

SEGNI DI VITA

La biologia di Star Trek

di SUSAN JENKINS

e ROBERT JENKINS

TRADUZIONE DI

LIBERO SOSIOA Kathy e Chris
*e alla memoria di Carl Sagan
e Gene Roddenberry*

Prefazione

di Lawrence M Krauss

Dono la pubblicazione della *Fisica di Star Trek*, un lettore mi scrisse dicendomi che da ben trent'anni aspettava di trovare un libro su *Star Trek* nella sezione *scientifica* di una libreria! Non mi ero mai reso del tutto conto, neppure mentre scrivevo il libro, di quanto *Star Trek* avesse permeato la nostra cultura, e di quanto la serie ispiri ancor oggi la gente a immaginare “ le possibilità di esistenza ignorate ”, come disse una volta l'istrione soprannaturale, *Q*.

Uno dei principali motivi di attrazione di *Star Trek* è l'attenzione che la serie dedica a civiltà extraterrestri e a psicologie aliene, e alle grandiose prospettive che esse dischiudono. Questo fatto crea, ovviamente, numerose difficoltà a chiunque si proponga di conciliare i principi biologici della serie con il nostro mondo. Potremmo chiederci, per esempio, perché in *Star Trek* ci sia un così gran numero di forme di vita umanoidi (ma anche la maggior parte degli extraterrestri di Hollywood hanno normalmente una testa, due braccia e due gambe). Ancora più difficile è immaginare come, dall'accoppiamento di una terrestre con un vulcaniano, sia potuto nascere un ibrido come Spock, dal momento che sulla Terra gli accoppiamenti fra specie diverse non hanno quasi mai successo, neppure quando le due specie hanno in comune più del 90 per cento del corredo genetico, per non parlare del fatto che la loro evoluzione ha avuto luogo sullo stesso pianeta. Ovviamente la nostra cultura popolare sarebbe stata più povera se Spock non fosse mai nato, e Gene Roddenberry sapeva come e quando piegare le regole della scienza in modo da rendere più vitali e convincenti le vicende narrate da *Star Trek*.

Ma anche quando consideriamo le licenze biologiche degli autori di *Star Trek* nell'introdurre varie forme di vita più o meno esotiche, dovremmo però ricordare che numerose scoperte recenti hanno messo in forse alcune fra le

nozioni più consolidate sulla natura e l'origine della vita sulla Terra. Sulla Terra, in effetti, la vita sembra esistere in tutti i posti sbagliati. In ambienti tossici, in acque caldissime e nella tundra desertica si sono evoluti e sono sopravvissuti i cosiddetti organismi "estremofili". Può darsi addirittura che le prime forme di vita sulla Terra siano sorte in tale contesto.

Chi siamo noi per poteré affermare con sicurezza che la vita terrestre ha avuto origine sulla Terra? Osservazioni recenti della cometa Hale-Bopp hanno confermato l'esistenza nello spazio di molecole organiche complesse: gli amminoacidi basilari. Non può essere che la vita sulla Terra si sia evoluta così rapidamente, una volta che le condizioni fisiche siano diventate tali da permetterle di sopravvivere, grazie al fatto che i componenti elementari della vita erano stati creati già prima e altrove?

Domande come queste ci costringono a prendere coscienza del fatto che le scienze biologiche stanno vivendo oggi un periodo di esaltazione simile a quello che si è accompagnato alle rivoluzioni della fisica dell'inizio del xx secolo. Questo è un periodo emozionante nelle scienze della vita, e se *Star Trek* riuscirà a farci riflettere sulle meraviglie della natura e sulle possibilità della vita, avrà svolto una funzione seria e importante, oltre a quella del mero divertimento. Come questo libro dimostra ampiamente, l'esame dell'universo di *Star Trek* può rivelare molte verità nascoste affascinanti sul nostro. E viceversa.

L. M. K.

Cleveland, Ohio

Febbraio 1998

Introduzione

QUESTO libro deve la sua esistenza a Lawrence M. Krauss, della Case Western Reserve University, e al suo bestseller *La fisica di Star Trek*. Noi lo abbiamo letto e ci è piaciuto moltissimo. Il libro di Krauss ci ha incoraggiati a proseguire idealmente il suo cammino, viaggiando noi stessi attraverso i secoli di *Star Trek* con la scorta della nostra formazione professionale nei campi della psichiatria e della genetica.

Abbiamo allora cominciato a raccogliere esemplari di specie aliene e di umanoidi extraterrestri in tutto l'universo di *Star Trek*, e in questo compito ci sono stati molto utili ufficiali dell'*Enterprise* di molte generazioni: Spock ci ha fornito varie osservazioni scientifiche davvero acute, la dottoressa Beverly Crusher ci ha dato informazioni fondamentali, Data ci ha detto molte cose, Kathryn Janeway ci ha evitato di fare troppa confusione e Quark ci ha aiutati a venire a capo di alcune difficoltà. Dopo avere raccolto i nostri esemplari, siamo tornati sulla Terra a esaminarli alla fredda luce della realtà. Molti di essi non sono sopravvissuti al viaggio.

Ma alcuni sì! E questo è il fascino della grande opera d'arte di Gene Roddenberry. *Star Trek* è un fenomeno come pochi altri, prestandosi a una serie quasi illimitata di collegamenti con molti campi dell'attività umana. Proiettando la nostra esperienza e le nostre vicende negli spazi cosmici, noi esseri umani acquistiamo consapevolezza della nostra natura. Attraverso una produzione che è in corso da una trentina d'anni — e grazie a innumerevoli autori, registi,

creatori di effetti speciali, attori, commentatori, e persino imitatori che hanno contribuito a questa grande avventura —, *Star Trek* riflette anche i cambiamenti della nostra cultura e della nostra società. Per limitarci a qualche esempio:

consideriamo la grande differenza fra i ruoli e i costumi delle donne nella serie originale e quelli della serie *Voyager*; la caratterizzazione di Benjamin Sisko come comandante di *Deep Space 9*; e la forma disciplinata di diplomazia di Jean-Luc Picard in contrapposizione con la bellicosità e la occasionale avventatezza di James T. Kirk. Ci sono molte cose che dobbiamo imparare per poter sopravvivere come specie, e *Star Trek* può essere un veicolo per questa esplorazione. Il professor Eric Rabkin, dell'Università del Michigan, ha definito la fantascienza come la "letteratura dell'immaginazione tecnica". Secondo Rabkin un'opera di fantascienza richiede tre elementi: il fantastico reso plausibile, situazioni drammatiche e stimolazione intellettuale. E questa a catturare gli scienziati che guardano *Star Trek*. Se questo libro eserciterà in qualche fan di *Star Trek* un po' di stimolazione intellettuale per la vera scienza, noi ne saremo appagati.

Ai nostri colleghi scienziati chiediamo pazienza e indulgenza. Abbiamo trovato molto difficile, scrivendo questo libro, seguire una rotta nel complesso campo gravitazionale generato dal sistema stellare binario dell'esattezza scientifica e della brevità in un linguaggio non tecnico. Benché questo libro si occupi primariamente di *Star Trek*, abbiamo cercato di toccare molti dei problemi più affascinanti delle attuali ricerche biologiche. Gli scienziati sono una tribù onorevole, che condivide con i Vulcaniani la dedizione all'onestà e un amore minuzioso per i particolari. Noi speriamo di avere comunicato con precisione l'essenza dei concetti scientifici. Se a volte abbiamo dato adito a un po' di confusione, ce ne scusiamo e chiediamo ai lettori di farcelo sapere.

Un altro nostro compito è stato quello di scegliere dall'intero universo alcune forme di vita reali da esaminare come esempi. In alcuni casi abbiamo scelto forme comuni e familiari, in altri ci siamo concentrati su forme straordinarie. E' in questo modo che si costruisce la comprensione della biologia. Attraverso incontri con stranezze affascinanti, possiamo meglio riconoscere i principi generali.

Questo libro non sarebbe mai stato scritto senza il fattivo sostegno della nostra agente, Susan Rabiner, che ci ha dato anche un prezioso aiuto editoriale. Eamon Dolan, della HarperCollins, è stato sempre inflessibile sulle scadenze e non è mai venuto meno alla sua concretezza. Sarah Lippincott ci ha prodigato generosamente la sua esperienza editoriale. Vogliamo ringraziare, per il loro incoraggiamento e i loro suggerimenti, anche un certo numero di amici e colleghi, fra cui in particolare Stephen Carmichael, Rhonda Erdman, Anna Fortunato, Chris Hook, Robert Johnson, Doug Nichols, Ron Reeves, Carol e Steve Solovitz, Jane Toft e David Wold.

Ringraziamo anche i nostri genitori che, durante le loro visite a casa nostra e le nostre visite a casa loro, hanno sopportato per anni di vedere e discutere con noi spettacoli televisivi e libri di fantascienza, per i quali non mostrano molto entusiasmo. Questo libro, infine, deve molto anche al costante interesse, amore e sostegno dei nostri due figli, Chris e Kathy. Ci ha fatto piacere discutere con loro alcuni dettagli di *Star Trek* (< Papà! Ci sono almeno *tre* tipi di faser portatili >) a tavola, in auto e davanti alla tv. Non siamo sicuri di quale delle nostre due generazioni si sia divertita di più a guardare tutte le repliche e i nuovi episodi!

A volte, se si segue il proprio piacere, si arriva da qualche parte.

Rochester, Minnesota

Febbraio 1998

i. *Ogni scarafone è bello a mamma sua*

Dove impariamo come si forma una faccia, in che modo una morfologia aliena può

contribuire all'organizzazione sociale e come

facce aliene influiscono psicologicamente su di noi

((È sorprendente che siate arrivati fin qui: avete una fronte così liscia.

Seska all'equipaggio del *Voyager*, *Basics*, Parte i

IL LUOGO." il Campo Khitomer, nei pressi del confine fra Klingon e Romulani. La scena: un salone in cui ambasciatori di ogni parte della Federazione Unita dei Pianeti si sono riuniti per esaminare una richiesta urgente del pianeta dei Klingon e delle sue colonie di essere ammessi nella Federazione. D'improvviso Kirk, Spock, Scotty, McCoy, Chekov e Uhura irrompono attraverso le barriere di sicurezza. Mentre McCoy e Uhura si fanno largo fra la folla, Kirk balza sul podio e si lancia sul presidente della Federazione, travolgendolo. Appena in tempo! Un raggio laser attraversa l'aria. Una lastra di vetro sul soffitto si rompe, e un aspirante assassino mascherato cade al suolo. Morto stecchito.

E già tutto finito prima che qualcuno abbia avuto il tempo di rendersi conto del pericolo. Confusione e terrore lasciano posto a una sensazione di scampato pericolo. I delegati erompono in un applauso. Scosso ma illeso, il presidente della Federazione viene aiutato a rimettersi in piedi, si liscia la barba bianca e cerca di ricomporre i suoi indumenti e, insieme, la sua dignità. I nostri eroi — Kirk e l'equipaggio dell'Enterprise — sorridono e accettano con modestia le congratulazioni. Il bene ha trionfato sul male. La Federazione è di nuovo salva, almeno per il momento.

Così, più o meno, si conclude il sesto film di *Star Trek*, *Rotta verso l'ignoto*. L'azione si svolge verso la fine del XXIII secolo. Jean-Luc Picard non è ancora nato, ed è stata esplorata solo una parte del Quadrante Alfa della Galassia. Eppure, mentre la camera fa una panoramica del salone della conferenza e noi vediamo i delegati dei vari pianeti, ora rilassati e sorridenti, le loro facce, pur essendo abbastanza familiari a un Trekker fedele come te, sono tuttavia distintamente... non simili alla nostra. Non... *umane*. Ci sono Andoriani dalla pelle blu, e riconosciamo molti Klingon e alcuni Tellariti dal naso a grifo, ma da dove mai vengono quelle persone in prima fila dalla testa squamosa?

Com 'è fatto un alieno?

Gli episodi della serie originale di *Star Trek* ci presentano, con poche eccezioni, alieni dall'aspetto umano, che si differenziano dai terrestri solo per la loro colorazione, come i verdi Orion. Scientificamente parlando, c'è qualche ragione per cui gli alieni dovrebbero essere così simili a noi? In realtà no, a meno di ammettere l'ipotesi che ci siamo evoluti tutti da un progenitore comune. Gli alieni delle serie successive — *The Next Generation*, *Deep Space Nine* e *Voyager* — hanno accentuato progressivamente la loro diversità, con appendici facciali, orifizi extra, piume, macchie, puntini, corna e lembi di pelle libera ondeggianti su ogni superficie. Per fortuna per gli attori umani, nella maggior parte della Galassia si conserva la locomozione eretta bipede propria degli umanoidi. Gli autori di *Star Trek* hanno tentato di spiegare questo curioso fenomeno in un episodio di *The Next Generation*, *Il segreto della vita*. Abbiamo appreso così che le ricerche archeologiche del professor Richard Galen hanno condotto alla scoperta di un'antica specie umanoide che ha disseminato il proprio DNA nella Galassia, dando origine all'uomo, ai Vulcaniani, ai Romulani, ai Klingon, ai Cardassiani e ad altre specie umanoidi. Quest'idea presenta una certa affinità con l'ipotesi della panspermia sviluppata dal chimico-fisico svedese Svante Arrhenius (1859-1927), il quale suggerì che la vita abbia avuto origine sulla Terra a partire da spore primitive cadute su di essa dallo spazio. Questa nozione fu ripresa negli anni Settanta del Novecento da Francis Crick (lo scopritore, insieme a James Watson, della struttura molecolare del DNA, il materiale genetico) e da Leslie Orgel; quest'ultimo, in particolare, suggerì che i 4,5 miliardi di anni trascorsi dall'origine della Terra non sarebbero stati sufficienti all'evoluzione spontanea della vita quale la conosciamo noi oggi, e che perciò il nostro pianeta deve essere stato cosparso di microrganismi, forse inviati deliberatamente, a opera di un veicolo spaziale alieno. Se questa ipotesi sarà confermata, un giorno potremmo scoprire la vita su altri pianeti simili in tutta la Galassia. Non si potrà tentare di verificare l'ipotesi della panspermia fino a quando non si scopriranno forme di vita extraterrestri.

Ma, voi dite ricordando i vostri corsi di biologia, se il professor Galen aveva ragione, dopo tutte quelle generazioni non è passato abbastanza tempo per permettere alle specie aliene di *Star Trek* di differenziarsi più di quanto ci mostrino gli episodi di *Star Trek*? Non dovrebbero essere oggi tutte molto diverse l'una dall'altra? Non è che i vari umanoidi siano tutti così simili semplicemente perché i truccatori della serie *Star Trek* devono sempre lavorare su attori umani? E stata la scarsità di immaginazione, o la fedeltà alla biologia, a limitare le forme degli alieni di *Star Trek*? Quali costrizioni impone l'evoluzione a una speciazione rapida e vistosa?

Le lancette dell'orologio biologico si muovono lentamente, e presentano una resistenza intrinseca a grandi cambiamenti. Poiché la speciazione è provocata da vari mutamenti casuali nel DNA, e questi, per conservarsi, devono permettere all'organismo di sopravvivere e di riprodursi, i piccoli mutamenti sono favoriti rispetto a quelli grandi. I mutamenti minori hanno meno probabilità di compromettere la sperimentata capacità di sopravvivenza dell'originale. Data questa costrizione, due specie inizialmente simili possono rimanere tali per lunghi periodi di tempo, anche se vengono esposte a insiemi molto diversi di pressioni ambientali.

Ci si può fare un'idea migliore di ciò che è in gioco qui per mezzo di un gioco per bambini. Scegliamo due parole di quattro lettere che non abbiano lettere in comune, come "cane" e "lupo", e cerchiamo di passare dalla prima parola alla seconda cambiando solo una lettera per volta. Il gioco richiede che, ogni volta che si cambia una lettera, si ottenga una parola di quattro lettere che abbia un senso, e vince chi passa da una parola all'altra nel minor numero di passi. (Abbiamo trovato cane-lane-lune-lupe-lupo: quattro passaggi, ma a volte si è costretti a percorsi più lunghi.) E così che funzionano, più o meno, i nostri geni. Le singole lettere del nostro DNA possono cambiare, ma dopo ogni cambiamento il DNA dev'essere ancora un programma per la costruzione di una persona vitale. Se due gruppi di umanoidi hanno inizio con la stessa "parola" ma terminano con "parole" diverse, le parole intermedie di entrambi i gruppi non potranno essere tanto diverse l'una dall'altra, semplicemente perché tutte le parole intermedie devono essere anch'esse parole esistenti. Qualcosa di simile accade con l'evoluzione e con il DNA.

Ne segue forse che un truccatore di *Star Trek* possa introdurre un cambiamento in qualsiasi carattere di una faccia di tipo terrestre trovando una variazione vitale purché il mutamento sia piccolo? Purtroppo non è del tutto così. Ci sono fattori che contribuiscono a stabilire quali tratti possono emergere, altri che esercitano una selezione stabilendo quali potranno sopravvivere, e altri ancora che determinano quali caratteri saranno trasmessi alle generazioni future.

Accettando in via ipotetica i risultati della ricerca del professor Galen, supponiamo che qualche umanoide primordiale abbia disseminato nell'intera Galassia del comutiv DNA. I corpi costruiti secondo le specificazioni contenute in quel piano corporeo si evolverebbero ancor oggi in modo da far fronte in modo ottimale alle specifiche pressioni ambientali a cui sono esposti. Il nostro corpo, per esempio, è adattato alle condizioni di vita vigenti sul pianeta Terra, dove la pressione atmosferica al livello del mare è di 10.332 kg di forza per metro quadrato, la gravità ha la forza di 1 G e i venti e la temperatura in superficie sono confinati entro un certo ambito. In altri ambienti l'evoluzione favorirebbe la conservazione di mutazioni spontanee, per quanto piccole, che aumentassero l'adattamento delle specie umanoidi in tali ambienti. Così, per esempio, essendo Vulcano un mondo desertico con un piccolo manto di nubi a coprire i raggi del suo sole, i Vulcaniani si sono evoluti sviluppando una seconda palpebra, interna, che svolge la stessa funzione degli occhiali da sole. Condizioni naturali difficili, e specialmente la maggiore gravità (Vulcano ha massa maggiore di quella della Terra), hanno condotto a un maggiore sviluppo muscolare, cosicché i Vulcaniani sono più forti e agili. I Trill e i Bajoriani, d'altra parte, provengono da mondi più simili alla Terra, e sono più simili ai terrestri. Soltanto i tratti che danno ai singoli umanoidi un vantaggio di sopravvivenza selettivo si diffonderanno nella specie e contribuiranno a definirne il tipo evolutivo.

Per iniettare un po' di verosimiglianza nella morfologia degli alieni di *Star Trek* (e per formarci un'idea di come potrebbe essere la vita umanoide, se effettivamente altri umanoidi esistessero altrove nell'universo), dobbiamo attenerci ad alcune regole biologiche fondamentali. Solo allora potremo sapere con certezza quali alieni di *Star Trek* potrebbero essere reali e quali sono il frutto del semplice arbitrio degli autori.

Come sono fatte le facce umane

Una regola fondamentale è che lo sviluppo degli organismi ha inizio da una singola cellula, per i terrestri come per i Klingon o per qualsiasi altra specie cosmica. Tale cellula è il risultato della fecondazione di un'ovocellula da parte di una cellula spermatica, e della conseguente combinazione dei geni parentali. La cellula fecondata si divide trasformandosi in una sfera di cellule detta "morula" (per la sua somiglianza a una mora), ma non ha ancora cominciato a crescere; essa ha ancora la stessa grandezza complessiva dell'ovocellula fecondata, ma ora è divisa in un piccolo numero di cellule, compreso fra sedici e sessantaquattro. Ora viene la parte davvero terrificante.

Le varie cellule hanno cominciato a specializzarsi. Alla fine ogni cellula dell'organismo avrà un compito da svolgere, e in qualche modo tutti i compiti dovranno essere assegnati in modo che nessuna parte dell'organismo rimanga incompiuta. Questa divisione delle incombenze si chiama differenziamento cellulare, ed è un processo complesso. Esso ha inizio proprio qui nella morula: le cellule della morula "sanno" già su quale dei suoi due poli si trovano, e hanno già cominciato a specializzarsi in conseguenza. L'RNA (acido ribonucleico) del citoplasma della cellula è il primo attivatore, o interruttore, di una cascata di mutamenti che condurranno a una crescente specializzazione fra le cellule dell'embrione in sviluppo. (L'RNA è la versione del materiale genetico che trasmette le istruzioni del DNA alle fabbriche di proteine della cellula.) Ma ecco l'inconveniente: se qualcosa va storto — anche una piccola cosa, come la perdita di un pezzo di cromosoma in una cellula della morula — l'embrione in sviluppo potrebbe morire. I più gravi di questi inconvenienti si verificano per lo più nella prima o seconda settimana dopo il concepimento. In effetti metà circa degli embrioni umani non raggiungono mai lo stadio fetale, e la donna non sa neppure di essere stata gravida.

Non tutti i cambiamenti, quindi, sono vitali. Partendo da un mucchio di mattoni, se si segue fedelmente un progetto, si può costruire un castello. Se però si dispone male un mattone o se ne tralascia uno, si potrà avere, a seconda della sua posizione, un mutamento minore, per esempio in una torretta, oppure un castello dalle fondamenta piuttosto instabili.

Come nel caso dei mattoni, ogni passo nello sviluppo dell'embrione dipende almeno in parte da ciò che è accaduto in precedenza. Quando tutto va bene l'ovocellula fecondata si divide e cresce, i vari gruppi di cellule si differenziano in strati di tessuto e questi si gonfiano a formare organi o strutture di arti, diversificandosi poi ulteriormente nella formazione di tessuti specializzati. Nel corso di questo processo le cellule perdono la capacità di regredire e di diventare qualcos'altro. A cominciare dalla posizione delle varie cellule nella morula, il particolare percorso seguito da ogni cellula è controllato da interruttori genetici. La localizzazione di specifici tessuti in certe regioni del corpo è una conseguenza dell'innovazione evolutivista della segmentazione: i vermi meno primitivi, gli insetti e tutti i vertebrati hanno segmenti. Nell'uomo la segmentazione si verifica quando l'embrione è lungo circa un centimetro e ha un'età di cinque settimane. Dopo questo stadio le cellule sono programmate per diventare una certa regione del corpo: quelle che si trovano a un estremo diventeranno la testa, quelle del gruppo successivo diventeranno il torso con gli arti anteriori, cui seguiranno l'addome e gli arti posteriori. Alcuni fra i geni che controllano lo sviluppo della segmentazione si chiamano geni omeobox (o geni omeotici). Una volta che abbia avuto inizio l'attuazione di queste istruzioni, non è più possibile annullarle, nemmeno spostando le cellule. La donazione della pecora Dolly, riuscita dopo centinaia di tentativi nel 1996 a partire dal DNA di

una singola cellula mammaria di pecora, è stata scientificamente importante perché ha dimostrato l'eccezione che conferma questa regola. Quando questo esperimento sarà ripetuto, mostrerà che in speciali circostanze una cellula tratta da un organismo adulto — ossia una cellula già differenziata — può dirigere lo sviluppo di un embrione di un organismo completo.

Sono stati compiuti molti esperimenti per accertare quante potenzialità abbia una cellula embrionale nei diversi stadi di sviluppo. Poiché ogni cellula di un embrione ne contiene l'intero genoma, la comprensione degli interruttori che determineranno se una cellula diventerà per esempio una cellula di un occhio o un linfocita è un problema affascinante. Nell'uomo, dopo la quinta settimana circa, nessuna parte del corpo assegnata dal progetto a un segmento diverso da quello della testa — braccia, gambe, cuore, fegato, genitali — apparirà mai sulla testa. Ciò non vale solo per l'uomo ma anche per gli altri mammiferi. Mutazioni nei geni omeotici o in altri geni deputati al controllo dello sviluppo possono causare nei moscerini della frutta (*Drosophila*) malformazioni abbastanza bizzarre da deliziare gli appassionati dei film di fantascienza di seconda categoria. (Ci occuperemo più dettagliatamente dei geni omeotici nel capitolo 8.)

Regole simili si applicano a ogni segmento del corpo. Per il normale sviluppo del cervello e degli organi di senso nell'essere umano deve verificarsi una serie ben orchestrata di mutamenti, tutti nel giusto ordine. Al compimento della quarta settimana nel segmento della testa appaiono due macchioline scure che indicano dove si svilupperanno gli occhi, e due piccole rientranze ai lati della testa diventeranno le orecchie.

Tutti gli embrioni dei vertebrati presentano le stesse fasi di sviluppo della faccia; ciò potrebbe valere anche per gli umanoidi di *Star Trek*.

Le successive otto settimane sono cruciali per lo sviluppo della testa e della faccia nell'uomo. Se, durante questo tempo, la crescita normale del cervello e delle strutture ossee viene impedita, ne risultano di solito difetti congeniti, che possono influire sulla posizione o sul funzionamento degli organi di senso. Gli occhi possono essere troppo ravvicinati o troppo distanziati, oppure le orecchie possono essere troppo basse. Se viene impedito il normale sviluppo dei due lati della mascella superiore e della mandibola, così che esse non si saldino nella linea mediana, ne risultano labbro leporino e palatoschisi.

Oppure si possono avere danni al cervello stesso. Ricordiamo che ossa facciali e cervello si sviluppano insieme. Difficoltà che bloccano o ostacolano la crescita delle une possono spesso influire sull'altro. Il fatto che certi difetti facciali siano a volte associati a deficienze generalizzate dell'intelletto o dello sviluppo motorio può spiegare l'attrazione che proviamo per le facce belle. Se facce che ci appaiono in qualche modo anormali segnalano maggiori probabilità di deficit nell'intelligenza o nell'ingegno, è naturale che vediamo in una bella faccia, in modo cosciente o anche subconscio, una garanzia del contrario. Studi recenti sulla psicologia della bellezza e sui suoi rapporti con la scelta del partner hanno mostrato che esseri umani appartenenti a società molto diverse manifestano tutti una forte preferenza per la simmetria facciale. Se il professor Galen ha ragione circa la nostra comune discendenza da un progenitore cosmico, pare altamente improbabile che una specie urnanoide di *Star Trek* possa avere sviluppato una faccia asimmetrica, dal momento che i suoi membri sarebbero giunti probabilmente alle nostre stesse conclusioni: ossia che la simmetria è un'indicazione di caratteri positivi e perciò uno stimolo per qualsiasi attività connessa a piacere che conduca alla procreazione. Gli Andoriani, per esempio, hanno due antenne equidistanti dal loro asse facciale

centrale: tutto bene! E, almeno finora, i truccatori di *Star Trek* hanno rispettato, in modo cosciente o anche solo subconscio, la preferenza della propria specie per una simmetria gradevole, situando lungo tale asse centrale le loro importanti variazioni facciali aliene: le creste nasali dei Bajoriani, le creste frontali dei Klingon, la fronte e il collo squamati dei Cardassiani.

Se, dunque, le facce aliene non sono poi *così tanto* diverse dalla nostra, perché queste lievi deviazioni dalla nostra norma sono così affascinanti per noi, così vistose, così difficili da ignorare? La ragione risiede forse negli inizi della nostra evoluzione culturale. Fra gli esseri umani primitivi, prima dello sviluppo del linguaggio — certamente prima che venissero inventate parole d'ordine — la faccia era il mezzo di comunicazione primario, quello con cui i nostri progenitori si identificavano reciprocamente e comunicavano con altri membri della loro specie. La faccia assunse perciò un'importanza enorme. L'uomo sviluppò una capacità specializzata di leggere le espressioni facciali dei propri simili, fatto che potrebbe forse contribuire a spiegare perché la visione sia diventata il nostro senso dominante. Le espressioni facciali svolsero la funzione di segnali fra i membri della propria tribù: segnali di richiesta di aiuto, di compagnia, e forse anche di un piccolo spazio territoriale in momenti di stress. In effetti le espressioni facciali costituiscono un linguaggio a sé, che a volte rivela le nostre vere intenzioni in modo più chiaro di quanto non facciano le nostre parole o le nostre azioni.

“L'uomo è un animale sociale”, osservò il filosofo del Seicento Baruch Spinoza. Egli non si riferiva al nostro dono della conversazione; anche molti animali non dotati dell'uso della parola — come l'elefante o la formica — sono sociali. Alcuni animali si fondano sul linguaggio del corpo per scambiarsi informazioni sul mondo. Le api eseguono danze per comunicare alle compagne dove si trovano i migliori fiori di trifoglio. Altri animali, come i lupi, si guardano nel muso per controllare istantaneamente se l'individuo che si avvicina ha intenzioni minacciose o amichevoli. Nell'opera *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali), edita nel 1872, che doveva essere il seguito ideale dell'*Origine dell'uomo*, Darwin notò la somiglianza fra molte espressioni facciali di animali e dell'uomo.

Non ci sorprende che fra le scimmie antropomorfe — -che hanno un'organizzazione sociale complessa — la comunicazione sociale sia molto elaborata. I primatologi hanno osservato il linguaggio non verbale degli scimpanzé e di altri pongidi, e hanno addirittura imparato a comunicare con esso. Oltre al vocabolario della lingua parlata, l'uomo ha molto sviluppato anche il vocabolario della comunicazione non verbale: genitori e bambini umani sono ben consapevoli dell'efficacia di un'“occhiateccia” nello scoraggiare un comportamento repressibile. Una ragione per cui i Vulcaniani, i primi alieni che si incontrano in *Star Trek*, ci appaiono così diversi — così “alieni” — è la povertà del loro repertorio di espressioni facciali. I Vulcaniani ci danno infatti l'impressione di avere solo due espressioni — la rigida aria semi-imbronciata e il sopracciglio sollevato con espressione interrogativa —, anche se potrebbero benissimo esserci sottili espressioni vulcaniane non accessibili alla nostra scarsa capacità di discriminazione.

Ancor più di Spock, di Sarek o di Tuvok, l'androide Data è un maestro della faccia inespressiva del giocatore di poker. Quando vuole, può lasciare la sua faccia totalmente priva di espressione, cosa impossibile agli esseri umani dal momento che anche la più lieve tensione muscolare tradisce il nostro stato emotivo. La faccia degli esseri umani più bravi nel mascherare le proprie

emozioni può essere “letta” scoprendo la tensione muscolare attorno agli occhi e alla bocca, la contrazione reattiva delle pupille, il portamento della testa, il guizzare di piccoli muscoli delle guance, delle sopracciglia e della mandibola. Molte più informazioni comunichiamo quando la nostra faccia è animata da emozioni, e i muscoli delle sopracciglia, delle guance e della bocca sono in piena attività. Fra gli esseri umani, in effetti, una faccia inespressiva suggerisce uno stato di stupore indotto da farmaci o, in qualche caso, una grave psicopatologia. Gli psichiatri valutano con cura l'espressione facciale per osservare eventuali miglioramenti in pazienti in terapia per depressione o psicosi.

Poiché noi esseri umani non riusciamo a cancellare istantaneamente ogni emozione dal nostro volto, una faccia completamente priva di espressione ci sconvolge. Noi ci sentiamo immediatamente e istintivamente a disagio di fronte a creature come i rettiliani Gom della serie originale e i Jem'Hadar di *Deep Space Nine*, a causa dell'assenza di differenze fra i diversi individui e della gamma ristretta di variazione delle espressioni facciali. La nostra reazione abituale è che non ci troviamo di fronte a esseri amichevoli nei nostri confronti. Persino Data riesce a intimidirci. E forse proprio la sua mancanza di espressione facciale a indurci a mettere così spesso in discussione la sua personalità: se non manifesta più emozioni di una macchina, perché dovremmo credere che sia un essere senziente? Data ha dedicato molto tempo a imparare a imitare le espressioni linguistiche e facciali umane. Non sorprende che la sua capacità di imitazione gli abbia procurato una migliore accettazione presso i suoi colleghi, anche se a volte sono ancora sconcertati dalla sua mancanza di spontaneità. Forse il sopracciglio alzato di Spock è stato un elemento importante nel procurargli l'amicizia e la lealtà degli altri ufficiali dell'*Enterprise*.

Spesso gli esseri umani fanno ampie inferenze, per lo più ingiustificate, sul carattere di specie aliene fondandosi sui loro caratteri facciali. Dato che Bajoriani, Vulcaniani, Romulani e Trill sono fisicamente simili a noi sotto molti aspetti, gli esseri umani degli equipaggi dell'*Enterprise* sembrano supporre che queste specie abbiano in comune con noi molti fra i loro valori e credenze fondamentali. Inversamente, gli esseri umani della Federazione si attendono istintivamente che Ferengi, Klingon e Cardassiani siano lontani dalle norme di moralità e comportamento della Federazione, in quanto hanno lineamenti più brutti o più minacciosi. (Ovviamente non dobbiamo dimenticare che tutto questo è teatro. Autori, truccatori e costumisti di *Star Trek* mettono a frutto i nostri preconcetti per trasmetterci una quantità di informazioni su un personaggio attraverso il suo aspetto.)

Di gran lunga i più brutti di questi alieni sono i Ferengi, che hanno grandi orecchie, sopracciglia sporgenti, grande naso, denti irregolari e fisico striminzito. La loro attività principale è il commercio; la loro cultura è organizzata attorno alle Regole dell'Acquisizione. Gli esseri umani sentono i Ferengi come inclini all'avarizia e all'avidità. Essi desumono la natura bellicosa dei Klingon dalla lunga barba, dai capelli fluenti, dalle creste sulla fronte, dai lunghi canini e dall'espressione torva. I Klingon hanno faccia angolosa, con struttura ossea pronunciata, e sono più alti della maggior parte delle altre specie umanoidi. Molti esseri umani, convinti erroneamente che le persone bellicose non siano interessate alle arti, si sorprendono nel venire a conoscenza delle ricche tradizioni poetiche e musicali dei Klingon.

I Cardassiani, una specie simile ai rettili, hanno squame che ne rivestono gli occhi, il naso e il collo. I loro occhi sono piccoli rispetto a quelli umani. Il loro colorito è grigio. Tutto questo suggerisce, nel modo più chiaro, persone incapaci

di lealtà, di clemenza e di compassione. Senza che venga pronunciata una parola, un essere umano in presenza di un Cardassiano avrà in generale la sensazione di trovarsi in presenza di un essere odioso, appartenente a una specie senza dubbio capace di commettere atrocità nel suo conflitto con i Bajoriani, “specie più fine e gentile”, il cui colorito e i cui caratteri somatici sono molto più somiglianti a quelli degli uomini, gli abitanti del pianeta Terra. In un recente episodio della serie *Voyager*, Chakotay sacrifica la sua fedeltà alla Prima Direttiva facendosi coinvolgere in una guerra in cui si schiera a favore di questi umanoidi più simpatici, contro il loro nemico più alieno.

Se gli esseri umani si affidano così totalmente al loro giudizio intuitivo della morfologia facciale è anche perché hanno una regione cerebrale specializzata nel riconoscimento delle facce. I neonati umani sono affascinati dalle facce fin dal primo giorno di vita. Essi studiano con attenzione qualsiasi oggetto presenti le proporzioni, le forme e la simmetria di una faccia e lo preferiscono a oggetti diversi da facce. I neonati mostrano questo comportamento ancor prima di avere imparato a collegare la faccia dei loro genitori al cibo e a una sensazione di benessere. All’ottavo mese di vita i neonati umani sono in grado di riconoscere con sicurezza la faccia dei genitori, e in presenza di facce nuove manifesteranno una “paura degli estranei”. A dieci mesi riconoscono la propria faccia in uno specchio: indicazione chiave dello sviluppo psicologico del sé. I neuroscienziati hanno identificato individui con lesioni cerebrali dovute a colpi apoplettici, tumori e ferite alla testa che hanno perso la capacità di riconoscere facce, ma che sono altrimenti normali. Certi bambini presentano deficit dell’apprendimento derivanti dalla difficoltà a intendere indizi non verbali, come atteggiamento corporeo, intonazione della voce ed espressione facciale. Pur avendo un’intelligenza normale, questi bambini hanno difficoltà a farsi amici e a comportarsi bene a scuola, soprattutto a causa della loro incapacità di “leggere” e “parlare” la più antica delle lingue umane.

Un altro elemento — affascinante anche se molto meno ovvio — nella comunicazione umana è la sottile asimmetria fra i movimenti della parte destra e sinistra della faccia. Benché le facce umane siano simmetriche, raramente lo sono in modo perfetto. L’emisfero sinistro del cervello — la regione che ha la responsabilità primaria dell’elaborazione logica sequenziale e del linguaggio — è in rapporto nel modo più stretto con la muscolatura del lato destro della faccia, mentre l’emisfero destro, che si occupa del ragionamento quantitativo, dell’intuizione e delle immagini visive, controlla per la maggior parte il lato sinistro della faccia. Negli esseri umani l’emisfero cerebrale destro è implicato di solito più direttamente nell’interpretazione di indizi sociali ed emozionali. Spesso riusciamo a scoprire negli esseri umani la volontà di ingannare cercando un contrasto fra la parte destra e quella sinistra delle loro espressioni facciali. Un essere umano nervoso può tentare di mascherare i suoi sentimenti, ma la parte sinistra della sua faccia — la parte che esprime le emozioni — può tradirlo. Questo metodo non è però del tutto sicuro; molti esseri umani sinceri e onesti presentano una asimmetria molto pronunciata. A volte, per ragioni che non hanno niente a che fare con un desiderio di mentire, la parte sinistra del cervello è così attiva a elaborare dati e a cercare di raggiungere conclusioni logiche da essere inconsapevole di ciò che sta comunicando la parte destra, amichevole e rilassata, del cervello. Provate a coprire prima la parte destra e poi la parte sinistra della faccia nella fotografia di un uomo politico pubblicata da un giornale. Fatto ancora più interessante, provate a usare uno specchietto portatile davanti a un grande specchio. Con un po’ di manovre, potrete vedere due versioni simmetriche della vostra faccia, una formata dalla parte sinistra e dalla sua immagine speculare, e l’altra dalla parte destra.

Che cosa rende aliena una faccia?

La colorazione offre una gamma di possibili diversità scientificamente valide fra alieni molto maggiore di quella finora esplorata dagli autori di *Star Trek*. Il sangue umano deve il suo colore rosso all'emoglobina, una molecola complessa con quattro atomi di ferro al suo centro; il ferro, quand'è ossigenato, diventa rosso, così come il ferro inorganico arrugginisce combinandosi con l'ossigeno. Le guance rosee dei bambini sani sono un'indicazione della buona ossigenazione del sangue che circola nel loro corpo. Secondo uno dei primi episodi della serie originale, *Miri*, i Vulcaniani hanno sviluppato molecole trasportatrici di ossigeno con una parte centrale di rame in luogo del ferro, cosa che rende verde il loro sangue. Il rame ha un caldo colore giallo-rossiccio, ma in presenza di umidità si combina con ossigeno sviluppando una patina bruna, dopo di che si corrode, diventando verde.

Può darsi che l'idea del sangue verde sia stata un tentativo di conciliare l'immagine di Spock con lo stereotipo degli "omini verdi" in uso per gli alieni, visto che questa nozione è stata introdotta nella prima stagione della serie originale. In altri episodi l'idea è stata però lasciata cadere, probabilmente dopo avere constatato che gli osservatori umani non reagiscono alla vista di sangue verde con la stessa compassione empatica che provano alla vista di sangue rosso. Il sangue verde provoca in noi solo repulsione.

La melanina, di colore marrone, è il pigmento della pelle primario negli esseri umani, ma nelle piante e negli animali terrestri esistono vari altri pigmenti. Alcune specie vegetali contengono carotene (arancione), clorofilla (verde) o antocianina (rossa, blu o viola). Molte specie di animali — anfibi, rettili, insetti, uccelli e pesci tropicali — hanno i colori dell'arcobaleno; esse sono colorate da pigmenti chiamati pterine (di colore variabile dal rosso al giallo) e guanine (che possono essere verdi o blu o iridescenti). La loro esistenza in organismi terrestri è, ovviamente, una conseguenza della programmazione del DNA, cosicché non c'è ragione di pensare che le stesse colorazioni non potrebbero esprimersi in qualche specie aliena.

Molte specie di mammiferi terrestri sono a strisce, a macchie o a puntini. Sono stati i nostri progenitori primati a limitare l'espressione del pigmento negli umanoidi terrestri alla distribuzione tipicamente uniforme del colore. Sarebbe ragionevole attendersi che umanoidi extraterrestri esposti a condizioni ambientali diverse dalle nostre abbiano potuto sviluppare una qualsiasi combinazione di colori, macchie o figure di pigmentazione, specialmente se ciò li ha aiutati a evitare i predatori o a competere per assicurarsi una compagna. Jadzia Dax e Neelix possono tenersi tranquillamente le loro macchie di colore.

Alcune specie aliene dovrebbero avere acquisito anche la capacità di cambiare i loro colori in risposta all'ambiente, come fanno sulla Terra i camaleonti, o a uno stato di eccitazione emotiva, come molte specie di pesci. Nelle cellule dei pesci il pigmento è disperso di norma in tutta la cellula, ma si organizza in macchie in risposta a segnali neurali. Ciò spiega la capacità di alcune specie di pesci di comunicare il loro stato emotivo diventando chiari o scuri, o cambiando di colore. Ci sono anche specie quasi trasparenti. Un esempio è il piccolo pesce gatto *Kryptopterus bicirrhis*; un altro sono le meduse. Alieni trasparenti non sarebbero con ogni probabilità del tutto invisibili, ma potrebbero essere diafani eccezion fatta per qualche organo vitale,

purché fossero anche molto sottili.

Non dovremmo trascurare neppure la possibilità che esistano extraterrestri umanoidi intelligenti capaci di risplendere o di brillare al buio. Recentemente Masaru Okabe e colleghi, all'Università di Osaka, fondandosi su ricerche di Doug Prasher, di Woods Hole, e di Roger Tsien, dell'Università della California a San Diego, introdussero un gene di medusa per la costruzione di una proteina verde fluorescente in una specie di topi da laboratorio, producendo un topo fluorescente con una luce soffusa. Questo fatto permise ai ricercatori di studiare lo sviluppo fetale dei topi nel buio dell'utero materno. Una volta nati, con la crescita del pelo i topi persero la loro fluorescenza.

Finora non abbiamo esaminato alcun carattere degli alieni umanoidi di *Star Trek* che violi le regole dell'anatomia, della fisiologia e dell'embriologia. Passiamo ora a considerare le antenne. Nessun essere simile all'uomo possiede antenne, anche se molte specie di mammiferi terrestri hanno vibrisse: queste sono in realtà lunghi peli rigidi con una rete nervosa alla loro base, i quali funzionano (diversamente dai baffi umani) come rivelatori sensibili per contatto, ossia come organi del tatto altamente specializzati. Vere antenne si trovano nel phylum degli artropodi, che comprende insetti e crostacei come le aragoste e i granchi. Queste antenne sono appendici articolate del segmento della testa nel corpo degli artropodi, i quali funzionano come organi di senso.

Sarebbe difficile costruire una via evolutiva che conducesse alla produzione di antenne sulla testa di una specie di umanoidi, come avviene negli Andoriani. Non possiamo però escludere la possibilità che, da qualche parte nella Galassia, ci sia un ambiente in cui qualche tipo di organo di senso emergente dalla testa o dalla faccia possa dare un vantaggio di sopravvivenza tanto grande da condurre infine allo sviluppo di "antenne" in una specie umanoide. Senza un'informazione molto più dettagliata sull'evoluzione planetaria di Andoria, che ha generato gli esseri dalle antenne più vistose fra tutti gli alieni di *Star Trek*, non possiamo fare congetture ragionevoli sulle pressioni ambientali che potrebbero aver reso possibile questo vistoso allontanamento dalla norma umanoide.

Negli esseri umani c'è un tessuto che, qualora fosse sottoposto a tali pressioni per la sopravvivenza, potrebbe produrre qualcosa di simile ad antenne. Gli embrioni umani hanno vari segmenti, chiamati archi branchiali embrionali, in quelli che diventeranno la testa e il collo; questi segmenti forniscono il tessuto in sviluppo per le mascelle e per alcuni organi del collo. Nei pesci, però, gli archi branchiali si sviluppano formando branchie. Poiché queste strutture sono state adattate per scopi molto svariati, potrebbero evolversi per fornire il sostrato organico per il tessuto nervoso in un organo simile a un'antenna. Quest'organo potrebbe emergere però molto probabilmente non al culmine della testa ma ai due lati del collo. Negli esseri senzienti — quelli le cui attività sono dirette primariamente dal cervello e non dall'istinto o dai riflessi del sistema nervoso — antenne usate come organi di senso importanti sarebbero con ogni probabilità strettamente integrate nel cervello, e quindi dovrebbero essere localizzate sulla testa o vicino alla testa.

Le antenne degli Andoriani sporgono dalla parte superiore della testa. Sono rigide, spesse, e stanno erette. Se sono un organo di senso, avrebbero bisogno anch'esse di un orifizio nel cranio per avere accesso al cervello, cosa che dovrebbe comportare con ogni probabilità un appiattimento o un rigonfiamento della forma sferica del cranio, come nel caso delle strutture ossee che sostengono le nostre orecchie, gli occhi e la bocca. Quale potrebbe essere la funzione di questi speciali organi di senso? Fra i vertebrati, in alcune specie di

pesci, come il pesce gatto, i barbigli che sporgono ai lati della bocca rispondono al tatto e al sapore, avvertendo l'animale della presenza di cibo in acqua. Si potrebbe immaginare Andoria come un pianeta con significative variazioni atmosferiche: forse con valori estremi di temperatura o di pressione barometrica in microclimi relativamente piccoli. Esseri intelligenti che viaggiassero fuori dei loro ecosistemi più immediati potrebbero imbattersi in circostanze potenzialmente minacciose per la loro vita, e dovrebbero poter essere informati di continuo del contenuto dell'atmosfera, della temperatura o della pressione barometrica per non correre rischi. Un Andoriano dovrebbe essere in grado di dire esattamente a quale piano di un grattacielo si trova, e se il tempo sta cambiando o no, senza neppure dare un'occhiata fuori da una finestra. Questa eccezionale sensibilità potrebbe spiegare perché gli Andoriani considerino un atto molto grossolano toccare le loro antenne: un tale contatto può addirittura provocare loro dolore.

Gli autori di *Star Trek* farebbero bene a esplorare organi di senso insoliti che sembrano strani agli esseri umani ma che sono ben presenti nella biologia terrestre. I serpenti a sonagli hanno rivelatori sensibili all'infrarosso. Molte specie di insetti vedono nell'ultravioletto, e molti fiori manifestano in queste lunghezze d'onda colori che noi non vediamo. Alcuni pesci percepiscono campi elettrici. Gli uccelli migratori navigano usando il campo magnetico terrestre. Non conosciamo specie terrestri sensibili alle frequenze radio, ma rimaniamo in attesa! Il *Voyager* potrebbe ancora incontrare un alieno con orecchie di forma simile a vecchie antenne iv!

Le orecchie umane sono assolutamente trascurabili rispetto a quelle dei Ferengi. Questa specie ha orecchie grandissime, e più sensibili al suono di quelle della maggior parte delle altre specie umanoidi. La figura 2 mostra come, nella morfologia facciale, la forma sia una conseguenza della funzione: un notevole esempio di evoluzione convergente. Quark, il barista della stazione spaziale *Deep Space 9*, dimostra una volta la sensibilità del suo udito aprendo una cassaforte senza usare uno stetoscopio per amplificare il suono dei meccanismi di blocco.

