratorio.

Uno scrittore che in molti suoi romanzi ha trattato il tema della vita della scienza nelle istituzioni accademiche è David Lodge. In uno dei suoi libri più recenti, ambientato in un dipartimento di scienze cognitive, nel quale le riflessioni filosofiche e scientifiche sulla coscienza – più in generale sul rapporto tra mente e cervello – si intrecciano alle vicende amorose e alle performances sessuali dei protagonisti. [42]

8. Tecnoscienza

I testi letterari, teatrali e cinematografici fin qui citati trattano prevalentemente di fisica e di fisici, e non si spingono (nella loro ambientazione storica) al di là del primo novecento. Queste due caratteristiche - tematica e

cronologica - sono legate tra loro. Fino alla metà del novecento, infatti, la fisica era generalmente considerata come la scienza più fondamentale, la scienza alla base di tutte le altre, in una rigorosa e veritiera piramide di saperi. Inoltre, nel corso del primo novecento, gli sviluppi dell'energia atomica hanno aperto importanti scenari di interesse sociale (nuove fonti di energia, nuove possibilità terapeutiche), e contemporaneamente le drammatiche esplosioni degli ordigni nucleari hanno posto con forza il problema dell'etica scientifica.

Nella seconda metà del ventesimo secolo, però, la scienza nel suo complesso è profondamente mutata, tanto si parla sempre più spesso di tecnoscienza anziché di scienza. La scienza contemporanea, cioè, non si occupa tanto di svelare la verità del mondo, quanto di elaborare teorie utili per conquistarlo e dominarlo. Inoltre, la fisica non è più vista – se non in linea di principio - come la scienza fondamentale su cui le altre si appoggiano. [43]

Si intende qui per tecnoscienza una scienza così intimamente legata alla tecnica (scienza funzionale alla tecnica, ma anche sempre più dipendente dalla tecnica) da rovesciare in molti casi la relazione classica secondo cui la tecnica è un'applicazione della scienza. Spesso, oggi, la scienza addirittura rincorre la tecnica, nel senso che la tecnica trova soluzioni che funzionano e chiede alla scienza le spiegazioni. Pensiamo ad esempio alla ricerca genetica, per convincerci di questo punto.

Scriva Hans Magnus Enzensberger: “Antichissime fantasie di onnipotenza hanno trovato un nuovo rifugio nel sistema delle scienze. [...] Sempre più nitidamente si è profilata la posizione egemonica di poche discipline, che dispongono delle risorse determinanti. Nel Ventesimo secolo questo ruolo è stato attribuito alla fisica teorica. Ormai, assieme alle scienze informatiche e quelle cognitive, la biologia ha preso il suo posto”. [44]

Eppure, non incontriamo oggi nella letteratura e nel teatro una significativa presenza della biologia, se si esclude il già citato *An immaculate misconception* di Carl Djerassi e pochi altri testi (si può citare da esempio *Darwin delle scimmie* di Giorgio Celli [45], o anche *Dilettanti* di Guido Barbujani, che ripercorre con affettuosa partecipazione le vicende dell'avventuroso viaggio sul *Beagle* di Charles Darwin col capitano Fitzroy. [46]

Davanti alle fantasie di potenza e controllo illimitato che caratterizzano la tecnoscienza contemporanea, è spesso la fantascienza, in passato considerata genere marginale, che tocca ormai le grandi questioni sfidate dalla tecnoscienza: chi è l'uomo? che cosa sta cercando o aspettando? dove sta andando? qual è il suo posto nel mondo? – come pure i grandi problemi etici che segnano e segneranno il secolo appena iniziato.

Bibliografia

- [1] T.Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, libro I, 933-950 (trad. it. di Luca Canali, Rizzoli, Milano, 1990, p. 143). Per una più ampia analisi della dimensione scientifica del testo lucreziano, si veda G.Zanarini, *Appassionato rigore*, Cuen, Napoli, 2001.
- [2] T.Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, libro I, 140-145 (trad. it. cit., 1990, p. 83).
- [3] T.Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, I, 963-967 (trad. it. cit., p.145).
- [4] Epicuro, *Epistola a Erodoto*, in Diogene Laerzio, *Vite dei filosofi*, Laterza, Bari, 1983, p.415.
- [5] T.Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, I, 968-973 (trad. it. cit., p.145).
- [6] L.Ronconi, *Le idee della scienza irrompono al Piccolo*, Il Sole 24 Ore, 14/01/2000.
- [7] G.Corbellini, P.Donghi, A. Massarenti, *Biblioetica*, Einaudi, Torino, 2006.