Le orecchie dei Ferengi svolgono anche la funzione di organi erotici, e sono estremamente sensibili al tatto. Possiamo inferire che sono vitali per la loro sopravvivenza. La sensibilità al tatto avverte circa potenziali pericoli, analogamente all'estrema sensibilità dell'occhio umano, che ci fa battere le palpebre ogni volta che si avvicina un oggetto estraneo; ogni volta che un minimo granello di polvere entra in contatto con la superficie dell'occhio, noi ci preoccupiamo immediatamente. Ferenginar, il pianeta dei Ferengi, ha probabilmente un livello medio di rumore che all'orecchio umano sembrerebbe di totale silenzio. Possiamo immaginare che nelle aree abitate esclusivamente da Ferengi il livello di rumore sia controllato da disposizioni molto rigorose. La maggior parte dei computer dei Ferengi funziona con monitor uditivi anziché visuali, sempre che non sia richiesta la riservatezza. Pare probabile che i Ferengi abbiano una capacità insolita di estrarre un particolare segnale uditivo da uno sfondo di rumore, un po' come gli esseri umani sono in grado di leggere selettivamente una singola insegna nella confusione visiva di Times Square. Nell'atmosfera rumorosa del bar e della sala da gioco di Quark, le sue orecchie sensibili sono soggette a continue aggressioni; ciò non gli impedisce (cosa di cui sono ben consapevoli i mercanti ferengi) di origliare conversazioni ai diversi tavoli mentre ostenta noncuranza nel lucidare i vetri o nel pulire il bancone.

Come gli Andoriani, anche i Ferengi si rendono probabilmente subito conto di variazioni nella pressione barometrica, dal momento che il timpano e la

cavità delle loro orecchie dovrebbero percepire questi mutamenti e rispondere subito a essi, anche se gli autori di *Star Trek* non hanno ancora sfruttato questa capacità nelle loro storie. In condizioni di alta pressione barometrica, i Ferengi dovrebbero sperimentare inconvenienti simili alla temporanea cecità cui vanno soggetti gli esseri umani in condizioni estreme di illuminazione sulla cima di una montagna innevata o in un deserto sabbioso. Una bassa pressione barometrica potrebbe essere percepita dai Ferengi come una sorta di “buio”, dato che in condizioni del genere le onde sonore non si propagano bene. In assenza di uno speciale addestramento, i soldati ferengi diventerebbero probabilmente timorosi e incerti su pianeti con atmosfere rarefatte.

Data l'acutezza del loro udito, sembra plausibile immaginare che i Ferengi abbiano sviluppato un'estetica del disegno d'interni che privilegi ambienti uditivi belli e armoniosi: per esempio tappezzerie canore. Per gli esseri umani il disegno d'interni è un'arte quasi completamente visiva. Profumi gradevoli o musiche di fondo — pur contribuendo a creare una certa atmosfera di raffinatezza in un salotto, un ascensore o un impianto industriale — raramente sono concepiti come parti del disegno. Gli esseri umani possono provare piacere ad ascoltare il sommesso rumore dell'acqua di una fontana mentre attraversano uno spazio pubblico come una piazza di una città o il salone di un albergo; possono essere deliziati dal ‘profumo dei fiori nell'aria; ma quel che li colpisce davvero è ciò che “balza all'occhio”. Ciò può spiegare perché le donne ferengi abbiano accettato in modo così compiacente di non indossare abiti: se l'impatto visivo non è per loro il segnale sessuale più importante, la nudità potrebbe non essere un segno manifesto di remissività femminile, come sarebbe interpretato certamente sulla Terra. La principale attrattiva sessuale per i Ferengi è una sinfonia ben orchestrata di onde di pressione e di suono, le quali trasmettano sia armonia sia informazione. La musica ferengi, pur essendo rara (dato che non può essere eseguita con molto profitto), è veramente la fine del mondo!

Nell'universo di *Star Trek* pare che la maggior parte delle specie senzienti siano mammaliane, ma esistono anche specie rettiliane. Sulla Terra i dinosauri avrebbero potuto diventare la specie dominante, sviluppando forse col tempo l'intelligenza e anche capacità tecnologiche, se non si fossero improvvisamente estinti alla fine del Cretaceo, cosa di cui ci occuperemo più diffusamente nel capitolo 8. (Si pensava che questa estinzione fosse la fine della storia dei dinosauri, fino a quando l'equipaggio del *Voyager* non incontrò dinosauro-umanoidi terrestri senzienti nel Quadrante Delta della Galassia.) Fra le prime specie rettiliane ad apparire in *Star Trek* ci sono i Gorn. Nell'episodio della serie originale *Arena*, il capitano Kirk deve battersi all'ultimo sangue con un capitano gorn. Questo Gorn è la personificazione dei nostri incubi: un grande lucertolone bipede, coperto di squame di colore grigio-verde, con denti simili a pugnali. Come abbiamo già notato per i Gorn in generale, il suo volto è inespressivo (a meno che non si voglia considerare un'espressione una bocca aperta), e quindi il capitano Kirk suppone che egli non abbia la capacità di capire per empatia esigenze e bisogni umani. Dopo che il loro rappresentante è stato sconfitto dall'agilità e inventiva mammaliane di Kirk, i Gorn raramente si ripresentano nella serie di *Star Trek*, ma ciò potrebbe benissimo verificarsi ancora. Le specie eterotermiche (“a sangue freddo”) dipendono per il loro ritmo metabolico dal loro ambiente. Il fatto che i Gorn siano una specie a sangue freddo potrebbe essere vantaggioso per loro nei lunghi viaggi interstellari, da affrontare in condizioni di animazione sospesa, grazie ai meccanismi fisiologici che permettono loro di rallentare il loro metabolismo. D'altro canto, le specie omeotermiche (“a sangue caldo”) possono mantenere livelli elevati relativamente costanti di attività fisiologica in ambienti diversi, cosa che darebbe loro dei

vantaggi in situazioni di conflitto. In mancanza della capacità di controllare la temperatura del loro ambiente — o di un ambiente imprevedibile e soggetto a rapidi mutamenti, come quello esistente sulla Terra alla fine del Cretaceo — le specie a sangue freddo diventano vulnerabili ed è probabile che vengano sconfitte nella lotta per la sopravvivenza.

I Cardassiani sono forse ciò che si può immaginare di più simile a rettili evoluti, anche se sono descritti come “umanoidi” nella *Star Trek Encyclopedia*. Questa specie sgradevole fa la sua prima apparizione in *The Next Generation* ed è ora una presenza fissa in *Deep Space 9*. I Cardassiani sono una popolazione improbabile: sulla Terra i mammiferi hanno peli o pelliccia, mentre i rettili e i pesci hanno squame. Nessuna specie terrestre ha entrambe le cose, come pare abbiano i Cardassiani. Ciò non significa che una specie con pelo e squame sia impossibile. Dopo tutto, anche i mammiferi ovipari sembrano impossibili, ma l’ornitorinco non ha mai letto libri di biologia. Pare che l’evoluzione si diverta ogni tanto a fare eccezioni improbabili alle regole.

Non è del tutto chiaro se i Cardassiani siano una specie a sangue freddo, in conformità col loro carattere rettiliano. Essi hanno sulla fronte una placca sporgente in forma di rombo o di goccia, contornata da una cresta scagliosa. Tale placca potrebbe essere un corpo pineale, organo ridotto a un residuo vestigiale nei mammiferi ma molto sviluppato in alcuni pesci, anfibi e rettili. Negli organismi terrestri il corpo pineale è al tempo stesso un recettore della luce e una ghiandola che produce melatonina, ed è ritenuto essenziale alla determinazione dei ritmi circadiani: quei cicli quotidiani di metabolismo e di produzione di ormoni che noi tutti sperimentiamo. È chiaro che una specie a sangue freddo avrebbe bisogno di avere un’esatta cognizione dell’ora del giorno; se si rimane esposti alla gelida aria del deserto dopo una serata trascorsa in città, il proprio metabolismo potrebbe rallentare al punto di perdere persino il ricordo di dover tornare a casa. Nell’ipotesi che i Cardassiani avessero avuto progenitori rettiliani, ciò potrebbe spiegare la loro preferenza per un’illuminazione poco intensa e il loro amore per il caldo, come pure il loro gusto terribile nella à zorazione di interni (dove avranno trovato tutte quelle sfumature di grigio per Terok Nor?).

Benché ci siano state rivelate poche cose sulla fisiologia dei Cardassiani, quel che sappiamo si concilia con l’ipotesi che essi siano *sia* rettili *sia* animali a sangue caldo. Fondandosi su strutture simili a vasi sanguigni trovate nelle ossa fossili di dinosauri, e sui dati disponibili relativi all’anatomia del cuore, alla dieta, al ritmo di crescita e a vari fattori comportamentali, alcuni paleontologi credono che alcune specie di dinosauri — fra cui per esempio il feroce *Velociraptor* — possano essere state a sangue caldo. Ci sono prove del fatto che l’*Edmontosaurus*, un dinosauro dal becco d’anatra, curasse i suoi piccoli.

Al Campo Khitomer non c’erano Cardassiani (a meno che non vi fossero presenti in modo occulto per spiare) e Cardassia non fa parte della Federazione Unita dei Pianeti. Forse ciò dipende dal fatto che una specie a sangue caldo che si prende cura dei piccoli ma che ha una complessione grigia e squamosa e una dipendenza dall’ambiente simile a quella degli animali a sangue freddo creerebbe serie difficoltà a diplomatici umanoidi di natura più gradevole (o almeno mammaliana). Ma, come vedremo nel capitolo seguente, il semplice fatto di conservarsi vivi e in buona salute nello spazio può presentare molte difficoltà, da qualsiasi mondo si provenga.

2. *Vivere nello spazio*

Dove riflettiamo sui rischi del volo spaziale e su che cosa possa fare la Flotta spaziale per proteggerci

“Tè. Earl Gray. Caldo.”

Capitano Picard, numerose volte

QUESTO comando, espresso nella strana sintassi che sembrano richiedere i replicatori *dell'Enterprise*, è associato al capitano Picard non meno strettamente delle parole “Lo faccia!” Entrambi gli ordini riescono a trasmettere la sua autorevole risolutezza, e da entrambi traspare il suo desiderio (e spesso la sua capacità) di infondere ordine a un universo pervicacemente caotico.

Benché “Lo faccia!” sembri essere un'ingiunzione tipica del xxiv secolo (la troviamo espressa anche dai capitani Sisko e Janeway, mentre Kirk non pronuncia mai queste parole), esprime un'antica adesione alla gerarchia militare del comando. Si potrebbe, infatti, facilmente immaginare lo stesso ordine emesso dal generale George Washington o da Alessandro Magno. Tuttavia, la richiesta da parte di Picard della sua bevanda preferita, per non parlare delle altre comodità e attrattive dell' *Enterprise-D*, suggerisce che la Flotta stellare si sia resa conto da poco tempo che il comfort è non meno vitale per il morale, l'efficienza e la buona salute di un equipaggio nei lunghi viaggi spaziali di quanto lo erano in passato una disciplina militare all'antica e una nave solida.

I pericoli dello spazio

La Federazione aveva padroneggiato le tecnologie che proteggono gli umanoidi dai numerosi pericoli fisici di un lungo viaggio nello spazio interstellare già alla metà del xxiii secolo, quando *l'Enterprise* partì per la sua prima “missione quinquennale”. Gli scudi e lo scafo di duranio della nave erano già in grado di deflettere non solo pezzetti vaganti di materia spaziale, ma anche i raggi cosmici galattici. Lo spazio non è un luogo amichevole per gli esseri viventi. Di continuo vi esplodono *supernovae*, proiettando nel vuoto circostante nuclei atomici e particelle subatomiche: i componenti dei raggi cosmici. Queste particelle si muovono con grande energia e possono scindere le strutture molecolari in cui si imbattono, compresi gli acidi nucleici e le proteine degli astronauti. Trattandosi di particelle subatomiche non le percepiamo, ma i danni che provocano sono reali e comprendono il cancro, la sterilità e persino la demenza. Sulla Terra siamo abbastanza protetti dalla nostra atmosfera; quando infine i raggi cosmici ci raggiungono, sono stati rallentati da numerose collisioni con atomi nell'atmosfera. Ma lo scafo delle astronavi del xx secolo non ci isola abbastanza da essi; finora gli astronauti dei nostri shuttle e i cosmonauti della *Mir* si sono affidati per la loro protezione alla durata

relativamente limitata della loro esposizione ad essi.

All'approssimarsi del xxi secolo, i ricercatori della NASA e di altri laboratori si occupano del problema di proteggere dalla radiazione cosmica uomini e apparecchiature, in vista delle missioni con equipaggi umani su Marte, che si spera possano prendere il via nel 2014. Il viaggio di andata e ritorno al pianeta rosso, che dovrebbe durare tre anni, esporrà gli astronauti a livelli di radiazione potenzialmente letali, e a tutt'oggi non si conosce alcun materiale che possa deflettere i raggi dannosi senza comportare costi economici insostenibili. Nessun metallo è all'altezza di questo compito perché i raggi cosmici scinderebbero gli atomi dei metalli disseminandone le particelle energizzate, che produrrebbero ai tessuti umani un danno molto simile a quello della radiazione cosmica stessa. La soluzione potrebbe essere forse fornita da un qualche nuovo tipo di materiale ceramico, ma con le attuali tecnologie l'uso di un tale materiale per schermare una nave diretta verso Marte assorbirebbe gran parte — almeno il 40 per cento — dei 25 miliardi di dollari investiti nel progetto dalla NASA. Alcuni ricercatori dell'ente spaziale americano credono che la soluzione sia semplice come l'acqua; essi teorizzano infatti che un guscio d'acqua dello spessore di una trentina di centimetri, interposto fra l'equipaggio e i raggi cosmici, svuoterebbe i raggi della loro energia distruttiva prima di raggiungere gli organi interni di un astronauta.

La Federazione ha eliminato un altro inconveniente che affligge gli attuali esploratori dello spazio: l'assenza di peso. Noi tutti abbiamo visto filmati di astronauti trasportati di peso fuori dei loro veicoli spaziali anche dopo due sole settimane di permanenza nello spazio. Persino il viaggiatore spaziale più robusto perde rapidamente il tono muscolare in assenza di gravità, perché i muscoli — si tratti dei muscoli delle gambe o del cuore — non hanno occasione di compiere un lavoro impegnativo quando non c'è una gravità contro cui lavorare. Nello spazio il corpo perde anche massa; le ossa sono tessuti viventi che depongono più minerali nei punti di maggiore sforzo. Se si toglie questo sforzo, il corpo riassorbe il minerale delle ossa per usarlo altrove. Un astronauta può crescere di statura fino a 2-3 centimetri nel corso di un periodo di soggiorno nello spazio; senza la gravità ad attrarre un corpo verso il basso, la colonna vertebrale si allunga.

Secondo il Manuale tecnico di *Star Trek*, la gravità viene fornita all'*Enterprise* da una rete di piccoli generatori di gravità che emettono gravitoni. Alcune stazioni spaziali usano il metodo anteriore di sostituire alla gravità la forza centrifuga, facendo ruotare l'intera stazione. In tal caso, il "basso" corrisponde alla direzione verso l'"esterno". Nell'episodio *Melora* di *Deep Space Nine* vediamo il dottor Julian Bashir muoversi goffamente nell'ambiente a bassa gravità, nel quale si trova invece perfettamente a suo agio Melora Pazlar, la sua bionda amica che è cresciuta su un pianeta a bassa gravità. Benché tutto il personale della Flotta stellare sia stato addestrato in condizioni di gravità zero, quest'esperienza è abbastanza rara, tanto che Bashir deve farsi insegnare qualche movimento dal guardiamarina Pazlar.

Questi problemi ambientali impallidiscono di fronte ai disagi psicologici della noia e dell'isolamento. Per gli equipaggi dei sottomarini e per le persone che trascorrono lunghi periodi di tempo nelle stazioni di ricerca antartiche, è stato dimostrato che l'assenza di normali indizi ambientali, come la vegetazione stagionale e l'alternanza del giorno e della notte, la mancanza di cibi freschi e variati, la scarsità di attività ricreative e l'angustia degli alloggi sono causa di una varietà di disturbi, da una lieve depressione a ipertensione sanguigna a un totale esaurimento nervoso. Gli astronauti, nella realtà e nella fantascienza, si

imbattono in difficoltà simili. L'equipaggio del *Voyager* si trova a 60.000 anni-luce da casa, mentre la stazione *Deep Space 9* si trova ai confini del Quadrante Alfa, in una zona in cui si scontrano le ambizioni di varie potenze cosmiche. Come riescono a far fronte a questi disagi?

Pare che, dopo quattrocento anni di esperienza, la Federazione abbia trovato soluzioni alla maggior parte di questi problemi. Esaminiamo alcune delle precauzioni prese dalla Flotta stellare per assicurarsi che i suoi equipaggi non subiscano un crollo fisico e mentale.

Anche lo stomaco vuole la sua parte

Gli astronauti dell'epoca del gelato disidratato guardano inevitabilmente con invidia ai pasti sontuosi disponibili al personale della Flotta stellare nello spazio profondo. In effetti, ogni frettoloso cittadino del tardo xx secolo non può non ammirare con un certo dispetto la facilità con cui Deanna Troi può ordinare un gelato alla frutta decorato con cioccolato o con cui Data può procurare a Spot una ciotola di cibo per gatti numero 52 prodotta secondo una formula ben studiata. Tutta questa magia viene compiuta dai replicatori, i quali sono in grado di creare una varietà stupefacente di prodotti, dalle uniformi alle armi d'assalto. Benché non rientri nei limiti di questo libro commentare se tale tecnologia sia o no realizzabile, possiamo comunque fare qualche riflessione sui cibi prodotti dal replicatore.

I cibi ci forniscono la sostanza di cui abbiamo bisogno per la costruzione del nostro corpo, cosicché non ci sorprende trovare che siamo ciò che mangiamo: ossia carbonio, idrogeno, azoto e una varietà di elementi in tracce come ferro, potassio, calcio e zinco. Grazie alla sua semplicità e flessibilità, il carbonio si lega facilmente ad altri elementi, formando le proteine, i carboidrati e i grassi che compongono il nostro pasto. La maggior parte di noi ha familiarità con la varietà di colori e aromi artificiali che gli scienziati dell'alimentazione hanno già sintetizzato. Oggi è possibile ottenere per sintesi alcune fra le molecole alimentari più semplici, come il saccarosio (lo zucchero che usiamo abitualmente a tavola) e il fruttosio (lo zucchero naturale della frutta), anche se è economicamente più vantaggioso estrarle dalle piante alimentari. Altre molecole, come l'estere in cui riconosciamo il sapore della banana, possono essere prodotte più facilmente in modo sintetico che non per estrazione dalle piante e sono spesso usate in tale forma in prodotti alimentari commerciali.

In teoria, tutto quel che occorre a bordo dell'*Enterprise* per produrre un pasto delizioso sono scorte di materia organica, il progetto chimico di ogni molecola dei piatti preferiti in alcune centinaia di pianeti della Federazione e il tipo di tecnologia di conversione dell'energia in materia che è rappresentato dai replicatori. In alternativa, i produttori di cibo potrebbero usare la nanotecnologia per "costruire" cibo a partire dalle molecole che lo compongono. In *Star Trek* la programmazione dei replicatori ha sempre luogo fuori schermo. Possiamo indovinare perché. C'è qualcuno che sa, o voglia sapere, quali sono le molecole che compongono una buona pizza? Pensiamo di no.

Immaginiamo che il modo migliore per programmare un replicatore sia quello di fargli analizzare un campione del cibo che gli si vuole far produrre. Il replicatore deve poi calcolarne la composizione molecolare. Grazie a

un'informazione accurata sulla composizione molecolare degli ingredienti — come impasto, salsa di pomodoro, peperoni, pepe verde — il replicatore può ricevere l'istruzione di produrre la pizza nello stile dominante nel xxiv secolo.

Ovviamente c'è sempre qualcuno che trova da ridire sui cibi replicati sulle navi della Flotta stellare. Il padre di Ben Sisko era un bravo cuoco di New Orleans, e deplorava il cibo con cui il nipote Jake veniva allevato nella stazione *Deep Space 9*. Nell'episodio *La comunità di Alixus*, Sisko incontra una donna neoluddista di nome Alixus, che è riuscita ad allevare il figlio Vinod senza fargli mai assaggiare cibi prodotti dal replicatore. Si possono immaginare le conversazioni sui cibi di donne del xxiii secolo: “Ho sentito dire che la tale ha fatto una torta con le sue mani!”, “Sì, ma ha usato il replicatore per la glassa!” Nell'episodio *Famiglie* il fratello maggiore di Jean-Luc Picard, Robert, che è rimasto sulla Terra a occuparsi dei vigneti della famiglia, osserva con disprezzo che mangiare cibo replicato indebolisce il carattere. (Senza dubbio egli dice al figlio René che mangiare pane vero fa venire il pelo sullo stomaco.)

Non dev'essere difficile distinguere il cibo prodotto dal replicatore dai cibi naturali; esso ha infatti sempre esattamente lo stesso sapore. Noi preferiamo i cibi freschi a quelli conservati perché alcuni fra gli ingredienti più volatili, fra cui gli importantissimi esteri che danno loro il sapore, si scompongono quando un cibo invecchia. I cibi che si formano attraverso l'azione di batteri — come il formaggio o il vino invecchiati — devono essere replicati a un singolo stadio di invecchiamento o di fermentazione, cosicché va perduto lo spettro dei sapori che si sviluppano nei diversi periodi della loro produzione. Nello stesso modo si perderebbe la variazione nel sapore dei frutti e delle verdure dipendente dalle condizioni del suolo e del tempo. Verrebbe a mancare anche la variazione nella consistenza dei cibi: un lato della bistecca ben grigliato, l'altro più morbido. Il tuo panino non avrebbe più una parte croccante. A seconda del programmatore, o del particolare cibo che viene fatto analizzare al replicatore, ogni fetta di provolone sarebbe esattamente identica: essa avrebbe lo stesso colore, la stessa consistenza, lo stesso sapore e odore pungente. I replicatori potrebbero produrre cibi uniformemente omogeneizzati, “perfetti”. Ma nello spazio, tutti i santi giorni, si desiderano davvero dei cibi “perfetti”?

E forse proprio la monotona perfezione dei cibi prodotti dal replicatore a indurre vari membri degli equipaggi della Flotta stellare a scegliere come hobby la cucina. Riker ama provare di quando in quando una nuova ricetta; la dottoressa Crusher cucina omelette; Sisko prepara ai suoi amici una zuppa densa a base di baccelli di gumbo. Ma nessuno disprezza la cucina dei replicatori della Flotta stellare più dei Klingon. A quanto pare i replicatori non sono in grado di produrre un *gagh* decente. Riker ha mangiato un vero *gagh* quando ha prestato servizio sull'IKS *Pagh* nell'episodio *Questione d'onore*. Ti viene voglia di assaggiare personalmente i vermi-serpenti in umido dei Klingon. Sulla stazione *Deep Space 9* i Klingon chiedono, contro la monotonia dei cibi di Quark, che venga loro servito del *gagh* che si contorce: non c'è infatti niente di più rivoltante di vermi mezzi morti. Supponendo che i replicatori a bordo di una nave klingon siano allo stesso livello tecnologico di quelli della Federazione, l'uso di cibi replicati potrebbe condurre a un ammutinamento di tali rudi guerrieri; noi abbiamo seri dubbi sul fatto che anche i replicatori migliori siano in grado di creare la vita. I cuochi klingon dispongono probabilmente di un vivaio di *gagh* e di una stalla di animali da usare come cibo, un po' come accadeva sui velieri del Settecento sulla Terra. E più facile conservare la carne tenendo animali vivi. Questo sistema impone però una maggiore quantità di lavoro e costi più elevati rispetto alla possibilità offerta dal replicatore di riciclare sempre gli stessi materiali. La carne viva richiede costosi sistemi di

sostegno. Ovviamente, gli escrementi e gli scarti degli animali potrebbero fornire composti di carbonio e acqua da riciclare: persino nel xx secolo la NASA ricicla le acque luride per il consumo da parte degli astronauti.

Worf è deriso dai suoi fratelli klingon per la vita comoda che conduce a bordo dell'*Enterprise-D*. Letto e cibo sono troppo delicati. Senza dubbio a volte Worf si chiede se non sia lui in realtà a fare la vita più dura. Egli mangia cibi della Terra, già preparati o no. Il suo apparato digerente klingon deve avere impiegato vari mesi ad adattarsi alle strane proteine e carboidrati che gli venivano propinati. Sulla Terra ci sono persone che, quando consumano latticini, soffrono di dolori e spasmi muscolari; esse sono prive di un enzima chiave detto lattasi, necessario per digerire lo zucchero lattosio contenuto nei prodotti a base di latte. L'intolleranza al lattosio è particolarmente diffusa fra persone di origine africana o asiatica. Chissà che anche cibi terrestri apparentemente innocui non possano far contorcere per dolori gastrici un guerriero klingon, facendolo esclamare: "Oggi sarebbe una bella giornata per morire!"

Ovviamente i nutrizionisti della Federazione hanno probabilmente dei compiti molto difficili da affrontare anche considerando solo tali incompatibilità. E già un compito molto impegnativo quello di far fronte alle richieste minime giornaliere delle cento o più specie umanoidi della Federazione. Poiché ogni specie umanoide si è evoluta in un mondo diverso con piante e animali diversi utilizzabili come cibo, ci sarebbe da tener conto di richieste leggermente diverse di vitamine, acidi grassi e amminoacidi essenziali. La parola "essenziale" si riferisce al fatto che queste sostanze devono essere presenti nella dieta: il nostro corpo non è in grado di fornirci queste molecole perché noi non possediamo il programma genetico per produrle. Tutti i minerali usati dal nostro corpo sono ovviamente "essenziali", perché nessun organismo è in grado di "produrre" un minerale. E probabile che quando Worf ordina al replicatore "Lasagne con salsiccia piccante, variazione klingon", il programma ne sottragga automaticamente il lattosio (o qualsiasi altro ingrediente non tollerato), aggiungendo automaticamente alla ricetta gli amminoacidi essenziali.

Un brindisi al sintalcol

Si può sostenere che il sintalcol rivaleggi col ricco menu di cibo replicato nei suoi effetti di sostegno al morale dei viaggiatori dello spazio. Dobbiamo ringraziare i Ferengi per avere inventato questo notevole elisir, come alternativa commerciabile all'alcol. Il sintalcol ha un sapore simile a quello della bevanda alcolica che sostituisce e offre gli stessi gradevoli effetti senza però alcun inconveniente: niente mal dite-sta dopo una sbomia! Gli effetti sedativi possono essere eliminati ogni volta che la situazione richieda una grande vigilanza. Il numero delle risse nel locale di Quark suggerisce che i baristi ferengi tollerino l'esaltazione e l'allentamento delle inibizioni, mutamenti del comportamento prodotti sia dall'alcol sia dal sintalcol. Anzi, una piccola alterazione del giudizio da parte del cliente può favorire gli affari.

Il sintalcol è una bevanda troppo buona per essere vera? Probabilmente no. Aspiranti Ferengi, fate attenzione!

L'alcool (chimicamente noto come etanolo, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) viene metabolizzato dal fegato usando un enzima che forma acetaldeide. Il suffisso aldeide potrebbe avere un suono familiare a chi ha studiato biologia nelle scuole

superiori. Ricordate tutti quegli esemplari conservati in barattoli di vetro? Erano immersi in formaldeide. L'acetaldeide (CH_3CHO) non è buona neppure per il nostro fegato, che perciò la ossida immediatamente trasformandola in acido acetico (l'acido dell'aceto), eliminabile dai nostri reni purché si usi acqua in abbondanza per tenere pulito il sistema. Le bevande alcoliche, come il vino e la birra, contengono in piccole quantità anche metanolo (CH_3OH), che viene metabolizzato formando prima formaldeide (CH_2O) e poi acido formico.

Non sorprende che dopo un'abbondante bevuta si abbia spesso mal di testa!

L'azione della acetaldeide deidrogenasi, l'enzima che metabolizza le aldeidi circolanti trasformandole nella forma di acido che i reni sono in grado di eliminare, è la parte più lenta del processo di ingestione, metabolizzazione ed escrezione dell'alcol. L'acetaldeide deidrogenasi opera a un ritmo fisso, indipendentemente dalla quantità di alcol presente nel sistema su cui deve operare. L'essere umano medio di sesso maschile può elaborare poco meno di 30 grammi di alcol all'ora. Se si beve a un ritmo più sostenuto, si sperimenterà quella varietà di mutamenti fisici e mentali che sono noti come ebbrezza.

L'alcol agisce su un particolare sito recettore delle cellule nervose nel nostro cervello. Questo sito non è stato costruito specificamente per ricevere segnali dall'alcol, anche se esistono bevande alcoliche fin dagli inizi dell'agricoltura. I ricercatori sul cervello pensano che la sua funzione originaria sia quella di ricevere segnali da un neurotrasmettitore detto acido gamma-ammino-butirrico (in breve **GABA**), una sostanza dagli effetti sedativi o tranquillanti, paragonabile a una sorta di Valium innato. Quando viene stimolato il sito del **GABA** di un neurone, esso apre un canale per l'ingresso di ioni cloruro, la cui presenza diminuisce la probabilità che il neurone generi un potenziale elettrico e attivi un segnale sinaptico per il neurone successivo. In altri termini, l'attivazione del sito del **GABA** rallenta l'attività cerebrale. Questo fatto può però mandare su di giri coloro che alzano troppo il gomito, in quanto gran parte dell'attività del cervello è in realtà inibitoria. Se si mettono fuori uso i freni, la velocità aumenta. Continuando ad assumere alcol, si comincia a dormire, forse sognare (se il fegato riesce a smaltire il carico). Se si beve troppo, non si addormenta solo la corteccia cerebrale, ma anche il tronco encefalico. Allora si smette di respirare. Quark cerca di far passare i suoi clienti al sintalcol prima di avvicinarsi troppo a tale stato. I clienti morti non hanno soldi da spendere.

Finora le prospettive per i bevitori interstellari appaiono brillanti, ma prima di chiedere un'altra birra sintetica ricordate che i baristi ferengi hanno impedito ai ricercatori di perfezionare troppo questa bevanda. L'alcol è diuretico; esso aiuta a espellere l'acqua dal nostro organismo. Questa è una delle ragioni per cui bevendo alcol si ha sempre sete. (E voi attribuite la colpa al prosciutto o al formaggio!) Le bevande alcoliche sono composte per la maggior parte di acqua, ma l'ingrediente attivo, la molecola di alcol, agisce sul cervello diminuendo la produzione di vasopressina, l'ormone che dice ai nostri reni di conservare l'acqua contenuta nella corrente sanguigna e non eliminarla tutta sotto forma di urina. Quando l'ipofisi non libera vasopressina, il bisogno del corpo di riciclare acqua viene ignorato, cosicché si deve andare più volte in bagno. Questa è una buona ragione per reintegrare i liquidi perduti con un'altra bella bevuta. Ecco perché i Ferengi, producendo il sintalcol, hanno ritenuto opportuno non eliminare quel particolare effetto.

La vasopressina è una proteina relativamente semplice ed è disponibile come farmaco da una ventina d'anni. Poiché viene decomposta dai succhi gastrici, la si assume per via nasale, in forma nebulizzata, in casi di enuresi e di diabete insipido, condizione in cui il corpo non produce vasopressina in quantità

sufficiente a mantenere stabile il bilancio dei liquidi. Teoricamente, un albergatore desideroso di conservare un'atmosfera tranquilla a un banchetto di diplomatici della Federazione potrebbe pompare vasopressina nell'aria della sala del banchetto, permettendo così a tutti i delegati di rimanersene confortevolmente seduti per l'intera durata di una calda serata conviviale.

L'enigma più interessante sul sintalcol è come possano essere prontamente eliminati i suoi effetti inebrianti. Quando viene comunicato l'Allarme rosso, gli ufficiali della Flotta impegnati in un banchetto devono tornare immediatamente in servizio, col cervello perfettamente lucido e con la capacità di valutare freddamente la situazione. Nel caso che l'equipaggio abbia consumato alcol, ci si ritrova con tutti i suoi membri ubriachi, ma che dire nel caso che abbia bevuto sintalcol? Quelle che seguono sono semplici congetture — ci rendiamo ben conto che in quest'area non sono state compiute vere ricerche —, ma perché non continuare nel nostro gioco?

Quando un ufficiale della Flotta stellare ode la sirena e vede lampeggiare la luce rossa, reagisce probabilmente in modo molto simile a come reagiremmo noi. Le sue ghiandole surrenali riversano immediatamente nel sangue una scarica di adrenalina. Questa molecola, nota anche come epinefrina circola nel flusso sanguigno, attivando la risposta "lotta o fuggi" che noi tutti sperimentiamo quando ci troviamo di fronte a situazioni stressanti: aumento del ritmo cardiaco e della pressione sanguigna, respirazione più rapida e meno profonda, maggiore afflusso di sangue agli organi centrali, pupille dilatate, orripilazione. I Ferengi devono solo creare una molecola che stimoli il sito recettore del GABA nello stesso modo in cui lo stimola l'alcol, ma che possa essere sloggiata istantaneamente da quel sito, o essere decomposta nella corrente sanguigna, o entrambe le cose, in presenza di adrenalina, e che non abbia assolutamente un cattivo sapore. Questo è dunque un semplice problema farmacologico. Non dovrebbero occorrere più di un paio di decenni per risolverlo, e pensate quanto potrebbe rendere una tale invenzione!

La casa è là dove e 'è il ponte ologrammi

Su una nave grande quanto l'*Enterprise-D*, un ufficiale deve sempre disporre di grandi spazi aperti. In effetti, a ogni membro dell'equipaggio viene assegnato uno spazio medio di 110 metri quadrati di alloggio. In queste grandi navi della classe Galaxy, e in destinazioni a lungo termine come la stazione *Deep Space 9*, la Flotta stellare ha adottato addirittura una politica favorevole alla famiglia. Quest'innovazione è posteriore al xxiii secolo; il servizio nella Flotta stellare di Kirk, Bones e Scotty era decisamente una professione da scapoli. Attorno al 2360, però, ai membri dell'equipaggio con famiglia vengono assegnati alloggi più grandi che ai loro colleghi scapoli (o nubili). I loro figli frequentano scuole sulla nave, o attraverso il computer o in vere aule, a seconda della grandezza della nave stessa. I membri dell'equipaggio possono personalizzare i loro alloggi decorandoli e strutturandoli a piacimento: le pareti sono mobili; si possono programmare pannelli olografici, in modo che presentino le scene preferite; il computer presenta a comando musica e luci diverse a seconda della disposizione di spirito. Inoltre, forse ispirati dall'enorme popolarità dei tribli che tubano,, gli autori di *Star Trek* hanno deciso nelle serie posteriori di permettere ai membri dell'equipaggio di tenere animali di compagnia. Il gatto spaziale di Data, Spot, è l'esempio più famoso, ma Picard ha un acquario di

acqua salata, e i tribli ricompaiono come animali di compagnia per almeno uno dei bambini dell'*Enterprise-D*.

Tuttavia, dopo qualche settimana o qualche mese, la confortevole uniformità della nave intorpidirebbe la mente. E probabile che una nave spaziale costruita per “arrivare là dove nessuno è mai giunto prima ” debba trascorrere molti giorni in condizioni di isolamento nell’attraversare vaste estensioni di spazio vuoto. Persino un equipaggio di 1200 persone, dopo qualche anno nello spazio, comincerebbe ad aver l’aria di un paesino dove tutti si conoscono.

I ricercatori che trascorrono lunghi periodi di tempo nelle stazioni di ricerca antartiche vivono probabilmente un’esperienza simile a quella degli equipaggi delle astronavi. Essi dispongono di un comfort molto minore nei loro angusti alloggi e hanno una compagnia molto più ristretta di quella degli equipaggi dell'*Enterprise* o del *Voyager* o di *Deep Space 9*, ma sono similmente isolati dalla società più generale e similmente circondati da uno spazio freddo e buio. È noto che situazioni di tale disagio causano una varietà di sintomi, da quelli prevedibili della depressione e della noia alla scarsità di motivazione e all’incapacità di concentrare lo sguardo su oggetti lontani. I residenti nelle stazioni antartiche sono meno soggetti a questi sintomi quando possono vedere film con scene più stimolanti delle distese di neve e ghiacci che li circondano.

Per fortuna per l’equipaggio dell'*Enterprise-D*, i ponti ologrammi sono in grado di fornire una quantità di paesaggi tridimensionali perfettamente realistici. I ponti ologrammi possono fornire piste da sci, mari, caverne, foreste. Miles O’Brien riuscì addirittura a slogarsi una spalla navigando con un kayak sulle rapide sul ponte ologrammi. Ovviamente non tutti i membri dell’equipaggio decidono di trascorrere nei grandi spazi aperti il tempo passato sul ponte ologrammi. Data preferisce il salotto vittoriano al numero 221-B di Baker Street, l’alloggio di Sherlock Holmes. Il capitano Picard frequenta la San Francisco degli anni ‘30 del Novecento per una dose tonificante di *noir*. Worf e Alexander trascorrono del tempo prezioso a cementare il loro rapporto di padre e figlio nel selvaggio West nordamericano sulla Terra. E almeno un ufficiale dell'*Enterprise-D*, il tenente Reginald Barclay, aveva l’abitudine di usare il ponte ologrammi per arrivare audacemente là dove non sarebbe altrimenti mai giunto. Lo schivo e maldestro Barclay si divertiva a creare e sconfiggere regolarmente sul ponte ologrammi caricature degli altri membri dell’equipaggio: una grave violazione dell’etichetta del xxiv secolo, a giudicare dalla reazione degli interessati in *Illusione o realtà*. L’uso improprio degli ologrammi da parte di Barclay è una buona illustrazione di ciò che noi tutti sappiamo: un giocattolo come il ponte ologrammi può diventare una vera ossessione. Gli umanoidi hanno sempre lottato per adattarsi alla loro società. Quando sentono di non farcela, cercano conforto in una forma di evasione. Ovviamente gli psicologi del xxiv secolo dispongono di un’esperienza di quattrocento anni nello studio dei tipi di dipendenza umana dalla tecnologia, a cominciare dai patiti della televisione e di Internet. Deanna Troi aveva probabilmente poca difficoltà a riconoscere i sintomi della dipendenza dal ponte ologrammi; il suo problema era perciò quello di convincere Barclay a partecipare a sessioni di terapia di gruppo.

L’equipaggio del *Voyager*, smarritosi nel Quadrante Delta, fa un massiccio ricorso al ponte ologrammi per sopravvivere alle lunghe settimane di viaggio fra un pianeta e l’altro. Un nuovo programma olografico viene atteso come un evento di grande importanza nella vita dell’equipaggio. I romanzi olografici vengono usati ripetutamente. Non potendo avere accesso alle stazioni spaziali della Flotta stellare per rinnovare la scorta di forme di intrattenimento,

l'equipaggio si è messo a scrivere romanzi olografici propri. Tuvok ha scritto una simulazione del sistema di sicurezza che, con suo grande disappunto, è diventata estremamente popolare presso l'equipaggio come un romanzo olografico, sebbene i personaggi siano i membri reali dell'equipaggio. Anche gli ufficiali possono far ricorso al ponte ologrammi per rivivere le celebrazioni e i rituali della loro patria. Pur non essendo soddisfacente come la cosa reale, per un klingon che si trovi ad anni-luce da casa il rito olografico dell'Ascensione può almeno darti la sensazione di essere convenientemente ringiovanito.

Quando ti senti un po' a terra

Uno degli attributi più importanti della tecnologia del ponte ologrammi del *Voyager* è l'Ologramma Medico di Emergenza. Il "medico olografico" si trova a doversi occupare da solo della salute dell'equipaggio dopo la morte dell'intero personale medico del *Voyager*. Egli è diventato a tal punto parte integrante dell'equipaggio che B'Elanna Torres lo ha dotato di un'emittente olografica portatile per permettergli di lasciare il ponte ologrammi e di visitare altre parti della nave senza svanire nell'aria, fatto su cui non possiamo esprimerci per mancanza di competenza. Ma il suo vero regno è l'infermeria, dove la sua presenza è cruciale.

La Flotta stellare incoraggia i membri dell'equipaggio a sottoporre prontamente ogni disturbo all'attenzione del personale medico. Un'epidemia di influenza può diffondersi molto rapidamente nell'ambiente chiuso di una nave stellare o di un avamposto spaziale. A seconda delle malattie a cui sono stati esposti nel loro mondo d'origine, alcuni membri dell'equipaggio saranno in grado di presentare rapidamente una risposta immunitaria, mentre altri, che come Geordi La Forge sono stati allevati in gran parte negli ambienti sterili delle astronavi e delle stazioni spaziali, hanno sistemi immunitari impreparati. Per fortuna i medici della Flotta stellare hanno accesso a sistemi di ventilazione e a replicatori. I membri dell'equipaggio che non rispondono a una convocazione in infermeria possono essere costretti ad andarci accompagnati da una scorta, oppure il medico può neutralizzare i controlli del loro replicatore e far servire loro del tè corretto. Nel caso di emergenze riguardanti tutta la nave, il personale medico può dispensare vari farmaci nebulizzati attraverso il sistema di ventilazione: per esempio, un aerosol di Ironalin funziona abbastanza bene per combattere l'avvelenamento da radiazione.

I medici sulle navi della Flotta stellare dovrebbero svolgere vari compiti. Essi devono ovviamente occuparsi dellavoro clinico, e ci si attende che siano informati sulle ultime scoperte mediche e sui trattamenti più recenti. Devono però anche vigilare sui sistemi di sostegno vitale della nave, dirigendo le attrezzature di ricerche biologiche e operando come capi esobiologi nelle squadre di esplorazione. Fanno parte del loro lavoro quotidiano anche la preparazione di nuovi vaccini o lo sviluppo di trattamenti medici per alieni dalla fisiologia misteriosa.

Essi dispongono ovviamente di strumenti molto avanzati. Il tricorder, per esempio, è lo strumento più invidiato dai nostri amici medici. Immaginiamo di poter passare sul corpo di un paziente uno strumento che sta nel palmo di una mano e di poter diagnosticare immediatamente qualsiasi cosa, dall'appendice infiammata ai pidocchi! Purtroppo il tricorder è davvero un po' troppo bello per essere vero, ma molti altri strumenti diagnostici verranno realizzati quanto prima. I letti con lettura continua dello stato del paziente ne sono un esempio.

Nelle attuali unità di cura intensiva il personale medico può seguire su monitor il ritmo cardiaco di un paziente, l'andamento della sua pressione arteriosa, il polso, la temperatura e lo stato di ossigenazione. In casi speciali si possono controllare su monitor anche altre misurazioni fisiologiche, come onde cerebrali o pressione arteriosa differenziale intervascolare. È vero che la nostra tecnologia attuale comporta l'uso di collegamenti e fili, e non solo di speciali materassi dotati di rivelatori, ma i collegamenti sono diventati sorprendentemente semplici. Speciali sensori vengono usati, per esempio, sotto i neonati prematuri, per la visualizzazione su monitor delle pulsazioni o della temperatura. Letti con lettura continua delle informazioni sul paziente, come quelli di cui è dotata l'infermeria di *Star Trek*, non appartengono a un futuro molto lontano.

Un altro ingrediente spesso rappresentato della tecnologia medica di *Star Trek* è l'Hypospray. Esso esiste già oggi, anche se non in forma così elegante come quello usato nella Flotta stellare. Programmi di immunizzazione di massa, come quelli patrocinati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità, richiedono che gli operatori sanitari immunizzino rapidamente centinaia di persone. In ambienti di foresta o di boscaglia sarebbe difficile usare siringhe sterili e fiale di vaccino individuali per ogni persona. Si usa invece una sorta di pistola ad aria compressa per sparare il vaccino direttamente attraverso la pelle. Non si richiede alcun ago né la sterilizzazione dello strumento fra una somministrazione e l'altra, e il vaccino viene fornito da un serbatoio relativamente grande che non dev'essere riempito per ogni nuovo paziente. Il serbatoio di aria pressurizzata e i tubi di gomma renderebbero però quest'apparecchiatura un po' troppo ingombrante per le esigenze della dottoressa Crusher, che a volte deve intervenire fuori dell'infermeria e magari su pianeti esotici. Dev'essere per questo motivo che i ricercatori medici della Flotta spaziale ne hanno sviluppato una versione portatile.

Gli ospedali più moderni stanno usando già oggi forme di isolamento avveniristiche. Le sale operatorie possono essere dotate di zone sterilizzate con la radiazione ultravioletta per tenervi apparecchiature delicate che non possono essere sterilizzate col calore. Le stanze che ospitano pazienti con virus a trasmissione aerea altamente contagiosi, come quelli della varicella o della tubercolosi, possono essere depressurizzate, così che l'aria non venga mai liberata dalla stanza verso l'esterno, tenendo quindi i germi lontani da altri pazienti. Altre stanze sono tenute a una pressione leggermente più alta di quella dell'atmosfera esterna, per proteggere i pazienti da particelle trasportate dall'aria, che potrebbero entrare nella stanza. Risulta peraltro che la migliore protezione nei confronti dell'aggressione di germi ostili consiste ancora nel lavarsi le mani. Spesso ci si chiede perché i medici della Flotta stellare non sembrano lavarsi le mani molto spesso.

Ovviamente alcune cure vengono praticate ancora secondo i vecchi metodi, anche se sono passati tutti quei secoli. Se ti senti un po' irritabile, spesso non c'è niente di meglio che far ricorso a un buon libro e a una tazza di tè. Earl Grey. Caldo.

3. Quanto possono essere diversi gli alieni?

Dove consideriamo la ricerca di segni di vita, che cosa costituisca una forma di vita, l'atomo di carbonio come base della vita, il silicio come altro candidato probabile, l'Horta, i microcervelli, l'Entità di cristallo e le

diatomee

((C'è un'enorme differenza anche fra lei e un virus, però entrambi siete vivi.

Data al dottor Farallon, in *Il sapore della vita (TNG)*

(<Io adoro cercare forme di vita.”

Data, Generazioni

È UNA missione di routine. Siamo arrivati in un sistema solare inesplorato, comprendente un pianeta di classe M da esaminare in vista di una possibile colonizzazione. Prima però che la Federazione stabilisca una colonia su un qualsiasi nuovo pianeta, è necessario scandagliarne / 'atmosfera e controllare con cura che non vi siano forme di vita senziente, la cui evoluzione potrebbe essere disturbata dalla presenza di una specie aliena. In generale si richiede un 'analisi panoramica compiuta con sensori, e il lancio di una sonda sulla superficie del pianeta per raccogliervi campioni di suolo, mare e atmosfera. Se i risultati saranno promettenti la Flotta stellare invierà una nave scientifica specializzata col compito di eseguire uno studio più completo del pianeta.

L Enterprise-D viene parcheggiata in un 'orbita sincrona intorno al pianeta. Riker convoca la squadra di scienze della vita. Il capitano Picard ordina una “ ricerca di segni di vita ”. Tu sei il principale ricercatore in questa missione.

Che cosa farai ora? Come condurrà la ricerca?

Alla ricerca di segni di vita

Ovviamente sai che non basta cercare forme di movimento. Dopo tutto anche l'acqua del mare si muove. Inoltre ci sono forme di vita che non presentano movimenti evidenti, come per esempio gli alberi. D'altro canto, se osservassi sul pianeta movimenti apparentemente inconciliabili con le leggi della fisica — come una mandria di oggetti simili a mucche che si muovessero costantemente in salita facendo di tanto in tanto delle pause come per pascolare — potresti sospettare la presenza di una forma di vita.

La ricerca d'acqua potrebbe essere un modo utile per accertare l'eventuale esistenza di forme di vita. Sulla Terra la vita dipende infatti dalla presenza d'acqua allo stato liquido. La maggior parte degli organismi terrestri è formata da acqua, in una misura variabile dal 50 al 90 per cento. La ricerca di forme di vita extraterrestri nel sistema solare si concentra su Marte e sul satellite Europa di Giove, due oggetti che si pensa potrebbero contenere acqua liquida nel loro sottosuolo. La localizzazione di acqua liquida non basterebbe però a rivelare se su un corpo celeste esistono effettivamente esseri viventi. Non si dovrebbero neppure trascurare i ghiacci superficiali. Sulla Terra molte spore, semi e microrganismi possono sopravvivere nel ghiaccio per anni, o addirittura per decenni, in condizioni di animazione sospesa. (All'altro estremo, alcuni microrganismi sopravvivono in pozze geotermali, in cui la temperatura si

avvicina al punto di ebollizione dell'acqua.)

Che cosa si può dire dell'ossigeno? Non c'è bisogno di scendere sulla superficie del pianeta (e neppure di entrare in orbita attorno a esso) per accertarne la presenza. Esso può essere infatti facilmente rivelato a grandi distanze, come l'acqua, grazie alla spettroscopia. L'atmosfera della Terra si sviluppò in conseguenza della respirazione delle piante. Queste fissavano per mezzo della fotosintesi l'anidride carbonica atmosferica liberando ossigeno, cosicché l'esistenza di questo gas nell'atmosfera di un pianeta suggerirebbe la presenza su di esso della fotosintesi o di un qualche processo vitale analogo. L'ossigeno non è però necessario per tutte le forme di vita; esso è in realtà un veleno mortale per i batteri anaerobici. L'assenza di ossigeno nell'atmosfera di un pianeta non basterebbe quindi a escludere la presenza di forme di vita, così come la sua presenza non basterebbe ad assicurare l'esistenza di organismi in grado di respirano.

Un metodo migliore per accertare la presenza di forme di vita sarebbe quello di cercare segni di metabolismo. Le forme di vita possono essere definite come unità metaboliche in grado di autosostenersi, ossia sistemi che consumano energia e materie prime, le organizzano e usano i prodotti così ottenuti per crescere e/o riprodursi. In una ricerca di forme di metabolismo dovremmo cercare di accertare la presenza di carbonio, azoto, idrogeno e zolfo, altrettanti elementi che partecipano ai processi vitali sul nostro pianeta di classe M. Se trovassimo un ciclo chimico sostenibile — una forma solida di sostanza a base di carbonio convertita nell'anidride carbonica dell'atmosfera, la quale venisse poi a sua volta riciclata in carbonio solido — esso suggerirebbe la presenza di processi metabolici. (Non dovremmo però farci ingannare dal fuoco, che ossida materiali carbonacei producendo in tal modo anidride carbonica, e che inoltre si muove e cresce.)

La chiave potrebbe trovarsi in effetti nel carbonio stesso. Tutti gli organismi terrestri si fondano sul carbonio; l'espressione "chimica organica" è sinonimo di chimica dei composti del carbonio. Il carbonio è l'unico fra gli elementi ad avere una massa atomica relativamente piccola e una grandissima flessibilità nel legame chimico. Esso forma centinaia di migliaia di composti: più di qualsiasi altro elemento a parte l'idrogeno. Questa versatilità è una conseguenza della sua capacità di aggiungere quattro legami al guscio di elettroni più esterno per raggiungere uno stato di energia stabile. La composizione delle principali proteine

— e degli acidi nucleici DNA e RNA — può comprendere anche milioni di atomi di carbonio, legati con idrogeno, ossigeno, azoto e zolfo. La complessità della vita è possibile grazie alla flessibilità di legame dell'atomo di carbonio.

Dato il numero grandissimo di molecole di carbonio diverse da cui scegliere, quale aspetto della chimica del carbonio potrebbe essere il più utile nella progettazione di un metodo per scoprire segni di vita? Occorrerebbe un metodo al tempo stesso sensibile (per non lasciarci sfuggire molte cose) e specifico (per non scoprire troppi composti inorganici del carbonio; per esempio diamanti o semplicemente vecchia grafite).

Il computer ha bisogno della tua prossima istruzione. Questa è una ricerca di routine di forme organiche. Tu ordini di cercare prove della presenza di idrolisi dell'ATP...

Sulla Terra praticamente tutti gli organismi viventi usano la stessa reazione chimica per produrre energia da usare nel processo metabolico. Nella cellula si usa l'ossidazione del glucosio nella formazione di adenosintrifostato — noto

più comunemente come ATP —‘ attraverso una cascata di reazioni biochimiche. L’ATP immagazzina energia nei suoi legami fosfato. Quando la cellula ha bisogno di energia, l’ATP viene gradualmente idrolizzato (ossia combinato chimicamente con acqua), con eliminazione di un gruppo fosfato e conseguente trasformazione in ADP (adenosindifosfato). In alcuni casi la reazione continua fino alla formazione di adenosinmonofosfato (AMP). Fra gli organismi procariotici semplici (organismi unicellulari privi di nucleo, come i batteri e le alghe azzurre), la formazione di ATP può aver luogo anche solo in una decina di passi. Nelle cellule eucariotiche (dotate di nucleo), che posseggono una centrale di energia cellulare nei mitocondri, si usano per la produzione di ATP sistemi enzimatici più complessi, che permettono un più efficiente ricupero di energia dalla reazione. Un qualche tipo di analizzatore da grande distanza, capace di rivelare la liberazione di energia dai legami fosfato in occasione della trasformazione di ATP in ADP, rivelerebbe la presenza di cellule dotate di un metabolismo attivo.

Un altro tipo di firma chimica, al tempo stesso sensibile e specifico per forme di vita di tipo terrestre, sarebbe ovviamente il materiale genetico: gli acidi nucleici DNA (acido desossiribonucleico) e RNA (acido ribonucleico). Ogni organismo vivente sulla Terra, persino i virus, contiene come proprio progetto acidi nucleici. (La maggior parte degli organismi posseggono DNA; alcuni virus posseggono solo RNA.) La programmazione della console operativa in vista della ricerca dei segnali di energia propri della replicazione del DNA, della trascrizione del DNA o della trascrizione inversa dell’RNA, condurrebbe a localizzare organismi impegnati attivamente nell’elaborazione di acidi nucleici. Il dottor Noonien Song era al corrente del protocollo della Federazione per la ricerca di queste reazioni, e fornì alla sua consorte androide, Juliana, un subprocessore che emetteva i segnali di energia appropriati, per proteggerne l’identità androide.

Tu ordini al computer di cercare acidi nucleici, riflettendo mentre attendi i risultati. Secondo i giornali di bordo dell’Enterprise, non tutte le forme di vita si trovano sui pianeti...

La vita nell’aria sottile

Geordi La Forge ama raccontare la storia dell’organismo neonato che prosciugava i sistemi di energia dell’Enterprise-D (nell’episodio *Il figlio della Galassia* di *The Next Generation*). La madre ditale organismo era stata uccisa dopo avere attaccato l’Enterprise-D, ma la dottoressa Crusher presto la sua assistenza in quello che risultò essere un parto di emergenza della sezione C, usando i faser della nave. Il neonato spaziale si “attaccò” immediatamente all’Enterprise, fissandosi allo scafo e causando una grave perdita di energia. Geordi sospettò che la creatura assorbisse direttamente energia dalla nave, sembrando preferire la frequenza elettromagnetica di 1420 milioni di cicli al secondo (MHz), corrispondente alla lunghezza d’onda di 21 cm (la frequenza naturale della precessione dello spin dell’elettrone di idrogeno). Lavorando con l’ingegnere progettista della Flotta stellare Leah Brahms per cambiare la risonanza di energia della nave, Geordi liberò l’Enterprise-D dal piccolo parassita, che l’equipaggio osservò da rispettosa distanza mentre andava a raggiungere un gruppo di suoi simili.

Nello spazio profondo gli organismi non sono soggetti all'attrazione gravitazionale a cui sono esposti gli organismi planetari, e ci sarebbero quindi meno limiti strutturali alla loro grandezza. Sul nostro pianeta, il massimo animale vissuto sulle terre emerse fu il sismosauro, di 20-30 tonnellate, le cui dimensioni gigantesche comportavano una crescita molto lenta fino alla maturità, oltre a una mobilità limitata e a speciali adattamenti fisiologici. La moderna balenottera azzurra può raggiungere 150 tonnellate perché la sua massa è sostenuta dall'acqua, la quale ne facilita anche il movimento; ma persino la mole delle balene è limitata dall'esigenza di far circolare in tutto il loro corpo molecole di ossigeno e di nutrimento. Ci attenderemmo che una forma di vita capace di vivere nello spazio profondo fosse enorme — con una lunghezza o un diametro dell'ordine di vari chilometri — per poter filtrare una quantità della scarsa “polvere” interstellare e dei rari fotoni sufficiente al suo sostentamento. Lo spazio, pur non essendo completamente vuoto, lo è quasi del tutto a ogni fine pratico. Nel volume di spazio occupato dal nostro sistema solare l'idrogeno, che è l'elemento di gran lunga più abbondante nell'universo, ha una concentrazione media di soli 100 atomi per centimetro cubico; nello spazio interstellare essa scende a 10 atomi/cm³. Nella *Fisica di Star Trek*, Lawrence M. Krauss calcola che

Rimandiamo i lettori alla p. 191 del libro di Lawrence M. Krauss, *La fisica di Star Trek*, edito in questa stessa collana, per una disamina della confusione fatta dagli autori di *Star Trek* sulle frequenze di energia in questo episodio.

un'astronave che si muovesse a una velocità prossima a quella della luce avrebbe bisogno di pannelli di oltre 40 chilometri di diametro per raccogliere un grammo di idrogeno al secondo. Ma benché nello spazio profondo l'idrogeno possa essere scarso, almeno vi è presente. Gli organismi viventi hanno bisogno di varie sostanze per produrre le reazioni chimiche necessarie per il loro metabolismo. Un organismo dello spazio profondo dovrebbe procurarsi la sua “materia” altrove.

Nello spazio cosmico anche luce ed energia radiante scarseggiano, e per fornire energia a un organismo vivente si richiede un qualche tipo di sorgente. E disponibile la luce delle stelle, ma i bassi livelli dell'energia radiante necessaria per mantenere attivo il metabolismo renderebbero necessarie grandi superfici per la raccolta della luce, come i grandi pannelli solari installati sui satelliti e sulle stazioni spaziali in orbita circumterrestre che dipendono dall'energia solare. La maggior parte delle piante non cresce bene all'ombra, e non crescerebbe affatto nella notte perpetua dello spazio. Gli organismi terrestri che hanno bisogno di una superficie massimale per uno scambio efficace di gas o per la raccolta di scarse particelle di cibo presentano in generale pieghe o pieghettature, che contengono grandi superfici in volumi limitati (per esempio i fanoni della balenottera azzurra, con cui essa filtra il plancton dell'oceano). Ma se una struttura pieghettata potrebbe aiutare a filtrare atomi dello spazio, non sarebbe di grande aiuto nella cattura di energia radiante; in questo caso sarebbe più efficace una struttura con lamine o foglie.

Noi siamo abituati a pensare le navi spaziali come veicoli duri, con spessi scafi metallici. Nello spazio cosmico le strutture viventi potrebbero essere invece sorprendentemente delicate, dal momento che solo di rado entrerebbero in collisione con qualcosa. Gli organismi potrebbero raggiungere la grandezza di pianeti o anche di più. Se avessero una piccola massa in conseguenza della loro struttura delicata, le loro richieste di energia potrebbero essere mantenute a

livelli minimi; essi dovrebbero tuttavia avere ancora una struttura abbastanza robusta da non rompersi nello spazio quasi vuoto. Anche le reazioni chimiche che ne alimentano il metabolismo dovrebbero essere mantenute a un minimo. Poiché la temperatura media dello spazio profondo è di circa tre gradi al di sopra dello zero assoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), un vero neonato spaziale dovrebbe compiere le sue reazioni chimiche in ambienti strettamente isolati e poi mettere in circolo i prodotti per farli pervenire nel luogo del bisogno, oppure dovrebbe avere sviluppato un metabolismo in grado di operare a temperature alle quali il moto molecolare quasi si arresta. Il movimento di questa strana creatura spaziale potrebbe essere quasi del tutto passivo — come quello del plancton — che va alla deriva nell’oceano — se la sorgente di energia fosse l’energia radiante ambientale. Se, però, l’organismo spaziale avesse bisogno di raccogliere materia con cui costruire se stesso, o di spostarsi attivamente verso sorgenti di energia, gli occorrerebbero mezzi di propulsione controllabili da lui. In questo caso si richiederebbe una maggiore quantità di materiali e di energia, e gli ostacoli da affrontare dal nostro teorico organismo dello spazio profondo diventerebbero insormontabili.

Potremmo quindi ipotizzare la possibilità che da qualche parte, nello spazio profondo, esistano grandi placche sottili alla deriva formate da materia capace di assorbire energia, con livelli di metabolismo incommensurabilmente bassi. Non dovremmo certo attenderci di incontrare mandrie di organismi predatori ciliati grandi come palloni da football, capaci di muoversi alla velocità di 3000 km/s, come quelli trovati nel Quadrante Delta dalla Janeway e dall’equipaggio del *Voyager* nell’episodio *Fertilità*. E purtroppo, per quanto possano essere attraenti, gli enormi organismi senzienti empatici simili a meduse incontrati alla Farpoint Station non saranno lì ad aspettarci quando noi arriveremo nello spazio profondo. Un organismo che avesse sviluppato la struttura delicata necessaria per starsene ben disteso nel vuoto quasi assoluto dello spazio cosmico subirebbe un collasso disastroso nella pressione atmosferica e nell’attrazione gravitazionale di un pianeta.

Una roccia vivente

“ *L’analisi ha dato esito negativo.* ”

La concisa formulazione del computer ti riporta al tuo compito. Concludi la ricerca e cominci a dettare la tua relazione. Ma non è forse un po’ prematuro? Se il procedimento di analisi standard della Flotta stellare consiste nel cercare acidi nucleici e l’idrolisi dell’I4 TP come segni della possibile presenza di vita, ciò potrebbe spiegare perché il personale dell’astronave sia ripetutamente tratto in inganno da forme di vita non fondate su questi composti... Come tutti gli esobiologi del xxiv secolo, devi aver sentito parlare di Horta!

Nell’episodio della serie originale *Il mostro dell’oscurità*, il capitano Kirk e l’*Enterprise* sono chiamati su Janus VI per investigare su una serie di decessi misteriosi fra i minatori della Federazione attivi sul pianeta. Janus VI è ricco di depositi minerali. La sua biosfera primitiva lo ha reso ospitale, ma i geologi che si occupano delle prospezioni si attendono di poter superare le difficoltà e l’isolamento, in vista dello sfruttamento di giacimenti di minerali preziosi come il pergium: dopo tutto, se fosse facile potrebbe andarci chiunque. Essere fusi dall’acido solforico, però, è un po’ più di una difficoltà, anche per questo

gruppo di uomini rotti a mille traversie. L'ingegnere capo Vanderberg è preoccupato per l'atteggiamento ribelle che sente crescere fra i suoi uomini spaventati e sempre più riluttanti.

Prima di dare inizio a ogni attività mineraria il pianeta era stato scandagliato alla ricerca di segni di vita, secondo le norme emanate dalla Federazione. Con ogni probabilità Vanderberg aveva contribuito a progettare l'operazione:

egli era infatti presente fin dall'inizio delle prospezioni. Il pianeta era così spoglio che la colonia mineraria non ebbe quasi nessuna difficoltà con le alghe che spesso ostacolano le attività minerarie intorno ad aree umide e ben illuminate. E Janus VI doveva avere una popolazione di insetti relativamente piccola: un vero miglioramento rispetto all'ultima stazione in cui egli aveva lavorato...

Ciò che l'esplorazione condotta dalle navi della Flotta stellare si era lasciata sfuggire, e a cui lo stesso Vanderberg non aveva pensato, era la possibilità di vita non fondata sul carbonio. Janus VI aveva la potenzialità di diventare un pianeta di classe M, ma per qualche ragione non aveva mai sviluppato una biosfera fiorente. In alcuni continenti del pianeta si erano sviluppate piante primitive produttrici di spore, e gli oceani contenevano abbastanza alghe da fornire una sottile atmosfera di ossigeno, ma nessuna forma di vegetazione sembrava crescere oltre limiti molto modesti. Il geologo Vanderberg notò l'assenza di depositi di carbone e di petrolio, altra indicazione della scarsità di forme di vita fondate sul carbonio. Quella che Janus VI aveva era una sorprendente concentrazione di metalli pesanti. Le squadre scientifiche della Federazione conclusero che l'abbondanza di metalli pesanti e gli alti livelli di radiazione nel suolo ad essa associati avevano contribuito a sconvolgere l'evoluzione della vita sul pianeta. Non trovando molte altre cose interessanti, le squadre scientifiche non avevano approfondito oltre la situazione.

L'ufficiale scientifico Spock fu perciò sorpreso nel trovare nei tunnel di Janus VI un organismo vivo fondato sul silicio (e affascinato nel trovare che era un organismo senziente). Ma Janus VI è esattamente il tipo di pianeta su cui ci si potrebbe attendere l'evoluzione di forme di vita fondate sul silicio: il silicio è l'unico altro elemento, oltre al carbonio, la cui struttura atomica permette la formazione dei polimeri, le lunghe molecole lineari richieste dalla vita. Abbiamo già sottolineato la grandissima versatilità di legame dell'atomo di carbonio, e su Janus VI la vita fondata sul carbonio, che si sarebbe sviluppata molto più rapidamente e abbondantemente della vita fondata sul silicio, avrebbe potuto prendere possesso del pianeta se la radiazione in eccesso (o qualsiasi altra cosa) non ne avesse scoraggiato l'evoluzione.

Come il carbonio, anche il silicio può esistere in una grande varietà di forme. Una delle più comuni è il biossido di silicio (SiO_2): la sabbia. La maggior parte dei minerali terrestri contiene silicati. La capacità del silicio di legarsi con l'ossigeno e formare reticoli cristallini che includono atomi di elementi più pesanti conduce alla formazione di silicati in forme molteplici di topazio, granato, quarzo (inclusa l'ametista), berillio, giada e altre forme più familiari ai geologi e ai mineralogisti. In combinazione col carbonio, il silicio può formare polimeri siliconici simili a gomma. Il silicio forma però con l'ossigeno legami così forti da non avere la versatilità richiesta per le reazioni metaboliche, nelle quali si devono formare e rompere legami nell'ambiente omeostatico di una cellula vivente. Ecco perché noi pensiamo che, in assenza di impedimenti specifici, sarebbero prevalse forme di vita fondate sul carbonio: le reazioni dei composti del silicio sono molto più lente.

La misteriosa creatura simile a una roccia su Janus VI è risultata essere

un'Horta, l'unico adulto rimasto a vigilare sullo sviluppo, destinato a durare decenni, delle uova della sua specie, una fase nel ciclo di vita di 50.000 anni di questo organismo. Poiché l'Horta era composta prevalentemente di silicio, non possedeva ATP o acidi nucleici che potessero rivelarne la presenza alle squadre che esploravano il pianeta alla ricerca di forme di vita. Essa ebbe la pazienza propria di una pietra e rimase immobile (o almeno inosservata) fino a quando la sua nursery non fu minacciata dalle attività minerarie; fu allora che essa diede inizio alla sua orgia di morte.

Per poter sostenere una forma di vita — sia essa fondata sul carbonio o sul silicio —, i processi chimici devono obbedire a regole precise. Le forme di vita terrestri hanno sviluppato catalizzatori a partire da proteine (enzimi), ma un pianeta ricco di minerali come Janus VI potrebbe disporre di

minerali in grado di catalizzare le reazioni chimiche richieste da una forma di vita fondata sul silicio. I catalizzatori conferiscono il vantaggio di un migliore controllo sulle reazioni chimiche intracellulari. Ecco perché gli organismi viventi si danno tanto da fare per trovare e abitare una particolare nicchia ambientale e perché mettono in atto complessi meccanismi di omeostasi per mantenere ossigeno, umidità e temperatura: quei delicati catalizzatori proteici devono essere protetti. Persino la bis-bis-bis-bis-bis-bisnonna del dottor McCoy capiva l'importanza di controllare la febbre, anche se, senza dubbio, non si rendeva conto di proteggere in tal modo “le reazioni chimiche del metabolismo cellulare attraverso il mantenimento di un ambiente omeostatico per l'ATPasi e altri enzimi chiave”. Non sorprende che l'Horta si sia irritata quando i minatori invasero la sua nursery, portandovi luce, umidità e circolazione d'aria. Se la sua forma di vita fondata sul silicio richiedeva, per facilitare le reazioni di ossidazione e di riduzione, catalizzatori derivati dalla superficie di minerali, i minatori avrebbero potuto spazzare via l'intera popolazione horta semplicemente lasciando impronte oleose di dita sulle rocce. (E ovviamente probabile che l'Horta sia stata un po' irritata anche dalla rottura delle sue uova in conseguenza delle operazioni di scavo dei minatori.)

Per quanto strana potesse sembrare, l'Horta si riproduceva e ragionava (e si comportava) in modo molto simile a noialtri animali fondati sul carbonio. In realtà ci sono ben poche ragioni per attendersi che un organismo fondato sul silicio possa essere così simile a forme di vita terrestri. Su Velara III, per esempio, fu scoperta una specie subsuperficiale di forme di vita, consistente in un'organizzazione complessa di cristalli di silicato (*TNG: Progetto terraforming*). Questi “microcervelli”, che vivevano nel suolo umido subito sopra la falda di acqua salata del pianeta, erano minacciati da un progetto di *terraforming*, che li avrebbe uccisi abbassando la falda acquifera. L'equipaggio dall'*Enterprise-D* evitò di stretta misura il genocidio planetario rivelando la presenza di forme di vita alla Federazione. I microcervelli chiesero alle “brutte borse fatte di acqua” (come descrivevano gli esseri umani) di volersene gentilmente andare, cosa che essi fecero.

Questa forma di vita di *Star Trek* ha senso, entro certi limiti. Dopo tutto, chip di silicio cristallino sono usati per codificare informazione nei computer. È concepibile che l'esistenza di una grande quantità di cristalli organizzati — diciamo della grandezza di un intero pianeta — immersi in una speciale soluzione elettrolitica per realizzare il contatto fra stazioni di cristalli, e alimentati con l'energia fornita dalla luce solare, possa rendere possibile una rete neurale simile a un cervello, capace di processi di pensiero indipendenti. Essa assomiglierebbe a una struttura geologica elaborata e complessa più che a una forma di vita, e ciò spiegherebbe perché gli scienziati della Federazione non

abbiano in un primo tempo riconosciuto i microcervelli. L'unica difficoltà in questo scenario è che tutte le strutture di cristalli di silicio capaci di immagazzinare informazione di cui si conosca attualmente l'esistenza sono state costruite da qualche bipede intelligente carbonaceo.

Entità cristalline

Forse il problema più difficile non è in realtà come cercare segni di vita, ma che cosa possa essere considerato una forma di vita. Pur sforzandosi di capire i microcervelli, la dottoressa Crusher, in *Progetto terraforming*, recitava “la definizione fondamentale” della organica: per sembrare viva, una qualche entità “deve essere capace di assimilare, respirare, riprodursi, crescere, svilupparsi, muoversi, secernere ed espellere”.

L'Entità di cristallo, come l'Horta e i microcervelli, sfuggì alle ricerche di “nuove forme di vita” da parte della Flotta stellare per essere così aliena che la sua esistenza come forma di vita non era chiara. Era più grande dell'*Enterprise-D*, e la sua struttura cristallina — un gigantesco reticolo di esagoni — suggeriva che essa fosse semplicemente una complessa formazione minerale. Assorbiva direttamente energia dal materiale organico, piuttosto che ingerirlo e digerirlo, ed esercitava una sorta di attività predatoria sulle biosfere dei pianeti, distruggendo completamente tutte le forme organiche. Questa dieta indica che l'Entità di cristallo richiedeva per il proprio sostentamento reazioni chimiche fondate sul carbonio, anche se non sembrava respirare, secernere o espellere rifiuti.

Essendo una struttura cristallina, l'Entità doveva aver bisogno di un ambiente molto stabile per crescere fino a raggiungere quelle dimensioni enormi. I cristalli si formano in condizioni di relativa purezza chimica, con lunghi periodi di quiete: è indispensabile l'assoluta assenza di agitazione meccanica. Ma l'Entità potrebbe avere conseguito la sua mirabile struttura geometrica anche in un altro modo. Alcuni tipi di fitoplancton nell'oceano lo mettono in atto ogni giorno.

Le diatomee sono alghe unicellulari microscopiche, presenti in grande abbondanza nei mari e nei laghi freddi di tutto il mondo. Contengono clorofilla e carotenoidi, con cui fotosintetizzano il loro cibo. Esse si costruiscono un guscio rigido di silicato detto frustolo, che è composto di silice amorfa idrata ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Questi gusci sono complessi e spesso sono simili a reticoli cristallini.

I filtri delle piscine contengono spesso farina fossile di diatomee (grandi quantità di gusci di diatomee morte) per intrappolare sostanze contaminanti organiche. Le diatomee vengono usate anche in prodotti per la smerigliatura, in quanto i loro duri gusci formati da silicati si rompono formando miliardi di spigoli aguzzi; il silicato è fondamentalmente vetro. Diversamente dall'Entità di cristallo, però, le diatomee sono microscopiche. La fragile struttura dei silicati non si presta alla crescita di organismi di grandi dimensioni. In effetti le diatomee diventano più piccole a ogni generazione, proprio a causa di quel rigido guscio siliceo.

Quando esse si dividono, i nuovi organismi si formano all'interno del guscio della “madre”. Dopo una sessantina di cicli, le diatomee non possono rimpicciolirsi ulteriormente, ed entrano quindi in una fase di riproduzione sessuale per ricominciare di nuovo la loro esistenza in dimensioni normali.

(Notiamo, per inciso, che le diatomee non sono una forma di vita fondata sul silicio; il loro guscio siliceo è un bell'involucro, niente di più.)

L'Entità di cristallo esiste nello spazio, dove il suo complesso reticolo cristallino non è sottoposto ad attrazioni gravitazionali o a erosioni dovute ad agenti meteorologici. Possiamo spiegare la sua struttura cristallina riconducendola o a un processo organico (come la formazione del guscio di una diatomea) o a un processo geologico (come la formazione di una stalattite in una caverna). L'Entità potrebbe essere senziente? Potrebbe comunicare? Nell'episodio *Data/ore* di *TNG*, Lore chiama l'Entità attraverso una distanza grandissima, cosicché essa deve avere un modo per percepire segnali, per "udire". Una struttura cristallina simile a un reticolo risponderebbe a momenti flettenti: poiché le onde sonore non si propagano nello spazio, Geordi, in *L'Entità di cristallo*, usa impulsi gravitonici per produrre piccole deformazioni nell'Entità e assicurarsi in tal modo la sua "attenzione".

Sulla Terra conosciamo un esempio di distorsione cristallina: quando la struttura dei cristalli piezoelettrici viene distorta attraverso l'applicazione di una pressione, essi trasmettono piccoli impulsi elettrici. Anche il quarzo, un minerale di silice, presenta questa proprietà. Forse l'Entità di cristallo o qualche essere simile ad essa potrebbe usare sottili distorsioni fisiche del suo reticolo come base per ricevere e trasmettere informazione. L'Entità avrebbe bisogno di una qualche sorta di equivalente muscolare per generare queste distorsioni nella struttura: ciò richiederebbe lo sviluppo di un tessuto elastico, che a sua volta dovrebbe fondarsi sulla capacità dell'atomo di silicio di formare una varietà di strutture molecolari in grado di distendersi, flettersi, piegarsi e formare polimeri. L'Entità richiederebbe inoltre un equivalente del DNA fondato sul silicio per codificare e trasmettere l'informazione necessaria alla produzione di tali tessuti. Tutto questo, per il nostro modo di pensare, tenderebbe a eliminare la possibilità di un cristallo vivente in assenza di un qualche tessuto organico ausiliario, fondato sul silicio o sul carbonio. Ma se una cosa del genere esistesse, sarebbe una forma di vita?

L'Entità di cristallo (se dobbiamo continuare a speculare su questo improbabile organismo) è viva, con ogni probabilità, nello stesso senso in cui è vivo un virus. I virus non si muovono, né respirano, mangiano o pensano; essi non possono agire volontariamente per proteggere la loro esistenza. Si sono evoluti in modo da riprodursi impossessandosi dei sistemi della cellula che li ospita e inducendoli a seguire le istruzioni del DNA o RNA virale. I virus sono poco più che involucri proteici attorno a un frammento di acido nucleico. Con uno sforzo di immaginazione (cosa che fa per noi *Star Trek*), potremmo ipotizzare un'Entità di cristallo capace di reazioni chimiche ma dotata di un'intenzionalità non maggiore di quella di una particella virale. L'Entità incontrata dall'*Enterprise-D* va alla deriva nell'universo, ed è attratta verso i pianeti che emettono segnali di energia che fanno risuonare la sua struttura in un certo modo; essa assorbe tutta l'energia chimica scindendo ogni legame di carbonio che trova, e poi procede oltre.

Ovviamente, quando ci si avvicina ai pianeti c'è un campo gravitazionale... In realtà ciò crea gravi problemi a enormi forme di vita cristalline rigide!

Ricerche condotte da Stanley B. Prusiner dell'Università della California a San Francisco e da altri sulla natura dei prioni suggeriscono che potrebbero esistere entità cristalline molto più vicine a noi di quanto potessimo pensare. Queste non sono enormi cristalli rigidi di silicati, ma microscopiche proteine intracellulari. Da varie generazioni si conoscono e si studiano malattie causate da prioni, le quali hanno sempre imposto rispetto e sono state sempre

circondate da mistero. La popolazione dei Fore della Nuova Guinea praticava il cannibalismo ritualizzato, e il cervello dei morti veniva preparato dalle donne della tribù per essere consumato. Fra queste tribù fu osservata e descritta da medici occidentali all'inizio del Novecento una malattia neurologica degenerativa chiamata kuru. Era una malattia piuttosto rara e si manifestava in una fase avanzata della vita; coloro che ne erano colpiti soffrivano di barcollamenti, andatura a zigzag, tremore oscillante e perdita di facoltà mentali. Nel corso degli anni furono osservate negli esseri umani e negli animali altre malattie simili e si trovò che producevano lesioni simili nel cervello. La malattia di Creutzfeldt-Jakob è una di queste; la virosi nervosa degenerativa della pecora un'altra; e negli ultimi due decenni del Novecento ha avuto una grande diffusione negli allevamenti di bovini in Gran Bretagna un'encefalopatia spongiforme bovina (nota anche come "morbo della mucca pazza").

Dopo intense ricerche si scoprì che la particella infettiva era una proteina capace di indurre un mutamento di conformazione nelle proteine intracellulari sane della vittima. Non era un "virus lento", come si era pensato un tempo; il prione non possedeva alcun materiale genetico. La particella infettiva era invece una proteina che aveva perso la capacità corretta di pieghettarsi. Sostituzioni nella sequenza di amminoacidi (i componenti delle proteine) — che nelle malattie ereditarie sono causate da mutazioni, e in quelle infettive dall'"insegnamento" del nuovo modello di pieghettatura alle proteine della cellula ospite da parte dei prioni — conducono all'accumulo di prioni nelle cellule del cervello. Un po' come un cristallo che dirige la sua crescita per mezzo della sua conformazione, i prioni inducono altre proteine intracellulari a seguire il suo modello e a piegarsi nello stesso modo. Dopo un po' i neuroni contenenti i depositi di prioni sono semplicemente troppo pieni per funzionare. Quando un numero sufficiente di neuroni sono invalidati, la persona (o la pecora o la mucca) si ammala. Le malattie da prioni sono rimaste per molto tempo un mistero per la medicina perché potevano essere trasmesse come se fossero causate da agenti infettivi, e il materiale infettivo (il prione) poteva essere distrutto da una sterilizzazione appropriata, ma non si riusciva a ottenere dai tessuti infettati alcun organismo da studiare in "coltura".

Attualmente si sta discutendo se i prioni possano o no essere considerati una forma di vita: essi non contengono acidi nucleici né utilizzano ATPasi. Come un virus, però, un prione si replica utilizzando il meccanismo riproduttivo della cellula ospite. I prioni si riproducono e assimilano materiale esterno ma non crescono, non si sviluppano, non si muovono, non respirano, non secernono, né espellono escreti. Sono organici, ma sono anche vivi?

Dal tuo comunicatore echeggia la voce di Riker: " Voi del laboratorio biologico, avete quasi finito qui? Abbiamo ricevuto l'ordine di passare all'obiettivo successivo della nostra missione ". Sobbalzando per quell'intervento improvviso, ordini al computer di registrare i dati raccolti. Il tuo tecnico capo ti conferma: gli esemplari recuperati dalla sonda sono stati immagazzinati. Più tardi si potranno completare le analisi.

" Sì, signore. Il laboratorio biologico è pronto a lasciare l'orbita... "

il problema degli androidi

In quasi tutti gli episodi di *The Next Generation*, Data cerca segni di vita. È una

cosa che gli piace fare, e in questo c'è una sottile ironia. I sensori dell'*Enterprise-D* possono scoprire forme di vita da una distanza considerevole, possono compiere conteggi accurati delle popolazioni, e persino scoprire indizi specifici che rivelino la presenza dei membri di un equipaggio umano in una città popolata da vari milioni di umanoidi alieni. Se però Data esponesse se stesso ai sensori della console operativa, essi non rileverebbero alcun segno di vita.

Data pone una sfida alla definizione della vita. Egli (o dovremmo dire “esso”?) è capace di muoversi e agire in modo autonomo. È capace di riprodursi, e una volta ha costruito una “figlia”, anche se essa ha vissuto solo per poco tempo prima di soccombere a un guasto della sua rete positronica (*TNG: La figlia di Data*). I diritti civili di Data sono stati sottoposti al giudizio del tribunale: una volta per permettere di arruolarlo come ufficiale della Flotta stellare, e successivamente (in *La misura di un uomo*), per determinare se egli fosse o no di proprietà della Federazione, e fosse quindi obbligato a mettere a rischio la sua programmazione partecipando alla ricerca di un famoso cibernetico della Federazione. Determinare se qualcosa abbia o no diritti civili è però diverso rispetto a stabilire se sia o no viva. Data tollera persone che (come la dottoressa Pulaski, il capo ufficiale medico dell'*Enterprise-D*) non lo considerano vivo, anche se non ha mai dubbi sul fatto di essere una persona. Per Data — come per il personaggio olografico Moriarty, negli episodi *Elementare, caro Data* e *La nave in bottiglia* di *The Next Generation* — il test migliore e la determinazione finale è il *Cogito ergo sum* di Descartes.

4. Ma chi controlla il cervello? Iparassiti burattinai

Dove consideriamo gli esempi dei parassiti terrestri, prospettiamo possibili modelli per il controllo della mente da parte dei parassiti, esaminiamo la relazione simbiotica dei Trill e studiamo il visore di Geordi come esempio di interfaccia del cervello con la tecnologia.

(«Ho visto il capitano spaventato, infuriato, malato, ubriaco, febbricitante, delirante, ma prima di questa notte non l'ho mai visto in preda a una crisi isterica.»

Scotty a McCoy, in *L'Inversione di rotta*

SIAMO in infermeria. La dottoressa Beverly Crusher si china sull'ammiraglio Quinn, sotto sedazione, per cominciare il suo esame medico. Deve capire che cosa possa avere indotto questo importante e dignitoso ufficiale del Comando della Flotta stellare ad aggredire Will Riker con una forza sovrumana. Gli applica un hypospray al collo per assicurarsi che la sedazione duri, ma si interrompe subito. Chinandosi per esaminarlo più attentamente, esclama: “Che cos'è questo?”

Fra le sue dita emerge, dalla pelle di Quinn, un'appendice palpitante e chiaramente aliena. D'improvviso la dottoressa Crusher sa, se non che cosa non va in Quinn, almeno perché in lui c'è qualcosa che non va.

Nell'universo di *Star Trek* nessuno soffre di mal di testa o di schizofrenia. La medicina della Federazione ha già trovato cure per questi problemi fondamentalmente biochimici. In effetti, nel xxiv secolo il cervello stesso — un mistero profondo per quelli di noi che hanno avuto la sfortuna di essere nati nel xx secolo — è stato ben studiato e analizzato, e i suoi segreti sono stati rivelati e discussi. Perciò, 'quando membri perfettamente normali della Flotta stellare agiscono in modo non conforme alloro carattere o sembrano perdere il controllo delle loro facoltà mentali — Picard che diventa irritabile e si avventura in rischi personali ingiustificati, in *La battaglia (TNG)*; Worf che è trafitto dalle forbici di un barbiere senza alcuna ragione apparente, in *Sonni pericolosi (TNG)*; Deanna Troi che diventa un'arpia gelosa e furiosa quando muore la vecchia madre di un diplomatico alieno, in *Il prezzo della pace (TNG)* —, i medici della Federazione sono costretti a concludere che la causa di tutto ciò deve risiedere in qualcosa di più minaccioso di un semplice problema neurologico. Quel che spesso trovano è un intenso conflitto interspecifico.

Fra le esperienze più spaventose che si potrebbero subire, in un conflitto con una specie aliena non particolarmente amichevole, c'è la possessione mentale: avere i propri pensieri sotto il controllo di un essere alieno, che non abbia alcuna comprensione per le nostre sofferenze e nessun impegno di lealtà con noi. Il primo incontro della Federazione con una specie aliena del genere, come forse il lettore ricorderà, ha avuto luogo sul pianeta Deneva, una colonia della Federazione, dove una specie di parassiti neurali ha spinto alla follia l'intera popolazione, compreso il fratello del capitano Kirk (*Pianeta Deneva*). Benché questi parassiti neurali sembrassero abbastanza innocui — come le meduse trasportate a volte dalle onde sulle nostre spiagge — 'erano capaci di acquistare un controllo totale dei loro ospiti:

un processo molto doloroso, tanto che McCoy optò per un' estirpazione totale. La decisione fu saggia, ma costò quasi la vista a Spock. Questa intera esperienza scosse la Federazione.

E con buone ragioni. Chi ha sofferto di un'infestazione da parte di parassiti intestinali (o ha aiutato a liberare delle persone da tali parassiti) può dire che tali esperienze richiedono una grande forza d'animo. I parassiti nel cervello sono inimmaginabilmente più terrificanti.

Ma consideriamo le cose da un punto di vista realistico. Il controllo della mente che abbiamo prospettato è solo una cosa da fantascienza? Persino nel nostro secolo sappiamo che superare la barriera ematoencefalica (un meccanismo di controllo che impedisce a materiali potenzialmente dannosi presenti nel circolo sanguigno di entrare nel tessuto cerebrale) non è mai una cosa facile. Ma questo è solo l'inizio delle difficoltà che una specie aliena che tenti di invadere il nostro cervello si trova a dover affrontare.

Cominceremo dalla situazione più semplice, quella rappresentata da un parassita e un ospite: potrebbe accadere? Sulla Terra noi pensiamo generalmente i parassiti come piccole creature viscide che si trovano nei fiumi delle foreste, nei mucchi di letame e in altri luoghi umidi e sgradevoli. E tale descrizione corrisponde in qualche misura alla realtà: molti parassiti della Terra sono organismi simili a vermi che si muovono qua e là finché non riescono ad avere accesso a un altro organismo vivente, all'interno del quale si nutrono, crescono e si riproducono. I parassiti non sono però una particolare entità tassonomica, come i batteri o i virus o i vertebrati. Si possono trovare parassiti fra molte forme di vita; alcuni parassiti sono batteri, altri sono animali più avanzati, altri sono addirittura piante. Un parassita può essere definito come un

organismo che deriva il suo nutrimento o il suo rifugio da un ospite involontano.

Possiamo chiederci perché organismi del genere dovrebbero godere di vantaggi selettivi. Perché mai l'evoluzione dovrebbe produrre un organismo in grado di vivere solo all'interno di un altro organismo, o su di esso? La risposta è che i parassiti godono di vantaggi sostanziali nella lotta per la sopravvivenza. L'animale ospite si sobbarca il lavoro pesante, per la propria sopravvivenza e per quella del parassita, mentre quest'ultimo approfitta semplicemente di ogni pasto che l'ospite procura a se stesso. Si può immaginare un luogo migliore, per un parassita, dell'intestino umano, in cui è presente una provvista di cibo senza fine? E non si deve mai lottare col vento o con la pioggia o col freddo! Non ci si deve nemmeno preoccupare dell'eliminazione dei propri rifiuti. Basta gettarli nel circolo sanguigno del proprio ospite e lasciare che sia lui a trasportarli via ed eliminarli all'esterno. Tutto questo può spiegare perché sulla Terra ci siano più parassiti che specie di organismi autonomi.

D'altro canto — come dice Kes nell'episodio *Il guardiano*, della serie *Voyager* — il fatto di poter contare su cibo e alloggio forniti da un altro organismo non incoraggia lo sviluppo di capacità di vita indipendenti. I parassiti possono avere stili di vita molto complessi, e persino ingegnosi, ma per lo più sono piuttosto semplici e considerevolmente stupidi.

Consideriamo l'ameba. Per natura non è necessariamente un parassita, potendo in effetti condurre una vita autonoma, come organismo unicellulare informe, quasi trasparente. Pur essendo uno spettacolo splendido quando le sue dimensioni crescono fino a permetterle di ingoiare *l'Enterprise-D*, come nell'episodio della serie originale *La Galassia in pericolo*, questo pezzetto di protoplasma non fa nient'altro che restarsene in attesa nel suo stagno e inghiottire qualsiasi frammento di materiale organico si trovi a passare di lì. Di tanto in tanto si scinde in due dando origine a due piccole amebe, ma il culmine della sua vita è quando trova un'altra ameba e procede a uno scambio di cromosomi con essa. (Questo è davvero sesso, se sei un'ameba.) La nostra piccola, stupida ameba terrestre è più spesso preda di quanto non sia predatrice, dal momento che anche altri organismi, compresi gli esseri umani, nuotano Al termine dell'episodio *La Galassia in pericolo*, McCoy solleva un problema esistenziale: non può essere che *l'Enterprise* svolga la funzione di una parte del "sistema immunitario" della Galassia, lottando contro forme di vita extragalattiche che mirano a invaderla? La valorosa lotta dell'equipaggio non potrebbe essere parte di un qualche altro destino? Non potremmo essere, senza saperlo, ingranaggi in una macchina più grande di noi? Kirk, pratico come sempre, non prende sul serio queste domande.

tano negli stagni, inghiottendo di tanto in tanto una certa quantità di acqua. Qualsiasi ameba riesca a superare indenne gli acidi dello stomaco (impresa non da poco, ma esse ci riescono incistandosi in un guscio, come le spore) se ne sta nell'apparato digerente e si ingozza, felice come un tnblo in un silo di grano. Se il numero di questi estranei nel nostro intestino supera un certo limite, essi possono procurarci una brutta dissenteria amebica.

Le amebe non devono essere necessariamente ingerite per poter entrare nel

nostro corpo. Alcune forme di amebe capaci di vivere autonomamente possono entrare nelle nostre membrane nasali. Più raramente, possono attraversare i seni nasali e rifugiarsi nella testa dell'ospite. In questo caso si potrebbe contrarre un'encefalite, un'inflammazione del cervello pericolosa per la vita stessa dell'ospite. Questo meccanismo potrebbe essere un primo passo sulla via di un controllo della mente a opera di parassiti? Fortunatamente no. L'ameba causa nell'ospite problemi così gravi non per essere un piccolo parassita intelligente ma piuttosto per la sua stupidità. Essa è stupida perché contravviene alla regola primaria della sopravvivenza parassitica: primo, non provocare danni. Dopo tutto, il persistere della buona salute dell'ospite è una garanzia per la sopravvivenza del parassita. L'ameba è stupida anche perché non si rende conto che la chiave del suo successo consiste nel rimanere nascosta. Essa non ha alcun mezzo per evitare che scatti l'allarme antifurto. Il nostro corpo scopre l'invasore e organizza una grande risposta difensiva immunitaria. Nell'intestino il corpo tenta di espellere l'irritazione amebica con grandi quantità d'acqua, causando una forma di diarrea chiamata dissenteria. La situazione è molto più pericolosa quando l'organo invaso è il cervello. Il corpo combatte allora una guerra totale con armi chimiche e batteriologiche. Anticorpi e globuli bianchi attaccano l'ameba; purtroppo le cellule cerebrali circostanti, come civili innocenti coinvolti in una guerra, vengono a volte spinte da parte o uccise nel corso del processo. Come molti eserciti vittoriosi, il sistema immunitario umano non è riuscito a produrre bombe abbastanza intelligenti da uccidere le forze nemiche risparmiando le proprie.

Possiamo quindi escludere le amebe come potenziali invasori della mente? Diciamo gentilmente che non le prenderemmo in considerazione fra i nemici più pericolosi. Ci sono però decine di altri organismi estranei che entrano nel nostro corpo, compresi certi batteri che non attivano reazioni di rifiuto, o perché riescono a nascondere la loro natura estranea alle forze difensive o perché scelgono di installarsi in parti del corpo in cui è difficile essere scoperti. Quando questi organismi "più intelligenti" non infliggono danni ai loro ospiti vengono chiamati commensali, e il rapporto ospite/invasore è noto in questo caso come commensalismo: un rapporto di "vivi e lascia vivere". Ci sono organismi chiamati simbiotici che sono addirittura utili ai loro ospiti. L'uomo, per esempio, ha bisogno di certi amminoacidi che vengono prodotti soltanto da piante: gli animali non sono in grado di produrli da sé. Altri amminoacidi essenziali sono prodotti da batteri simbiotici nel nostro intestino.

Qualche lettore ha sicuramente provato che cosa significhi vivere senza l'aiuto di tali batteri. Ti è mai capitato di essere curato per molto tempo con antibiotici, per esempio per combattere una polmonite o una qualche altra malattia a lungo termine? Anche nella convalescenza puoi avere sofferto per un po' di tempo di dissenteria, perché gli antibiotici uccidono anche la normale flora batterica intestinale. È molto probabile che il medico ti abbia detto di mangiare formaggio o yogurt — alimenti che contengono colture batteriche vive — per reintegrare la colonia batterica nel tuo intestino. Frattanto il tuo intestino è stato vulnerabile a invasori meno amichevoli e non ha svolto molto bene le sue funzioni abituali. Similmente, le donne vanno soggette a invasioni da lieviti in conseguenza dell'assenza di batteri benefici nella vagina, che normalmente impediscono agli organismi dei lieviti di moltiplicarsi.

Tenendo presente tutto questo, noi abbiamo dei dubbi sul funzionamento del biofiltro che fa parte del teletrasporto di *Star Trek*. Che cosa accade a tutti quei batteri benefici quando una squadra di esplorazione torna alla nave? È un problema cui gli autori di *Star Trek* dovrebbero prestare attenzione. Se i filtri del teletrasporto non sono programmati selettivamente per Vulcaniani, Klingon,

terrestri, Bajoriani e via dicendo, come farà il biofiltro a sapere quali batteri devono essere identificati in ogni persona, per distruggerli come dannosi o per risparmiarli come necessari? Dopo tutto, i batteri buoni per gli esseri umani potrebbero essere dannosi per i Klingon, o viceversa. Supponiamo che i biofiltri del teletrasporto siano regolati in modo da eliminare tutti i batteri presenti nei membri di una squadra di esplorazione alloro rientro sulla nave. Questo sarebbe il procedimento più sicuro in vista della sicurezza della nave, dal momento che i membri dell'*Enterprise*, nella loro esplorazione di nuove forme di vita e di nuove civiltà, potrebbero imbattersi in un gran numero di nuovi germi. In tal caso possiamo solo sperare che fuori schermo (se non sullo schermo) ogni membro dell'equipaggio di ritorno sulla nave riceva una speciale bevanda tipo yogurt destinata a ripristinare il suo tipo specifico di batteri benefici. Senza questi batteri intestinali, diversi e specificamente adattati a ogni specie di ospiti, difficilmente potremmo immaginare l'entità della diarrea che ne seguirà. E voi pensavate che fosse rischioso viaggiare in paesi caldi!