- [8] G.Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Einaudi, Torino 1970, pp. 59-63.
- [9] M.Frayn, *Copenhagen*, Methuen, London, 1998.
- [10] M.Frayn, *Copenhagen*, cit. (trad. it. *Copenhagen*, Sironi, Milano, 2003, pp. 36-38).
- [11] T.Stoppard, *Hapgood*, Faber & Faber, London, 1988.
- [12] T.Stoppard, *Arcadia*, Einaudi, Torino, 2004.
- [13] I.Calvino, *Romanzi e racconti*, Mondadori, Milano 1992, vol. 2, p. 118.
- [14] T.Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, II, 114-128 (trad. it. cit., p.167).
- [15] N.R. Hanson, *Patterns of Discovery: an Inquiry into the Conceptual Foundations of Science*, Cambridge University Press, Cambridge, 1958 (trad. it. *I modelli della scoperta scientifica*, Feltrinelli, Milano, 1978).
- [16] Per una analisi più approfondita, si veda G.Zanarini, *Appassionato rigore*, Cuen, Napoli, 2001.
- [17] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, Einaudi bilingue, Torino, 1994, pp. 55-57.
- [18] G.Galilei, *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, Einaudi, Torino 1970, pp. 227-229.
- [19] M. Pera, *Scienza e retorica*, Laterza, Bari, 1991, p.10.
- [20] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, cit., pp. 161-163.
- [21] A.Crumey, *L'amore perduto e la teoria dei quanti*, Ponte alle grazie, Milano, 2005.
- [22] P.Levi, *Il sistema periodico*, Einaudi, Torino, 1975, p.238.
- [23] Tito Lucrezio Caro, *De Rerum Natura*, libro V, 416-431 (trad. it. cit., pp.455-457).
- [24] Jacques Monod, *Il caso e la necessità*, Mondadori, Milano, 1970, p.164.
- [25] G.Leopardi, *Operette morali*, Rizzoli, Milano, 1976, pp. 156-157.
- [26] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, cit., p. 59.
- [27] G.Montaldo, *Giordano Bruno* (1973).
- [28] J.Banville, *La notte di Keplero (1981)*, Guanda, Parma, 1993, pp.35-36.
- [29] J.Eugenides, *Middlesex*, Bloomsbury, London, 2002, p.4.
- [30] K.Wonnegut, *Galapagos*, Bompiani, Milano, 1985.
- [31] L.Cavani, *Galileo*, 1969.
- [32] J.Updike, *La versione di Roger*, Rizzoli, Milano, 1988.
- [33] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, cit., p.129.
- [34] M.Frayn, *Copenhagen*, cit., pp.79-80.
- [35] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, cit., pp. 237-241.
- [36] F.Durrenmatt, *I fisici*, Einaudi, Torino, 1972.
- [37] B.Brecht, *Lebens des Galilei - Vita di Galileo*, cit., pp. 167-179.
- [38] O.Sacks, *Zio Tungsteno*, Adelphi, Milano, 2002.
- [39] C.Djerassi, R.Hoffman, *Ossigeno*, Clueb, Bologna, 2003.
- [40] C.Djerassi, *Contemporary science-in-theatre: a rare genre*, *Interdisciplinary Science Reviews*, 27, 3 (2002), pp. 196-197.
- [41] C.Djerassi, *Il dilemma di Cantor*, Di Rienzo, Roma, 2003.
- [42] D.Lodge, *Thinks*, Secker & Warburg, London, 2001 (trad. it. *Pensieri, pensieri*, Bompiani, Milano, 2002).

- [43] Per una più ampia riflessione su questo tema, si può vedere G.Zanarini, *Il libro della natura: una metafora*, in Nuova Civiltà delle Macchine, XVIII, 4 (2001), pp. 126-135.
- [44] H.M.Enzensberger, *Scienziati, aspiranti redentori*, Il Corriere della Sera, 4 giugno 2001.
- [45] G.Celli, *Darwin delle scimmie*, Einaudi, Torino, 1999.
- [46] G.Barbujani, *Dilettanti*, Marsilio, Venezia, 1994.