Star Trek ci ha fornito un caso insolito di una simbiosi più complessa: quella dei Trill. Essi sono chiaramente una forma di vita molto più avanzata dei batteri o delle amebe unicellulari. Secondo il dottor Bashir, novantatré ore dopo che un ospite Trill umanoide e il suo simbionte simile a una lumaca si sono uniti, non possono più sopravvivere separati. Benché ciascuno di loro conservi il proprio cervello, il proprio sistema nervoso centrale e il proprio sistema di percezione indipendente, il Trill simbionte divide col Trill ospite la responsabilità del comportamento dell'insieme.² Questo è un caso insolito in un rapporto simbiotico, persino nella Federazione. Torneremo in seguito ai Trill; per ora vediamo che cosa può accadere quando un organismo invasore non se ne sta tranquillo nel suo ospite o non condivide con esso la responsabilità del comportamento, ma gli sottrae effettivamente il controllo.

Parassiti burattinai

Nell'episodio *Cospirazione (TNG)*, il capitano Picard e il suo equipaggio sull'*Enterprise-D* scoprono fra gli ufficiali superiori della Flotta stellare la presenza di un potente alieno: un parassita artropode che ha la capacità di controllare la mente del suo ospite. Questi ingegnosi organismi hanno attraversato il vuoto dello spazio intergalattico e sono entrati attraverso la bocca in ufficiali scelti (sempre potenti) della Flotta stellare. Una volta introdottosi nel suo ospite, il parassita ne perfora la parte posteriore della gola per entrare nel midollo spinale, e risalendo la colonna vertebrale va ad alloggiare nei pressi della sua nuca, praticando in essa un foro così che la sua branchia, simile a una presa d'aria per sommergibili, abbia accesso all'esterno. L'infestazione conferisce ai parassiti un controllo totale del comportamento dell'ospite; i parassiti assorbono inoltre ricordi e conoscenze dell'ospite (anche se non hanno la capacità degli umanoidi di parlare del più e del meno, cosa che offre infine un mezzo per combattere con successo il parassita). Nell'episodio citato, l'infestazione non poteva essere diagnosticata attraverso l'osservazione del comportamento degli ufficiali; essi rimanevano in grado di eseguire i loro normali compiti nella flotta, di conversare in linguaggio tecnico e di praticare le arti marziali, anche se fra le loro preferenze dietetiche comparivano ora

stranamente vermi della farina vivi.

2 L'*Encyclopaedia Britannica* definisce genericamente lo stato di simbiosi comprendendo in esso parassitismo, commensalismo e mutualismo. Nel parassitismo a beneficiare del rapporto è il parassita, mentre l'ospite ne ha solo svantaggi. Nel commensalismo uno dei due organismi ricava dalla simbiosi dei benefici, mentre l'altro si trova in una situazione indifferente. Nel mutualismo entrambi gli organismi traggono vantaggi dal rapporto. Il caso dei Trill è un esempio di mutualismo. Qui rispetteremo l'uso tradizionale di *Star Trek* e chiameremo l'organismo trill invasore un simbiote.

Una tale infestazione parassitica è possibile? Anche solo in teoria, se non in pratica? L'assunzione del controllo della mente di un ufficiale della Flotta stellare da parte di un parassita presuppone in realtà che si siano verificati vari eventi fisiologici. Innanzitutto il parassita deve superare le difese esterne dell'organismo: esso dev'essere inghiottito, ma-lato o deve entrare nell'ospite attraverso la pelle. La maggior parte dei parassiti terrestri riescono a entrare nel nostro organismo perché sono così piccoli da passare inosservati, come una navetta spaziale che sbuchi improvvisamente da dietro una luna di un pianeta. A volte riescono ad attraversare la compatta falange di cellule che formano la pelle, o di quelle che rivestono l'intestino o i polmoni, passando fra una cellula e l'altra. Nell'universo di *Star Trek* un parassita per essere interessante dev'essere almeno abbastanza grande da risultare visibile. Un tale parassita deve possedere però difese formidabili per evitare di essere eliminato con semplici mezzi fisici. (Un criceto medio, o anche una formica media, non sarebbero molto pericolosi come parassiti perché, quando notiamo che cominciano a mangiarci, possiamo sempre prenderli e scaraventarli via.)

Dopo essersi introdotto in un organismo, il parassita burattinaio³ deve in qualche modo neutralizzare o sconfiggere il sistema immunitario dell'ospite. I parassiti della Terra hanno sviluppato una varietà di tecniche utili per evitare attacchi da parte del sistema immunitario. Gli schistosomi (vermi piatti, o plattelminti, appartenenti ai trematodi, che misurano da 5 a 30 millimetri) invadono il circolo sanguigno e si rivestono di proteine del plasma umano tratte dal sangue. Come i cacciatori si spruzzano a volte addosso l'odore del cervo per ingannare le loro prede, così questi parassiti riescono a convincere il sistema immunitario umano che sono semplicemente una parte del corpo dell'ospite. Un altro metodo usato dai parassiti per non essere scoperti è quello di frequentare i luoghi in cui il corpo si attende di trovare estranei benevoli. Ossiuri e cestodi (le comuni tenie) evitano di stuzzicare le difese del corpo restandosene nell'intestino, dove convivono con una quantità di materiali proteici che non fanno parte dell'ospite, in una zona in cui il sistema immunitario ha imparato ad accettare forme proteiche estranee.

Un'altra tecnica difensiva usata dai parassiti è quella di costruire intorno a sé un muro impenetrabile. I nematodi si rinchiudono in uno spesso rivestimento proteico che non può essere digerito da cellule del sistema immunitario umano. Non è chiaro come il *Puppetmasterus snorkelgillus*, come chiameremo il parassita degli alti ufficiali della Flotta stellare, sia riuscito a evitare la reazione dei vari ospiti che ha infettato, ma essendo un artropode potrebbe avere optato per uno spesso rivestimento chitinoso, in grado di resistere agli attacchi del sistema immunitario umano. L'adozione di questo tipo di difesa avrebbe però

dovuto produrre con ogni probabilità nell'ospite umano una forte reazione allergica:

gonfiori, febbre, shock e collasso.

Il parassita che è riuscito a stabilire la testa di ponte necessaria per evitare di essere sterminato dal sistema immunitario dell'ospite, deve poi trovare un modo per integrarsi nel suo sistema nervoso. Questo compito richiede una considerevole ingegnosità fisiologica, anche nel caso in cui il parassita abbia una sola specie di ospite, ma nell'episodio *Cospirazione* il *P. snorkelgillus* riesce a risolvere questo problema con ospiti appartenenti a due diverse specie di umanoidi (umani e Vulcaniani), che hanno neurologie molto diverse: un'impresa inimmaginabile.

Il tessuto cerebrale è estremamente delicato e differenziato. Soltanto il 10 per cento del cervello umano è composto di neuroni, le cellule nervose specializzate che si trasmettono reciprocamente segnali con mezzi elettrici e chimici. Come qualsiasi altro tipo di vettore di segnali elettrici, le cellule nervose devono essere isolate; l'isolamento è costituito da cellule gliali e guaine mieliniche, che formano il restante 90 per cento del tessuto nervoso. Il cervello ha la consistenza di un budino molto denso; nonostante la sua cedevolezza non si può però invadere lo spazio endocranico senza causare una pressione sulle strutture circostanti. Tutto ciò che tenta di insediarsi all'interno del cranio — un tumore, un coagulo di sangue, un parassita burattinaio — comprimerà il tessuto cerebrale, e potrebbe condurre al coma o persino alla morte. Inoltre il sistema nervoso centrale (composto dal cervello e dal midollo spinale) è molto sensibile a disturbi nel suo ambiente chimico o elettrico. Invasioni o infezioni creano uno squilibrio nel tessuto nervoso, conducendo a tempeste di false segnalazioni elettrochimiche, che possono manifestarsi nella forma di attacchi, delirio, corna o morte.

E perciò di importanza vitale che un parassita capace di controllare la mente — almeno se vuole avere una relazione a lungo termine col suo ospite — rimanga piccolo. Esso deve evitare di aggiungere un volume significativo ai contenuti del cranio, come pure di sconvolgere l'equilibrio chimico ed elettrico del cervello. Deve inoltre lasciare intatto il meccanismo per la trasmissione di segnali nervosi specifici e diretti. Dopo tutto un burattinaio che, tirando i fili, riuscisse a ottenere dall'ospite solo un comportamento privo di senso, difficilmente potrebbe svolgere la parte del cattivo in modo interessante. Similmente, un burattinaio la cui manipolazione compromettesse la respirazione dell'ospite potrebbe essere protagonista solo di una storia molto breve. Perciò questo parassita dev'essere in grado di agire su tutte le funzioni complesse del cervello, come la coordinazione e la memoria, senza disturbare le funzioni cerebrali che mantengono in vita l'ospite. Tutto questo sembra quasi impossibile, non è vero?

Sorprendentemente, ci sono esempi di parassiti terrestri che sembrano influenzare il comportamento dei loro ospiti, anche se in modi relativamente rozzi. Le zanzare portatrici del parassita della malaria (genere *Plasmodium*) si comportano diversamente dalle zanzare non infettate. Esse sviluppano un appetito insaziabile, nutrendosi più spesso e dedicando più tempo a quest'attività, e ingozzandosi spesso di tanto sangue da non riuscire più a volar via una volta terminato il fiero pasto. Tale iperattività ha senso per il plasmodio, dal momento che la zanzara non è un ospite permanente ma solo un veicolo: in termini biologici, un vettore. Il vero ospite è l'animale punto dalla zanzara, cosicché, quanto più a lungo la zanzara si nutre, tanto più tempo ha il parassita della malaria per introdursi nella sua nuova casa.

Un altro esempio di diverso comportamento indotto da parassiti chiama in causa il trematode *Dicrocoelium dendriticum*. Questo verme piatto, di forma lanceolata, presenta uno di quegli stili di vita veramente incredibili che sviluppano a volte i parassiti. Nella sua fase adulta vive nel dotto biliare di mammiferi — generalmente bovini, ovini o caprini —, dove si accoppia e libera le sue uova, che scendono nell'intestino. Quando il mammifero ospite defeca, le uova del trematode vengono espulse con le feci, e almeno alcune vengono poi ingerite dalla chiocciola terrestre *Cionella lubrica*. All'interno della chiocciola le uova si schiudono e passano per un ciclo di riproduzione asessuale, moltiplicandosi a centinaia e migliaia di esemplari. Da esse si sviluppano poi le cercarie, che rappresentano lo stadio larvale del trematode. Uscite dalla chiocciola col liquido mucoso su cui essa si sposta, le cercarie rimangono su tutte le piante attraversate dalla *Cionella*. Qui vengono mangiate da formiche della specie *Formica fusca*. A questo punto comincia la parte del burattinaio.

Ci si attenderebbe che un parassita ingerito dal suo ospite finisse nel suo apparato digerente, e in effetti la maggior parte delle cercarie del *Dicrocoelium* si incistano nell'addome delle formiche. Alcune di esse migrano però fino al ganglio subesofageo (un aggregato di nervi nella testa della formica), dove riescono a determinare mutamenti nel comportamento delle formiche. Le formiche normali trovano la via del nido anche di notte, evitando così di restare esposte al freddo, mentre queste formiche zombificate, incapaci di tornare al formicaio, rimangono fuori sulla vegetazione fino alle ore piccole del mattino. Si aggrappano alla punta dell'erba con le mandibole e non si muovono più fino a quando il sole non torna a scaldarle il giorno seguente. Frattanto vengono mangiate in gran numero da pecore, mucche o capre uscite a pascolare di buon'ora, cosicché il parassita ha la possibilità di svilupparsi fino alla sua forma adulta all'interno del tubo digerente degli erbivori. A questo punto il ciclo può ricominciare.

Questi cambiamenti grossolani nel comportamento degli insetti sono molto lontani dal controllo mentale esercitato dal *P. snorkelgillus*, ma i biologi hanno visto spesso comportamenti semplici trasformarsi in comportamenti molto complessi anche in tempi relativamente brevi alla scala dell'evoluzione. Un controllo mentale complesso, come quello presentato in *Cospirazione*, presuppone due condizioni:

un'intelligenza molto maggiore di quella che troviamo nei parassiti terrestri del xx secolo, e un'integrazione col sistema nervoso umano molto maggiore di quanto non si sia osservato finora. Lasciamo il primo criterio alle potenzialità dell'evoluzione, mentre possiamo affrontare il secondo problema adesso. Diamo uno sguardo a tre modelli di questo tipo di integrazione per vedere quali siano le possibilità.

Nel caso più semplice l'organismo ingannerebbe il sistema nervoso dell'ospite, inviando impulsi direttamente a ogni parte del suo corpo, come il burattinaio che manipola il suo burattino. Un secondo modello implicherebbe un livello superiore di integrazione, più simile al secondo insieme di controlli in un'automobile da scuola guida, dove alcune aggiunte al progetto della vettura ne trasferiscono il controllo finale all'istruttore. Un terzo modello sarebbe ancora più complesso, essendo assimilabile al sistema con cui un ragazzo controlla a distanza i movimenti di un'automobilina radiocomandata.

Esaminiamo in modo un po' più dettagliato questi tre livelli di controllo della mente, prendendo l'avvio da un esempio relativamente semplice. Supponiamo che un parassita intelligente extraterrestre volesse comunicare con la

popolazione della Terra e decidesse che il modo migliore per farlo fosse attraverso il controllo parassitico della mente. Ciò ricorda il modo in cui i naniti — minuscoli robot liberati da Wesley Crusher in un esperimento scientifico finito male, che infine si “evolsero” diventando esseri senzienti — riuscirono a comunicare con l’equipaggio dell’*Enterprise-D* attraverso il tenente comandante Data nell’episodio *Evoluzione* di *TNG*. I naniti riuscirono a stabilire rapidamente il controllo parassitico della mente di Data perché egli si offrì come ospite volontario. Dato che tanto i naniti quanto Data erano stati progettati nell’ambito della tecnologia del computer propria della Federazione, condividevano probabilmente qualche struttura organizzativa, e quindi la manipolazione di Data fu per i naniti molto più facile di quanto sarebbe stata per un parassita extragalattico la manipolazione di un umanoide dalla fisiologia estranea e sconosciuta.

Ma torniamo al nostro parassita alieno e alla sua invasione della Terra: supponiamo in questo caso che egli voglia semplicemente stabilire un primo contatto con la nostra specie. Che cosa dovrebbe fare per indurre un ospite umano ad agitare una mano e a dire: “Salve, gente della Terra! ”?

Innanzitutto, entra nel corpo dell’ospite e si situa nel midollo spinale della nuca, come abbiamo visto nell’episodio *Cospirazione*. A questo punto dovrebbe presumibilmente mandare dei “viticci ” nel cervello. Questi dovrebbero essere abbastanza piccoli da non alterare l’equilibrio in volume della massa cerebrale; il parassita dovrebbe inoltre evitare di comprimere col suo corpo il midollo spinale, causando in tal modo una paralisi. Ora tutto ciò che il parassita deve fare è di integrarsi con miliardi di cellule nervose.

Il cervello funziona però più come un centralino telefonico che come un computer: non c’è un cavo centrale a cui un parassita possa collegarsi ai due scopi di controllare i nostri pensieri e introdurvi il proprio segnale. Il cervello possiede approssimativamente 100 miliardi di cellule nervose, con innumerevoli integrazioni e segnali incrociati, necessari per la percezione sensoriale, il pensiero e il controllo motorio. Per mandare un messaggio sensato dal cervello al vostro braccio e indurvi a fare con la mano un cenno di saluto, il parassita burattinaio si collega innanzitutto ai circuiti del controllo motorio, nella parte sinistra del cervello, che controllano la spalla, l’omero, l’avambraccio e la mano destri. Devono essere inoltre collegati anche la quarantina di muscoli facciali e i quattordici muscoli della lingua necessari per parlare. Occorre collegare anche l’apparato respiratorio perché per parlare occorre esalare respiro. Il parassita deve avere accesso anche al centro linguistico del cervello, e, valutando la dozzina di possibili espressioni di saluto, deve decidere che la frase “Salve, gente della Terra! ” è un segnale culturalmente corretto per l’occasione. Ora esso integra il sistema di “ricerca delle parole ”, invia la frase scelta al circuito motorio di produzione del linguaggio parlato, e poi attiva la cascata di delicate funzioni necessarie per produrre un linguaggio udibile e intelligibile, comunicando simultaneamente con la mano e con l’espressione facciale.

Come si vede, il metodo dei burattini è piuttosto macchinoso. Nell’episodio della serie originale *Operazione cervello*, Bones usa un computer per gestire in questo modo il corpo di Spock, dopo il furto del suo cervello da parte di una donna poi scomparsa, Kara. Pur disponendo delle complesse e raffinate potenzialità della Federazione nel campo dei computer, tutto ciò che Bones può far fare al corpo di Spock è camminare, sedersi e stare in piedi. Privato del suo cervello, il corpo non è in grado di parlare e può fare solo pochissimi altri movimenti. Si può quindi immaginare quanto sarebbe difficile ottenere risultati del genere per un parassita invasore che non disponesse della potenza di

computer superavanzati.

Un parassita che volesse controllare la mente del proprio ospite avrebbe probabilmente risultati migliori interfacciando direttamente il proprio sistema nervoso con quello del suo ospite. In tal caso potrebbe pensare ed esprimere direttamente i suoi pensieri usando i circuiti neurali dell'ospite. Quando camminiamo, non ci diamo pensiero di alzare un piede dopo l'altro, di metterlo a terra davanti a noi e di premere il suolo prima di sollevare l'altro piede, e via dicendo. Decidiamo di camminare, e il nostro cervello traduce questa intenzione in una serie di segnali neurali che attivano il meccanismo. Per un parassita sarebbe tutto più facile se potesse accedere a queste vie di livello superiore, senza dover controllare uno per uno ogni neurone e far muovere direttamente ogni muscolo. Il nostro parassita potrebbe tentare di imitare questo tipo meno dettagliato di controllo dei movimenti, ma a tale scopo avrebbe probabilmente bisogno di un sistema nervoso virtualmente identico a quello dell'ospite. Se tu fossi controllato da uno scarafaggio installato nel tuo corpo come ospite, ed esso decidesse di farti attraversare la strada, il suo sistema nervoso invierebbe al tuo cervello i segnali richiesti per far muovere in avanti un organismo con sei gambe e articolazioni multiple delle stesse. Le tue gambe sarebbero estremamente confuse dagli ordini ricevuti. E neppure i semplici movimenti di masticazione su e giù che siamo abituati a fare sarebbero compatibili con i movimenti dell'apparato boccale multiplo dello scarafaggio. E ora, questo scarafaggio dovrebbe essere in grado di dire:

“Salve, gente della Terra! ”? Con le tue labbra, la tua lingua e i tuoi denti? Noi pensiamo di no.

Supponiamo però che un qualche artropode avaniato potesse adottare il controllo del sistema nervoso e dei circuiti neurali dell'ospite, in modo simile a quello in cui si usa un guanto della realtà virtuale o in cui un istruttore assume il comando di una macchina di una scuola guida. L'ospite sentirebbe il suo rapporto col parassita come una tremenda situazione di doppia coscienza. Egli sarebbe impotente, dal momento che i pensieri del parassita che controlla la sua mente sostituirebbero i suoi pensieri e le sue intenzioni, ma avrebbe la consapevolezza di essere abitato e posseduto da un altro essere. Questo tipo di consapevolezza del controllo della propria mente da parte di un'altra coscienza viene sperimentato dal comandante Chekov e dal capitano Terrell nel film *Star Trek II. L'ira di Khan*. I piccoli, simili a lumaconi, dell'“ unica forma di vita indigena su Ceti Alfa IV ”, che sono stati infilati nelle loro orecchie, “hanno l'effetto di rendere la vittima estremamente arrendevole ai suggerimenti ”, assoggettando Chekov e Terrell ai capricci del tirannico e vendicativo Khan. Fortunatamente, sia per Kirk sia per la Federazione, i due ospiti involontari, consapevoli del fatto che le loro azioni erano controllate, opposero abbastanza resistenza da contribuire alla sconfitta di Khan.

Nel caso di un controllo più completo da parte di un parassita, l'ospite poteva perdere completamente la capacità di comunicare col mondo esterno, pur conservando ancora la coscienza. Nell'episodio *Gioco di potere (TNG)* Miles O'Brien, Deanna Troi e Data cadono in potere di entità criminali aliene le quali cercano di evadere da quel mondo che è stato la loro prigione per secoli. Questi alieni riescono ad avere accesso alla loro memoria: l'entità che controlla Miles riesce a riconoscere sua moglie Keiko e sua figlia Molly. Dopo la sua liberazione, Miles dice a Keiko che riusciva a vedere e a sentire tutto, senza però riuscire ad avere alcun controllo su ciò che stava accadendo. In altri casi l'organismo invasore poteva limitarsi ad avere coscienza del mondo circostante condiviso e a “origliare ” i segnali sensoriali dell'ospite. (Pare che questo sia

per lo più il modo in cui il simbiote trill si comporta col suo ospite utùanoide trill.)

A un livello più distruttivo di controllo della mente, il parassita potrebbe impadronirsi di tutti i sistemi sensoriali nonché del controllo motorio, lasciando all'ospite una coscienza isolata all'interno del suo corpo, incapace di vedere o udire o percepire qualcosa. Con la perdita del controllo motorio, la persona infestata dal parassita diventa incapace di inviare segnali al mondo esterno attraverso parole o gesti, e rimane intrappolata all'interno di un corpo che continua a funzionare esattamente come se il suo proprietario fosse perfettamente senziente e neurologicamente sano. Una situazione davvero da incubo! Una tale intelligenza deprivata dei sensi avrebbe la consapevolezza del passare del tempo? Penserebbe? Che cosa penserebbe?

Torniamo ora al nostro *Puppetmasterus snorkelgillus*, il parassita in cui si imbattono Picard e l'equipaggio dell'*Enterprise-D*. È un organismo davvero minaccioso, così superiore a noi nel funzionamento del suo sistema nervoso da potersi spostare all'interno del corpo umano e dirigerne le azioni come un ragazzo alle prese con un videogame. Esso può adattarsi alla fisiologia di vari ospiti umanoidi anche molto diversi fra loro e integrarsi in sistemi nervosi variamente organizzati. Può fare qualche prova per prendere conoscenza di tutti i meccanismi e per esplorare le capacità del corpo del nuovo ospite, un po' come l'appassionato di videogiochi che fa qualche partita di prova di *Mario World* o di *Mortal Combat* prima di impegnarsi davvero, dopo di che il *P. snorkelgillus* è pronto a operare al meglio.

Siamo sinceri: questo potrebbe essere uno di quei casi in cui gli autori hanno optato per una storia di grande presa a scapito della credibilità scientifica. Questo parassita avrebbe un sistema nervoso così complesso e un'intelligenza così superiore che il nostro sistema nervoso sembrerebbe, al confronto, al livello di quello di una chiocciola. Perché mai — dobbiamo chiederci — un organismo così avanzato dovrebbe essere dedito a uno stile di vita parassitico? Se però ammettiamo che potrebbe esserci una ragione, a noi ignota, ci rimane ancora da affrontare il problema decisivo: confidando in una specie così potente, è poco probabile che il nostro equipaggio, per quanto valido, riesca ad avere la meglio al termine dell'episodio. In gran parte per fortuna, Riker e Picard riescono a ucciderla la creatura madre, e senza di lei gli altri parassiti muoiono. Nella vita reale, supponendo che un organismo del genere esistesse davvero, qualsiasi persona anche solo sospettata di essere un ospite dovrebbe essere uccisa, dal momento che lasciando in vita un ospite infestato si fornirebbe al parassita un'opportunità di riprodursi, di moltiplicarsi e di ripristinare la sua egemonia, questa volta con una popolazione che ha già imparato a resistere al contrattacco della Flotta stellare.

Bei tipi

Ma mettiamo da parte questa prospettiva così fosca e chiediamoci: e se l'invasore avesse intenzione solo di osservare e non di controllare? E se fosse disposto a concedere all'ospite qualche beneficio in cambio della sua ospitalità? In altri termini, e se il nostro parassita fosse in realtà un simbiote? I "lumaconi" trill (come li chiama il capitano Sisko) non arrecano di solito alcun danno ai loro ospiti umanoidi trill. I simbioti passano per una serie di ospiti urnanoidi (la Trill Jadzia Dax, per esempio, è l'ottavo ospite per il simbiote Dax). Queste entità congiunte coesistono pacificamente: l'ospite riceve il beneficio dei ricordi, del sapere e dell'esperienza che il simbiote ha acquisito nel corso della

sua lunga vita nei suoi ospiti; in cambio, l'ospite permette al simbiote una visione dall'interno delle nuove esperienze che egli vive nella sua durata di vita normale. Nell'episodio *L'ospite* di *TNG*, in cui l'equipaggio dell'*Enterprise-D* si imbatte nei suoi primi Trill, il loro ambasciatore Odan è riluttante a parlare del suo stato simbiotico, dicendo alla dottoressa Crusher che i Trill non amano parlare della loro natura duplice più di quanto noi amiamo parlare di noi come di esseri singoli. Infine, però, i fatti si chiariscono. Gli ospiti trill non occupati da un parassita sono umanoidi che vivono una vita umanoide piena. I simbioti trill sono invertebrati, sono privi di qualsiasi sorta di appendice e abitano in stagni all'interno di caverne, che forniscono condizioni ambientali costanti a questa specie delicata. Secondo l'episodio *Equilibrio perduto* (*DSN*), press'a poco metà della popolazione dei Trill è capace di ospitare un simbiote, ma questa potenzialità si realizza solo in uno ogni mille umanoidi trill, e solo dopo una selezione psicologica e un addestramento rigoroso. Dato ciò che sappiamo dei simbioti trill, essi potrebbero funzionare in teoria come burattinai parassitici: come intelligenze disincamate che usano i sensi e il controllo motorio dei loro ospiti umanoidi con o senza il loro permesso. Contrariamente a ciò che troviamo nella possessione parassitica, però, non pare che i simbioti trill sfruttino i loro ospiti.

Una volta realizzata l'unione fra il simbiote e l'umanoide trill, essi si integrano e l'entità unita diventa una nuova personalità. Come abbiamo già notato, dopo novantatré ore il simbiote e l'umanoide non possono più separarsi senza la morte dell'ospite e senza un grave trauma per il simbiote, che deve trovare entro un certo tempo un nuovo ospite se non vuole morire a sua volta. È possibile un'esistenza così strettamente interdipendente di due specie senzienti? Possiamo congetturare che umanoidi e simbioti trill abbiano sviluppato nel corso dell'evoluzione adattamenti che l'hanno resa possibile. Questi adattamenti potrebbero avere compreso metodi per integrare i loro sistemi nervosi e lo sviluppo di una fisiologia dei simbioti tale da non attivare una risposta immunitaria nell'ospite trill. Poiché, a quanto ci viene detto, solo metà della popolazione degli umanoidi trill sarebbe capace di unirsi, può darsi benissimo che i simbioti attivino una risposta immunitaria in alcuni Trill: i Trill incapaci di fungere da ospiti potrebbero essere semplicemente allergici ai simbioti. Pare però che, perché un umanoide trill accetti completamente un simbiote, debba essere presente in lui un qualche adattamento del sistema nervoso. E quindi sconcertante che Riker abbia potuto ospitare per qualche tempo il simbiote Odan dopo che l'ospite umanoide trill era morto lontano dal pianeta d'origine dei Trill.

Gli autori di *Star Trek* non hanno mai spiegato a fondo l'integrazione del sistema nervoso del simbiote e di quello dell'ospite. Forse all'inizio il simbiote forniva solo un potenziamento dei neurotrasmettitori (sostanze chimiche che trasmettono segnali fra neuroni) ai loro ospiti trill, fornendo o una sorgente di molecole neurotrasmettrici o un mezzo per equilibrarle in condizioni in cui era minacciata la sopravvivenza dell'unità simbiote-ospite. Nel corso di miliardi di anni, questo semplice potenziamento potrebbe essersi evoluto nella doppia coscienza dei Trill: i simbioti trill avrebbero conseguito la capacità di immagazzinare i ricordi acquisiti mentre abitavano nel corpo dell'ospite, e di conservarli quando il simbiote si separava e andava a vivere in un nuovo umanoide trill. Se i ricordi, come affermano alcune teorie attuali, vengono effettivamente registrati in reti neurali complesse, ciò sarebbe possibile. Il cervello dell'umanoide trill e il simbiote sperimenterebbero simultaneamente gli stessi stimoli, e in tal modo realizzerebbero contemporaneamente lo stesso insieme di segnali neurali. Il simbiote trill

fungerebbe un po' così come un disk drive aggiunto a un computer: esso potrebbe contenere sia programmi sia memoria, e sarebbe in grado di trasferire informazioni all'umanoide trill e di riceverne. Poiché al simbiote, grazie al suo stile di vita parassitico, sono risparmiati i compiti della raccolta del cibo e della sopravvivenza, esso potrebbe essersi evoluto nel corso del tempo diventando una forma di intelligenza sempre più specializzata (e sempre meno autosufficiente).

I simbioti trill, pur essendo individualmente creature fragili, hanno il potere di controllare un'intera società. E se un simbiote trill abitasse consecutivamente vari ospiti, ogni volta con l'intenzione di dominare una qualche particolare forza politica planetaria? Se questo piano fosse coordinato con altri simbioti trill sistemati all'interno dei loro ospiti, ne seguirebbe un intero scenario di burattinai. Disponendo dell'esperienza di varie vite, i simbioti trill uniti fra loro in una cospirazione potrebbero mettere in moto una serie di mosse politiche tali da non dare frutti apparenti per generazioni, cosicché potrebbero apparire come fenomeni culturali naturali. In conseguenza di un disegno occulto dei simbioti, gli umanoidi trill potrebbero però diventare ben presto una specie schiava al servizio della superiore intelligenza dei loro inquilini. Può essere questa la ragione per cui la Commissione per la Simbiosi dei Trill mantiene un controllo così ferreo su quali simbioti devono essere disponibili per l'unione simbiotica e su quali Trill devono diventare ospiti?

Per inciso, se l'idea di una relazione simbiotica così intima può sembrare del tutto fantascientifica, consideriamo quella occorsa sulla Terra circa 2,5 miliardi di anni fa: un rapporto simbiotico che cambiò non solo la vita degli organismi in gioco, ma anche il corso dell'evoluzione e persino la composizione chimica del pianeta stesso.

Gli scienziati credono che, intorno a 2,5 miliardi di anni fa, una forma di batterio unicellulare abbia cominciato a differenziarsi in diversi tipi. Uno di questi, rappresentato dai cianobatteri, cominciò a sviluppare un'invenzione evolutiva fantastica: la clorofilla. Questa molecola permise al batterio di attingere energia dal Sole in modo molto più efficiente che in precedenza. Attraverso il processo metabolico della fotosintesi, la clorofilla lega anidride carbonica all'ossigeno presente nell'atmosfera. Le forme di vita esistenti (compresi i cianobatteri stessi) furono sempre più minacciate dall'accumulo di ossigeno atmosferico. L'ossigeno è altamente reattivo — pensa alla rapidità con cui si forma la ruggine sulla tua macchina — e le forme di vita non abituate a esso muoiono rapidamente. Ovviamente, il mutamento nell'atmosfera terrestre avvenne in modo molto graduale — nel corso di vari milioni di anni — cosicché le semplici forme di vita unicellulari ebbero il tempo di sviluppare mutazioni che permisero loro di sopravvivere nella tossica atmosfera ossigenata. Un'altra forma di batteri, gli alfa-proteobatteri, vinsero il premio per il migliore adattamento: essi evolsero un processo metabolico chiamato respirazione aerobica, che ha un'importanza vitale per tutti gli organismi attuali che respirano ossigeno.

Molti organismi unicellulari lottarono allora con questa crisi che minacciava la loro vita. L'atmosfera stava cambiando. Per gli organismi un tempo fiorenti nell'atmosfera ricca di azoto, ammoniaca e zolfo della Terra primordiale era venuto il momento di saltare sul carro della nuova atmosfera di azoto, ossigeno e anidride carbonica. La Terra era chiaramente avviata a diventare un pianeta di classe M.

Così una creatura unicellulare intelligente, che non era molto brava a inventare nuovi processi metabolici, fece quella che in quel momento era la

cosa migliore: fagocitò (inghiotti) un alfa-proteobatterio capace di respirare ossigeno ed ebbe il buon senso di non digerirlo. Essa trasse semplicemente vantaggio dalla capacità del batterio di annullare la tossicità dell'ossigeno. Il resto, come si dice, è storia.

Ognuna delle nostre cellule è una discendente di quell'evento primordiale. Le nostre cellule, e quelle di ogni altro organismo più in alto dei batteri e delle alghe azzurre sulla scala dell'evoluzione (ossia tutte le vere piante e i veri animali), sono eucariotiche. Le cellule eucariotiche degli animali hanno un nucleo, che contiene il DNA completo dell'organismo, e fuori del nucleo hanno i mitocondri — i discendenti di quegli alfa-proteobatteri ingenti ma non digeriti — deputati alla respirazione; essi svolgono questo loro compito nel citoplasma, dove i pericolosi radicali liberi dell'ossigeno non possono corrompere le delicate proteine e gli acidi nucleici della cellula.

Le cellule eucariotiche e i mitocondri formano una delle relazioni di commensalismo di maggior successo di tutti i tempi. I mitocondri hanno il loro DNA e si dividono autonomamente, ma hanno perso la capacità di condurre un'esistenza indipendente. Essi sono i simbiotici in questa storia, mentre la cellula è l'ospite. I mitocondri usano l'ossigeno che entra nella cellula ospite, fornendo alla cellula l'energia di cui ha bisogno per mezzo della reazione $ADP \rightarrow ATP$, ma proteggendola dagli effetti tossici dell'ossigeno. Se pensate che tutto questo sia sorprendente, siete in buona compagnia. La teoria dell'endosimbiosi — la quale spiega in che modo i mitocondri e i plastidi (gli organelli contenenti la clorofilla nelle cellule vegetali) siano stati incorporati nelle cellule eucariotiche — è una fra le scoperte biologiche più esaltanti del secolo. Essa fa *quasi* sembrare banale *Star Trek*.

Nell' *universo di Star Trek* i simbiotici trill sono trattati con rispetto, e persino con riverenza, anche se non è chiaro in quale misura si sviluppino come personalità indipendenti. Ma quand'anche fossero semplicemente cervelli periferici, questo sarebbe in sé un concetto affascinante. Potremmo imparare anche noi a collegarci con la consapevolezza di un'altra entità, o addirittura entrare in rete con essa? Sulla Terra è improbabile che si tenti di fare una cosa del genere con mezzi organici; è più plausibile tentarlo con la tecnologia. Attualmente gli scienziati sono in grado di registrare segnali da singoli neuroni isolati in piastre di coltura. Col recente sviluppo dei nanotubi (strutture create artificialmente aventi lo spessore di una sola molecola), gli scienziati potrebbero disporre fra non molto di strumenti più piccoli delle strutture intracellulari. Potrebbe quindi diventare realizzabile l'idea di collegarsi con singoli neuroni all'interno del cervello stesso. Inoltre sono stati identificati vari neurotrasmettitori del cervello, che in generale sono molecole abbastanza semplici e facili da produrre. L'ostacolo più serio alla realizzazione di un'interfaccia col sistema nervoso centrale umano è l'immensità di questo sistema!

Il visore usato da Geordi La Forge ci presenta un caso di interfaccia della tecnologia col sistema nervoso centrale. Il visore è un dispositivo davvero affascinante, e gli autori di *Star Trek* hanno sviluppato in modo eccellente l'idea rendendo il visore sensibile anche ad aree dello spettro elettromagnetico diverse dalla luce visibile. Nell'episodio *Il nemico* di *TNG* apprendiamo che cosa si prova a vedere col visore di Geordi. Le immagini sono strane, a colori forti, e di-storte: un piccolo esempio di che cosa potremmo vedere se potessimo percepire radiazioni infrarosse, raggi gamma, raggi X e altre lunghezze d'onda e flussi di particelle ricche di energia fuori dello spettro normalmente visibile. Il visore — cosa forse non sorprendente — provoca a Geordi un continuo mal di

testa e occasionali attacchi di vertigini (due cose che egli considera un piccolo prezzo da pagare per poter vedere).

La stranezza della percezione visiva di Geordi potrebbe essere dovuta anche al fatto che egli è cieco dalla nascita. I gattini a cui vengono bendati gli occhi alla nascita crescono funzionalmente ciechi, anche se i loro occhi sono perfettamente normali. In assenza della stimolazione da parte di impulsi neurali provenienti dalla retina, la corteccia visiva del cervello non sviluppa la capacità di tradurre segnali luminosi in interpretazioni significanti dell'ambiente. Quando infine ai gattini viene tolta la benda, i segnali pervengono alla retina, ma il ricevitore nel cervello è costantemente disattivato e i gattini non "vedono" niente. Geordi ha avuto il visore all'età di circa cinque anni, e ha dovuto presumibilmente sottoporsi a una speciale terapia per imparare a interpretare i segnali che il visore inviava alla corteccia visiva. Grazie al costante esercizio, questa capacità di interpretazione finirebbe col diventare automatica, un po' come la lettura per la maggior parte di noi, ma rimarrebbe una capacità appresa piuttosto che un sistema sensoriale tecnologico.

Negli episodi di *Star Trek* non ci viene mai detto esplicitamente in che modo il visore di Geordi sia interfacciato col suo cervello, ma è chiaro che proprio questa interfaccia rende Geordi particolarmente vulnerabile a tentativi di controllo tecnologico della mente. Nell'episodio *Con gli occhi della mente (TNG)* alcuni agenti romulani esplorano tale interfaccia, usando le porte del visore come un modo per accedere alla mente subconscia di Geordi, allo scopo di indurlo a obbedire ai loro ordini. Questo è un esempio non tanto di possessione quanto di un semplice programma di condizionamento: un vero e proprio lavaggio del cervello; i Romulani ottengono la cooperazione di Geordi a livello subconscio sottoponendolo a livelli crescenti di stimoli dolorosi. Nel settimo film di *Star Trek, Generazioni*, le sorelle klingon Lursa e B'Etor, con l'aiuto del maniacale scienziato elauriano dottor Tolian Soran, riescono a interfacciarsi col visore di Geordi per mezzo dei sensori visivi della loro nave, in modo da poter vedere tutto ciò che vede lui. Esse non esercitano alcun controllo sulla sua mente: lo scopo è semplicemente quello di spiare. (In questo film la visione di Geordi sembra essere simile a quella degli altri esseri umani, dal momento che i Klingon ricevono un'esatta lettura delle frequenze degli scudi dell'*Enterprise-D*. Ciò dipende però forse dal fatto che il collegamento dei sensori visivi della nave klingon elaborava il segnale tratto dal visore di Geordi trasformandolo nelle frequenze visive normali.)

Ma il visore di Geordi non è così complicato, a prescindere dalla possibilità o meno di interfacciarsi con esso per raccogliergli furtivamente informazioni. Serie ricerche sono attualmente in corso per sviluppare impianti retinici fondati sulla tecnologia del silicio; questi dispositivi dovrebbero permettere di convertire i segnali elettrici provenienti da coni e bastoncelli in segnali interpretabili dalla corteccia visiva del cervello. Altri ricercatori stanno affrontando il problema dello sviluppo di fotorecettori artificiali per sostituire bastoncelli e coni carenti. Essi permetterebbero di restituire almeno in parte la vista a persone rimaste cieche in seguito a malattie della retina, come distacco della retina stessa e degenerazione maculare.

Pur essendo rozze rispetto alla tecnologia del xxiv secolo, protesi di vario genere sono state usate da molto tempo dagli esseri umani per assolvere funzioni specializzate. Le nostre catene di montaggio robotizzate sono solo un passo indietro rispetto agli esoscheletri e alle protesi dei Borg. La ricerca medica è oggi in grado di mettere in corto circuito il sistema nervoso centrale e di usare i riflessi spinali per insegnare a camminare ai paraplegici. Il midollo

spinale ha una capacità innata di scarica in grado di stimolare di per se stessa l'azione muscolare, senza ricevere dal cervello ordini specifici. In certi tipi di paraplegia si può addestrare il midollo spinale a produrre una configurazione di scariche neuronali che conduce a una deambulazione, per quanto incerta. Ricerche del genere vengono condotte attualmente da Anton Wernig dell'Università di Bonn e da vari altri gruppi di scienziati in tutto il mondo. Altri fisiologi stanno sviluppando arti artificiali che sfruttano segnali provenienti da muscoli ancora intatti: è così possibile per esempio muovere una protesi dell'avambraccio con impulsi elettrici provenienti da muscoli delle spalle.

La capacità di creare dispositivi tecnologici interfacciati direttamente col sistema nervoso sta passando dall'ambito della fantascienza a quello della realtà scientifica. Il prossimo secolo promette di essere pieno di miracoli. E forse davvero imminente il tempo in cui i paralitici potranno camminare, i ciechi vedere e i sordi udire. L'espressione "controllo della mente" può riferirsi all'acquisizione di un controllo su altri o alla capacità di usare bene la propria mente. Con un controllo della mente disciplinato dalla scienza e ispirato dalla compassione per le sofferenze altrui, potremo ottenere grandi risultati.

Nell'universo di *Star Trek*, ovviamente, non tutti gli alieni sono interessati a invadere in modo ostile la mente di altri organismi. Alcuni sono interessati a fusioni di un tipo del tutto diverso...

5. *L' amore è cieco*

Dove esaminiamo le storie romantiche di alieni umanoidi di specie diverse, compresa la celebrazione del Pon Farr, e consideriamo i risultati di possibili incroci.

"Ho sempre desiderato fare l'amore con un alieno." Infermiera malcoriana a Riker, in *Primo contatto (TNG)*

AMORE fra le stelle!

I costumi erotici degli umanoidi della Federazione Unita dei Pianeti sono vari quanto i loro popoli. Complicazioni amorose irretiscono i personaggi di *Star Trek* quasi tutte le settimane. Un ritmo del genere esaurirebbe i comuni mortali, ma Kirk, l'infermiera Christine Chapel, Picard, Riker, Deanna Troi, Jadzia Dax, Tom Paris e Harry Kim, fra gli altri, hanno dimostrato che le loro energie erotiche sono grandi quanto i loro appetiti per qualsiasi altro tipo di esplorazione. In questo capitolo esamineremo i rituali di accoppiamento di alcune fra le specie umanoidi più familiari, inclusi i terrestri. Daremo uno sguardo anche alla confusione dei sessi, e a ciò che accade quando si accoppiano degli alieni: quali tipi di ibridi umanoidi potrebbero derivarne? Infine esploreremo alcuni fra gli incontri più significativi. Allacciatevi le cinture: stiamo per compiere un giro della Galassia, partendo dal nostro mondo.

La scelta del partner. un giornale di viaggio galattico

Terra. Le inclinazioni erotiche di noi terrestri sono determinate dalla biologia

in una misura molto maggiore di quanto possiamo credere a prima vista. In tutto il pianeta maschi tendono a scegliere compagne più giovani di loro e fisicamente sane. Anche l'attrazione fisica è molto importante per il corteggiamento. Benché alcune norme di bellezza cambino da una cultura all'altra, c'è un accordo universale sulla bellezza di un corpo sano, ben proporzionato. In tutto il mondo le donne tendono ad apprezzare, in un potenziale partner, il benessere finanziario e la maturità. Sono chiari i vantaggi che ne derivano in relazione alla procreazione e all'allevamento dei figli: le donne in buone condizioni fisiche sono le più idonee a procreare figli sani, mentre gli uomini di status elevato sono in grado di fornire cibo e abitazione per l'intera durata del lungo periodo in cui i figli si troveranno in una condizione di totale dipendenza.

Sia gli uomini sia le donne tendono a preferire partner dai caratteri facciali il più possibile simmetrici e dal corpo ben formato, elementi che indicano un genoma sano. Entrambi i sessi preferiscono partner dalla personalità sana, che manifestino gentilezza, intelligenza e adattabilità. (Le persone con deformità fisiche, mentali o di comportamento tendono a rimanere isolate.) Anche questo sembra favorire la produzione di una prole sana, in grado a sua volta di procreare e di trasmettere la propria eredità genetica. Tali predilezioni nel corteggiamento sono così pronunciate che si comincia a prendere coscienza del fatto che il fine del sesso non è il raggiungimento di una sorta di estasi, ma la trasmissione dei propri geni alle future generazioni. Alcuni biologi, fra cui in particolare il neodarwiniano britannico Richard Dawkins, vedono l'imperativo più alto proprio in questa perpetuazione dei propri geni. Nell'edizione del 1989 del libro *The Selfish Gene*, Dawkins scrive che "l'unità fondamentale della selezione [naturale]... non è né la specie né il gruppo e neppure, in senso stretto, l'individuo, ma il gene, l'unità dell'ereditarietà".

R. Dawkins, *Il gene egoista*, trad. it. di G. Corte e A. Serra, Mondadori, Milano 1992, pp. 13-14.

Dopo avere notato queste costanti, dobbiamo aggiungere che noi terrestri tendiamo a scegliere partner simili a noi:

non solo della stessa religione, etnia e classe socioeconomica, ma anche dello stesso colore, struttura corporea e caratteri facciali. Noi possiamo essere attratti romanticamente da una persona di razza diversa, ma la maggior parte di noi sposa la ragazza o il ragazzo della porta accanto.

Vulcano. I Vulcaniani tendono ad avere buoni scienziati perché si sforzano di fondare le loro decisioni esclusivamente sulla logica. Le emozioni vengono repressi il più possibile. La società vulcaniana è ordinata e contemplativa. L'allevamento ed educazione dei figli è di contro un'attività disordinata, lunga e dispendiosa, e riduce gravemente il tempo che si potrebbe altrimenti dedicare alla meditazione. La maggior parte dei Vulcaniani ha perciò ragionevolmente concluso che, benché la perpetuazione della specie richieda la procreazione, la paternità (o maternità) non è una scelta di stile di vita logica per un vulcaniano (o una vulcaniana). Per aggirare questa difficoltà e continuare a trasmettere i loro geni, i Vulcaniani hanno dovuto evolvere un istinto di accoppiamento estremamente potente, il *Pon farr*.

Il *Pon farr* coglie i Vulcaniani adulti ogni sette anni, determinando in essi un

tremendo sconvolgimento fisiologico. Nell'episodio della serie originale *Il duello*, il dottor McCoy nota che Spock, che è entrato nel *Ponfarr*, presenta "un'alta percentuale di adrenalina nel sangue" e un metabolismo accelerato. Respirazione, ritmo cardiaco e ragionamento ne vengono modificati. Durante il *Pon farr* i Vulcaniani devono accoppiarsi o muoiono in questo tentativo. Quando sono in preda a un istinto biologico così potente, i Vulcaniani, normalmente retti e sinceri, possono diventare tortuosi e infidi. Tutte le loro energie si concentrano sulla ricerca di un partner; ogni altra forma di fedeltà viene dimenticata. Spock è attratto irresistibilmente in patria per sposare T'Pol, la vulcaniana con cui aveva fuso la mente da bambino. Questo legame telepatico assicura che le coppie vulcaniane abbiano cicli di *Pon farr* sincroni.

I Vulcaniani vengono messi in imbarazzo dal *Pon farr*. Benché non si possa resistere a questo istinto senza rischiare la morte, esso è considerato un'esperienza del tutto privata. Ai pignoli e dignitosi Vulcaniani non passerebbe mai per la mente di discutere questo argomento in pubblico. Nel mondo vulcaniano le vacanze sono probabilmente programmate in modo da coincidere col *Ponfarr*, cosicché il lavoro non ne risenta. Più difficile è conciliare questa tradizione col lavoro per i Vulcaniani che servono nella Flotta stellare, tanto più che essi sono riluttanti a spiegare ai loro ufficiali superiori (generalmente umani) la ragione di quella strana richiesta di un periodo di licenza su Vulcano.

Sulla Terra non ci sono veri equivalenti del *Pon farr*, e pare che la sua invenzione da parte degli autori di *Star Trek* sia stata ispirata dal desiderio di spiegare come mai i Vulcaniani non si estinguano come specie: un problema simile a quello della sopravvivenza delle sette religiose degli esseni, degli *shakers* (gli "scuotitori") e di altri gruppi culturali umani i cui membri anteponevano il celibato all'imperativo genetico. Noi terrestri abbiamo ritmi circadiani che sincronizzano la nostra temperatura e le nostre fluttuazioni ormonali nel corso della giornata con i nostri periodi di veglia e di sonno, e le donne terrestri sperimentano inoltre il ciclo mestruale, che governa la loro capacità di concepire. Ma gli esempi terrestri più vicini al comportamento del *Pon farr* si trovano altrove nel regno animale. Varie specie di insetti, e specialmente la cicala, hanno metamorfosi governate da tempi interni che hanno luogo ogni sette, tredici o diciassette anni. L'intera generazione delle larve di cicala ibernata emerge in una singola stagione per trasformarsi nella fase adulta, cantare il proprio stridulo canto sugli alberi, accoppiarsi, deporre le uova, e morire. Gli stimoli biologici che coordinano quest'attività non sono noti, anche se si pensa che vi abbia un ruolo la dieta delle larve delle cicale.

Se si considera quanto sia grande l'importanza dei Vulcaniani come specie aliena, la serie di *Star Trek* dedica al loro pianeta uno spazio straordinariamente piccolo. Essa ci fornisce poche informazioni sul loro modo di vita, e tanto meno sulla loro vita erotico-sentimentale. Tutto ciò che sappiamo è quanto possiamo raccogliere da occasionali commenti di Spock o di Tuvok, due personaggi che, come tutti i Vulcaniani, raramente parlano della loro vita personale. Le appariscenti emozioni manifestate da altre specie di umanoidi, l'energia spesa a far fronte alle emozioni per mezzo di discussioni e ragionamenti, il bisogno di istituire e alimentare relazioni personali, tutte queste cose sembrano uno spreco di tempo ai Vulcaniani. Su Vulcano gli esseri umani vedono rapidamente frustrati i loro sforzi di stabilire stretti rapporti personali con Vulcaniani. Per poter essere felice su Vulcano, un essere umano deve avere un grande equilibrio e una straordinaria fiducia in sé. Questi caratteri furono forse riconosciuti dal padre di Spock, Sarek, nella donna terrestre Amanda, inducendolo a questa scelta altamente insolita di una femmina umana come propria compagna. Il figlio che nacque da questa unione, Spock, è il primo di vari umanoidi ibridi in

cui ci imbattiamo in *Star Trek*. Anche se nell'episodio *Il duello* vediamo che Spock sperimenta con forza il *Pon farr*, il fatto che egli sia un ibrido rende improbabile che quest'esperienza possa avere uno sbocco concreto. Ma su questo problema ci soffermeremo maggiormente più avanti.

Qo'noS. I Klingon, contrariamente ai Vulcaniani, sono una specie appassionata e sono sempre pronti ad accoppiarsi. Parlano spesso di sesso e di argomenti licenziosi, ed entrambi i sessi partecipano con gusto a questi discorsi. I rituali di accoppiamento dei Klingon comportano un grande impegno fisico. Non di rado le coppie si infliggono morsi e colpi; e spesso si esce da una notte d'amore letteralmente con le ossa rotte. (Durante l'assedio del Dominio, che coincise col fidanzamento di Jadzia Dax e Worf, il dottor Bashir imparò ad attendersi una visita di buon mattino di Jadzia ogni volta che Worf si trovava a *Deep Space 9*.) I giochi preliminari implicano di norma un attacco della femmina al maschio. È d'altro canto accettabile, e quasi prevedibile, che i maschi klingon avvicinino le femmine con segnali verbali o non verbali che esprimono il loro interesse sessuale. I maschi klingon che impongono a forza un rapporto sessuale vengono però disprezzati come individui senza onore, dal momento che, come quelli terrestri, pesano mediamente dal 20 al 30 per cento in più delle loro femmine.

I Klingon scelgono la loro compagna o il loro compagno per la vita. Essi accordano un grande rispetto al legame matrimoniale. Nella loro cultura si ritiene che il matrimonio renda la coppia più influente dei singoli individui che la compongono. Il divorzio, tuttavia, non è ignoto presso di loro, e quando si verifica è rapido e facile e viene compiuto con una semplice dichiarazione accompagnata da uno sputo. La cerimonia nuziale klingon celebra un antico mito, secondo il quale il cuore dei Klingon, quando viene raddoppiato dal matrimonio, batte abbastanza forte da spaventare gli dèi. Gli abiti nuziali klingon sono rossi, e hanno quindi il colore del sangue e della vita. I Klingon felicemente sposati godono di una serenità che manca ai Klingon non sposati, ancora travagliati dalla loro combattiva scelta del partner. Probabilmente per evitare una generale carneficina, e anche per consolidare il potere di una casa ancestrale klingon, nei casati di alto rango sono di solito i genitori a scegliere la compagna o il compagno dei loro figli. La femmina klingon entra nella casa del suo sposo portando con sé la tradizione orale della sua casa ancestrale. Entrando nella famiglia essa impara a memoria anche la linea genealogica della suocera, e a sua volta insegnerà tale linea anche alle sue figlie e nuore. Le onorificenze, i titoli e i meriti di servizio verso la società vengono tutti conservati a edificazione di ogni generazione seguente. In questo modo la civiltà klingon sopravvive nonostante i suoi costumi sfrenati e spesso cruenti.

Ferenginar. Fra i Ferengi la scelta sessuale è naturalmente un fatto commerciale. Poiché l'intera cultura ferengi è organizzata intorno alle "Regole dell'Acquisizione", è probabile che anche il matrimonio sia visto come un'altra opportunità di profitto. Fra i Ferengi le femmine sono duramente oppresse, a giudicare con i criteri della Federazione. Non viene permesso loro di impegnarsi in affari o di stipulare contratti legali (la Regola dell'Acquisizione 94 dice: "Femmine e finanza non vanno d'accordo"), non le si vede mai in pubblico, e non viene permesso loro di indossare indumenti. Benché tra i Ferengi il matrimonio tenda a essere un affare contrattuale, predisposto in gran parte in vista del profitto di entrambe le famiglie, i Ferengi sono un popolo che ama la promiscuità. L'accoppiamento per il piacere è sfruttato come fonte di profitto. A parole si rispetta la decenza, ma molti (possiamo dire la maggioranza?) dei commercianti ferengi che viaggiano hanno un elenco di salotti di piacere, dove

ricercano una varietà di servizi a un prezzo ragionevole. (La Regola 223 dice: “Diffida dell’uomo che non ha tempo per *oo-mox*”.)

Il mondo dei Trill. I Trill hanno a quanto pare una vita sessuale simile a quella dei terrestri, ma con una differenza. Poiché il sesso dei suoi ospiti umanoidi successivi può variare, il simbiote trill longevo può sperimentare la vita sia come maschio sia come femmina. Quando l’ospite muore, tutti i contratti — compresi il legame coniugale e gli obblighi legali verso i figli della diade ospite-simbiote — si sciolgono, come se gli unici rapporti validi fossero stati quelli dell’ospite. Agli ospiti trill è severamente vietato sposarsi fra loro nel caso che i loro simbioti siano stati sposati nelle loro vite passate. I simbioti dovrebbero avere una vasta gamma di esperienze di vita. Il tabù colpisce la “riassociazione”, e la pena per la sua violazione è l’esilio, con la morte finale del simbiote quando il coypo dell’ospite muore. Rimane tuttavia la possibilità che un simbiote possa sposare un proprio figlio o figlia nati da un precedente ospite trill. Possiamo immaginare che nel mondo dei Trill tutti facciano uno studio accurato della genealogia.

Rubicun III. L’universo di *Star Trek* sembra, nel suo complesso, sorprendentemente vittoriano. I sudditi della regina Vittoria separavano la sensualità dalla spiritualità, ma questo aspetto della cultura terrestre non può certo valere nell’intero universo. Sappiamo che persino sulla Terra la sessualità è celebrata in varie culture come un atto di creazione. Ce un’associazione naturale fra la venerazione di un Dio creatore e l’esperienza dell’eccitazione sessuale che conduce alla riproduzione, e il processo dell’accoppiamento e della procreazione potrebbe benissimo essere un elemento centrale nella spiritualità di molte specie nella Galassia. Su Rubicun III (nell’episodio *Il giudizio di TNG*), l’equipaggio della *Enterprise-D* rimane sorpreso dinanzi alla facile sensualità degli Edo, che sono scarsamente vestiti. Questi erano un popolo profondamente religioso e ligio alla legge, sorvegliato dall’alto da un guardiano paternalistico “transdimensionale”. Sarebbe affascinante potere apprendere qualcosa di più sulla celebrazione della sessualità in questa cultura relativamente priva di complicazioni. Ci si chiede se i matrimoni degli Edo siano monogamici, o se in generale essi si diano la pena di sposarsi. In una cultura che permette agli adulti di avere vari partner sessuali, i figli potrebbero essere allevati in comune, e la trasmissione ereditaria dei beni potrebbe svolgere un ruolo secondario. Purtroppo per noi — ma fortunatamente per Wesley Crusher, che calpestò il letto di fiori degli Edo, e fu sul punto di pagare con la vita — l’equipaggio dell’*Enterprise-D* partì in fretta e furia e non rimase in giro a investigare su questi problemi.

Betazed. I Betazoidi tendono a sposarsi in età avanzata. Ciò dipende probabilmente dal fatto che è rischioso accoppiarsi prima del pieno sviluppo della propria personalità adulta e delle proprie capacità telepatiche. Voi pensate che sia difficile vivere con qualcuno che non chiede mai che cosa c’è da fare o che non porta mai fuori la spazzatura? Immaginate di essere sposati con un individuo dotato di poteri telepatici che non smette mai di meditare sul motivo musicale dell’equivalente betazed di *Gilligan ‘s Island*. I terrestri tendono ad accoppiarsi con individui di intelligenza e mole corporea simile. Quanto ai Betazoidi e ad altri esseri dotati di capacità telepatiche, è più probabile che, nella scelta del partner, si concentrino su tratti di temperamento e personalità più che sul fisico, dal momento che nella loro società sono molto più importanti

la compatibilità emozionale e sociale. Nonostante quanto potrebbe suggerirci il comportamento di Lwaxana Troi, i Betazoidi evitano probabilmente di innamorarsi di soggetti non telepatici. Il fatto di dovere spiegare tutto a parole è considerato faticoso dalle femmine betazoidi; esse preferiscono di gran lunga condividere istantaneamente i sentimenti attraverso la telepatia. Nella cerimonia nuziale tradizionale, le donne betazoidi sono svestite. Del resto, nulla rimane nascosto per molto tempo in un matrimonio fra due soggetti dotati di poteri telepatici!

Per assicurare la sopravvivenza della specie, alla metà della loro vita le donne betazoidi sperimentano una quadruplicazione della loro libido. Questo stadio è chiamato semplicemente “la fase”. Su Betazed, alle donne in questa fase è riservato un grande rispetto, e questa condizione viene celebrata. Possiamo congetturare che (come su Vulcano per il *Pon farr*) le coppie facciano coincidere le grandi vacanze con questa fase della vita. Le donne betazoidi in servizio nella Flotta stellare possono chiedere il collocamento a riposo o una licenza durante la fase. E peraltro troppo difficile spiegare questa cosa a ufficiali superiori che non hanno familiarità con questo aspetto della biologia dei Betazoidi. Il comportamento di un ufficiale di sesso femminile durante la fase, come quelle del maschio vulcaniano nel pieno del *Pon farr*, può risultare un po' imbarazzante da spiegare retrospettivamente.

Prima di considerare le complicazioni romantiche dei rapporti fra individui di sesso incerto e dell'accoppiamento fra umanoidi di mondi diversi, dovremo visitare ancora un altro pianeta.

Il pianeta degli Ocampo. L'accoppiamento fra gli Ocampo implica sei giorni di rapporto continuo (!) “per assicurare il concepimento” (*VGR: Fertilità*). I neonati ocampo si sviluppano in un utero esterno sul dorso della femmina. Il parto implica la rottura di questo utero, che poi presumibilmente si avvizzisce e si stacca come il cordone ombelicale di un neonato umano. Questa soluzione ha un senso biologico anche se un po' contorto, benché sulla Terra nessuna specie a noi nota sviluppi un organo esterno a sostegno dello sviluppo di un embrione. Quando, fra le specie terrestri, si ha uno sviluppo dell'embrione all'esterno del corpo materno, esso avviene all'interno di un guscio d'uovo protettivo. Quando un animale si prende la pena di portare a termine lo sviluppo della prole, lo fa di solito all'interno di uno spazio protetto come l'utero, che conferisce al feto una quantità di vantaggi: protezione fisica, temperatura e pressione stabili e un ambiente privo di germi. (Fra i marsupiali, come i canguri e gli opossum, il marsupio imita questa situazione; tuttavia la riproduzione è più rischiosa nei marsupiali che negli altri mammiferi, nei quali l'intero processo è più protetto.)

Ricordate Kes? Pur essendo ora una forma di vita incorporea alla deriva nel Quadrante Delta, in origine era un'Ocampo. Gli Ocampo vivono solo nove anni, cosicché devono avere uno sviluppo molto rapido: la maturità sessuale — il periodo *dell'elogium* — viene raggiunta fra i quattro e i cinque anni di vita. Quando ancora si trovava sul *Voyager*, Kes si trovò prematuramente nel pieno *dell'elogium*. Provava un grande disagio; il suo orologio biologico galoppava, e se essa non si fosse accoppiata prontamente avrebbe perso per sempre la possibilità di procreare un figlio. Quel che gli autori di *Star Trek* non hanno mai spiegato è come fanno gli Ocampo a sopravvivere come specie. Se una donna partorisce solo una volta (come ci viene suggerito sia in *Fertilità* sia in *Before and After*), e la riproduzione richiede due genitori (maschio e femmina), gli Ocampo dovrebbero estinguersi rapidamente. Un modo in cui una specie del genere potrebbe sopravvivere sarebbe se ogni individuo iniziasse la propria vita

come femmina, procreasse almeno un figlio e poi cambiasse sesso, fecondando una o più femmine. Noi non siamo abituati a pensare al cambiamento di sesso come a una parte normale dello sviluppo, ma esso è un adattamento utile per molte specie di pesci e per almeno una specie di anuro africano. Nelle specie di pesci che presentano questo comportamento, un modello comune è quello di cominciare la vita come femmine e successivamente diventare maschi. I ricercatori hanno dimostrato che alcune di queste specie possono cambiare sesso molte volte in presenza delle condizioni ambientali appropriate. Uno stimolo evocatore potrebbe essere la scarsità di membri del sesso opposto; un altro potrebbe essere la morte del maschio dominante. Consideriamo l'esempio di un pesce d'acquario piuttosto familiare, lo *Xiphophorus helleri*, il portatore di spada. Quando non ci sono abbastanza maschi, una femmina dominante matura si offre volontariamente per assumersi il nuovo compito, sviluppando organi sessuali maschili e anche la coda lunga e sottile che fa riconoscere il maschio a molti possessori di acquari. I pesci che cambiano sesso sono chiamati "ermafroditi successivi", mentre altre specie di pesci, come lo sciarrano *Serranus tortugarum*, sono ermafroditi simultanei. Il serrano produce sia uova sia sperma, liberando a ogni accoppiamento le une o l'altro. Gli Ocampo che abbiamo osservato nella serie *Voyager* presentano tipici caratteri sessuali umanoidi secondari, cosicché pare probabile che presentino cambiamenti di sesso spontanei, più che essere veri ermafroditi.

Maschio o femmina?

Ti trovi per una vacanza balneare su Risa, pianeta noto per le sue spiagge paradisiache e per la sua ospitalità sensuale. Su Risa c'è una tradizione culturale di calorosa accoglienza sessuale dei forestieri nella comunità, nell'ambito di un'osservanza spirituale culturale che (non occorre dirlo) ha promosso un turismo prosperoso. Molto tempo fa i cittadini di questo affascinante pianeta hanno sconfitto tutte le malattie veneree della galassia, e qui il sesso non è accompagnato da ansia.

Stai dunque camminando lungo una strada soleggiata su Risa, sperando di avere un incontro sessuale ravvicinato del tipo alieno. Vedi passare davanti al bar un'interessante creatura: ben fatta, dai bei capelli azzurri, con movimenti graziosi e atletici. Ehm... sarà maschio o femmina? Se non lo sai per certo, le tattiche che usi di solito con le conoscenze occasionali potrebbero fallire miseramente...

Per la maggior parte dei terrestri il riconoscimento del sesso di un individuo è istantaneo, tanto che l'identificazione erranea del sesso di una persona da parte di qualcuno che conosciamo è per noi motivo di grande ilarità. Il problema di giudicare a prima vista se un individuo sia un ragazzo o una ragazza è però mirabilmente complesso. Oltre al sesso genetico (definito da due cromosomi sessuali XX per le femmine e da due cromosomi X e Y per i maschi), noi terrestri abbiamo anche un'identità sessuale (ossia il fatto che ognuno di noi si senta maschio o femmina) e un fenotipo sessuale (i caratteri sessuali primari e secondari). A tutto questo si aggiungono i ruoli sessuali, l'adozione di atteggiamenti di ruolo culturalmente determinati che si trasmettono attraverso l'apprendimento. Il fatto che i ragazzi preferiscano giocare con automobili e camioncini e le ragazze prediligano le bambole è frutto di tale apprendimento. Molte ricerche psicologiche contemporanee mirano ad accertare in quale misura i ruoli sessuali si fondino sulla biologia. Nel loro libro dotto e controverso *The*

Psychology of Sex Differences, edito nel 1974, Eleanor Maccoby e Carol Jackson confutarono in gran parte l'idea allora molto diffusa che i ragazzi siano più bravi in matematica e scienze, mentre le ragazze se la caverebbero meglio in materie linguistiche. La differenza nelle prestazioni scolastiche è in realtà una conseguenza di pregiudizi culturali. Pressioni sottili ma reali di docenti e genitori incoraggiano le ragazze a evitare di impegnarsi troppo in matematica e nelle scienze, mentre i ragazzi ricevono un grande incoraggiamento a cimentarsi in queste discipline. Analogamente, i ragazzi che hanno talento a scrivere vengono esortati ad andare fuori a giocare. Nel loro spoglio della letteratura, la Maccoby e la Jackson poterono documentare solo una differenza dell' 1 per cento nelle prestazioni cognitive fra ragazzi e ragazze. I neuroscienziati stanno adottando su questo problema un orientamento opposto; ci sarebbero prove del fatto che l'esposizione prenatale a estrogeni o androgeni influisce sull'organizzazione cerebrale del feto e predispone il bambino a giochi e comportamenti maschili o femminili. Le ricerche dei prossimi decenni promettono di far luce sulla battaglia dei sessi, spiegandoci quale è più bravo dell'altro, e in che cosa.

Sulla Terra, per lo più, sesso genetico, sesso fenotipico, identità sessuale e ruoli sessuali sono tutti in accordo all'interno di uno stesso individuo. Ma se esistesse una specie di umanoidi in cui questi strati di sessualità venissero trattati in modi diversi? In questo caso si potrebbero avere fino a sedici sessi diversi, pur avendosi ancora solo due categorie sessuali pertinenti per la procreazione. Una situazione del genere non complicherebbe un po' la scelta di un posto a tavola al vostro prossimo pranzo?

Nell'episodio *Il diritto di essere (TNG)*, Will Riker (che è sempre interessato a esplorare le frontiere dell'eros) si innamora di Soren, un pilota J'naii. Fra gli J'naii l'androginia è la norma. Affascinato dai ruoli sessuali che trova nell'equipaggio dell'*Enterprise-D*, Soren permette al suo lato femminile di emergere.² Soren sente se stesso come femminile (identità sessuale), ma secondo quest'episodio i J'naii non hanno di norma nella loro cultura fenotipi sessuali, differenze di sesso o ruoli sessuali. Soren ricorda che la riproduzione fra i J'naii avviene con l'incubazione dei feti in "baccelli fibrosi" inseminati dai due genitori. Non è chiaro se il baccello sia attaccato all'uno o all'altro dei partner. Se solo un partner fosse fisiologicamente in grado di fornire la struttura al baccello, nei J'naii ci sarebbero differenze sessuali genetiche e fenotipiche. Se invece fossero in grado di sviluppare entrambi, i J'naii sarebbero una vera specie ermafroditica, con la funzione tanto maschile quanto femminile presente in ogni individuo.

Contrariamente alla normale esperienza di noi terrestri, la riproduzione sessuale richiede solo che due individui maturi combinino il loro materiale genetico per produrre un individuo geneticamente diverso da ognuno di loro, e questa è una cosa che si può fare benissimo anche senza il ruolo dei sessi. Il lettore ricorderà forse il caso dell'ameba. Anche se di solito essa si riproduce attraverso la mitosi (raddoppiando i suoi cromosomi e poi dividendoli a metà), può riprodursi anche sessualmente.

Coppie male assortite

Ora che abbiamo passato brevemente in rassegna gli usi di accoppiamento dei Vulcaniani, dei Klingon, dei Ferengi e degli abitanti di altri mondi, su cui le tradizioni delle sin2 Questo episodio, scritto e interpretato con molta sensibilità, verte in realtà sulla tolleranza più che sulla biologia, ma è menzionato qui come un'esplorazione del concetto che una specie che si riproduce sessualmente non ha bisogno di sviluppare ruoli sessuali culturali stereotipi. Questo è un esempio di come l'identità sessuale, il fenotipo sessuale, il sesso genetico e i ruoli sessuali culturali possono essere in realtà separati.

gole specie rimangono intatte, passiamo a esaminare la Flotta stellare e la Federazione. A bordo di astronavi, su mondi inesplorati o in avamposti coloniali, le razze aliene si mescolano più liberamente. E più difficile per i giovani incontrare altri membri della propria specie, persone che condividono i loro stessi costumi. I regolamenti della Flotta stellare incoraggiano una promiscuità tra le specie, dato che tutti gli esseri senzienti sono rispettati come uguali; e quanto alle persone che prestano servizio nella Flotta stellare, le storie d'amore e i matrimoni fra individui di specie diverse sono diventati sempre più comuni. L'atteggiamento ufficiale di tolleranza e l'isolamento connesso ai lunghi viaggi spaziali favoriscono un mescolamento che le persone rimaste sul pianeta d'origine probabilmente deplorerebbero. Che cosa accade quando alieni umanoidi si incontrano e si accoppiano?

I meccanismi del rapporto sessuale fra umanoidi di specie diverse non presenterebbero probabilmente grandi difficoltà (se si fa eccezione per un incontro cruento con un violento maschio klingon). La maggior parte degli umanoidi senzienti sono capaci di grande creatività, specialmente quando si tratta di soddisfare desideri sessuali. Quel che è insormontabile è la genetica dell'accoppiamento di due insiemi di cromosomi diversi.

Nell'epoca attuale della fecondazione *in vitro*, si potrebbe spendere molto tempo a iniettare sperma di una specie nelle uova di un'altra, ma ci si annoierebbe ben presto. Da questi tentativi di fecondazione artificiale non nascerebbe niente. La maggior parte delle specie di animali non hanno neppure lo stesso numero di cromosomi, per non parlare di materiale genetico omologo, per consentire la fecondazione e la divisione cellulare. Fra i mammiferi, per esempio, il numero dei cromosomi presenta grandi differenze da una specie all'altra. I cniceti hanno quarantaquattro cromosomi, i cani settantotto, i 4gatti trentotto. In presenza di numeri di cromosomi diversi, la divisione cellulare si arresterebbe dopo poche generazioni di cellule. Una cellula figlia avrebbe più cromosomi di un'altra. Nessuna avrebbe una serie di cromosomi ordinata o sarebbe in grado di continuare a dividersi e replicarsi per le migliaia di divisioni cellulari necessarie per produrre un embrione ordinato. Gli asini (che hanno sessantadue cromosomi) e i cavalli (con i loro sessantaquattro) hanno in comune abbastanza materiale genetico da fornire di solito istruzioni genetiche corrette per produrre una prole vitale: dalla combinazione di un uovo e di uno spermatozoo di due animali delle due diverse specie può svilupparsi un mulo o un bardotto. Specie legate meno strettamente fra loro non possono di solito incrociarsi.

Ma anche quando si sviluppa un ibrido vitale fra due specie diverse, esso è quasi invariabilmente sterile. Quando, durante la divisione cellulare, il complemento diseguale di cromosomi dell'embrione ibrido si separa allo scopo di formare i gameti (spermatozoi o cellule uovo) propri dell'ibrido, emergono aree di rottura e di non corrispondenza. I gameti non possono formarsi, e perciò l'individuo ibrido sarà sterile. Ogni volta che un mulo o un bardotto riesce ad

avere un figlio, la si considera una grande notizia. I romani (intendiamo proprio i romani, non i Romulani) avevano un detto famoso: “*Cum mula peperit*” (Quando ha partorito una mula), che si potrebbe rendere con “Alle calende greche”. Povero Spock! Egli dovette passare per l’intera tribolazione del *Pon farr* per niente!

Essendo gli umanoidi quel che sono, supponiamo però che una coppia male assortita come Worf e Jadzia Dax decida di arrivare là dove nessun Klingon o Trill è mai giunto prima. Se essi riuscissero a produrre un piccolo Tringon o un piccolo Klill, dovrebbero sottoporre il feto ad analisi mediche alla ricerca di difetti congeniti. I Klingon hanno cuore, polmoni e altri organi ridondanti, come conviene a una specie guerriera. Il figlio nato da una coppia Trill-Klingon avrebbe una coppia di polmoni o due? Una e mezza? Cosa, non meno preoccupante, i figli sarebbero con grande probabilità gravemente ritardati. Lo sviluppo cerebrale è un processo delicato, con meccanismi di retroazione che richiedono specifici contatti cellulari in tempi esattamente specificati. Durante la formazione del cervello, nel primo e secondo trimestre di gravidanza, le cellule nervose migrano dall’interno del cervello alla corteccia esterna, producendo una struttura corticale di colonne organizzate di neuroni. Nel corso di molti mesi si sviluppano estese ramificazioni dendritiche per connettere fra loro le colonne di cellule verticalmente e orizzontalmente. Nei primi tre anni di vita i rami vengono “potati”. In altri termini, durante lo sviluppo cerebrale si inviano connessioni in tutte le direzioni per far pervenire materie prime nei posti giusti, dopo di che le connessioni indesiderate vengono eliminate selettivamente. La creazione e successiva eliminazione di connessioni nel sistema nervoso permette la massima flessibilità nell’adattamento individuale, che viene plasmato dalle esperienze dell’individuo. Immaginiamo ora che il cervello in sviluppo riceva da due genomi incompatibili istruzioni diverse su dove dovrebbero migrare le cellule, o quali rami dendritici dovrebbero essere potati. Gli effetti di un tale programma genetico misto sarebbero devastanti.

Jadzia e Worf dovrebbero però considerare anche qualcos’altro. E probabile che ci sia una grande differenza fra essere un Tringon ed essere un Klill. Il figlio di un asino e di una cavalla è un mulo, mentre il figlio di un cavallo e di un’asina (un accoppiamento che viene permesso più di rado perché la prole che ne deriva è meno robusta) è un bardotto. Sorprendentemente, muli e bardotti sono animali del tutto diversi. Un mulo ha la forza e la resistenza dell’asino, con le lunghe gambe del cavallo. Un bardotto ha il corpo di un cavallo sulle corte gambe dell’asino.

Se la combinazione dei cromosomi fosse così semplice come l’estrazione a sorte di metà dei geni dal padre e metà dalla madre (come congetturò Gregor Mendel nei suoi esperimenti di incrocio di piselli), non avrebbe alcuna importanza se il padre fosse un cavallo o un asino: i risultati sarebbero gli stessi. Il fatto che muli e bardotti siano diversi fra loro ci dice che la genetica non è così lineare. Risulta che l’embrione in sviluppo non tratta nello stesso modo i complementi cromosomici maschile e femminile. Nel corso di un processo noto come *imprinting*, quando si forma il nuovo genoma parti di entrambi i genomi vengono disattivati selettivamente, cosicché il genoma maschile governerà alcuni caratteri e quello femminile ne governerà altri. Se il genitore maschio è un cavallo e la genitrice è un’asina, la prole sarà un animale del tutto differente da quello prodotto dalla coppia inversa. Fino a oggi si è potuta provare questa influenza soltanto per pochi caratteri in alcune specie scelte (per esempio la grandezza corporea nei topi), ma si pensa che *l’imprinting* sia responsabile di varie patologie.

In generale, il fatto che la trasmissione ereditaria di ogni carattere sia affidata a due geni — uno fornito dalla madre e l'altro dal padre — protegge la prole: se uno dei geni ereditati non funziona a causa di qualche difetto, l'altro funzionerà ancora e produrrà il carattere necessario. Si potrebbe perciò supporre che i due geni siano relativamente intercambiabili: ossia che possa funzionare o quello ereditato dalla madre o quello ereditato dal padre. Da ciò che sappiamo dell'*imprinting*, però, diventa chiaro che alcuni geni sono più uguali di altri. Il concetto di *imprinting* ci aiuta a capire varie sindromi genetiche: per esempio la sindrome di Turner, una malattia ereditaria che produce arresto della crescita, sterilità e disabilità di apprendimento. Questa malattia colpisce sempre femmine, ma quelle che ne sono affette hanno solo quarantacinque cromosomi invece del normale corredo umano di quarantasei. Anziché essere specificate come femmine XX, sono designate con una singola X (ciò significa che sono prive di un cromosoma X). La cosa interessante è che il tipo di incapacità di apprendimento e la sua gravità dipendono dal fatto che il cromosoma X funzionante ricevuto dalla ragazza sia quello paterno o materno. Nella sindrome di Prader-Willy il figlio eredita due copie del cromosoma 15 dalla madre e nessuna dal padre, e sarà quasi sempre obeso e leggermente ritardato, con un basso tono muscolare e una grande ingordigia, specialmente per i dolci. Se invece eredita due copie del cromosoma 15 dal padre e nessuna dalla madre, sarà affetto da una diversa malattia, la sindrome di Angelman. I bambini che ne sono affetti sono di solito bassi di statura e magri, e soffriranno di un modesto ritardo mentale, accompagnato da tensione muscolare. Gli effetti molto diversi dell'eredità di doppie copie del cromosoma 15 dipendono dall'*imprinting*, ma gli scienziati non sanno ancora con sicurezza perché alcuni geni in questo cromosoma (e in altri) siano soggetti a questa variabilità di espressione. Secondo la teoria attuale, alcuni geni sarebbero disattivati chimicamente durante la formazione delle ovocellule e altri durante la formazione delle cellule spermatiche.

Spock è nato da madre umana e padre vulcaniano. Deanna Troi è figlia di un essere umano e di una betazoide. B'Elanna Torres ha padre umano e madre klingon. L'universo di *Star Trek* è popolato da ibridi che sono diventati adulti sani, manifestando tratti delle specie di entrambi i genitori. Non conosciamo però ancora un numero sufficiente di questi ibridi per farci un'idea attendibile delle differenze che l'*imprinting* potrebbe provocare. Per esempio, il prodotto di un padre betazoide e di una madre umana, potrebbe avere caratteri del tutto diversi da quelli della gentile Deanna Troi. È probabile che i ricercatori medici della Federazione siano attivamente impegnati a raccogliere dati sui vari ibridi, per informare il personale della Flotta stellare su quali accoppiamenti siano compatibili e quali no. È concepibile che un figlio mutante nato dall'accoppiamento casuale di due specie aliene possa far segnare un grandissimo miglioramento rispetto a entrambi i genitori. Per qualche compito un mulo è superiore a un cavallo o a un asino. In teoria il cambiamento può essere vantaggioso, ma in pratica sono le pressioni evolucionistiche a selezionare le strutture più adatte e lo sviluppo ottimale. Ogni deviazione dal programma parentale fornisce con la massima probabilità risultati scadenti.

Supponiamo che Jadzia e Worf abbiano il beneplacito del personale medico della Flotta stellare, e che tutti gli ormoni siano pronti a operare. Il nostro ultimo consiglio a Jadzia sarebbe quello di trovarsi un buon ostetrico.

Ricordate quando l'ufficiale bajoriano Kira Nerys, fungendo da surrogato di madre, portò in sé fino al parto il neonato umano di Miles e Keiko O'Brien? Kira soffrì dell'equivalente bajoriano della nausea mattutina, che implica lo starnuto invece del vomito. Questi malesseri hanno un senso connesso in

qualche modo con la fisiologia: la gravidanza richiede un adattamento del sistema immunitario della donna. Per non essere rifiutato come un corpo estraneo, il feto viene racchiuso nell'utero, che lo tiene separato dal corpo della madre. Anche se i due circoli sanguigni, quello della madre e quello del feto, sono strettamente allineati nella placenta, così che il feto possa ricevere ossigeno e sostanze nutrienti e che i suoi prodotti di rifiuto possano essere espulsi attraverso il sangue della madre, fra i due circoli sanguigni non c'è quasi alcun reale contatto. Il sistema immunitario della donna, però, subisce dei mutamenti. Si ritiene che il senso di nausea spesso sperimentato dalle gestanti umani sia in parte una conseguenza dell'adattamento del sistema immunitario. Nelle donne bajoriane la gravidanza è accompagnata da sintomi tipici della febbre del fieno: il loro corpo presenta una diversa risposta immunitaria a molecole estranee. A volte nella gravidanza umana si verificano gravi attacchi immunologici al feto, come nel caso della incompatibilità Rh. Presumibilmente, se Jadzia rimarrà incinta, il dottor Bashir dovrà vigilare sulla comparsa di segni di incompatibilità immunologica.

I buoni ostetrici sono anche bravi meccanici. I Klingon hanno un cranio molto voluminoso. Durante una gravidanza ibrida, specialmente nell'imminenza del parto, il dottor Bashir eseguirà probabilmente vari esami a ultrasuoni per stabilire se sia o no consigliabile un taglio cesareo. Il medico olografico del *Voyager* potrebbe raccontargli una bella storia. In *Deadlock* egli dovette far nascere il figlio di una madre umana e di un padre ktariano. Il feto aveva creste esocraniche aguzze sporgenti dalla fronte, disposte in modo che avrebbero lacerato l'utero e la vagina della madre se egli non fosse riuscito a risolvere il difficile problema del parto ricorrendo al teletrasporto.

Che cosa vogliono gli uomini e le donne

Ehmmm... Che cos'è quella strana musica?... Una donna sta canticchiando a bocca chiusa... Sale il suono dei violini... Una luce indistinta riempie lo schermo...

Entra il capitano Kirk, e la scena si definisce come una scena d'amore.

Kirk era un rubacuori, ma era anche il tipo che sapeva amare le donne e lasciarle. Ebbe tre grandi amori: Edith Keeler, un'assistente sociale del passato della Terra (nell'episodio della serie originale *Uccidere per amore*); Miramanee, la sacerdotessa degli americani nativi (*Il paradiso perduto*); e la dottoressa Carol Marcus, da cui ha avuto un figlio (*Star Trek 11: L'ira di Khan*). Ma forse non dovremmo tralasciare l'avvocatessa della Flotta stellare Areel Shaw (*Corte marziale*) o Ruth (*Licenza di sbarco*), e magari neppure la perversa dottoressa Janice Lester (*L'inversione di rotta*), la quale tenta di impadronirsi non solo della sua nave ma anche del suo corpo. Sarebbe impossibile elencare tutte le femmine delle varie specie umanoidi che hanno trovato Kirk seducente, se non irresistibile. (Ovviamente l'amore più grande di Kirk è *l'Enterprise*. Come tutti i comandanti di navi, Kirk considera la sua nave come una donna e dimentica facilmente tutte le femmine umanoidi che minacciano il suo rapporto con essa.) Come dobbiamo considerare una vita romantica così prolifica? Che cosa ha Kirk che manchi ad altri uomini? Alcune persone hanno uno speciale carisma di tipo afrodisiaco?

Fra le brevi storie amorose di Kirk c'è quella con Elaan di Troyius. L'arrogante principessa è ospite a bordo dell'*Enterprise* per pochi giorni. In quanto troyiana, ha la capacità di ammaliare con le sue lacrime qualunque

maschio umano e di farlo innamorare appassionatamente di lei. Kirk si innamora contro la sua volontà, e barcolla come un ubriaco fra le dolorose separazioni e le gioiose riunioni con Elaan. Che cosa significa tutto questo? Forse che l'irresisti-

bile attrazione provata da Kirk è provocata da feromoni? I feromoni sono sostanze chimiche trasportate dall'aria che eccitano uno speciale organo dell'olfatto presente in molte specie animali sulla Terra (l'organo vomeronasale). Tale organo è collegato neuralmente al cervello e, quando un individuo si imbatte nel feromone peculiare della sua specie, emette una cascata di scariche neuronali, che innesca a sua volta una risposta comportamentale istintiva. Alcuni feromoni attivano una forte attrazione: le falene di sesso maschile localizzano le femmine a grande distanza. Altri feromoni hanno invece la proprietà di inibire la procreazione: in condizioni di grande affollamento i ratti hanno una fertilità minore di quella normale.

Alcuni feromoni possono operare anche al di là dei confini di specie. Un esempio ben studiato è quello della relazione simbiotica fra certe formiche dell'Africa Orientale e le acacie. L'acacia è un albero dal legno tenero, e può essere danneggiata da insetti. Le formiche territoriali costruiscono il loro nido sull'albero e attaccano ogni insetto che cerchi nutrimento su di esso, inducendolo ben presto a evitare l'acacia. Al tempo della fioritura e della riproduzione, però, l'acacia ha un problema: le formiche impediscono di posarsi sull'albero anche alle api impollinatrici, cosa che potrebbe pregiudicare la capacità dell'albero di riprodursi. I fiori di acacia essudano allora un feromone che respinge le formiche e attrae le api. Queste possono così impollinare i fiori; le formiche torneranno allora ruolo di vigilanza solo alla fine della stagione della fioritura, quando tutti i fiori saranno caduti.

Se fra gli umanoidi dovesse esistere un afrodisiaco feromonale, le lacrime potrebbero esserne una fonte. Esse contengono infatti piccole quantità di neurotrasmettitori chimici. Le lacrime vengono versate durante periodi di eccitazione emozionale e in risposta a stimoli del sistema nervoso autonomo. Si può facilmente immaginare che una specie di umanoidi possa secernere nelle sue lacrime un ormone peptidico neuroattivo dotato di un'attività di attrazione sessuale. Ovviamente la risposta più probabile di un essere umano a una proteina aliena trasportata dall'aria sarebbe lo starnuto: una reazione non molto romantica, ma raramente la biologia è romantica. L'altro problema è che gli esseri umani non hanno un organo vomeronasale, se non in una forma vestigiale. Il meglio che possa capitare a Kirk è di godere di una festa sensoriale: non ci sono feromoni per noi.

Purtroppo sulla Terra non esiste niente di simile al potere delle lacrime troyane, almeno non per gli esseri umani. Non ci sono afrodisiaci farmacologici — naturali o sintetici —, che controllino la mente, in grado di superare il potere decisionale del cervello umano. Noi abbiamo sacrificato i nostri comportamenti istintivi milioni di anni fa, quando abbiamo dato inizio a un ramo dell'albero dell'evoluzione che esplorava il potere dell'elaborazione corticale individuale indipendente. E concepibile che un qualche tipo di afrodisiaco possa essere inebriante e che, nello stato di offuscamento della mente da esso indotto, il soggetto, come Kirk asservito a Elaan, possa essere altamente suggestionabile. Non è così che opera l'alcol? Finora, però, nonostante secoli di ricerca scientifica e umanistica, non è stata trovata nessuna vera pozione d'amore. L'organo sessuale umano più importante è quella massa beige, dalla consistenza

simile a un budino denso, che è contenuta nel nostro cranio. Se il cervello non acconsente, non si ha eccitazione sessuale.

Il capitano Picard è più maturo e generalmente più riservato di Kirk in questioni di cuore, ma anche lui è stato sul punto di soccombere a un diverso tipo di femmina irresistibile: Kamala, la metamorfa empatica del popolo kriosiano (nell'episodio *La donna perfetta* di *TNG*). Essendo una metamorfa, Kamala ha una capacità empatica unica: riesce a percepire ciò che un maschio desidera in una compagna e a diventare tale persona, trasformandosi nell'ideale di colui con cui si trova in quel momento. In una certa fase del suo sviluppo biologico, essa raggiunge la piena maturità e acquista in forma permanente i caratteri desiderati dal maschio a cui si è psicologicamente legata. Non è questo ciò che gli uomini e le donne vogliono davvero? Essere capiti a fondo ed essere accettati con gioia da un partner intelligente che trova significato e appagamento nella vita e nel piaceri? Questo è un vero afrodisiaco!

6. *Non nelle stelle, ma nei geni?*

Dove esaminiamo il caso dell'invenzione

de/figlio di Picard da parte del Dai Mon Bok, consideriamo il potenziamento genetico

di Khan e del dottor Bashir e confrontiamo la donazione nell 'universo di Star Trek

con la donazione del xx secolo.

“Una cosa è certa; non guarderai più i tuoi capelli nello stesso modo.

Picard a Jason Vigo, in *La vendetta di Bok (TNG)*

BOK, il Ferengi ex Dai Mon, vuole vendicarsi di Jean-Luc Picard, che considera responsabile della morte di suo figlio. Avendo deciso di ripagarlo con la stessa moneta, si propone di esplorare in lungo e in largo la Galassia alla ricerca di un giovane di origine ed età tali da poter con vincere Picard che sia un suo figlio da lui mai conosciuto, e poi di ucciderlo. Gli emissari di Bok trovano un candidato adatto su Camor V: Jason, figlio di Miranda Vigo, una vecchia fiamma di Picard. Purtroppo il DNA di Jason non corrisponde a quello di Picard, ma Bok ne modifica surrettiziamente la sequenza...

Jason Vigo non è esattamente ciò che Picard si sarebbe atteso da un figlio suo; del resto egli non è neppure ancora certo che Jason sia effettivamente suo figlio. Il giovane si aggira senza posa negli alloggi di Picard, toccando tutto e giocando con apparecchiature che non è addestrato a maneggiare. I suoi occhi guardano tutto; cerca un modo per fuggire o qualcosa da rubare? La sua socialità lascia molto a desiderare. Picard si sforza di essere paziente. Jason è un civile, e Picard non è abituato a trattare con civili. Senza dubbio la vita di Jason sul pianeta Camar V, lacerato dalla guerra, è stata difficile. Picard tiene per sé le sue riserve,

mentre accompagna Jason in infermeria. Qui avrà una risposta definitiva...

La dottoressa Crusher non tradisce alcuna emozione quando prende un campione di sangue di Jason e lo introduce nell' 'analizzatore del DNA. Qualche istante dopo, evitando lo sguardo di Picard, si rivolge direttamente a Jason:

“ I/tuo codice genetico è un incrocio fra il DNA di tua madre, Miranda Vigo, e quello di tuo padre, Jean-Luc Picard”.

Un caso di errore di identità

Gli ufficiali medici di *Star Trek* eseguono analisi del DNA con la stessa rapidità e facilità con cui il vostro medico controlla il vostro conteggio del colesterolo. In questo capitolo daremo un'occhiata da vicino alla genetica di *Star Trek*. Nella serie vengono presentate alcune nozioni di genetica in modo perfettamente corretto, ma questo è un campo che sta progredendo rapidamente. Fra venticinque anni si potrà forse guardare alla genetica prospettata nelle serie *The Next Generation*, *Voyager* e *Deep Space Nine* con la stessa divertita tolleranza con cui oggi consideriamo i <transistor sovraccarichi” di Scotty e le consolle lampeggianti dei computer.

Bok poteva “risequenziare” il DNA di qualcuno, “creando” in effetti un genoma? La dottoressa Crusher era in grado di accorgersi della contraffazione? L'episodio *La vendetta di Bok* è incardinato sulle tecniche dell'analisi genetica e della manipolazione del genoma. Il compito della dottoressa Crusher era quello di decidere se Picard e Jason Vigo fossero padre e figlio. Presumibilmente essa aveva nei suoi archivi, tutta o in parte, la sequenza del DNA di Picard per fare il confronto.

Il livello più approfondito di analisi del DNA che essa poteva compiere era quello di sequenziare l'intero DNA, o genoma, di Jason. Un genoma è formato da circa 6 miliardi di “ lettere ”: le basi adenina, guanina, citosina e timina (indicate di solito, per brevità, con le lettere A, G, C e T). Queste basi sono connesse fra loro in coppie complementari lungo la molecola, in forma di doppia elica, del DNA, e i geni stessi non sono altro che particolari sequenze di queste basi. Poiché A è sempre accoppiata con T, e C è sempre accoppiata con G, un filamento della doppia elica è sempre una sorta di negativo dell'altro. La sequenza delle basi contenute in un filamento è complementare a quella dell'altro, cosicché, quando la cellula si divide, ogni filamento diventa uno “stampo” per la formazione di una nuova doppia elica. Una delle frasi più note dell'intera biologia è quella scritta da James Watson e Francis Crick quando annunciarono (in una breve nota edita nel 1953 nel periodico britannico *Nature*) di avere scoperto la struttura della molecola del DNA:

“Non è sfuggito alla nostra attenzione che lo specifico appaiamento da noi postulato suggerisce immediatamente un possibile meccanismo di copiatura del materiale genetico ”.

Un gene è “espresso” quando la sua sequenza di basi —trascritta sull'RNA, che esce dal nucleo della cellula e trasporta il messaggio genetico al citoplasma — è stata tradotta nella produzione di una proteina. Ogni gene specifica una proteina. Questo è il dogma centrale della biologia molecolare. Il nostro genoma è presente nella sua completezza nella maggior parte delle nostre cellule.

Supponendo che ogni coppia di basi — ogni “piolo” in questa sorta di scala avvolta su se stessa nella figura 6 — rappresenti un byte di memoria di computer, ciò significa che ognuna delle nostre cellule contiene l’equivalente di 6 gigabyte di informazione genetica. Se la dottoressa Crusher avesse dovuto analizzare l’intero DNA di Jason, avrebbe impiegato un tempo spaventosamente lungo.

L’obiettivo del Progetto Genoma Umano, che ha preso il via ufficialmente il 1° ottobre 1990, è quello di sequenziare l’intero genoma dell’uomo entro l’anno 2005. Il sequenziamento di ognuno dei 150.000 geni umani circa è un’impresa immensa, forse non così emozionante come lo sbarco dell’uomo sulla Luna o il lancio della prima navetta spaziale, ma altrettanto importante e storica per il futuro dell’umanità. La lunghezza dei singoli geni varia di norma da un migliaio a cento migliaia di basi, e in qualche caso può essere ancora maggiore, cosicché il sequenziamento anche di un singolo gene è già una grossa impresa. Il progetto non prevede il sequenziamento del DNA di nessun particolare individuo; il genoma verrà invece sequenziato confrontando i risultati delle ricerche di molti gruppi attivi in vari paesi. Nonostante l’intensità dello sforzo compiuto negli scol-si anni, mentre scriviamo è stato sequenziato solo un 3-4 per cento circa del genoma umano. Esistono sistemi automatizzati per la determinazione di sequenze in piccoli tratti di DNA, ma uno strumento è in grado di analizzare solo un migliaio di coppie di basi in sei ore circa. Anche nel xxiv secolo l’analisi dell’intero genoma di un individuo continuerà a essere probabilmente un compito di grandissimo impegno.

I fisici del xx secolo possono determinare la paternità usando l’analisi genetica, anche se non sono in grado di sequenziare l’intero genoma. La dottoressa Crusher ha accertato che Picard è il padre di Jason. Come ha fatto?

Per stabilire se due persone siano imparentate fra loro e quanto strettamente, o per associare un individuo a un campione di DNA trovato sulla scena di un delitto, i genetisti si servono dei molti polimorfismi (varianti) disponibili nel genoma umano. Quando si studiano gli esseri umani, è chiaro che se essi fossero prodotti usciti da una catena di montaggio il controllo di qualità sarebbe terribile. Nell’uomo la variabilità è grandissima. Considerando il fenotipo — il risultato fisico, o “espressione” del genoma — noi variamo in altezza, corporatura, caratteri facciali, colorito, intelligenza, coordinazione e molti altri tratti. Ciò si deve in gran parte al fatto che anche il genotipo — l’informazione codificata nei nostri geni — varia da una persona all’altra. Una conseguenza ovvia e importante di questa variabilità genetica è il bisogno, nei trapianti di organi, di determinare esattamente

il tipo di tessuto, per ottenere una corrispondenza quanto più possibile perfetta. Confrontiamo questa situazione con un caso molto più semplice, quello del ghepardo. I ghepardi sono quasi monomorfici, ossia quasi identici geneticamente. Essi possono donarsi organi fra loro con relativa facilità e i casi di rigetto di tessuti sono molto rari. Gli scienziati congetturano che, fra 100.000 e 200.000 anni fa, abbia avuto luogo un qualche cataclisma che spazzò quasi via la specie, col risultato che i ghepardi moderni devono essere tutti strettamente imparentati fra loro.

Molti fra i polimorfismi usati nell’analisi del DNA sono variazioni individuali in brevi sequenze del DNA. Solo il 10 per cento del genoma è composto dai geni. L’altro 90 per cento comprende semplici sequenze di basi ripetitive, come CTCTCT (per citosina/timina) o CAGCAGCAG (per citosina/adenina/guanina): sequenze che si trovano fra un gene e l’altro, e a volte proprio nel mezzo di un gene. Alcune di queste sequenze ripetitive sono funzionali — per esempio possono svolgere la funzione di “interruttori” per

attivare o disattivare qualche gene — e altre sono ritenute DNA non codificante (probabilmente in conseguenza del fatto che tali sequenze non sono ancora comprese). In una tipica analisi forense del DNA, verso la fine del xx secolo, i genetisti esaminano una serie di una dozzina circa di questi e altri tipi di polimorfismi genetici, per esempio in un campione di sangue trovato sulla scena di un delitto. Disponendo di un certo numero di polimorfismi da cui scegliere, e sapendo quanto spesso un polimorfismo si presenta nella popolazione generale, un genetista può restringere il numero di sospetti su cui investigare lavorando alla maniera di Sherlock Holmes. Il vecchio Sherlock usava spesso vari dettagli per costruire un'immagine di un sospettato: per esempio il colpevole doveva essere un uomo di mezza età, mancino, che fumava il sigaro, indossava un abito di tweed ed era decisamente zoppo. Soltanto pochi individui coincidevano con questo profilo, cosicché lui e il dottor Watson potevano far convergere rapidamente i sospetti sull'uomo giusto. Il genetista forense può fare molto meglio. Una volta costruito il quadro del DNA polimorfico, soltanto un individuo su un miliardo o su un bilione di persone coinciderà con esso.

Per determinare la paternità (o un altro rapporto di parentela) è sufficiente confrontare alcuni polimorfismi. Pensiamo che la dottoressa Crusher, nella determinazione della paternità di Jason Vigo, abbia probabilmente seguito il protocollo della Flotta stellare, chiedendo al computer dell'infermeria di eseguire il programma standard di confronto di polimorfismi.

Veniamo ora al “risequenziamento” del DNA di Jason da parte di Bok: quant'è plausibile un'operazione del genere? Innanzitutto, Bok doveva sapere che non era necessario risequenziare l'intero genoma di Jason per stabilirne la falsa paternità. Quel che gli occorreva sapere era quali polimorfismi venissero esaminati nell'analisi della paternità o dell'identità nella Flotta stellare. Probabilmente Bok non ebbe molta difficoltà a trovare il protocollo della Flotta stellare per la determinazione della paternità: la Federazione doveva in realtà fornire tali informazioni senza difficoltà! La parte più difficile del compito dovette essere quella di ottenere la registrazione dei polimorfismi per l'identificazione di Picard. Essendo Picard un ufficiale della Flotta stellare, una registrazione dei suoi polimorfismi doveva essere contenuta negli archivi della Flotta, per l'eventualità che un giorno si fossero dovuti identificare i suoi resti. Bok potrebbe avere risolto il suo problema corrompendo qualche tecnico in una base stellare.

Bok dovette poi far ricorso ai servizi di un tecnico genetista per risequenziare i polimorfismi corrispondenti di Vigo. Perché Jason potesse essere identificato come figlio di Picard, il risequenziamento doveva tener conto *dell'imprinting*. Come abbiamo visto nel capitolo 5, nella formazione del genoma di un figlio alcuni geni ricevuti dalla madre sono disattivati, e lo stesso vale per alcuni ricevuti dal padre. I risultati del Progetto Genoma Umano semplificheranno molto la ricerca in questa espressione preferenziale di geni materni e paterni, cosicché nel xxjv secolo *l'imprinting* dovrebbe essere chiaramente compreso; il tecnico di Bok sarà quindi abbastanza informato per risequenziare *solo* il DNA paterno di Jason, e dovrà risequenziare *solo* quei polimorfismi che vengono esaminati di norma nel quadro della determinazione di paternità.

Il problema successivo è come procurarsi questi pezzi risequenziati da introdurre nel DNA di Jason. Oggi siamo in grado di inserire un nuovo gene o un nuovo insieme di geni nel nucleo delle cellule embrionali. Lo si fa includendo il nuovo materiale genetico nel DNA di un vettore (o portatore) semplice, come un plasmide o un virus, che a sua volta introduce il suo DNA nel nucleo della cellula embrionale. Le cellule embrionali si dividono

rapidamente, coinvolgendo il nuovo materiale genetico nelle divisioni insieme al proprio complemento genetico. Il nuovo DNA sarà quindi ereditato da tutte le successive generazioni di cellule dell'organismo. In questo modo i ricercatori hanno creato i cosiddetti topi "transgenici", che hanno nel loro genoma un gene alterato, o un gene tratto da un'altra specie. (Gli animali transgenici sono utili in laboratorio: per esempio, un topo transgenico potrebbe contenere un gene per la distrofia muscolare, cosa che permetterebbe ai ricercatori di investigare possibili terapie.)

Jason Vigo, però, non era più un embrione quando fu scoperto da Bok. Benché sia possibile impiantare nuove sequenze di DNA nel nucleo di una cellula adulta, sarebbe impossibile introdurre polimorfismi genetici in ogni cellula del corpo di un adulto. Il risequenziamento del DNA di ognuna delle 10¹⁴ cellule di Jason richiederebbe l'introduzione di un vettore dei nuovi geni in ogni parte del suo corpo, come per esempio nelle cellule del suo alluce, una parte delle quali non sono più attivamente impegnate nella divisione. Noi crediamo che Bok si sia affidato al tradizionale istinto dei Ferengi di fare solo ciò che è necessario per raggiungere il proprio scopo e non di più (Regola dell'acquisizione 3: "Non spendere mai per un'acquisizione più di ciò che devi spendere"). Per ragioni pratiche, nel xxiv secolo come oggi, ciò significa servirsi dei globuli bianchi del sangue.

Le cellule del sangue vengono prodotte nel midollo osseo. Come le cellule dell'embrione, le cellule staminali nel midollo, ancora indifferenziate, possono assumere varie identità diverse: possono diventare eritrociti (globuli rossi), piastrine o uno qualsiasi dei vari tipi di leucociti (globuli bianchi). I globuli rossi e le piastrine non vengono usati nell'analisi del DNA in quanto non hanno né il nucleo né un complemento completo di DNA, mentre i globuli bianchi lo hanno. In un piccolo campione di sangue è presente una grande quantità di globuli bianchi; essi rappresentano perciò la scelta logica per l'analisi del DNA e sono comodi anche per il risequenziamento.

L'introduzione di nuovi polimorfismi nel DNA dei leucociti di Jason Vigo richiederebbe una serie di passi, ma è teoricamente possibile. Pensiamo che il tecnico di Bok abbia fatto qualcosa del genere: dopo avere prelevato una parte del midollo osseo di Jason, il tecnico deve avere proceduto a mescolarne le cellule staminali, in una piastra di coltura, con plasmidi portatori delle nuove sequenze di DNA. Le cellule che accettavano i plasmidi vettori venivano reintrodotte nel midollo di Jason. Ci si potrebbe chiedere come facesse il tecnico a sapere quali cellule avessero accettato il nuovo DNA. Lo si può determinare in molti modi, per esempio introducendo nel nuovo DNA una sequenza per un enzima resistente a una determinata sostanza chimica, dopo averla preventivamente mescolata nel terreno di coltura cellulare. Tutte le cellule che non hanno accettato il nuovo DNA moriranno.

Un problema tecnico più difficile è come introdurre questo nuovo DNA nelle posizioni giuste all'interno del genoma. Se esso non si trova nei luoghi giusti potrebbe interrompere un gene importante e causare una mutazione letale. Il problema di come introdurre nuovi geni nei luoghi giusti nel genoma è un ostacolo chiave nello sviluppo di terapie genetiche. Un processo chiamato *ricombinazione omologa* utilizza le sequenze note di DNA che circondano un gene particolare. Il DNA vettore viene impiantato insieme a pezzetti di altre sequenze note, per aiutare il nuovo gene a calarsi là dove dovrebbe trovarsi nel genoma, ma questa è una tecnica dai risultati un po' incerti.

Fra Bok e il successo del suo piano contorto si frappone un ulteriore ostacolo. Poiché i globuli bianchi di Jason Vigo devono portare i polimorfismi di Picard

(e sono portatori anche di quelli di sua madre Miranda), Bok deve eliminare i polimorfismi corrispondenti del vero padre di Jason. Non si possono avere tre genitori. Poiché saranno probabilmente risequenziate solo una parte delle cellule staminali del midollo osseo di Jason, si dovrà uccidere tutto il midollo osseo originale restante di Jason, così che alla fine tutte le cellule del sangue di Jason contengano le nuove sequenze di DNA. Nei procedimenti attuali di trapianto del midollo osseo si somministrano forti dosi di radiazioni e chemioterapia per uccidere il vecchio midollo. Fino a quando il nuovo midollo osseo non ha prodotto abbastanza eritrociti, leucociti e piastrine per sostituire quel che è andato perduto, il paziente è vulnerabile a infezioni ed emorragie. Attualmente i pazienti convalescenti da trapianti di midollo osseo sono ricoverati in unità ospedaliere speciali. Si può pensare che nel xxiv secolo tale trapianto possa essere un intervento molto più semplice, di tipo ambulatoriale. La parte difficile per Bok è come sottoporre Jason a un completo trapianto autologo (autoderivato) di midollo osseo senza che egli se ne renda conto. Per un Ferengi ingegnoso, però, questo non è un compito insormontabile: basta far sì che Jason abbia un brutto incidente che gli faccia perdere conoscenza per un paio di settimane.

Il piano di Bok funziona! Picard accetta i 'analisi della dottoressa Crusher e comincia a sviluppare un rapporto

Abbiamo controllato le nostre banche dati mediche e non siamo riusciti a trovare traccia della sindrome di ForresterTrent (SF1), cosicché accettiamo la spiegazione della dottoressa Crusher che la sindrome è la conseguenza di una mutazione puntiforme (la sostituzione di una singola coppia di basi) nel genoma di un adulto. La dottoressa mormora fra sé che nessuno dei due genitori presenta la mutazione; questo fatto la sconcerta, ma essa sa che sono possibili anche mutazioni spontanee. Ciò si concilia in effetti con molte malattie genetiche note. Benché la maggior parte delle malattie genetiche venga ereditata da un genitore o da entrambi e venga trasmessa da una generazione all'altra — un esempio è l'anemia falciforme —, alcune sono la conseguenza di mutazioni puntiformi che si verificano spontaneamente nel genoma dell'embrione. Più raramente possono causare malattie mutazioni che si verificano negli adulti.

Ora la dottoressa Crusher fa qualcosa di inatteso, almeno alla luce delle conoscenze mediche attuali. Una volta che ha cominciato a sospettare l'esistenza della sindrome, avrebbe dovuto cercare di analizzare la mutazione medica che l'ha causata, ma non lo fa. Jason le dice di avere avvertito i primi sintomi della malattia solo nelle ultime settimane. La Crusher potrebbe avere sospettato che Jason, avendo sviluppato una malattia dovuta a una mutazione puntiforme da adulto, poteva creare rischi per altre persone, oppure voleva solo approfondire la situazione, dal momento che Jason era figlio di Picard. In ogni modo saltò le analisi specifiche per la SF1 e passò direttamente al procedimento radicale di sequenziare l'intero genoma di Jason. (Ci piacerebbe sapere come abbia potuto farlo senza rivolgersi alla competente commissione di controllo per l'utilizzo dei dati medici sul personale della Flotta stellare!)

Ovviamente, una volta in possesso della sequenza completa del DNA, la dottoressa Crusher scoprì che cosa aveva fatto Bok. È probabile che essa abbia sequenziato il DNA a partire da qualche cellula di Jason diversa dai globuli bianchi manipolati. Forse analizzò del DNA tratto da uno dei suoi neuroni, dal momento che la sindrome di ForresterTrent è una malattia neurologica, scoprendo così non solo l'assenza dei polimorfismi tipici di Picard, ma anche il fatto sconcertante che Jason era una chimera, ossia sostanzialmente la combinazione di due diverse persone. Mentre i suoi globuli bianchi

risequenziati presentavano un insieme di geni, gli altri tessuti del suo corpo avevano una sequenza genetica diversa, come se fossero appartenuti a un altro individuo. La Crusher potrebbe poi essersi procurata il genoma completo di Picard e avere chiesto al computer di confrontarlo con quello di Jason. Essa potrebbe avere scoperto in questo modo che l'attesa somiglianza al 50 per cento non esisteva. L'inganno era stato smascherato!

Jason, in via di miglioramento grazie alle cure della dottoressa Crusher, ha deciso di tornare su Camor V, e mentre la dottoressa lo saluta egli la ringrazia caldamente per il suo aiuto. E ormai una persona diversa dal giovane irrequieto e ostile salito qualche giorno prima sull'Enterprise col teletrasporto. E un uomo cambiato, pensa fra sé e sé la Crusher, e poi sorride. E davvero cambiato: ora nelle sue cellule ha lo 0,01 per cento del DNA di Jean-Luc!

Una percentuale di DNA così piccola può davvero cambiare un uomo? Il DNA risequenziato potrebbe avere incluso geni pertinenti per la personalità di Picard? Ovviamente no se i mutamenti erano limitati ai globuli bianchi del sangue. Il rapporto fra genoma e personalità è tutt'altro che chiaro, ma ci sono prove convincenti a sostegno del fatto che certi tratti della personalità vengono trasmessi geneticamente. Per esempio, la dopamina è un neurotrasmettitore che ha un'importanza cruciale per il sistema cerebrale di attivazione dell'attenzione (oltre ad avere varie altre funzioni). Un gene particolare che codifica per un sito cerebrale recettore della dopamina è stato associato al tratto caratteriale della disposizione ad assumersi rischi. Se il gene recettore della dopamina si fosse trovato abbastanza vicino a un polimorfismo manipolato dal risequenziamento di Bok, e se nell'ambito ditale intervento fossero stati risequenziati anche i neuroni cerebrali, la personalità di Jason avrebbe potuto essere modificata. Non si può mai essere del tutto sicuri di ciò che accadrà quando si comincia a intervenire sui geni di una persona.

Eugenetica: pro e contro

Date tutte le conoscenze avanzate di genetica che devono ormai essere state realizzate nel xxiv secolo, è interessante notare che individui migliorati con gli strumenti della genetica non possono prestare servizio nella Flotta stellare. In effetti, il miglioramento genetico delle persone è illegale in tutta la Federazione. Tutto questo ci conduce a Julian Bashir.

Il dottor Bashir si è laureato con un punteggio buono ma non ottimo nella sua classe di medicina. Egli dice spesso di non avere avuto il massimo dei voti per avere commesso il semplice errore di scambiare una fibra pregangliare con un nervo postgangliare, ma forse è stato un bene che non abbia avuto il massimo dei voti. Non poteva permettersi di essere troppo intelligente. Egli ama anche il tennis. La sua natura competitiva, la rapidità di pensiero, l'amore per l'atletica e la sua eccellente coordinazione fanno di lui una persona dalle eccellenti doti naturali. Ma nel tennis, come nella vita, ha deciso deliberatamente di non mettersi troppo in mostra. Si accontentava di vincere le gare minori, faceva qualche errore a ragion veduta e si comportava in modo da poter giocare molti incontri senza richiamare l'attenzione su di sé vincendo tornei. Doveva essere prudente. Perché? Nell'episodio *Dr. Bashir, I Presume?* (*DSN*) veniamo a sapere che, se qualcuno avesse scoperto che egli era stato migliorato geneticamente, sarebbe stata la fine della sua carriera.

L'ingiunzione della Federazione contro il miglioramento genetico risale al

tempo delle guerre eugenetiche sulla Terra (che secondo la cronologia di *Star Trek* avrebbero avuto luogo alla metà dell'ultimo decennio del Novecento); alcuni genetisti, desiderosi di dimostrare l'utilità del loro lavoro a governi scettici, proseguirono allora i loro esperimenti di eugenetica, creando una razza di "superuomini" violenti e ambiziosi. I figli geneticamente migliorati della Stazione di ricerca genetica Darwin (nell'episodio *Selezione innaturale* di *TNG*) forniscono un altro esempio di ciò che può andar male quando si interviene sul genoma: il loro sistema immunitario migliorato li ha resi letali per gli esseri umani normali (per altri particolari su questo argomento vedi il capitolo 7).

In realtà i ricercatori di medicina dei veri anni '90 del xx secolo stanno cercando di sviluppare tecniche di manipolazione del DNA che aiutino a sconfiggere certe malattie. Si spera che riescano in breve tempo ad affrontare con successo malattie conseguenti a mutazioni semplici nel genoma:

fra queste malattie, dovute a un errore in un singolo gene, ci sono per esempio la fibrosi cistica e l'anemia falciforme. Se il gene mutante viene sostituito da una copia sana nei giusti tessuti del corpo, la persona non sarà più affetta dalla malattia. Con la manipolazione genetica si potrebbero risolvere anche altri tipi di disturbi congeniti, come per esempio la tendenza presente in alcune razze di cani a sviluppare la cataratta.

Questo tipo di terapia prevede vari passi, che non sono affatto facili. Innanzitutto si deve produrre una copia corretta del gene sano. Poi si deve escogitare un sistema di trasporto, o vettore, per introdurre il nuovo gene nelle cellule giuste del proprio paziente, e ci si deve assicurare che il nuovo gene entrerà nel sito giusto sul cromosoma. Infine si deve far sì che il nuovo gene venga "attivato" nel tempo giusto, che produca la giusta quantità della sostanza richiesta e che poi si disattivi.

Nel caso della fibrosi cistica sappiamo qual è il gene danneggiato. Gli scienziati lo hanno chiamato *cfir* dall'espressione inglese per "regolatore della conduttanza transmembranaria della fibrosi cistica". La fibrosi cistica è causata da una mutazione che ha come effetto la produzione di un denso muco nei polmoni e in altri organi del corpo. Nei polmoni le secrezioni si accumulano causando problemi di respirazione e predisponendo la persona a polmoniti ricorrenti. I malati di fibrosi cistica hanno spesso anche problemi di digestione perché il denso muco nel pancreas blocca la liberazione nell'intestino degli enzimi digestivi richiesti. Questi enzimi sono sostituibili abbastanza facilmente; i medici prescrivono ai malati capsule di enzimi da assumere insieme al cibo. È però difficile liberare i polmoni da questo muco denso e gommoso. Infine esso ostruisce del tutto i sacchi polmonari, e in assenza di una terapia molto energica i pazienti muoiono nell'adolescenza o all'inizio dell'età adulta. I ricercatori stanno esaminando vari virus respiratori come possibili vettori per introdurre nei sacchi polmonari, proprio dove serve, un gene *cftr* normale. I ricercatori qui hanno un vantaggio. Tutto ciò che devono fare è introdurre una copia funzionante del gene nel genoma delle cellule che rivestono i polmoni. Il nuovo gene è in grado di spostarsi con grande facilità in qualsiasi punto del genoma, finché non interferisca con l'attività di qualche altro gene vitale per le cellule polmonari; se tutto va secondo i piani, esso funzionerà abbastanza bene da produrre muco liquido in grado di ripulire i sacchi polmonari.

Julian Bashir era nato con gravi difficoltà di apprendimento. Quando era ancora molto piccolo, i suoi genitori lo portarono su un pianeta non appartenente alla Federazione per farlo sottoporre al risequenziamento dei geni difettosi. Questo intervento accrebbe di molto non solo la sua intelligenza, ma anche la sua coordinazione occhio-mano. Nel suo caso la linea fra terapia

genetica e miglioramento genetico è tutt'altro che netta. La sostituzione di un gene imperfetto è una cosa; la manipolazione di un genoma sano nel tentativo di determinare un miglioramento di una funzione è un'altra.

Il ripristino di un'organizzazione cerebrale "normale" in un bambino affetto da difficoltà di apprendimento dovrebbe essere considerata terapia genetica o miglioramento genetico? -E se il bambino soffrisse di un lieve ritardo mentale? Quale misura di ritardo nello sviluppo dovrebbe essere presente per giustificare un intervento genetico? Una volta che si sia deciso di intervenire sul genoma di un bambino per compensare un ritardo nello sviluppo, non sarebbe naturale, da parte dei genitori, sollecitare il medico a fare anche qualcosa di più dello stretto necessario, dando magari al bambino anche qualche capacità che non aveva? Dove dobbiamo tracciare la linea di demarcazione fra il lecito e l'illecito? Oggi i medici si trovano a dovere affrontare dilemmi simili. Per esempio, gli endocrinologi somministrano ormoni della crescita a bambini carenti di quest'ormone, che altrimenti rimarrebbero molto più bassi della norma. Non li somministrano invece a bambini sani i cui genitori vorrebbero vederli diventare star del basket professionistico. Ma qual è il limite al di sotto del quale un bambino può essere considerato "troppo piccolo di statura"? Quanto si dev'essere alti per essere considerati di statura "normale"?

Se l'episodio di *Deep Space Nine* solleva problemi di etica., ancora più dubbie sono le basi tecnologiche. Intelligenza e coordinazione occhio-mano sono il risultato dell'interazione di molti geni nel corso del tempo. Tanto la prima quanto la seconda sono fortemente influenzate dalla pratica e da un'appropriata stimolazione culturale e ambientale. Sarà molto difficile anche determinare quali geni siano responsabili di questi caratteri, per non parlare dei particolari interventi da compiere sulle sequenze del DNA per "correggerle". In vari istituti sono attualmente in corso ricerche per associare polimorfismi specifici a caratteri multifattoriali, come l'intelligenza, in modo da poter sapere almeno quali regioni di quali cromosomi si debbano studiare.

Uno dei principali strumenti usati per accertare quale sia l'esatta funzione di determinati geni è una creazione di laboratorio nota come topo knockout. In questi topi i ricercatori danneggiano o eliminano, per mezzo dell'ingegneria genetica, entrambe le copie parentali del gene di cui si devono studiare gli effetti, nella speranza che il difetto trovi espressione nel fenotipo dell'animale. L'intervento avviene nel modo seguente. Una copia di un gene alterato (cioè mutato) viene introdotta in una cultura tissulare di cellule staminali. Alcune di queste portano il gene alterato nella giusta posizione, per mezzo della ricombinazione omologa, e queste cellule vengono poi iniettate in un embrione di topo vivo che non ha ancora subito il differenziamento cellulare. Quando il topo cresce (supponendo che sopravviva al procedimento e alla mutazione genetica), è una chimera, un miscuglio di due diversi genomi. I ricercatori hanno cura di usare ceppi di topi dal manto di diverso colore, per potere stabilire immediatamente quali embrioni di topo abbiano accettato il gene alterato: i topi chimerici presentano un manto pezzato. Il passo successivo è quello di accoppiare un topo chimerico con un topo normale. Alcuni fra i figli nati da questo accoppiamento avranno una copia del gene normale dal genitore normale e una copia del gene alterato dal genitore chimerico: saranno cioè eterozigoti per il gene alterato; anche questi piccoli saranno riconoscibili dal colore del manto. L'ultimo passo è quello di accoppiare due di questi topi eterozigoti. Un quarto dei figli nati da questo accoppiamento avrà due copie del gene normale, metà avrà una copia del gene normale e una copia del gene alterato (esattamente come i loro genitori eterozigoti) e un quarto avrà ereditato due copie del gene non funzionante, cosicché in questi topi mancherà il

carattere codificato dal gene. Questi ultimi sono i topi knockout, e manifesteranno gli effetti della mancanza del gene.

A volte il gene mancante specifica un processo vitale, e in tal caso nessuno dei topi knockout sopravvive. A volte il gene risulta avere un sistema di riserva, e perciò i topi sembrano normali nonostante la sua assenza. Altre volte gli effetti si manifestano in un particolare periodo nello sviluppo dell'animale, o solo quando l'animale è esposto a un farmaco

co specifico, ossia a un farmaco che attiva un particolare sistema di enzimi. I ceppi di topi knockout permettono agli scienziati di determinare con precisione effetti molto specifici di vari geni. Questi topi potrebbero essere la chiave per identificare geni che plasmano l'intelligenza, le abilità matematiche, i tratti della personalità e altri tipi di comportamenti complessi.

Il dottor Bashir ricevette la visita su *Deep Space 9* di altri quattro terrestri che avevano subito il suo stesso procedimento di miglioramento genetico. Erano altrettanti geni, ma non avevano mai messo a frutto le loro capacità, tanto che erano quasi incapaci di affrontare la vita normale. Il loro terapeuta sperava che, conoscendo Julian Bashir e vedendo che uno di loro aveva avuto successo nel mondo delle persone normali, non migliorate geneticamente, cercassero di integrarsi anche loro nella società. Purtroppo i quattro visitatori presentavano gravi deterioramenti della personalità, probabilmente in conseguenza del loro "miglioramento" genetico. In questo racconto c'è qualche insegnamento per noi. L'intelligenza umana è un misto di abilità verbali/linguistiche, di elaborazione non verbale matematica e spaziale, di capacità associativa, di memoria e di elaborazione visiva e uditiva. Esistono però molti altri fattori che contribuiscono a uno sviluppo ottimale dell'individuo, fra cui motivazione, abilità sociali e alto carattere morale. I campi della psicologia dello sviluppo e della neuropsichiatria si occupano della costruzione di modelli teorici del fenomeno dell'intelligenza; la maggior parte dei progressi vengono compiuti studiando persone con deficit selettivi della funzione cerebrale: per esempio bambini con disabilità ereditarie dell'apprendimento o adulti con deficit specifici in conseguenza di ictus o di ferite alla testa. Anche se le conoscenze che possediamo sulla funzione cerebrale occuperebbero un libro intero, possiamo dire semplicemente che l'intelligenza da sola non garantisce il successo nella vita. Per poter dare un contributo alla società si devono avere anche abilità sociali o, se si vuole, intelligenza emozionale.

C'è però un modo per cercare di migliorare l'intelligenza che potrebbe comportare meno rischi della manipolazione diretta del genoma. Khan e gli altri superuomini delle Guerre eugenetiche della metà degli anni '90 del Novecento (epoca che doveva sembrare ancora molto lontana nel 1967, quando fu trasmesso per la prima volta l'episodio della serie originale *Space Seed* [*Spazio profondo!*]) furono il prodotto di incroci selettivi, più che di una manipolazione del DNA. Gli incroci selettivi (la cosiddetta selezione artificiale) sono stati ovviamente usati per secoli sugli animali e sulle piante domesticati per migliorarne caratteri considerati apprezzabili. I cani, per esempio, sono stati ottenuti da lupi addomesticati in tre epoche diverse nella storia della Terra. Benché lupo e cane siano oggi due specie distinte, alcune razze di cani possono accoppiarsi con lupi e produrre figli fecondi. Il chihuahua o il barboncino sono stati ottenuti senza alcuna manipolazione del DNA, ma solo con generazioni e generazioni di incroci selettivi. Un Khan potrebbe benissimo essere prodotto attraverso incroci selettivi condotti su un periodo di tempo sufficientemente lungo e su un numero sufficiente di generazioni, mentre (almeno con i mezzi finora disponibili) non potrebbe essere prodotto da nessun genetista.

Secondo Spock, l'insuccesso degli scienziati terrestri degli anni '90 del Novecento dipese dall'aver dimenticato che "da un'abilità superiore nasce un'ambizione superiore". I loro superuomini diventarono dittatori e fecero sprofondare la Terra in una serie di guerre. Anche se non condividiamo necessariamente l'osservazione di Spock, riconosciamo la saggezza della Federazione nell'opporci al miglioramento genetico prodotto artificialmente degli esseri umani.

Il Progetto Genoma Umano ci permetterà di conoscere, a scadenza relativamente breve, come siamo fatti. Questa conoscenza è a portata di mano. Avremo la saggezza di sapere come usarla? Noi speriamo che il pubblico generico possa apprendere questa importante conoscenza, non al punto di saper produrre topi knockout, ma in misura sufficiente a poter prendere decisioni sagge. Ben poche persone capiscono davvero come funzionino le armi nucleari o le centrali nucleari, ma un numero sufficiente di noi lo capisce abbastanza da poter discutere in modo (più o meno) ragionevole come e quando usare queste tecnologie. Le ricerche sulla donazione umana sono un'altra area scientifica che spaventa molte persone. I legislatori di vari paesi stanno considerando la possibilità di bandi e moratorie per fermare la ricerca in questo campo. Ma le ricerche sulla donazione offrono la potenzialità di un'offerta illimitata di organi per i trapianti, attraverso la donazione, per esempio, di proprie cellule sane e la crescita, per esempio, di un fegato nuovo. E le ricerche sulla donazione proseguono di continuo, in alcuni luoghi insospettati.

Dolly e i suoi figli

La donazione è un processo naturale per molti organismi. Le nostre nonne praticavano la donazione ogni volta che prendevano una foglia dalla loro pianta di viole preferita e la interravano per farne crescere una nuova. Si riproduce esclusivamente per donazione il tarassaco, pianta dai fiori gialli nota anche come soffione o piscialletto, alla quale la medicina popolare riconosce alcune virtù terapeutiche (fra cui quella di diuretico).

Dolly è diventata il clone per antonomasia degli anni '90.

"Piccolo agnellino, chi ti ha fatto?" Proprio così. La risposta è: il dottor Ian Wilmut e i suoi colleghi al Roslin Institute, nei pressi di Edimburgo. Essi annunciarono di avere preso il nucleo di una cellula mammaria di un "genitore" adulto — una pecora di sei anni — e di averlo introdotto nel citoplasma di un'ovocellula non fecondata. Come abbiamo già notato nel capitolo 1, la vera importanza scientifica di questo esperimento risiede nella dimostrazione (che dev'essere ripetuta prima che i risultati possano essere accettati) che il genoma contenuto nel nucleo di una cellula somatica di un adulto può ancora funzionare come un insieme completo di istruzioni per lo sviluppo di un embrione fino alla produzione di un animale sano. Dolly non è stata il primo animale a essere donato, ma è stata il primo animale che si dice sia stato donato a partire da una cellula adulta.

Prima di Dolly, la parola "donazione" era spesso usata nel linguaggio popolare nel senso della creazione di un organismo adulto identico da un altro adulto attraverso un intervento tecnologico. Questo grossolano strafalcione fu commesso dagli autori dell'episodio *L'avventura del Mari-posa (TNG)*. All'inizio del xxii secolo l'astronave *Mariposa*, impegnata in una missione di

colonizzazione, era precipitata su un pianeta nel Settore Ficus, e solo cinque coloni erano sopravvissuti all'impatto. Per creare una popolazione vitale, i superstiti della *Mariposa* furono costretti a fare ricorso alla donazione. Per accrescere il loro pool genico, rapirono e "donarono" il comandante Riker e la dottoressa Pulaski, producendo in tal modo immediatamente due adulti. Ma gli organismi prodotti per donazione, come Dolly, sono embrioni. Essi impiegano per raggiungere la maturità lo stesso tempo impiegato da bambini prodotti col sistema tradizionale della riproduzione sessuale.

Nell'episodio *Il duplicato (TNG)*, persino la stimata dottoressa Crusher pensò dapprima di trovarsi dinanzi a un "clone" di Riker quando si scoprì il suo esatto doppio su Nervalia IV. In realtà era accaduto che quando, otto anni prima, Riker era giunto su quel pianeta col *Potemkin*, un incidente al teletrasporto lo aveva in qualche modo "diviso" in due complete incarnazioni di se stesso (questo è un curioso dettaglio di biofisica in cui non ci addentreremo). Se, invece, Riker fosse stato donato su Nervalia IV otto anni prima, il clone sarebbe stato un bambino di Otto anni, e non una sorta di gemello identico di Riker.

Quando la dottoressa Crusher sequenziò i genomi dei due Riker, trovò una "quasi totale identità". Ciò la sorprese in quanto sapeva che la donazione dovrebbe produrre una certa quantità di discrepanze, mentre ne aveva trovate solo una

o due. Essa non riuscì a spiegarsi la virtuale identità delle sequenze, fino a quando non si esaminarono i diari degli ultimi Otto anni del teletrasporto del *Potemkin* e si spiegò così la creazione del secondo Riker. Pare che il tasso di errore nella tecnologia del teletrasporto debba essere molto più basso di quello della donazione perché i teletrasporti debbano essere in grado di riprodurre di continuo con successo le persone, fino alle esatte configurazioni chimiche nel loro cervello che codificano pensieri e ricordi.

Ma qualcos'altro ci ha sconcertati in questo episodio: l'istintiva avversione del comandante Riker per il suo sosia. Di solito i gemelli identici riferiscono la sensazione opposta, ossia un profondo legame emotivo. Essi apprezzano e desiderano intensamente l'uno la compagnia dell'altro. Ci si attenderebbe che i due Riker avessero molte cose da dirsi! Se tu scoprissi che il tuo duplicato genetico ha preso il tuo posto ed è sopravvissuto in isolamento su un pianeta inospitale per otto anni, non vorresti sapere come "hai" fatto? Non saresti affascinato da qualcuno che ti capisce intuitivamente, che potrebbe fare riferimento a tutte le tue esperienze formative, ma si è trovato ad affrontare e risolvere una serie di situazioni diverse?

I due Riker condividevano qualcosa che i veri doni di organismi adulti non condividono: un'infanzia identica. Essendo stati creati in conseguenza di un incidente del teletrasporto, ognuno dei due era legittimamente *il* William Thomas Riker che era esistito fino a quel momento. La controversia eredità-ambiente si sta definendo sempre più nel senso che noi non siamo riducibili ai nostri geni: siamo anche la somma delle nostre esperienze. Consideriamo ancora una volta la società donata dei superstiti della *Mariposa*. Essa avrebbe potuto con ogni probabilità funzionare in modo del tutto normale, anche se la donazione avrebbe potuto dare origine a qualche interessante struttura di governo. La rappresentatività avrebbe potuto essere considerata adeguata se fosse stato presente un membro di ogni tribù di doni:

una Alice, un Bob, una Carol, un Dennis e una Elizabeth. Ma neppure i doni sono una semplice somma dei loro geni.

I gemelli monozigoti sono doni — ossia sono geneticamente identici — ma

sono anche individui, plasmati dalle loro idee e dalle loro esperienze.

Filosofi, psicologi e genetisti continueranno ad accapigliarsi sul problema eredità-ambiente, ma una domanda a cui le ricerche genetiche potrebbero dare presto una risposta — domanda che molte persone trovano quasi altrettanto interessante — è se potremo prolungare in misura significativa la durata della vita umana. Settant'anni sembravano tanti ai tempi della Bibbia, e probabilmente vi sembravano una bella età quando eravate adolescenti, ma quanto più invecchiamo tanto meno ci sembrano un traguardo soddisfacente. Nel capitolo seguente vedremo che cosa ha da dirci *Star Trek* sul vecchio problema dell'invecchiamento.

7. *Requiem per Matusalemme*

Dove esaminiamo varie condizioni dell'invecchiamento, fra cui una maggiore durata di vita degli esseri umani, differenze nella durata di vita fra le varie specie di umanoidi extraterrestri, l'invecchiamento accelerato e rallentato e l'inversione dell'invecchiamento.

"Noi siamo mortali. Il nostro tempo nell'universo è limitato. E questa è una verità che ogni essere umano deve imparare."

Picard a una forma di vita di pura energia,
in 11 vincolo (TNG)

McCoy camminava nei corridoi de/i 'Enterprise-D in preda a un miscuglio di emozioni. Egli doveva molto all 'Enterprise; era infatti molto cambiato nel corso della missione, tanto che aveva imparato addirittura a fidarsi dei Vulcaniani. Ma questa nave non era la sua Enterprise. Era felice di compiere la missione sotto la bandiera della Flotta stellare, ma triste nel trovare che i 'Enterprise-D fosse tanto diversa dalla sua Enterprise, distrutta nel 2285 dai capitano Kirk per evitare che cadesse in mano ai Klingon. Non era la nave a mancargli, ma le persone. Era questo il prezzo di diventare vecchi. Accumuli perdite, mancanze. Dopo un po' i tuoi scudi si abbassano, e il prossimo siluro fotonico è per te.

L 'ammiraglio McCoy era un uomo dai capelli bianchi, tremolante, lento, e musone: era ancora un musone. Data notò questi aspetti dell'invecchiamento umano senza fare commenti; osservò la lunga cartilagine del naso e delle orecchie di McCoy, la mancanza di elasticità della pelle, e la perdita del grasso sottocutaneo, • che scavava nel viso del vecchio medico profonde rughe caratteriali. Se Data avesse eseguito delle misurazioni, avrebbe trovato che le ossa del dottor McCoy erano più rarefatte e che la sua massa muscolare era diminuita. Ma McCoy aveva ormai cento-trentasette anni...

Come, centotrentasette anni? D'improvviso, ai nostri occhi di esseri umani del xx secolo (quasi xxi), il McCoy dell'episodio *Incontro a Farpoint* sembra

molto energico e vivace. Noi tutti vorremmo essere così in gamba a centotrentasette anni!

In questo capitolo esamineremo l'invecchiamento e il problema se la vita umana possa essere o no prolungata nella misura suggerita dagli autori di *Star Trek*. Del resto, già l'attuale durata della vita umana è degna della nostra attenzione. Come mai gli esseri umani vivono così a lungo, relativamente agli altri animali del pianeta Terra? Che cosa determina la durata di vita media di una specie? Ci sono episodi di *Star Trek* in cui la trama è incentrata sullo strano fenomeno di un invecchiamento molto rapido, e altri in cui l'invecchiamento di un individuo è rallentato o modificato in qualche modo. Che cosa determina la rapidità dell'invecchiamento? Esiste qualche modo per rallentarlo, o addirittura arrestarlo? E se potessimo addirittura invertirlo?

Cicli di vita

Nel capitolo i ci siamo occupati di morfologia e anche un po' di embriologia: di come i tessuti si formano dall'uovo fecondato e si sviluppano dando origine a organi distinti. Un organismo viene considerato maturo quando ha raggiunto la statura e il peso di un individuo adulto e ha acquistato la capacità di riprodursi. In molte specie, compresa la nostra, la capacità di riprodursi precede il raggiungimento della piena maturità (negli Stati Uniti l'inizio della pubertà coincide oggi con l'età di circa undici anni e mezzo) e l'età adulta può durare per molti anni dopo la maturità.

Esistono però numerosi organismi terrestri che vivono fino alla riproduzione, e poi declinano e muoiono. Varie specie di insetti — per esempio l'efemera — non hanno nella loro forma adulta neppure un apparato digerente: la loro vita è programmata in modo tale che alla riproduzione segua la morte. Dopo la metamorfosi a partire dalla sua forma larvale, l'efemera ha ventiquattro ore di tempo per trovare un partner e deporre le uova. Una specie di cicala può rimanere diciassette anni nella fase larvale. Una volta raggiunta la forma adulta, però, i maschi emettono il loro forte canto, si accoppiano, le femmine depongono le uova e l'intera generazione muore entro una o due settimane. Un altro esempio ci viene offerto dai salmoni del Pacifico. Dopo avere trascorso fino a cinque anni nelle acque dell'oceano raggiungono la maturità; a questo punto qualcosa li spinge a tornare al fiume in cui sono nati. Durante il viaggio la loro fisiologia e il loro aspetto cambiano spiccatamente. Dopo essere giunti, allo stremo delle forze, nell'alto corso del fiume in cui sono nati, si riproducono e muoiono. I salmoni dell'Atlantico non hanno questa senescenza programmata. Se sopravvivono al difficile viaggio contro la corrente del fiume per andare a procreare, tornano nell'oceano e ripetono il ciclo dopo uno o due anni.

Gli animali e le piante che muoiono dopo essersi riprodotti lasciano di solito una grande quantità di figli, dal momento che questi devono badare a se stessi. Un salmone che depone varie centinaia di uova può permettersi di lasciare che i piccoli se la sbrighino da sé. Anche se centinaia di uova vengono mangiate da altri animali, o se la maggior parte degli avannotti muoiono, il salmone genitore rimarrà pur sempre un produttore prolifico se una dozzina di suoi figli sopravviveranno fino all'età della riproduzione. Uccelli e mammiferi seguono una strategia diversa. Essi procreano pochi figli, ma si occupano di loro per assicurarne la sopravvivenza. Tanto gli uni quanto gli altri hanno figli inetti che

devono essere nutriti, riscaldati, puliti e salvati dai predatori. I più dipendono dai genitori anche per l'apprendimento delle attività fondamentali per la vita.

L'uomo ha l'infanzia più lunga fra tutte le specie di mammiferi. Questo periodo di dipendenza permette ai nostri figli di acquisire capacità ed esperienze prima di affrontare la vita dovendo contare esclusivamente sulle proprie forze. Trascorrendo un paio di decenni in compagnia di adulti abbastanza sani da riprodursi, i bambini e ragazzi possono imparare le abilità necessarie per sopravvivere, sia che ciò significhi saper pilotare un'astronave o andare a caccia nella foresta per procurarsi la cena. E dunque questa lunga dipendenza a determinare la durata relativamente lunga della nostra vita? O è la nostra longevità a permetterci di avere un'infanzia così lunga? Potremo forse trovare la risposta confrontando la specie umana con altre specie umanoidi.

A un estremo del continuo della durata di vita ci sono gli Ocampo. Come abbiamo notato nel capitolo 5, questi straordinari umanoidi del Quadrante Delta hanno una durata di vita media di soli nove anni. Come i mammiferi poco bngevi sulla Terra, raggiungono le dimensioni adulte in soli uno o due anni e la maturità sessuale fra i quattro e cinque anni di età. Ciò significa che un Ocampo deve comprimere in tre o quattro anni tutto l'apprendimento che nell'uomo si estende su sedici o più anni. Kes, la residente ocampiana sul *Voyager*, sorprese il medico obografico con la rapidità con cui assimilava il contenuto dei libri di medicina che egli le forniva. Era chiaro che aveva un qualche modo per assimilare rapidamente le informazioni. Gli Ocampo posseggono le doti della telepatia e della telecinesi, ed è una fortuna che sia così. È dubbio che una specie umanoide — pur tenendo conto della straordinaria rapidità con cui matura il sistema nervoso degli Ocampo — possa acquisire in tre o quattro anni una base di conoscenza sufficiente a produrre un adulto perfettamente competente in una società complessa. Kes doveva cambiare profondamente ogni poche settimane per poter comprimere in una breve vita di nove anni tutto lo sviluppo del carattere che un essere umano normale subisce in settant'anni. Ciò doveva essere sconvolgente per gli esseri umani che la circondavano, che erano abituati a passare per le varie fasi di sviluppo della vita insieme ai propri simili. All'inizio Kes era più giovane e inesperta, poi diventava loro pari e poi li sopravanzava rapidamente in sapere e saggezza. La maggior parte degli esseri umani non sopportavano molto bene tale esperienza.

All'altro estremo della scala ci sono gli E1-Auniani. Gli individui appartenenti a questa specie umanoide di "ascoltatori" vivono per varie centinaia di anni terrestri. Sono un popolo tranquillo e dignitoso, che dopo la distruzione del loro pianeta da parte dei Borg si sono dispersi nella Galassia. Perciò non parlano molto della loro cultura, e si adattano rapidamente ad altre culture. Guinan è la rappresentante el-auniana a bordo dell'*Enterprise-D*. Come ci attenderemmo da una persona che ha più di cinquecento anni, è molto saggia, oltre ad avere doti di profonda intuizione. Ha acquistato carattere e profondità. Non dà opinioni se non le vengono chieste, o se non riconosce che la parola giusta detta al momento giusto può aiutare qualcuno a raggiungere più facilmente i suoi obiettivi. Ha molti figli, ma pane che soltanto uno le abbia dato qualche preoccupazione: in *Evoluzione* dice alla dottonessa Crusher che "voleva sempre fare dite-sta sua". Dopo qualche secolo, però, aveva messo giudizio:

ciò suggerisce che i bambini el-auniani abbiano una lunga adolescenza, commensurata alla loro grande durata di vita. I colleghi di Guinan a bordo dell'*Enterprise-D* vedono in lei l'epitome della stabilità; ai loro occhi lei è immutabile.

L'estrema differenza nella durata di vita fra gli Ocampo e gli El-Auniani ci conduce a fare congetture su come dovrebbero essere le loro società. A quale età i cittadini di ciascuna delle due società acquisiva il diritto al voto? Quando cominciarono a bere? Fino a quale età dovevano andare a scuola? A quale età potevano sposarsi senza il consenso dei genitori? E a quale potevano andare in pensione? Se molti El-Auniani avessero deciso di fare carriera nella Flotta stellare, vi avrebbero infine occupato tutte le posizioni di comando; per quanto a lungo un terrestre avesse servito nella Flotta, ci sarebbe sempre stato un El-Auniano con una maggiore anzianità. D'altra parte, un Ocampo sarebbe stato lieto anche solo di diplomarsi all'Accademia della Flotta stellare, dal momento che l'usuale programma di quattro anni avrebbe richiesto quasi metà della sua vita.

In quanto esseri umani a conoscenza solo della fauna della Terra, troviamo strane differenze così mancate nella durata di vita degli umanoidi. Quando pensiamo ad animali dalla vita breve, ci vengono in mente piccoli roditori, come topi e criceti, che tendono a vivere solo due o tre anni, per non parlare delle efemere, che vivono solo ventiquattro ore. Sulla Terra pare che gli animali di grossa taglia siano quelli più longevi. Ma benché ci sia effettivamente una relazione fra massa corporea e ritmo metabolico, e un'associazione fra ritmo metabolico e durata di vita, la relazione non è diretta. Intanto la durata di vita media di una specie animale non è determinabile con precisione. Molti animali vivono molto più a lungo nelle nostre case o nei giardini zoologici che non in natura: ma qual è la durata di vita media delle loro specie? Si deve contare il numero di anni medio in cui l'animale sopravvive nel suo habitat naturale, o si deve considerare la durata di vita dei rappresentanti più vecchi della specie, che vivono nei giardini zoologici? A volte si trova che la durata di vita è in realtà una misura di quanto sia difficile sopravvivere.

Il miglioramento della capacità di sopravvivenza nella nostra specie spiega probabilmente l'aumento della durata della nostra vita nelle ultime 100 generazioni circa. I cittadini dell'antica Roma avevano una vita media di circa venticinque anni. Gli americani nati intorno al 1900 avevano una speranza di vita compresa fra quaranta e cinquant'anni. I bambini che nascono oggi negli Stati Uniti possono sperare di raggiungere i settantadue anni se sono maschi e i settantanove se sono femmine. Pare quindi del tutto ragionevole supporre che nel xxiv secolo gli esseri umani vivranno fino a centovent'anni circa, no?

Ma non corriamo troppo. L'aumento della durata della vita umana non dipende dal fatto che stiamo vincendo la battaglia contro l'invecchiamento del nostro corpo, ma dal fatto che stiamo ottenendo risultati migliori nella battaglia per la sopravvivenza. Siamo riusciti a sconfiggere molte malattie che uccidevano i neonati, riducendo così l'effetto statistico della mortalità infantile sui tassi della speranza di vita. Abbiamo trovato modi per dare alla nostra popolazione cibi migliori, acqua migliore, migliori ripari dalle intemperie. Ma anche nell'antica Roma c'erano senatori che arrivavano a sessant'anni. La Bibbia ci dice che "la durata della nostra vita è di settant'anni" (Salmo 90, 10). Come nel caso del confronto della durata di vita degli animali selvatici con quella dei loro simili che vivono in giardini zoologici, che abbiamo considerato in precedenza, la durata della vita media in una popolazione umana a una certa epoca non è una misura esatta di quanto possono invecchiare gli esseri umani in condizioni ottimali. Anche oggi la speranza di vita media in alcuni paesi del Terzo Mondo è di soli quarantacinque anni, ma non perché i loro abitanti non possano vivere altrettanto degli abitanti dei paesi civilizzati, bensì perché le condizioni di vita ivi vigenti sono così difficili da non permettere loro di sopravvivere più di tanto.

Perché invecchiamo

Torniamo dunque al problema del metabolismo. Gli scienziati della Federazione dovrebbero cercare di accrescere la mole corporea degli esseri umani per assicurare loro una maggiore longevità? Dopo tutto, i cavalli vivono più dei criceti. E i cavalli non hanno un metabolismo più lento? La Federazione non dovrebbe cercare di rallentare anche noi? Queste domande hanno dato filo da torcere ai naturalisti per generazioni, ma la risposta a entrambe è probabilmente no.

Quello che a tutta prima ci sembra un vantaggio degli animali di grossa taglia nella durata di vita è probabilmente un vantaggio nella lotta per la sopravvivenza. Gli animali di piccola taglia perdono calore più rapidamente, sono più minacciati da disastri ambientali (in un'inondazione, preferiresti essere un criceto o un cavallo?) e vengono spesso divorati da animali di mole maggiore. Risulta inoltre che criceti e cavalli hanno ritmi metabolici simili. Il metabolismo, misurato al livello dei tessuti, è press'a poco lo stesso per tutti i mammiferi (tranne che in circostanze speciali come l'ibernazione). Tanto per un criceto quanto per un cavallo, la divisione delle cellule richiede press'a poco lo stesso tempo, e la reazione dell'ATP libera la stessa quantità di energia. È vero che il cuore dei criceti batte più rapidamente di quello dei cavalli; ciò si deve alla sua mole minore: gli orologi piccoli hanno un ticchettio più rapido dei grandi orologi del passato, ma segnano lo stesso tempo. Poiché il cuore è un organo biologico e può pulsare solo un certo numero di volte (circa 800 milioni nella vita della maggior parte dei mammiferi), il cuore del criceto si logora in un numero minore di anni.

La relazione fra mole e longevità diventa però più complessa se la consideriamo all'interno di una specie. Risulta che i cani di razze piccole vivono più dei cani di razze grandi. La taglia, di per sé, non è dunque un indicatore della durata di vita.

Ma, come spesso accade nel caso di un così gran numero di regole in biologia, sono particolarmente istruttive le eccezioni. Benché gli uccelli canori, come i passeri e i fringuelli, non siano più pesanti dei criceti, e benché il loro cuore batta più velocemente, essi vivono più della maggior parte dei roditori. Con ogni probabilità le differenze nella durata di vita fra specie animali sono determinate dal ciclo riproduttivo. Ancora una volta le dimensioni corporee hanno una loro incidenza, ma solo secondaria. Un animale di grossa taglia impiega più tempo a raggiungere la sua mole di adulto. I cavalli impiegano undici mesi per svilupparsi nell'utero, e tre anni per raggiungere la maturità sessuale. Inoltre, anche a causa della loro grossa taglia, possono procreare solo un figlio all'anno. I criceti sono molto più rapidi — la loro gestazione dura soltanto quindici giorni — e allevano da sei a dodici (o più!) piccoli in ogni nidiate. I piccoli criceti impiegano solo undici settimane a raggiungere la maturità e procreare a loro volta. Il criceto non ha quindi bisogno di vivere molto a lungo per assicurare la sopravvivenza della specie. Quanto ai passeri, si riproducono più lentamente. I piccoli, pur imparando a volare e a badare a se stessi in capo a uno o due mesi, non sono sessualmente maturi fino all'anno seguente. Una coppia di passeri può allevare tre nidiate nel corso di un'estate, sempre che il tempo sia favorevole e che ci siano pochi predatori. La durata di vita sembra essere correlata soprattutto col successo riproduttivo: essa è tanto

più lunga quanto più tempo occorre per procreare e allevare i figli.

Il processo evolutivo concede degli anni in più anche alle specie che aiutano ad allevare i figli dei propri figli. Gli elefanti vivono a lungo rispetto ad altri animali sociali, come i lupi e le zebre, non perché siano più grossi ma, secondo alcuni biologi evuzionisti, perché le generazioni più vecchie aiutano ad allevare i piccoli. Le mandrie di elefanti sono guidate da matriarche, la cui saggezza contribuisce alla sopravvivenza dei propri nipoti e bisnipoti. Per gli elefanti c'è un vantaggio evuzionistico nel vivere fino a tarda età, molto oltre l'età della riproduzione attiva.

E che cosa possiamo dire di noi? Per avere “lunga vita e prosperità”, che cosa dobbiamo fare? Per la “prosperità” faremmo bene a consultare un commercialista, mentre per quanto concerne la durata della vita il problema è più complesso. Dopo la nostra discussione della selezione naturale, qualcuno potrebbe pensare che dipenda tutto dai geni; risulta però che questi sono ben lungi dall'essere l'unico fattore da prendere in considerazione. La nostra conoscenza su quali caratteri derivino dall'eredità e quali dall'interazione con l'ambiente si fonda sugli studi di gemelli, sia dizigoti sia monoigoti, sia allevati insieme sia allevati separatamente. Combinando i dati statistici in nostro possesso su centinaia di coppie di gemelli, e sottoponendoli a un'analisi matematica della varianza, gli scienziati hanno potuto dimostrare che la maggior parte dei fattori determinanti per la durata della vita negli esseri umani sono fattori esterni concernenti gli stili di vita e l'ambiente. Solo un terzo circa dei fattori che determinano la durata di vita di un individuo sono intrinseci, ossia determinati dalla biologia dell'individuo.

Noi percepiamo l'invecchiamento come un processo singolo, ma in realtà la senescenza è la conseguenza di vari processi simultanei. Noi diventiamo curvi e più bassi di statura, e a volte ci viene la gobba, perché le nostre ossa, invecchiando, non acquistano calcio con la stessa rapidità con cui lo perdono. Piccole fratture da compressione nelle vertebre ci rendono un po' più piccoli. Il raggrinzirsi della pelle e la comparsa su di essa di macchie, e i capelli grigi, sono i cambiamenti più vistosi associati all'invecchiamento. I capelli si imbiancano a causa della morte dei melanociti: le cellule dei follicoli piliferi che li rendono scuri. Le rughe sono causate principalmente dalla formazione di legami fra molecole di collagene: molecole che sono state una accanto all'altra per anni cominciano a fondersi chimicamente, col risultato che la pelle perde elasticità. Ora, quando essa si distende, cominciano a verificarsi piccole rotture nella sottostruttura proteica. Gli strati di grasso sottocutaneo sono perduti. All'esterno la pelle comincia ad apparire grinzosa.

I mutamenti nel cervello connessi all'età — perdita della memoria e rallentamento del ricordo — sono causati dalla mortalità cumulativa delle cellule nervose, o neuroni, nel corso degli anni. In molti altri organi le cellule che muoiono vengono sostituite. Non è così per i neuroni. Il cervello contiene già il suo corredo completo di cellule nervose nell'embrione al terzo trimestre di vita. Come abbiamo notato nel capitolo 5, molti neuroni saranno eliminati già nei primi tre anni di vita, quando si formano le vie neurali, ma non ne verranno prodotti altri. La demenza che si verifica nel morbo di Alzheimer — condizione che un tempo veniva indicata semplicemente (e in modo controproducente) come senilità — è causata probabilmente dall'accumulo di proteine amiloidi e di proteine inutili nella corteccia cerebrale, che conduce all'eliminazione di neuroni. Perdita di memoria e altri segnali di “rallentamento” mentale possono essere causati anche da piccoli ictus. L'ipertensione può provocare emorragie nel cervello; l'arteriosclerosi può ostruire i vasi sanguigni. Chi vive esperienze

difficili può subire anche vere e proprie lesioni fisiche. Tutti questi danni possono condurre a perdita di neuroni.

In altri termini, l'invecchiamento è una conseguenza di molte cose diverse che vanno storte. Noi di solito le vediamo accadere tutte insieme, cosicché tendiamo a pensare l'invecchiamento come un'unica condizione, che si avvicina gradualmente come una tempesta all'orizzonte. Noi tutti riconosciamo una vecchia macchina da rottamare quando la vediamo avvicinarsi, ma il suo aspetto dipende da una pluralità di fattori, dalla ruggine nel suo telaio alla corrosione nel motore, al logorio dei cuscinetti a sfere e agli incidenti che essa ha subito nel corso della sua vita.

Alcuni ditali incidenti sono inevitabili. Nell'episodio della serie originale *Gli anni della morte* tutti gli abitanti di una colonia della Federazione, di nome Gamma Hydra IV, nessuno dei quali supera i trent'anni, muoiono di una qualche misteriosa malattia che assomiglia alla vecchiaia. Naturalmente gli scienziati dell'Enterprise investigano e, in uno degli episodi più impressionanti della serie originale, i membri della squadra di sbarco, dopo essere tornati sull'astronave, subiscono un rapido invecchiamento. In pochi giorni Kirk, Scotty, McCoy, Spock e il tenente Galway si ritrovano grigi, rugosi, deboli, e le loro condizioni peggiorano di minuto in minuto. Kirk, sempre più senile, viene sollevato dal comando dopo una riunione umiliante per accertare la sua competenza. In un'affannosa corsa con la morte, il tremolante McCoy escogita un rimedio fondato sull'osservazione che soltanto Chekov, fra tutti coloro che hanno fatto parte della squadra di sbarco, non è invecchiato. Risulta che il danno è stato causato dal recente passaggio di Gamma Hydra IV attraverso la coda di una cometa che liberava radiazioni nella sua scia.

L'episodio non precisa il tipo di radiazioni emesso dalla cometa, cosicché non siamo in grado di definirne più esattamente l'effetto. Vari tipi di radiazioni infliggono tipi specifici di danno al corpo umano. La radiazione ultravioletta danneggia la pelle: essa scinde i legami delle coppie di basi del DNA e produce radicali liberi. Questi sono formati di solito da ossigeno con elettroni nudi pronti a combinarsi. Questi atomi reattivi di ossigeno si introducono in ogni molecola disponibile, tanto peggio se questa è una proteina della pelle o del DNA. I raggi X hanno maggiori probabilità di danneggiare cellule in rapida crescita in tutto il corpo, come le cellule del tessuto che riveste lo stomaco e le cellule staminali nel midollo osseo. Il lettore ricorda i raggi cosmici galattici di cui ci siamo occupati nel capitolo 2? Anch'essi contribuiscono a danneggiare i tessuti del nostro corpo qui sulla Terra, anche se noi siamo abbondantemente schermati contro di essi dall'atmosfera terrestre. Come i raggi X, tali raggi cosmici danneggiano il DNA producendo così la maggior parte dei problemi nei tessuti in rapida crescita. Nessun tipo di radiazione noto provoca però l'invecchiamento accelerato sperimentato da Kirk e dagli altri membri della squadra di sbarco. Per fortuna per noi terrestri, nel corso dell'evoluzione abbiamo sviluppato enzimi che cercano e riparano una quantità di tipici danni da radiazione. (A volte i meccanismi di riparazione non sono peraltro sufficienti a riparare tutti i danni, e i raggi uv e altri tipi di radiazione riescono a infliggere danni al nostro corpo.)

In *Selezione innaturale (TNG)*, la dottoressa Pulaski si imbatte in una causa diversa di invecchiamento accelerato. Nel suo caso il primo sintomo è l'artrite al gomito. Poi si accorge di essere oggetto di una quantità di rapidi mutamenti, che colpiscono anche il personale della Stazione di Ricerca Genetica Darwin: la pelle diventa grinzosa, i capelli diventano grigi e le articolazioni e i movimenti si irrigidiscono. A giudicare dall'apparenza esterna, gli adulti sembrano

invecchiare con estrema rapidità. Infine la dottoressa Pulaski giunge alla conclusione che l'invecchiamento accelerato è provocato da un attacco di anticorpi da parte dei sistemi immunitari incredibilmente proattivi dei bambini della Stazione Darwin, trattati con i metodi dell'ingegneria genetica. L'ingegnere genetico spiega che il sistema immunitario dei bambini non aspetta, per agire, di incontrare agenti di infezione nel corpo dei bambini stessi, ma esce dal loro corpo e attacca le minacce provenienti da corpi estranei; è tale attacco a distruggere i tessuti degli adulti.

Gli autori di *Star Trek* hanno ragione a metà. Gli anticorpi attaccano a volte tessuti sani del corpo, e possono causare artrite, insufficienza renale, disturbi alla pelle, disturbi ghiandolari e una quantità di altre malattie. Ma non sono gli anticorpi stessi a distruggere i tessuti. Ciò che essi fanno è semplicemente di marcare le cellule che devono essere distrutte; sono il sistema di complemento del plasma e i globuli bianchi del sangue a uccidere effettivamente i tessuti. Gli anticorpi, considerati isolatamente, non causano alcun danno ai tessuti (e, potremmo aggiungere, raramente gli anticorpi sono isolati). Inoltre, il tipo di artrite causato dall'invecchiamento è l'osteoartrite (usura e logorio delle articolazioni), non un'artrite mediata dal sistema immunitario come l'artrite reumatoide o il lupus eritematoso sistemico. Il gomito dolorante della dottoressa Pulaski, se causato da anticorpi liberi prodotti in conseguenza di interventi di ingegneria genetica, non sarebbe stato un preannuncio di invecchiamento accelerato.

In realtà esistono casi genuini di rapido invecchiamento:

si tratta di un insieme di malattie raccolte sotto il termine medico complessivo di progeria, o senilità prematura. Il genoma umano è soggetto alla legge di Murphy: tutto ciò che

può andare storto andrà storto. Ci sono persone che non hanno i meccanismi enzimatici di riparazione del DNA. Esse cominciano a invecchiare prima ancora di raggiungere la piena maturità, anzi già quasi a partire dal momento della nascita. Già da bambini presentano pelle grinzosa ed espressione facciale avvizzita. Cominciano a perdere i capelli e sviluppano gli arti sottili e il naso e le orecchie tipicamente lunghi dei vecchi. Sono afflitti dall'osteoartrite e dormono male. Non sono vecchi — sono bambini —, ma per un tragico destino muoiono giovani di vecchiaia. Negli Stati Uniti nascono ogni anno meno di cento bambini affetti da questa malattia, e ben poco si può fare per ritardarne il progresso. La terapia genetica di sostituzione promette buoni risultati nella lotta contro la progeria, dal momento che ne è stata identificata la causa nella mancanza di certi enzimi, dovuta a mutazioni puntiformi nel genoma.

Un tempo limite per le cellule

Invece di chiederci perché invecchiamo, chiediamoci come riusciamo a evitare per tanto tempo l'invecchiamento. Considerando che siamo una collezione di meccanismi fisiologici costantemente in uso (il nostro cuore non smette mai di battere, i nostri polmoni non smettono mai di respirare, il nostro cervello non smette mai di funzionare), è sorprendente che i nostri sistemi non si usurino prima di quanto fanno in realtà. In effetti il nostro corpo è dotato di meccanismi che ne assicurano una costante manutenzione. Molti organi vengono continuamente sostituiti: le vecchie cellule del sangue troppo guaste vengono

tolte (letteralmente) dalla circolazione e sostituite con nuove cellule. Ma ogni volta che una nuova cellula o proteina viene replicata, c'è la possibilità di una nuova mutazione nel suo DNA. Il corpo tenta di esercitare un controllo di qualità su questi nuovi prodotti per mezzo di enzimi deputati alla "correzione delle bozze", i quali cercano gli errori di trascrizione e li segnalano

agli enzimi di riparazione, che si occupano di risolvere il problema. Altri enzimi hanno il compito di eliminare i danni al genoma dopo l'esposizione alla radiazione ultravioletta o ad altre radiazioni.

Tutto questo suggerisce che, se si coltivano cellule in una cultura tissulare benigna — lontana da qualsiasi radiazione dannosa e sottratta (in virtù del suo stesso isolamento) allogorio e all'usura meccanici conseguenti al lungo uso dei tessuti nel corpo umano —, esse continueranno a dividersi indefinitamente. Questa convinzione fu per molto tempo un dogma per i biologi, finché un dottorando del Texas, di nome Leonard Hayflick, la sottopose alla prova sperimentale. Egli trovò che i fibroblasti della pelle umana in coltura sono capaci di dividersi fra cinquanta e settanta volte, dopo di che cessano di dividersi e muoiono, per quanto perfette siano le condizioni della coltura. Sottoponendo a esperimenti anche le cellule di altre specie animali, Hayflick trovò che c'erano limiti al numero di volte che anch'esse potevano dividersi, e che le cellule di animali più longevi producevano più generazioni delle cellule di animali di vita più breve. Il fenomeno è diventato noto come il limite di Hayflick: per quanto grande sia la cura con cui le si tratta, le cellule hanno un'obsolescenza incorporata.

Ebbe allora inizio una ricerca per accertare la causa di questo limite di sopravvivenza. Oggi gli scienziati credono di averla trovata. Gli enzimi noti come polimerasi, che copiano il DNA durante il processo di riproduzione delle cellule (noto anche come mitosi), non possono percorrere tutta la via fino all'ultimissima copia di basi di un cromosoma. Come quando si attacca un bottone, c'è sempre un pezzetto di filo che va sprecato nel fare il nodo. Per ovviare a questo problema meccanico, gli estremi dei cromosomi sono dotati di speciali sequenze di DNA dette telomeri. Ogni volta che una cellula si divide e che il DNA replica se stesso, un pezzetto del telomero va perduto, e i cromosomi sono perciò corrispondentemente più corti. (Poiché i telomeri stessi non sono geni, a questo accorciamento non consegue alcuna mutazione.) Dopo una settantina di divisioni cellulari, i cromosomi umani hanno esaurito la sequenza dei telomeri. Una volta terminati i telomeri, la cellula cessa di dividersi. E così spiegata l'osservazione di Hayflick.

Il lettore potrebbe chiedersi a questo punto quale sia la funzione dei gameti: la cellula uovo e lo spermatozoo. Noi siamo il prodotto dello sviluppo di un'ovocellula che si formò nel corpo di nostra madre quando essa era un feto nell'utero della nostra nonna materna. (Ora c'è qualcosa su cui riflettere!) Molto tempo trascorse da allora prima che l'ovocellula venisse fecondata: come hanno potuto i cromosomi presenti in essa conservarsi così a lungo senza subire danni? Risulta che i telomeri che dovessero subire danni vengono riparati da un enzima chiamato telomerasi. Questo enzima è disattivato in quasi tutte le cellule normali, ma rimane attivo nelle ovocellule e negli spermatozoi per conservarne intatti i telomeri. Le cellule germinali hanno infatti bisogno della telomerasi: esse non possono permettersi di perdere la capacità di una rigenerazione illimitata, giacché in caso contrario noi ci estingueremmo come specie.

Recentemente Calvin Harley della Geron Corporation a Menlo Park (California) e Jerry Shay e Woodring Wright al Southwestern Medical Center dell'Università del Texas a Dallas sono riusciti ad aumentare la longevità di

alcuni fibroblasti umani inserendo in essi della telomerasi. Queste cellule hanno superato di varie generazioni il limite di Hayflick. Potrebbe essere questa la fonte tanto sospirata dell'eterna giovinezza? La maggior parte dei biologi sono vivamente interessati, ma un po' scettici in proposito. L'esperimento dimostra in effetti che i telomeri sono connessi direttamente alla senescenza delle cellule, e suggerisce che la telomerasi potrebbe essere la chiave per convincere organi danneggiati (cuore, reni o fegato) a ricominciare a produrre tessuti sostitutivi sani. Il problema è come disattivare la telomerasi una volta che abbia compiuto il suo lavoro e che i tessuti siano cresciuti in misura sufficiente. Molte forme di cancro hanno trovato in effetti un modo per attivare la telomerasi, tanto che varie società farmaceutiche stanno cercando agenti antitelomerasi per usarli nella chemioterapia contro il cancro.

C'è un mito greco su una dea che prese come sposo un bel mortale. Essa gli assicurò l'immortalità, ma dimenticò di concedergli l'eterna giovinezza. Divenuto perciò il suo consorte sempre più fragile e senescente, la dea lo trasformò infine in un grillo, tenendolo sempre accanto a sé in una gabbia dorata. Pare che anche gli autori di *Star Trek* si siano dimenticati in qualche episodio il fatto dell'invecchiamento. Gli umanoidi molto longevi in cui ci imbattiamo a volte in *Star Trek* devono avere un qualche modo fisiologico di conservare il loro aspetto giovanile. Fra questi ci sono, per esempio, Guinan, e anche la giovane e bella Acamariana Yuta dell'episodio *Fattore vendetta (TNG)*, che riuscì a portare a compimento una vendetta covata per un secolo contro i Lornak. Se Yuta avesse avuto nel suo genoma un gene per una qualche sorta di supertelomerasi, le sue cellule avrebbero potuto continuare a dividersi indefinitamente. Il suo corpo avrebbe però subito un secolo di logorio e di danni: pelle, articolazioni e altri sistemi sarebbero stati inoltre soggetti a ogni sorta di sollecitazione meccanica. Yuta era senza dubbio una fanatica della corretta nutrizione e dell'esercizio fisico, per mantenere il suo corpo in perfetto ordine: una preoccupazione che potrebbe averla avviata alla sua carriera di chef.

Il record di longevità in *Star Trek* potrebbe essere detenuto senza dubbio da Flint, personaggio che appare nell'episodio della serie originale *Requiem per Matusalemme*. Flint era nato sulla Terra nel iv millennio a.C. I suoi tessuti si rigeneravano istantaneamente ogni volta che subivano qualche danno; perciò riuscì a vivere abbastanza a lungo per incontrare il capitano Kirk e l'equipaggio dell'*Enterprise* nel xxiii secolo d.C. Al tempo dell'incontro, su Holberg 91 7G, Flint stava gradualmente cominciando a morire; a quanto pare la "rigenerazione dei tessuti" dipendeva da fattori ambientali che avevano agito tempo addietro su di lui sulla Terra. Per la maggior parte della sua vita, però, Flint fu presumibilmente in grado di battere sia il limite di Hayflick per i telomeri sia il logorio e l'usura dell'età. E presumibilmente anche il suo tessuto cerebrale era in grado di "rigenerarsi", dal momento che nell'episodio le sue facoltà mentali sembrano abbastanza normali. Flint aveva però piedi molto lunghi. Alcune parti di noi — come per esempio la cartilagine del nostro naso e delle nostre orecchie — continuano a crescere per tutta la vita. Le belle ragazze hanno un bel nasino sottile, mentre le vecchie streghe hanno un lungo naso adunco. Flint avrebbe dovuto avere un naso enorme!

Nel caso dei bambini longevi sul pianeta Miri, nell'episodio omonimo della serie originale, c'erano sia un rallentamento dell'invecchiamento di un fattore 30 o più sia un concomitante rallentamento del processo di maturazione. Un "virus anti-invecchiamento" era fuggito da un laboratorio di ricerche diffondendosi fra la popolazione. I bambini rimanevano in questa condizione di invecchiamento rallentato fino al raggiungimento della pubertà, dopo di che il virus produceva una violenta follia e morte in conseguenza di necrosi dei tessuti

della pelle. Possiamo sospettare che l'agente virale agisse su un qualche tipo di meccanismo di riparazione del DNA. Per sopravvivere per trecento anni, i bambini di Miri dovevano avere meccanismi di guarigione migliori di quelli normali, e una protezione altrettanto buona dai legami intermolecolari che si formano nel collagene con la senescenza e dalla scomposizione delle proteine, oltre a un qualche modo per impedire l'accumulo di tessuto dove non occorre.

E improbabile che si riesca a conseguire l'immortalità attraverso la produzione, con i mezzi dell'ingegneria genetica, di un virus anti-invecchiamento, ma può darsi che sia possibile allungare in qualche misura la durata della vita umana influenzando su vari fattori esterni: incidenti, alimentazione, esercizio fisico o malattie. Attualmente le principali cause di morte nelle nazioni industrializzate — nelle quali i fattori limitanti non sono la fame, le malattie e le epidemie — sono le malattie cardiache e il cancro. Una volta vinte queste malattie, ci troveremo senza dubbio a dovere affrontare altri tipi di malattie che non emergono finché non si sia raggiunta l'età di ottanta o novant'anni. Supponendo che i ricercatori medici continuino a lavorare per prolungare gli anni della nostra vita produttiva, la durata media della vita umana potrebbe raggiungere un centinaio di anni, o anche centotrent'anni, come si dice in *Star Trek*, ma l'invecchiamento continuerebbe a esserci. Come le automobili antiche, che sono molto apprezzate, anche noi potremo continuare a circolare, ma le nostre condizioni potrebbero dipendere dalla cura con cui abbiamo eseguito i programmi di manutenzione richiesti.

Inversione dell'invecchiamento?

Nell'episodio *Giovani eroi (TNG)*, Picard, Guinan, il guardiamarina Ro Laren e Keiko Ishikawa scoprirono una sorta di raggio della giovinezza in conseguenza di un'avarìa del teletrasporto. Quel teletrasporto! McCoy aveva ragione a non fidarsi di quell'aggeggio infernale. Se non disperde le tue molecole in tutta la Galassia, crea doni, e se non produce il tuo gemello cattivo scompiglia il tuo DNA. In questo caso il teletrasporto mascherò l'espressione del DNA dei membri dell'*Enterprise-D*, riportandoli a un punto anteriore del loro sviluppo. Essi vennero ad avere così l'aspetto di bambini di dodici anni: l'unica cosa rimasta immutata era la loro mente; in qualche modo il *buffer* del teletrasporto aveva confuso il loro DNA abbastanza da cambiarne l'espressione ma aveva lasciato immutato il loro cervello. Pensandoci bene, neppure i loro indumenti erano stati modificati dal teletrasporto. Ma il teletrasporto o trasmette correttamente una configurazione di molecole o no. Non si possono scompigliare le molecole del DNA senza disordinare anche una quantità di altre importanti biomolecole.

I membri dell'equipaggio dell'*Enterprise-D* in *Giovani eroi* non furono i primi a subire l'inversione dell'invecchiamento. L'ammiraglio Mark Jameson si sottopose a un trattamento di ringiovanimento in un mondo alieno, nell'episodio *Guerra privata (TNG)*, sperando inizialmente di poter guarire dalla malattia di Iverson che lo affliggeva, ma infine rinunciò all'ambizione di poter continuare a lavorare, coltivata per tutta la vita. Se avesse potuto tornare giovane, si sarebbe comportato in modo diverso: forse avrebbe anche riparato errori passati. Ma non ebbe una seconda opportunità. Il suo tentativo di scongiurare il fato e riparare i crimini passati fu interrotto dalla morte.

Per invertire l'invecchiamento non può bastare invertire gli interruttori del DNA per esprimere geni che sono stati disattivati, né tornare a uno stato precedente del DNA, quando esso aveva ancora un maggior numero di possibilità. Negli esseri umani l'inversione dell'invecchiamento dovrebbe comportare una quantità di inversioni, come il riassorbimento di tessuti che erano già stati pienamente sviluppati; l'inversione della crescita delle articolazioni; il riassorbimento di buona parte della cartilagine del naso e delle orecchie; la rottura dei legami intermolecolari delle fibrille di collagene, che diventerebbero più flessibili. Cicatrici e ferite dovrebbero scomparire e i tessuti dovrebbero tornare alla condizione originaria; il grasso dovrebbe disperdersi dai luoghi in cui si è accumulato nelle regioni sottocutanee di tutto il corpo; ossa e muscoli dovrebbero rigenerarsi e diventare più densi; alcune ghiandole dovrebbero contrarsi e altre riapparire. Non sorprende che l'ammiraglio Jameson si contorcresse per il dolore: stava implodendo! Nel considerare l'inversione dell'invecchiamento, siamo decisamente nel regno della fantasia.

Gli autori di *Star Trek* hanno deciso giustamente che non si può eludere il fatto della morte. La morte è dall'altro lato anche nell'inversione dell'invecchiamento. Ci imbattiamo in un'intera specie di persone che invecchiano alla rovescia nell'episodio *Innocence* della serie *Voyager*; esse vivono su un pianeta del Quadrante Delta chiamato Drayan II. I Drayani nascono già adulti. L'episodio si occupa solo della fase finale della loro vita: aggiungiamo purtroppo, giacché sarebbe stato affascinante assistere alla nascita di un umanoide pienamente maturo. I membri "più vecchi" della società tornano a morire sulla loro *crysata* (la sacra luna sulla quale si evolse la specie). Quando entrano nella fase finale della loro vita, i Drayani sembrano bambini. Sono piccoli, hanno caratteri infantili e voce acuta e sono psicologica-mente innocenti e impulsivi. Questo fatto inganna Tuvok, inducendolo erroneamente a credere di avere a che fare con bambini, e facendo emergere i suoi istinti protettivi e un po' di disciplina vulcaniana. A quanto pare Tuvok fa tutte le mosse giuste. Il primo prelado drayano Alcia, nonostante la sua irritazione per il fatto che la santità della *crysata* sia stata violata dall'incursione del *Voyager*, riconosce un essere di qualità quando ne incontra uno. Concede perciò a Tuvok di accompagnare la Drayana con cui ha fatto amicizia negli ultimi istanti della sua vita. Noi tutti speriamo di avere la compagnia di amici così sensibili nel nostro ultimo viaggio.

8. *L'avventura continua*

*Dove avanziamo a un fattore
di curvatura 10 per investigare
il futuro della specie.*

“ Bones! Ha paura del futuro? ”

Kirk in Rotta verso l'ignoto (*Star Trek Vi*)

Doto il trionfale ritorno di Tom Paris dal primo viaggio dell'umanità a curvatura 10 nella navetta spaziale, il suo DNA cambiò. L'equipaggio del

Voyager non aveva mai saputo se la curvatura 10 fosse o no possibile, e tanto meno se si potesse sopravvivere ad essa. I teorici dicevano che nulla poteva raggiungere la curvatura 10, perché a tale velocità il movimento sarebbe stato infinitamente veloce e quindi, teoricamente, un viaggiatore si sarebbe trovato dappertutto nello stesso tempo. Disperando di trovare una via che li riportasse in patria, i membri del Voyager avevano profuso tutte le loro energie nella ricerca su velocità superiori alla velocità curvatura. E ora il Paris mutato era fuggito di nuovo con la navetta a curvatura 10, portando con sé il capitano Janeway. L'equipaggio seguì il loro segnale col massimo impegno possibile, pur temendo che potessero essere entrambi perduti per sempre. Rintracciata infine la navetta su un pianeta di Classe AI, la squadra di sbarco vi scese col teletrasporto, con l'irragionevole speranza di trovare Paris e la Janeway — qualsiasi cosa potesse essere accaduta loro — almeno ancora in vita...

Sulla superficie del pianeta il tricorder ronzò e trillò con la consueta efficienza, rassicurando la squadra di sbarco di avere almeno localizzato i due, mentre il segnale diventava più forte. Tuvok scostò le felci e si fermò. Chakotay e gli altri trattennero il respiro. Pensarono di essere pronti a tutto, ma non erano pronti a vedere delle... salamandre rosa con i loro piccoli!

E voi, siete pronti per il futuro?

Star Trek ci ha condotti in luoghi dove nessuno è mai giunto prima, attraverso l'esplorazione di mondi possibili e improbabili. Mentre contempliamo il nostro futuro, potremmo chiederci se lo guardiamo nel modo giusto o se facciamo della confusione. A volte vorremmo poter rifare delle cose finché non le facciamo giuste, come l'equipaggio della *Enterprise-D* nella Distesa dei Tifoni in *Circolo chiuso*. Il futuro della nostra civiltà dipende dall'apprendimento delle lezioni del passato. Come individui abbiamo una sola possibilità, per quanto tempo la scienza medica ci conceda per coglierla. Come specie, però, abbiamo numerose possibilità di continuare a tentare di rimediare, finché non ci autodistruggeremo.

Il concetto di evoluzione è una delle grandi idee della storia. La consapevolezza che le condizioni della vita non sono fisse — che tutto cambia e che ci sono sempre possibilità di miglioramento come pure di estinzione — ha dato un forte rilievo alla nostra mortalità individuale. Alcune persone trovano l'idea di evoluzione così minacciosa da intraprendere guerre sante contro di essa. Altre trovano la firma di Dio scritta nelle meraviglie della documentazione fossile e nelle tracce complesse del DNA. Quali che siano le proprie convinzioni spirituali, il concetto di evoluzione ci sfida a riconoscere l'eredità biologica che condividiamo con l'intera vita sulla Terra. Noi possiamo diventare qualcosa più di ciò che siamo. Siamo parte di qualcosa che è più grande di noi.

Gradualismo e salti

Di solito si pensa all'evoluzione in termini di selezione naturale e di speciazione. La selezione naturale è il processo per mezzo del quale una specie di animali o di piante viene a essere meglio adattata al suo ambiente: gli individui più forti e meglio adattati sopravvivono, si riproducono e trasmettono i loro caratteri alle generazioni successive. La speciazione ha luogo in vari

modi, di solito quando una popolazione si divide: come per esempio quando due gruppi di scoiattoli rimasero separati sugli orli settentrionale e meridionale del Grand Canyon. Nei milioni di anni che seguirono, i loro caratteri vennero plasmati dalla selezione naturale in modo leggermente diverso. Oggi al Grand Canyon ci sono due specie di scoiattoli distinte: gli scoiattoli di Kaibab, che abitano nella regione a nord del canyon, e gli scoiattoli di Abert che vivono a sud di esso. Le mutazioni casuali che occorsero in una popolazione non si verificarono nell'altra, e nel corso del tempo le due popolazioni presentarono una divergenza. Se c'è un'intensa pressione per la sopravvivenza, i mutamenti che plasmano una popolazione possono verificarsi rapidamente. Se c'è una pressione meno intensa, il modello fondamentale resterà immutato per molto tempo. Nel caso degli scoiattoli del Grand Canyon si pensa che le due popolazioni si siano separate nel corso di un periodo di circa 40 milioni di anni, il tempo impiegato dal fiume Colorado a incidere il canyon.

Se la popolazione umana dovesse disperdersi nella Galassia, quanto tempo impiegherebbero le pressioni evolvuzionistiche a differenziare una colonia dall'altra? Probabilmente un bel po'. La nostra storia culturale come specie risale solo a 5000-10.000 anni fa, ma se passiamo in rassegna ciò che sappiamo sul corso dell'evoluzione umana sulla Terra dobbiamo risalire a due milioni di anni fa circa — all'origine dell'*Homo erectus*, la specie di ominidi che ci ha preceduti — per trovare una differenza apprezzabile fra noi stessi e quello che potremmo considerare un essere umano primitivo. Prima che la selezione naturale possa produrre differenze altrettanto degne di nota fra noi stessi e l'uomo del futuro dovranno passare probabilmente almeno uno o due milioni di anni. Un paio di milioni di anni dovranno trascorrere, più o meno (a seconda delle pressioni ambientali e dell'incidenza delle mutazioni), prima che colonie umane isolate nello Iora, ricapitoliamo quella che viene considerata la situazione normale.

Di solito l'equilibrio ecologico crea condizioni relativamente stabili. Quando una combinazione di specie di animali e di piante ha successo in una certa zona geografica e climatica, tali specie tendono a persistere. Nel corso del tempo esse creano un equilibrio relativamente stabile, con tanti conigli e coyotes nei prati, tante zanzare e tuffetti su tanti stagni, con zone di pioppi e di pini che nei boschi cedono il passo a querce e olmi. Fino a quando non si verifica una qualche pressione esterna — per esempio un mutamento climatico dovuto all'avanzare dei ghiacci, o l'introduzione di un predatore di insetti, o la costruzione di un centro commerciale — l'equilibrio ecologico si conserva immutato. Perfino quando avvengono mutamenti del genere molte delle stesse specie continuano la loro vita, dopo avere raggiunto un nuovo equilibrio fondato sulle nuove condizioni. Ma che cosa accade quando la Terra viene colpita da un asteroide? Si ha una discontinuità!

L'impatto di un asteroide è la migliore spiegazione attualmente disponibile per le estinzioni in massa che si verificarono alla fine del periodo Cretaceo. La prova consiste in uno strato di indio (elemento raro sulla Terra, dove viene spesso portato da impatti meteorici), la cui origine extraterrestre fu dimostrata da Walter Alvarez, dell'Università della California a Berkeley, con l'aiuto del padre, il fisico premio Nobel Luis Alvarez. L'esistenza di tale strato è stata confermata da allora in più di cinquanta luoghi in tutto il mondo, esattamente in corrispondenza con quello che è noto oggi come il confine K-T: lo strato che separa i fossili del Cretaceo da quelli della successiva Era terziaria. Più recentemente è stato identificato quello che si pensa sia il livello zero: una depressione di circa 170 km di diametro nella penisola dello Yucatàn, in Messico, che si pensa sia quanto rimane di un cratere di impatto risalente allo

stesso tempo. Si pensa che l'oggetto che ha prodotto il cratere avesse un diametro di almeno dieci chilometri, e la presenza di una "risparcio divergano dando origine a specie separate. Non possiamo supporre, però, che i tempi saranno tutti simili. Ci saranno senza dubbio pressioni selettive diverse, le mutazioni avranno luogo a caso, e la selezione procederà perciò a ritmi variabili e ci saranno vari tipi di selezione.

Nella storia della Terra ci sono stati periodi nei quali si è verificata una rapida produzione di specie, per lo più in conseguenza di sconvolgimenti catastrofici dell'ambiente che hanno condotto all'estinzione in massa di specie e alla conseguente apertura di "nicchie" ecologiche. La teoria della speciazione periodica è nota come teoria degli "equilibri punteggiati" o "equilibri discontinui" e l'articolo classico che la illustra fu pubblicato nel 1972 da Stephen Jay Gould e Niles Eldredge. Gould ha divulgato alcune affascinanti prove della sua teoria nel volume *Wonderful Life* (1989), in cui illustra i fossili della cosiddetta Burgess Shale e l'esplosione di forme di vita che segnò l'inizio del Cambriano, 590 milioni di anni fa. (L'idea di periodi di rapida speciazione era stata proposta per la prima volta verso la fine degli anni '40 dal paleontologo di Harvard George Gaylord Simpson, che l'aveva chiamata "evoluzione quantica", ma l'espressione "equilibri punteggiati", proposta da Gould ed Eldredge, è diventata il termine preferito.)

Un mutamento analogo avvenne alla fine del periodo Cretaceo, 65 milioni di anni fa, quando si estinsero le varie specie di dinosauri e un gran numero di altre specie, sgombrando in tal modo la via alla proliferazione di piccoli mammiferi, che avrebbero successivamente dominato il pianeta. La discontinuità nella documentazione fossile che si riscontra in corrispondenza di questo periodo è una prova sorprendente del fatto che in certe epoche della storia geologica la speciazione si verifica su vasta scala e con grande rapidità. Per ora, ricapitoliamo quella che viene considerata la situazione normale.

Di solito l'equilibrio ecologico crea condizioni relativamente stabili. Quando una combinazione di specie di animali e di piante ha successo in una certa zona geografica e climatica, tali specie tendono a persistere. Nel corso del tempo esse creano un equilibrio relativamente stabile, con tanti conigli e coyotes nei prati, tante zanzare e tuffetti su tanti stagni, con zone di pioppi e di pini che nei boschi cedono il passo a querce e olmi. Fino a quando non si verifica una qualche pressione esterna — per esempio un mutamento climatico dovuto all'avanzare dei ghiacci, o l'introduzione di un predatore di insetti, o la costruzione di un centro commerciale — l'equilibrio ecologico si conserva immutato. Perfino quando avvengono mutamenti del genere molte delle stesse specie continuano la loro vita, dopo avere raggiunto un nuovo equilibrio fondato sulle nuove condizioni. Ma che cosa accade quando la Terra viene colpita da un asteroide? Si ha una discontinuità!

L'impatto di un asteroide è la migliore spiegazione attualmente disponibile per le estinzioni in massa che si verificarono alla fine del periodo Cretaceo. La prova consiste in uno strato di indio (elemento raro sulla Terra, dove viene spesso portato da impatti meteorici), la cui origine extraterrestre fu dimostrata da Walter Alvarez, dell'Università della California a Berkeley, con l'aiuto del padre, il fisico premio Nobel Luis Alvarez. L'esistenza di tale strato è stata confermata da allora in più di cinquanta luoghi in tutto il mondo, esattamente in corrispondenza con quello che è noto oggi come il confine K-T: lo strato che separa i fossili del Cretaceo da quelli della successiva Era terziaria. Più recentemente è stato identificato quello che si pensa sia il livello zero: una depressione di circa 170 km di diametro nella penisola dello Yucatàn, in

Messico, che si pensa sia quanto rimane di un cratere di impatto risalente allo stesso tempo. Si pensa che l'oggetto che ha prodotto il cratere avesse un diametro di almeno dieci chilometri, e la presenza di una "ricaduta di indio" in tutto il mondo suggerisce un disastro a livello planetario, probabilmente sotto forma di un'immensa nube di polvere salita fino alla stratosfera che avrebbe bloccato per molto tempo la luce e il calore del Sole. Gli animali che non furono uccisi dallo spostamento d'aria, dalle ondate del mare o dalle tempeste di polvere, dovettero sopportare mesi e mesi di buio. Le piante morirono; gli animali non trovarono più cibo; il pianeta si raffreddò.

Benché questa catastrofe sia teorica e sia stata ricostruita solo sulla base di indizi, gli scienziati sono riusciti a misurare la quantità di ceneri e di polvere sollevata da alcune catastrofi naturali nel nostro tempo, come l'eruzione del Krakatoa, in Indonesia, nel 1883, l'esplosione del vulcano di Mount Saint Helen nel 1982 e l'eruzione del Mount Pinatubo nelle Filippine nel 1991. Le ceneri delle eruzioni del Pinatubo e del Mount Saint Helen oscurarono il cielo per un'estensione di chilometri e chilometri, creando per settimane tramonti spettacolari a distanza di un continente. L'eruzione del Krakatoa, una delle maggiori eruzioni vulcaniche della storia registrata, fu udita a più di 3000 km di distanza in Australia. Le ceneri ricaddero su un'area di 800.000 chilometri quadrati, e quelle più fini impiegarono un anno per depositarsi al suolo. Ma l'impatto dell'asteroide che produsse il cratere dello Yucatàn dev'essere stato più grande di vari ordini di grandezza. Esso deve avere provocato terremoti in tutta la Terra, e la nube di polvere da esso sollevata deve avere oscurato il cielo di giorno e abbassato per mesi e mesi la temperatura della Terra. A quei tempi, con la possibile eccezione di Q, non c'era ovviamente nessuno ad assistere a tali eventi, ma il fatto di non essere stati presenti ai fatti non ha impedito agli scienziati di fare congetture su molte cose, a cominciare dal big bang.

Le estinzioni in massa, però, non sono tutta la storia. Ci sono anche periodi di proliferazione in massa. Molto tempo prima dell'apparizione dei dinosauri, mentre la maggior parte del mondo era abitata da organismi semplici che stavano appena cominciando a sperimentare la pluricellularità come stile di vita, accadde qualcosa: un evento che rimane ancora più misterioso del cataclisma al confine fra Cretaceo e Terziario. Quest'evento si rivelò produttivo più che distruttivo. Verso la fine del Precambriano, in un arco di soli 10 milioni di anni, i processi evolutivi subirono una brusca accelerazione. Ci fu una proliferazione senza precedenti di piani corporei. Si pensa che l'avvento di un'atmosfera ricca di ossigeno, insieme all'aumento globale della temperatura che liberò il pianeta da una lunga era glaciale, abbia permesso alle forme di vita di espandersi rapidamente in nicchie ambientali libere. Questo fatto potrebbe spiegare in parte perché si trovi una tale abbondanza di forme nuove all'inizio del Cambriano, ma non conosciamo il "come" della loro rapida evoluzione.

Esiste almeno un processo genetico capace di produrre mutamenti radicali nella morfologia per mezzo di una singola mutazione. I geni in gioco sono i cosiddetti geni omeobox o geni omeotici. Ce ne siamo occupati in breve nel capitolo 1, quando abbiamo esaminato la possibilità dello sviluppo di antenne da parte di specie di umanoidi.

I geni omeobox sono fra i molti geni la cui presenza può essere rintracciata in epoca anteriore all'origine dei vertebrati. I geni omeotici furono isolati per la prima volta nell'oggetto sperimentale preferito dai genetisti, il moscerino della frutta (*Drosophila melanogaster*). I genetisti amano questo insetto perché non costa niente, è piccolo, si riproduce rapidamente e non punge. Esso presenta anche varie forme mutanti naturali: variazioni nel colore degli occhi e nella

forma delle ali che sono state studiate con cura in esperimenti di incrocio per determinare le regole della trasmissione ereditaria. Quando divenne possibile la mappatura dei geni, la *Drosophila* fu usata in innumerevoli esperimenti per associare geni noti a siti specifici sui cromosomi. Il genoma del moscerino della frutta è stato ricostruito quasi per intero, ed è in corso il suo sequenziamento nel Progetto Genoma della *Drosophila*. I ricercatori stanno imparando oggi che cosa accade quando si inducono deliberatamente delle mutazioni in geni specifici del moscerino. Ma non c'è da preoccuparsi. Non sentirete mai dire che una drosophila gigante ha messo in pericolo l'esistenza di una città. I geni non possono attivare tipi di mutamenti in grado di trascendere le leggi della fisica. Gli scienziati hanno però prodotto degli insetti davvero notevoli (vedi la figura 7). Se vi sembra che al moscerino di destra siano spuntate in testa delle zampe invece di antenne, avete perfettamente ragione.

Ecco che cosa possono fare i geni omeobox: determinare quali segmenti del corpo crescono in una data parte del corpo. Se si modifica l'ordine o il numero dei geni omeotici, ne risulta un mutamento nell'ordine o nel numero delle parti del corpo. Alcuni geni omeotici hanno causato in alcuni moscerini la crescita di quattro ali in luogo delle solite due, o la totale mancanza di ali. Nei vertebrati i geni omeobox possono causare malformazioni degli arti. Una specifica mutazione in un gene omeotico nell'uomo è responsabile della polisindattilia, un difetto congenito consistente nella fusione di dita delle mani e dei piedi e nella presenza di dita soprannumerarie.

I geni omeobox sono fra le poche famiglie note di geni capaci di indurre cambiamenti importanti nei piani corporei per mezzo di una singola mutazione, e potrebbero spiegare l'assenza di forme intermedie nella documentazione fossile. Tale assenza è stata considerata dai creazionisti una "prova" dell'erroneità della teoria dell'evoluzione. Per esempio, non ci sono specie fossili di mammiferi terrestri con arti sempre più piccoli e corpo sempre più grande, capaci di vivere anche nell'acqua, in grado di fornire un qualche tipo di continuità morfologica nell'evoluzione dei cetacei. Attraverso la mutazione di un gene omeotico che controlla lo sviluppo degli arti o dei segmenti corporei, però, un mutamento su grande scala potrebbe benissimo occorrere nell'arco di un numero relativamente piccolo di generazioni, modificando una zampa in una pinna.

Un tale mutamento è possibile ma indimostrato. Le teorie evoluzionistiche sono difficili da sottoporre a verifiche sperimentali a causa del lungo periodo di tempo nel corso del quale ha luogo il mutamento evoluzionistico stesso. Il salto dalla genetica cellulare all'evoluzione delle specie è enorme e altamente speculativo, ma la connessione è seducente ed è attualmente oggetto di intense ricerche.

E che dire di noi? Quali mutamenti potremmo vedere in noi stessi? Come si evolverà la specie umana?

Le predizioni migliori sono quelle che si fondano sul passato, e se noi consideriamo il passato dell'uomo non troviamo molte indicazioni. *L'Homo sapiens* esiste da troppo poco tempo in proporzione alla storia della vita sulla Terra. Le prove a nostra disposizione indicano nel continente africano il luogo d'origine della nostra specie. *L'Homo erectus* apparve in Africa circa due milioni di anni or sono, e di là i nostri antenati si dispersero in tutto il mondo, dirigendosi verso nord in Asia, poi verso ovest in Europa e verso est nell'Estremo Oriente. Infine gli esseri umani, dopo essersi diffusi in Siberia e avere attraversato quello che era allora un ponte di terraferma, giunsero anche in Nordamerica. Continuarono poi a spostarsi, raggiungendo le coste atlantiche del

Nordamerica e scendendo infine nell'America Centrale e Meridionale. Ci sono prove anche del fatto che furono intrapresi viaggi oceanici, dal Sudamerica alle isole del Pacifico, e dall'Europa settentrionale al Nordamerica.

Durante e dopo queste migrazioni, nel corso di un periodo di un milione di anni circa, l'uomo sviluppò tutta la diversità razziale ed etnica oggi esistente nel mondo. La pigmentazione scura conferiva poco vantaggio alle popolazioni che vivevano nell'Europa settentrionale, e andò infine perduta. Le popolazioni africane rimasero relativamente isolate rispetto ai gruppi umani insediati negli altri continenti e conservarono la forte pigmentazione, ma nel continente africano subculture isolate svilupparono caratteri fisici diversi, come la piccola statura dei pigmei !Kung San del deserto del Kalahari e l'alta statura dei Tutsi del Ruanda e del Burundi. Gli aborigeni australiani svilupparono la pigmentazione più scura fra tutti i popoli della Terra. I popoli asiatici hanno una colorazione intermedia e condividono alcuni caratteri facciali con i loro discendenti sul doppio continente americano, gli amerindiani. Queste differenze emersero in modo molto graduale, nel corso di migliaia di anni di isolamento. Ora che il nostro mondo è diventato molto più piccolo che in passato, e che persone originarie dei vari continenti si mischiano, è probabile che i vari caratteri — pigmentazione, caratteri facciali, caratteri fisici, tipo di capelli e altro — si mescolino, con la conseguente perdita finale di tipi distinti. E inoltre difficile fare congetture sui mutamenti fisici che potrebbero apportare i prossimi due milioni di anni. Le tendenze oggi osservabili, come il graduale aumento della statura, sembrano dovute più a fattori legati allo stile di vita — cibo migliore, un'esistenza più facile — che alle forze della selezione naturale.

Se non usi un organo lo perdi!

Un fatto — che è insieme un monito — in cui ci imbattiamo ripetutamente nell'universo di *Star Trek* è quello dell'evoluzione della mente a spese del corpo. Fra i primi esempi in cui ci imbattiamo (nell'episodio della serie originale *L'ammutinamento*) ci sono i Talosiani, quei gracili umanoidi calvi dalla grande testa che tentano di trattenere il capitano

Christopher Pike su Talos IV come riproduttore per la loro nuova specie di servi. I Talosiani hanno apprezzato a tal punto la vita della mente da rinunciare in gran parte al loro sviluppo fisico. Essi vivono nel sottosuolo, e conducono una sorta di vita indiretta, fondata in gran parte sulla loro tecnologia della realtà virtuale, che ha in gran parte sostituito la vita reale. Essi si concentrano in pratica su un solo aspetto della loro esistenza umanoide trascurando tutti gli altri. Dopo avere selezionato per generazioni processi di pensiero sempre migliori, hanno perso ogni capacità di partecipare alla vita attiva. La loro specie è avviata all'estinzione. Essi hanno cominciato a perlustrare la Galassia alla ricerca di una specie di schiavi che lavorino per loro e li facciano divertire.

Star Trek rivisita questo tema con qualche cambiamento nell'episodio della serie originale *Operazione cervello*. Gli antenati degli Eymorg di Sigma Draconis VI avevano reso la vita così facile che i loro discendenti (almeno le femmine regnanti, che vivevano sotto la superficie del pianeta) persero la capacità di pensare e di prendersi cura di se stessi. Questa forma di disadattamento si ritrova anche negli Ocampo del Quadrante Delta, un altro popolo "mantenuto" (nell'episodio *Il guardiano* della serie *Voyager*). Gli

Ocampa lasciavano che a provvedere a tutti i loro bisogni fosse il Guardiano della loro città sotterranea, ed erano quindi impreparati a provvedere a se stessi quando il Guardiano morì dopo 500 generazioni di Ocampa.

La molla che spinge nel senso del miglioramento evolutivo è la lotta per la sopravvivenza. Non ci si può permettere di smettere di usare la mente o il corpo. I progenitori rettiliani dei serpenti un tempo avevano le gambe. La morale dell'evoluzione sembra essere: se non usi un organo lo perdi!

Che cosa potrebbe avere in serbo per noi il futuro, ma forse no

La maggior parte di noi troverebbe ripugnante l'idea di diventare un mero *Homo cerebrus*. Ma che dire della possibilità di sviluppare nuovi poteri cerebrali? Il genere umano può diventare una specie telepatica?

Deanna Troi è una consigliera ben preparata, una sorta di psicoterapeuta, ma, a differenza di uno psicoterapeuta, può non solo aiutare a capire una situazione ma anche dare consigli. A volte il suo compito prevede che essa dica le cose come stanno anche a un ufficiale superiore infuriato, come quando proibisce a Riker di lasciarsi trascinare dal suo desiderio di vendetta dopo avere udito la notizia che Picard sarebbe stato ucciso nel corso di una futile rissa in una taverna (*TNG: L'arma perduta*). Per lo più, però, usa la sua formazione e le sue capacità per permettere all'equipaggio di avere una visione più corretta dei propri sentimenti e della propria interiorità. Essa incoraggia le persone ad attingere alle loro risorse interiori, come fa col mediatore sordo Riva quando egli perde i suoi traduttori in *Rumoroso come un sussurro*.

Essendo per metà betazoide, Deanna è empatica. Le specie telepatiche sono abbastanza comuni fra gli umanoidi di *Star Trek*. Diversamente dai soggetti telepatici "normali", i Vulcaniani richiedono un contatto fisico per poter fondere la loro mente con quella di un altro soggetto, ma poi la connessione è così intensa che le due parti condividono completamente i pensieri per l'intera durata della "fusione". Gli abitanti di Ocampa hanno poteri mentali prodigiosi, ma non li sviluppano senza un opportuno addestramento. Altre specie, come i Melkotiani in *Lo spettro di una pistola* (della serie originale), gli Ulliani in *Violenze mentali (TNG)* e i Cairn di *La porta chiusa (TNG)* sono completamente telepatici, usando il linguaggio orale solo, per parlare con umanoidi di altri mondi.

Per gli esseri umani non pare ci siano molte possibilità di sviluppare doti telepatiche. Nonostante tutto ciò che si è scritto sulla percezione extrasensoriale, sui fenomeni psi e sul paranormale, non esiste alcuna dimostrazione accettabile dell'esistenza della telepatia. Né sono state pubblicate dimostrazioni scientificamente verificabili della telecinesi (la capacità di spostare o manipolare oggetti con il pensiero). Certo, la nostra esperienza soggettiva è estremamente potente. A volte possiamo avere l'impressione che il potere della nostra mente costituisca una sorta di energia. Senza dubbio i nostri pensieri, atteggiamenti e convinzioni plasmano l'esperienza della nostra vita in modi che sembrano inconciliabili con una spiegazione razionale. Come dobbiamo considerare i giocatori di pallacanestro che passano molto tempo a visualizzarsi mentre battono con successo tiri liberi e in tal modo accrescono effettivamente le loro percentuali di successo? O i giocatori di golf che "vedono" il tiro prima di eseguirlo? Psicologi e terapeuti — e persino baristi, come Guinan — ci incoraggiano di continuo a coltivare un atteggiamento positivo. Si dice che i giardinieri che parlano con le piante sono quelli che ottengono i migliori

risultati. Questa è forse una prova che il pensiero abbia un'energia propria? Gli autori di *Star Trek* sembrerebbero crederlo. In *Un mistero dal passato (TNG)* incontriamo i Devidiani, i quali vivono grazie a un'"energia neurale" che rubano ad altre forme di vita. Onaya, una forma di vita incorporea, si alimenta similmente dei pensieri di altri, e specificamente della loro immaginazione creativa. Per ottenere ciò di cui ha bisogno, essa stimola la produzione di neurotrasmettitori nel cervello di altri esseri, permettendo loro di creare grandi opere d'arte ma uccidendoli nel corso del processo. A quanto pare una delle sue vittime fu il poeta John Keats (*DSN: The Muse*). Gli esseri che si nutrono di energia tendono a essere poco simpatici. Fra i più sgradevoli c'è l'essere noto come Redjac, un assassino psicopatico sopravvissuto nel corso del tempo nutrendosi dell'"energia di pensiero" del terrore umano (nell'episodio della serie originale *Fantasma del passato*). Nella parte II dell'*Arma perduta (TNG)*, gli autori di *Star Trek* escogitano quella che dev'essere considerata una sorta di arma suprema, un "risonatore psionico", con cui i Vulcaniani possono concentrare e amplificare la loro energia telepatica, in modo tale da poter uccidere chiunque nutra pensieri di violenza.

Anche se a volte possiamo avere l'impressione che il pensiero sia una forma di energia dotata del potere di plasmare il mondo, quello che esso plasma è in realtà il nostro mondo soggettivo, quello contenuto nella nostra testa. La nostra esperienza del mondo è in effetti alterata da questo stato interno, ma non a causa dell'"energia di pensiero", dal momento che una tale forma di energia non esiste. Quel che manca è una spiegazione della stretta integrazione di corpo e mente. Il giocatore di pallacanestro che visualizza se stesso mentre manda la palla nel cesto, in realtà ripete mentalmente il movimento. Quanto più esatta è l'immagine che egli elabora del processo — i rimbalzi preparatori della palla, la valutazione mentale della distanza dal canestro, il senso del peso della palla prima del tiro, l'accompagnamento della palla mentre osserva il suo passaggio attraverso l'anello — tanto più probabile è che il processo di visualizzazione si traduca in una corretta "memoria muscolare" e aumenti la percentuale di successo nei tiri liberi. Ma il giocatore di pallacanestro che spende *tutto* il suo tempo nella visualizzazione, tralasciando l'esercizio sul campo di gioco, difficilmente riuscirà a mettere a segno molti punti. La visualizzazione è efficace quando rinforza l'esperienza reale.

Un altro esempio dello stretto legame fra mente e corpo ci viene fornito dalla medicina. Il controllo dell'effetto placebo è oggi incluso abitualmente nella sperimentazione dell'efficacia dei farmaci. Un placebo è una sostanza inerte o un protocollo di terapia che tende a imitare sotto tutti i profili l'aspetto del farmaco o del trattamento che si sta studiando, eccezion fatta per la presenza dell'ingrediente attivo. Noi siamo abituati a considerare i placebo soprattutto come compresse di zucchero, ma nel caso di alcuni trattamenti psicoterapeutici il "placebo" può essere anche una seduta che dura quanto la seduta terapeutica, ma senza che in essa venga somministrata la terapia. È noto che a volte tali trattamenti placebo hanno successo, e che certi tipi di malattie rispondono ai placebo più di altre. Non è insolito che gravi depressioni presentino percentuali di successo con placebo prossime al 30 per cento, e un farmaco antidepressivo, come il Pamelor o il Prozac, deve dimostrare un tasso di successi significante maggiore del placebo usato come controllo prima di poter essere commercializzato come un farmaco efficace.

L'influenza della mente sul corpo è reale, anche se non ne comprendiamo ancora i meccanismi. Ammettere l'esistenza di una connessione mente-corpo che non comprendiamo è tuttavia molto diverso dal dire che la mente non esercita alcuna influenza. La risposta a un trattamento per mezzo di placebo può

essere misurata attraverso protocolli scientifici standardizzati che sono considerati soddisfacenti dagli osservatori più scettici. Telepatia e telecinesi non sono state invece dimostrate scientificamente. C'è una differenza enorme fra influire sul proprio soma col proprio cervello e "trasmettere" una qualche sorta di segnale ineffabile e metafisico alla mente di un altro essere umano. Per quanto l'idea della telepatia possa affascinarci — "Confondere i miei pensieri con i tuoi pensieri, la mia mente con la tua mente..." —, non abbiamo alcuna prova che essa esista, cosicché non abbiamo alcuna ragione di attenderci che possa evolversi.

Esseri incorporei

L'esistenza futura dell'umanità non comprenderà probabilmente lo sviluppo dell'intelletto a spese del corpo, o lo sviluppo di poteri mentali magici come la telepatia. Ma che cosa si può dire del raggiungimento di un piano di esistenza completamente diverso? E della possibilità di abbandonare il corpo e muovere verso un'esistenza incorporea?

Nell'episodio *Trasformazioni* di *TNG*, un umanoide zalkoniano si trova in condizioni critiche, dopo essere sopravvissuto a stento alla caduta della sua navetta monoposto su un pianeta del sistema Zeta Gelis. La dottoressa Crusher riesce a guarirlo perfettamente, e rimane sorpresa nell'assistere a un processo fisiologico in corso che gli dà forti dolori. L'equipaggio ha simpatia per il superstite; egli è pacifico e sembra non nutrire ostilità per nessuno: al contrario. Geordi trova che la conoscenza del nuovo venuto, a cui l'equipaggio ha appioppato il nomignolo di "John Doe", ha fatto crescere la sua fiducia in se stesso e la sua abilità con le donne. Quando John tocca O'Brien, la sua spalla slogata si risana istantaneamente. Questi piccoli misteri si risolvono quando se ne presenta uno ancora maggiore: John Doe sparisce dal mondo materiale per una sorta di mutazione, con grande costernazione della polizia zalkoniana, che era da tempo sulle sue tracce e ora non riesce a prenderlo.

In *Star Trek* ci imbattiamo di tanto in tanto in specie in-corporee. Oltre a Redjac e a Onaya c'è l'entità benevola che decide di sperimentare la vita corporea come figlio di Deanna Troi, una presenza gradita che decide di andarsene quando si rende conto che sta mettendo a rischio l'equipaggio, sconvolgendo il campo di stasi che circonda alcune colture di un virus di una malattia mortale (*TNG: 11 bambino*). La più nota fra le forme di vita incorporee di *Star Trek*, ovviamente, è il continuo dei Q, anche se Q, nei suoi incontri con Picard, Sisko e la Janeway, assume di solito la forma di un maschio umano. E non dimentichiamo Wesley Crusher e Kes. Entrambi pensavano con tanta intensità da pensare di allontanarsi col pensiero. (Oppure potrebbero librarsi qui vicino proprio ora!)

Nell'universo di *Star Trek* ci sono due tipi di forme di vita "incorporee". Una è semplicemente una forma di vita che si trova in un qualche stato materiale diverso dalla fase solida o liquida: possiamo avere perciò esseri di plasma o esseri gassosi, che sono considerati incorporei perché non hanno un corpo solido. L'altra varietà di vita incorporea è quella degli "esseri di energia". Per lo più gli autori di *Star Trek* sono molto avari di dettagli sulla vita incorporea. È piuttosto difficile concepire un "oggetto" gassoso, vivo o no, capace di conservare la sua coerenza nella nostra atmosfera e quindi di interagire col

personale della Flotta stellare. E la coerenza — la capacità di codificare informazione, di memorizzarla, richiamarla e replicarla — è una delle condizioni necessarie per tutte le forme di vita. Ma se è difficile concepire un essere gassoso, che cosa si può dire di uno che non esiste nella forma di una qualsiasi sorta di materia? Eccoci di nuovo agli estremi confini della realtà!

L'energia non forma una configurazione a meno che non sia codificata da "qualcosa", e quel qualcosa significa materia. Anche se concepiamo un essere che proietta all'esterno i suoi pensieri (o, se preferite, il suo spirito) come un flusso di energia, l'energia stessa non è viva. Essa non può interagire se non viene ricevuta all'altro estremo da "qualcosa". L'ologramma di Leonardo da Vinci (nell'episodio della serie *Voyager Concerning Flight*) fu sconvolto dal pensiero che una donna fosse rimasta intrappolata nel computer del *Voyager*. Noi ridiamo perché, essendo tecnologicamente più esperti, comprendiamo che la voce di Majell Hall non è quella di una donna reale, bensì una voce sintetizzata (o registrata, a seconda che siamo nell'universo di *Star Trek* o in quello reale). Similmente, il segnale elettronico che porta *Star Trek* al nostro televisore non è certamente vivo. E una configurazione generata da una "cosa": in questo caso una stazione trasmittente. Negli studi della Paramount, gli attori sono vivi (oppure state osservando film già girati), ma non è viva l'energia che guardate. L'energia, di per sé, non può comprendere una forma di vita.

Perciò, se l'umanità deve evolversi come forma di vita, dovrà rimanere materiale. E improbabile che noi acquisiamo il dono della telepatia, il che significa che continueremo a comunicare a parole, meglio o peggio che sia. Noi rimarremo essenzialmente esseri singoli, confinati nei limiti della nostra persona. C'è qualche speranza, per noi, di unirci e raggiungere le stelle?

L'evoluzione culturale

La via più probabile seguita dall'evoluzione umana emerge chiaramente ogni volta che Picard o Sisko o la Janeway devono spiegare chi sono a una specie aliena primitiva fino allora sconosciuta. Quanto spesso li abbiamo uditi intonare la solita litania: "Un tempo eravamo come voi, selvaggi, bellicosi..." o parole simili? Nell'universo di Gene Roddenberry — il futuro secondo *Star Trek* — la via più sicura per l'evoluzione umana è culturale.

Questa prospettiva è scientificamente ragionevole. L'evoluzione culturale spiega la nostra presenza sulla Terra come la più numerosa fra le grandi specie di mammiferi. Riflettiamo un momento sulla cosa. Sulla Terra rimangono, in libertà, circa 600.000 elefanti africani, 50.000 elefanti asiatici, 6000 tigri siberiane e solo un migliaio di panda giganti. Noi siamo in tutto circa 5 miliardi. Ben poco spazio rimane per una quantità di varie altre specie di mammiferi. Noi siamo quasi nudi, senza zanne o artigli, e non siamo particolarmente veloci nella corsa. Come abbiamo fatto ad acquistare una tale preponderanza su un pianeta su cui vivono elefanti, tigri, panda e tutte le altre specie minacciate? La risposta risiede nell'evoluzione culturale: noi impariamo.

Noi potremmo essere, per le forme di vita esistenti sul nostro pianeta, l'equivalente della minaccia dei Borg. Qualsiasi forma di vita — si tratti di piante, di animali o di procarioti — che non trovi il modo di esistere in qualche luogo un po' fuori mano, è probabile che venga assimilata da noi. Come i Borg

noi siamo impegnati a perfezionare noi stessi:

il nostro corpus di conoscenza si arricchisce di continuo di nuove idee. E come i Borg anche noi possiamo essere trasformati da un'idea. Richard Dawkins ha introdotto il concetto di memi. Un meme è un'idea la cui disseminazione trasforma una cultura, determinando qualcosa di simile a un cambiamento di paradigma. Lo abbiamo visto accadere negli episodi di *TNG Il ritorno dei Borg*, parti I e II). Picard permette a un Borg catturato, che il suo equipaggio ha battezzato "Hugh", di tornare al suo collettivo borg. Hugh porta con sé un meme distruttivo ricevuto dall'*Enterprise-D*: egli introduce fra i Borg il concetto di individualità, e in conseguenza di ciò il suo collettivo perde la capacità propria dei Borg di funzionare come una mente unica. Il collettivo di Hugh è scoperto da Lore mentre va alla deriva senza meta nello spazio; esso è ormai incapace di qualsiasi cosa perché non può più concentrarsi e prendere decisioni con la sua intelligenza collettiva, ora divisa fra innumerevoli individui. Come nel caso dei Borg, è probabile che i mutamenti più notevoli che noi subiremo come specie avvengano attraverso l'evoluzione della nostra mente.

Noi esseri umani abbiamo mani abili con un pollice opponibile. Abbiamo un'andatura eretta che libera le nostre mani dai compiti della locomozione, rendendole disponibili per qualcosa di diverso. Usiamo strumenti. Possediamo un linguaggio complesso. Abbiamo una corteccia frontale che ci permette di immaginare il nostro futuro e ricordare il nostro passato, e un desiderio insaziabile di esplorare. Una volta esplorato o scoperto qualcosa di nuovo, proviamo un desiderio ugualmente insaziabile di comunicarlo ad altri esseri umani. Noi insegniamo.

L'uomo ha già sperimentato una serie di rivoluzioni culturali con la scoperta del fuoco, l'invenzione della ruota, dell'agricoltura, della metallurgia e del torchio da stampa, e con la Rivoluzione industriale. Attualmente siamo impegnati in altre tre rivoluzioni culturali: l'esplorazione spaziale, la determinazione del genoma umano e una rivoluzione delle comunicazioni su una scala senza precedenti. Noi impariamo non solo dall'esperienza diretta, ma anche dall'esperienza accumulata di altri esseri umani. Quando non rifiutiamo — per negligenza, guerra o pregiudizio — il sapere di altri, impariamo ancora più in fretta. Abbiamo la potenzialità di migliorarci come atleti e come artisti, di diventare più saggi, più colti, più compassionevoli e tolleranti: in breve, più "umani".

Questo è il futuro che l'evoluzione ci riserva secondo *Star Trek*: apprendere dalle nostre esperienze dolorose di povertà, inquinamento, sovrappopolazione, razzismo e guerra. Imparare che non dobbiamo rimanere sempre necessariamente in preda a tali mali e permettere loro di distruggerci. Per immaginare come potrebbe essere il nostro futuro, decidiamo che è là che vogliamo andare, e lavoriamo per realizzare questo intendimento.

9. Là dove nessuno giungerà mai

*Dove consideriamo la vita su pianeti
privi di vegetazione, il sesso (di nuovo),
i mutaforma, la disevoluzione,
i virus trasportati dall'aria,*

*le scansioni cerebrali, la vita nel vuoto
e la trasformazione dei Klingon.*

“È solo uno spettacolo televisivo. La vita è un'altra cosa!”

William Shatner, *Saturday Night Live*

“Fu un'esperienza sublime. Picard era inginocchiato accanto alla pozzanghera schiumosa da cui stava per formarsi la prima proteina nella storia della Terra. All'orizzonte risplendeva il magnifico spettacolo di una distorsione spazio-temporale, più sfavillante del Sole. Neppure il cinico scherno di *Q* riusciva a offuscare completamente il carattere mirabile del momento. Mentre *Q* si alzava da terra, spolverandosi le ginocchia e sistemandosi come d'abitudine la tunica, Picard crollò di colpo, in un parossismo di tosse, con una schiuma di muco rosso di sangue che gli saliva dai polmoni.”

TNG: Ieri, oggi e domani

BE' no, le cose non andarono esattamente così, ma così sarebbero dovute andare. Niente DNA, e quindi niente piante. Niente piante, niente ossigeno. A quell'epoca l'atmosfera della Terra era composta principalmente di metano, ammoniaca e acido solfidrico. Una cosa davvero nauseabonda!

Oltre a darci personaggi che crescono di episodio in episodio fino a diventare persone plausibili alle quali ci sentiamo affezionati, gli autori di *Star Trek* — anche in risposta a pressioni da parte di fan scettici e affamati di realtà — si sono sforzati di rendere la serie coerente e scientificamente plausibile. *Star Trek* ha sempre tentato di obbedire alle leggi della fisica (sempre che queste non interferiscano con una bella storia). Di tanto in tanto, però, nella loro attenzione ai dettagli scientifici si notano delle cadute. A volte quello che sembrerebbe semplicemente uno strafalcione diventa un'opportunità per esplorare i confini della scienza e i misteri del “mondo reale”, come abbiamo visto nei capitoli precedenti. Altre volte invece uno strafalcione è solo una svista, e rivela molto su Hollywood, e quindi anche qualcosa sui nostri miti e valori popolari.

È molto divertente esplorare questo aspetto incontrollato dell'universo di *Star Trek*. Ma tenetevi forte: viaggeremo a velocità curvatura.

Ancora il sesso

L'errore di cui parleremo ora ci ha tormentato per anni.

Sotto lo sguardo meravigliato di Kirk, Spock e McCoy, l'entità elettrica che li ha recentemente attaccati avvolge Zefrem Cochrane. La nebbia dai colori scintillanti si sposta sull'uomo, che si irrigidisce. Gli acri colori giallo e arancione e le scariche di elettricità statica cedono il posto a una soffusa luminosità di rosa e azzurro pastello. Stupiti, si rendono conto che Cochrane non è un prigioniero su questo pianeta. L'entità, che Cochrane chiama il Compagno, non lo sta attaccando, ma è innamorata di lui. (Guarigione da forza cosmica, della serie originale.)

Mentre Kirk e Spock mettono a confronto le loro osservazioni del Compagno di Cochrane — che in realtà è una femmina e che è profondamente innamorata di Cochrane — Spock commenta che maschio e femmina sono principi universali della vita nell'intera Galassia.

Mai più!

Sappiamo che maschio e femmina non sono condizioni stabili neppure sulla Terra. I vertebrati presentano un dimorfismo sessuale maschile e femminile, ma molti inverte-

brati — per esempio le chioccioline — posseggono contemporaneamente organi sessuali maschili e femminili. E molti organismi che si riproducono sessualmente scambiandosi DNA non sono affatto di sessi diversi: ricordate le amebe? E parlando di amebe...

Guarda! Un uccello! Un aereo! Un Fondatore!

Quando lo incontriamo per la prima volta nella serie *Deep Space Nine*, Odo dimostra subito la sua straordinaria capacità di cambiare forma. Egli è un Fondatore, una specie che nel suo stato naturale è fluida. Attraverso l'addestramento e la pratica, e spendendo energia, i Fondatori sono in grado di assumere la forma sia di organismi viventi sia di oggetti inanimati. Secondo l'autorevole *Star Trek Encyclopedia* di Michael e Denise Okuda, queste imitazioni sono così fedeli che i Fondatori presentano tutte le proprietà dell'oggetto imitato, comprese le corrispondenti letture di energia, cosa che consente loro di non essere individuati da dispositivi analizzatori. Ma facciamo qualche osservazione personale in proposito.

La massa di Odo viene descritta in origine come maggiore di quanto ci si attenderebbe di incontrare in un umanoide della sua grandezza (*DSN: La chiave vivente*). Ora, poiché Odo è fatto di liquido, a meno che la sostanza che lo compone sia significativamente più leggera o più pesante dell'acqua, egli pesa probabilmente più o meno come tutti noi, ossia un'ottantina di chili. Riflettete su questo fatto la prossima volta che vedrete Miles O'Brien trasportare in giro Odo come se fosse uno zaino.

La schiena di Miles non si trova certo a reggere un lieve fardello quando Odo si trasforma in uno zaino. Un organismo che cambia di forma deve avere sempre lo stesso numero di atomi e di molecole. Odo può mutare di forma, e forse anche di volume (stirandosi o comprimendosi), ma non può cambiare la sua massa. Quando Odo assume la forma di un topo, può diventare piccolo come un topo, ma dovrebbe continuare a pesare i suoi 80 chili.

E che dire del cambiamento stesso di forma? Potrebbero esistere dei “mutaforma”? Dopo tutto, le amebe cambiano di forma. Lo stesso vale per i banchi di pesci quando nuotano, e si potrebbe sostenere che un banco di pesci è “vivo”. Esso presenta infatti movimenti intenzionali, agisce in modo da proteggersi, si nutre ed espelle le sostanze di rifiuto. Ma le amebe e i banchi di pesci mantengono aree di struttura interna coerente. Non sono omogenei, come Odo. Dovremmo considerare, per confronto, un altro tipo di organismo capace di cambiare forma. I cosiddetti funghi mucilluginosi o mixomiceti sono l'esempio terrestre di cambiamento di forma più simile ai Fondatori che siamo riusciti a trovare. Questi organismi primitivi sono colonie di esseri unicellulari che si fondono in una massa in movimento. Nessuno, però, scambierebbe mai un grumo di mixomiceti per un topo. Questo organismo (o questi organismi, dato che i funghi mucilluginosi sono sia una singola entità sia una colonia) rimane gelatinoso qualunque forma assuma. Esso non può reggere il suo peso se la sua altezza supera uno o due centimetri. Per stare eretti occorre avere sostegni rigidi — delle ossa o un guscio —; un mixomicete non sarebbe quindi un buon modello per un essere senziente capace di cambiare forma che volesse apparire come un umanoide.

Similmente Odo, per imitare la forma e le proprietà superficiali di sedie, vetri e trottole, deve avere le proprietà delle molecole che formano questi oggetti. In molti casi deve diventare solido. Per compiere il mutamento dalla fase liquida a quella solida e viceversa, si richiede energia. Un Fondatore che volesse assumere la forma solida dovrebbe liberare dell'energia: luce, calore o una qualche altra forma di radiazione. I Fondatori non sarebbero in grado di ingannare i tricorder.

L'altro miracolo, qui, è che Odo e i Fondatori sono senzienti. Se abbiamo un'immaginazione davvero attiva, possiamo ipotizzare un organismo senziente che abbia una

qualche flessibilità di forma, supponendo che la rete neurale dell'organismo continui ancora a condurre segnali. I Fondatori, però, sono liquidi. E difficile immaginare un essere che possa venire rimescolato e conservare tuttavia un'integrità strutturale sufficiente a codificare informazione. D'altro canto, nessuno ha mai rimescolato un Fondatore, almeno negli episodi che abbiamo visto.

Forse la chiave di tutto sta nel fatto che, anche durante la trasformazione, si conserva una qualche basilare integrità formale. I Fondatori potrebbero essere simili a tessuti di Teflon capaci di assumere molte forme, ma sempre in modo tale che la parte A rimanga contigua alla parte B, e così via in tutta la matrice. Sappiamo che quando si stacca qualche pezzetto di un Fondatore, i pezzi tornano allo stato di gel. Questo fatto ci suggerisce che, quando si recide la connessione col resto del Fondatore, l'arto o qualunque altra parte recisa dal corpo non ricevono più abbastanza segnali neurali per mantenere una forma. Abbiamo visto anche Odo fondersi con il Grande Legame e conservare tuttavia la sua integrità come individuo. Se i Fondatori fossero una rete neurale gelatinosa, potrebbero connettersi con qualsiasi altro Fondatore che toccasse qualche parte della loro sostanza. Forse, dopo tutto, *sono* simili ai funghi mucilluginosi.

Quel che manca ancora, tuttavia, è un qualche tipo di chimica in grado di spiegare la capacità di cambiare stato da liquido a solido mantenendo ancora la possibilità di codificare informazione. E parlando di codici, avete notato che il codice genetico sembra di quando in quando interrotto?

Com 'è difficile evolversi!

Worf non era in sé. Aveva trascorso un 'intera notte addormentato sul pavimento e aveva in bocca un orribile sapore acido. Forse era per questo che stava bussando alla porta dell'infermeria, O forse sapeva che Deanna stava trasfor

mandosi in una ranocchia e pensava che, se avesse potuto baciarla, sarebbe ridiventata una bella ragazza ed essi avrebbero potuto vivere felici insieme...

In *Genesi (TNG)* assistiamo a una fusione di DNA. È un dato di fatto che solo il 10 per cento del genoma umano specifica effettivamente delle proteine. Grandi sequenze del genoma sono occupate da elementi genetici di controllo, telomeri, ripetizioni e altre sequenze regolative. Grandi porzioni del genoma umano non hanno ancora trovato una spiegazione. Alcuni scienziati congetturano che, lungo tutta la nostra storia evolutiva, ancora prima di diventare esseri umani, abbiamo acquisito DNA extra da tutto ciò che appartiene al nostro percorso evolutivo ancestrale. Si pensa che gli pseudogeni (chiamati "intron" nell'episodio) siano copie disattivate di geni un tempo utili. Perché dunque non dovrebbe essere possibile attivare quella parte del genoma e "disevolversi"?

No, non è possibile.

Noi già sappiamo che aspetto ha un tessuto che si disevolva: il tessuto che si sdifferenzia e comincia a crescere attivamente è un cancro. Gli esseri umani che si disevolgono diventano pieni di tessuti amorfi e muoiono. Non si trasformano in ranocchie, in lemuri o anche solo in uomini delle caverne. E tanto meno si trasformerebbero in ragni, come accade allo sfortunato tenente Barclay quando viene colpito da un brutto caso di inronite.

Ma balocchiamoci per un momento con quest'idea. Se dovessimo ripercorrere a ritroso la nostra evoluzione, non diventeremmo gorilla o scimpanzé, in quanto non ci siamo evoluti da loro. Gorilla, scimpanzé e uomo hanno avuto origine tutti da un progenitore comune. In nessuna parte del nostro percorso evolutivo siamo mai stati ragni (i ragni sono artropodi). In un tempo molto, molto lontano artropodi e protovertebrati hanno condiviso un progenitore comune. Ora, se il tenente Barclay doveva proprio disevolgersi trasformandosi in qualcosa di primitivo e di orribile, avrebbe dovuto trasformarsi più correttamente in una spugna. Ma

controllate l'albero genealogico dell'evoluzione. Scegliete pure l'organismo primitivo che preferite: anche a voi potrebbe capitare prima o poi di essere colpiti dalla sindrome della protomorfosi di Barclay.

E già che siamo sul tema della disevoluzione, se state disevolvendovi non è facile modificare tessuti morti. Solo le parti del vostro corpo che sono effettivamente vive e impegnate a dividersi possono cambiare quando il genoma produce una nuova proteina. La parte viva dei peli e dei capelli è il follicolo pilifero, il gruppo di cellule alla base di ogni pelo o capello. Queste cellule danno luogo a un prodotto proteico complesso che riconosciamo come pelo, ma

il pelo in sé è morto. Una parte tipica del processo di invecchiamento, per la maggior parte di noi, è la perdita di cellule di pigmento dal follicolo pilifero; quando i melanociti sono disattivati, i capelli cominciano a imbiancarsi alla radice, dove essi emergono dal follicolo. Riker, disevolvendosi, potrebbe diventare una brunetta Cro-Magnon con le radici nere. Il che ci porta al fatto che...

Nello spazio, nessuno rimane calvo per molto tempo

Il capitano Picard e il suo alter ego, Patrick Stewart, hanno procurato alla calvizie il rispetto che merita. Per una curiosa incoerenza, però, nessun altro membro dell'equipaggio può restare calvo.

Se vi capita di perdere i capelli in conseguenza di un invecchiamento telecinetico, del risequenziamento del DNA, o di qualsiasi altra ragione, non li riavrete finché non vi ricresceranno, a meno che non prestate servizio sull'*Enterprise*. I capelli di Kirk, McCoy, Scotty e persino Spock diventano grigi in *Gli anni della morte*, ma quando il loro rapido invecchiamento viene rovesciato i loro capelli riassumono il loro pigmento e tutte le loro caratteristiche fisiche. La stessa mirabile capacità dimostrano anche la dottoressa Pulaski in *Selezione innaturale (TNG)* e Deanna Troi in *Il prezzo della pace (TNG)*. Sono però Geordi e la sua amica Susan (in *Metamorfosi*) e quasi l'intero equipaggio dell'*Enterprise-D* in *Genesi* a convincerci che la crescita dei capelli nello spazio è qualcosa di speciale. Pur avendo perso completamente i capelli nel corso della loro trasformazione in esseri di luce ultravioletta, li ricuperano con la precedente lunghezza, colore, taglio e stile quando il danno al DNA viene riparato, a quanto pare nel giro di poche ore o di pochi giorni. Ovviamente questa peculiarità potrebbe essere dovuta a un virus...

Se non si riesce a spiegarlo, dev'essere un virus

Quando qualche membro dell'equipaggio diventa davvero strano — come quando Sulu si trasforma in D'Artagnan (nell'episodio della serie originale *Al di là del tempo*) o quando Tasha Yar fa l'amore con Data (nell'episodio *Contaminazione* di *TNG*), o qualcuno fa la doccia senza spogliarsi — sappiamo che dev'essere colpa di un virus!

I virus sono a cavalcioni del confine fra vita e materia inanimata. È importante capire che, benché tanto i virus quanto i batteri possano essere considerati “germi”, essendo gli uni e gli altri invisibili a occhio nudo e capaci di causare malattie, sono però molto diversi fra loro. I batteri hanno tutti i componenti di una vera cellula (eccezion fatta per un nucleo e per i mitocondri: il loro DNA fluttua liberamente nel citoplasma). I virus sono composti da un astuccio proteico e da tanto DNA quanto ne basta per programmare la loro struttura e la loro riproduzione. Alcuni scienziati escludono completamente i virus dalla definizione di *forma di vita*, sostenendo che sono solo organizzazioni complesse di molecole incapaci di muoversi intenzionalmente, di mangiare, respirare, svilupparsi, secernere, o espellere sostanze di rifiuto. Ci sono molte

proprietà dei virus che non comprendiamo. Siamo certi, però, che essi obbediscono alla legge di gravitazione.

Nell'episodio della serie *Voyager Macrocasm*, l'equipaggio è quasi completamente sterminato da un virus che prima infetta il biogel usato nei sofisticati relè circuitali e poi infetta l'ingegnere B'Elanna Torres quando essa tenta di ripararli. Una volta esposti al "fattore di crescita klingon" della Torres, i virus crescono fino a diventare grandi come moscerini, e poi come zanzare, libellule e infine come cuscini sospesi in aria. Essi assumono il controllo dei membri dell'equipaggio, che fanno ammassare nella sala comandi e che tengono come incubatrici viventi per i virus neonati. La Janeway riprende il controllo della nave con l'aiuto di una bomba ad anticorpi fornita dal medico.

Gli autori di *Star Trek* hanno senza dubbio sentito parlare di virus trasportati dall'aria, come il virus dell'influenza. Ma questi virus volano perché sono piccoli, dell'ordine di alcuni micrometri. Essendo così piccoli, il loro peso non è sufficiente a farli depositare al suolo, bastando un minimo alito d'aria per farli volar via. Anche le foglie, pur avendo una massa enorme rispetto ai virus, sono trasportate facilmente dal vento. Quando il vento si calma, le foglie si posano a terra. I virus sono semplicemente troppo piccoli per posarsi. (Lo stesso vale, ovviamente, per i detriti epidermici del gatto, ed è per questo motivo che, quando Worf va negli alloggi di Data, non è sufficiente richiudere Spot nella stanza accanto per alleviare la sua allergia.)

Anche i macrovirus dovrebbero obbedire alle leggi della fisica. I virus grandi come cuscini per poter volare dovrebbero avere le ali, ma in tal caso non sarebbero più virus. Noi siamo del tutto sicuri, in oltre, che persino i virus più grandi non abbiano la capacità mentale di raccogliere insieme un equipaggio di un'astronave, di ammassarlo in una sala e di attaccare il capitano Janeway, il tutto producendo un rabbioso ronzio.

I virus sembrano esercitare una certa attrattiva sugli autori di *Star Trek*, così come sugli scienziati. Essi possono fare molte cose, ma un'altra cosa che non sanno fare è codificare ricordi. La fisiologia della memoria rimane un grande mistero: la congettura migliore attualmente disponibile è che i ricordi vengano codificati come configurazioni specifiche di scariche neuronali simultanee nel cervello. Esistono anche teorie sull'archiviazione chimica dei ricordi. Entrambe le teorie richiedono che siano impegnate simultaneamente reti complesse di neuroni. Le particelle virali sono però così piccole che migliaia di esse potrebbero essere contenute in un singolo neurone. Poiché i virus non possono codificare ricordi, le persone non possono "prenderli" (e neppure malattie da stress post-traumatico) come se fossero malattie contagiose, nel modo in cui Tuvok assorbe la memoria del suo compagno d'equipaggio morente Dmitri sull'*Excelsior*, nell'episodio della serie *Voyager Flashback*. Postulare che, quando un ospite di un virus muore, esso se ne vada in giro per la nave fino a quando non trova un nuovo ospite in cui trasferirsi significa concedere un po' troppo credito ai virus.

Un'altra osservazione sulla conoscenza dei virus nel xxiv secolo: siamo certi che le misurazioni saranno ancora, come oggi, una parte fondamentale dell'osservazione scientifica. E perciò molto importante poterne descrivere con precisione la grandezza. Si può dare per scontato che nel xxiv secolo gli atomi continueranno a essere più piccoli delle molecole, che molecole come quelle delle proteine e del DNA saranno più piccole dei virus, e che i virus saranno più piccoli dei batteri. Ciò significa che non esisteranno certamente "batteri subatomici", come nell'episodio *Questione d'onore (TNG)*. Con un grande sforzo di immaginazione possiamo concedere la possibilità che esistano batteri

anaerobici dello spazio profondo capaci di corrodere lo scafo di un' astronave, ma siamo sicuri che non avranno dimensioni subatomiche. E altrettanto improbabile che qualcuno possa osservare una molecola di DNA con un codice a barre impresso sui legami chimici delle coppie di basi, come nell'episodio della serie *Voyager Scientific Method*.

Dove sono andati a finire tutti i fiori?

Avete mai notato come la maggior parte dei pianeti di classe M esplorati dagli equipaggi di *Star Trek* assomiglino alla California meridionale? L'ipotesi della panspermia sembra pienamente corretta, almeno per quanto concerne la vegetazione. Con l'eccezione degli organismi più esotici, come l'orchidea mobile di Sulu o i fiori ronzanti nel mondo dei Talosiani, la maggior parte delle piante nell'universo di *Star Trek* sono piante a cespuglio delle varietà da giardino e felci ornamentali.

E già che stiamo parlando di piante, avete notato quanti pianeti della classe M ne sono assolutamente privi? Può darsi che le squadre di esplorazione siano scese semplicemente in località rocciose e desertiche. Ma senza piante non si ha ossigeno, e senza ossigeno non si ha un pianeta di classe M. Ovviamente questi pianeti rocciosi sono i luoghi migliori per trovare caverne che crollano su chiunque indossi un'uniforme della Flotta stellare.

Non è così che funziona il cervello

Uhura sta canticchiando a bocca chiusa, e Nomad, il robot nevrotico dell'episodio della serie originale *La sfida*, la sente. Nomad si interessa al suo canto e si avvicina a lei chiedendole che cosa sta facendo. "Stavo cantando", risponde Uhura. Nomad chiede allora a Uhura di pensare alla musica, e poi le analizza il cervello, ma glielo svuota, anche.

Qui gli autori di *Star Trek* hanno confuso due diversi costrutti filosofici. Quando consumiamo cibo, lo digeriamo e lo distruggiamo. Quando consumiamo informazione, scarichiamo (o carichiamo, per gli ottimisti) sensazioni, fatti e sentimenti nei nostri banchi di memoria, ma nel corso di questo processo l'informazione non va distrutta. Mentre leggete questo libro, le parole (speriamo) non si consumano ma rimangono sulla pagina, così che anche i vostri amici e vicini possono leggerlo (speriamo).

La cosa affascinante è che esiste effettivamente un modo in cui Nomad può analizzare il cervello di Uhura e forse imparare qualcosa sulla musica. I pensieri sono rappresentati da configurazioni di scariche neuronali. Queste configurazioni si accendono e spengono rapidamente, ma usando tecniche funzionali di visualizzazione del cervello ed eseguendo fotografie del cervello durante compiti di concentrazione, i neuropsichiatri cominciano a capire in che modo il cervello codifichi certi simboli linguistici. Se Nomad avesse analizzato un migliaio di esseri umani mentre pensavano su argomenti specifici, avrebbe potuto imparare a leggere le configurazioni di scariche neuronali abbastanza bene da ricavare un concetto di musica da Uhura. Nel corso di tale processo, Nomad non le avrebbe però svuotato il cervello.

Nella *Sfida* c'è uno strafalcione ancora più grave. In una delle ultime scene

l'infermiera Chapel aiuta Uhura, che ha ora il cervello ridotto a una *tabula rasa*, a imparare a leggere, usando un sillabario. McCoy rassicura Kirk, dicendogli che Uhura tornerà al suo posto in un paio di settimane. E pensare che Uhura ha studiato per quattro anni all'Accademia della Flotta stellare. Che bello se anche noi imparassimo a studiare così rapidamente!

Le porte del deposito navette sono aperte

Quando l'*Enterprise-D* incontra una grave "perturbazione spaziale" che causa danni diffusi in tutta la nave, Geordi La Forge e Beverly Crusher rimangono intrappolati nel deposito navette. Il guaio è che sono circondati da un carico radioattivo. Peggio ancora, nella parete del deposito c'è un "incendio di plasma" e questo potrebbe fare esplodere il carico. Che cosa fareste voi?

Ma è ovvio! Aprite le porte del deposito navette quanto basta per permettere la fuoriuscita dell'aria, e la mancanza d'ossigeno mette fine all'incendio. Geordi dice a Beverly:

"Tieniti forte!" Bene. Per quanto tempo potete tenere il fiato? È solo un vuoto quasi assoluto, e tutto si risolverà in pochi istanti? Ma non c'è da preoccuparsi solo per i timpani.

Anche Worf ebbe un problema col vuoto durante la sua battaglia con i Borg nello spazio, fuori dell'astronave, nel film *Primo contatto*. La sua tuta pressurizzata ebbe una perdita. Il nostro eroe non ebbe però alcun problema. Egli formò una sorta di laccio emostatico con dei tubi di gomma a portata di mano (con una mano di un Borg ancora attaccata, ma a volte ci si deve adattare). Speriamo che l'abbia legato *davvero* stretto, perché lo spazio vuoto è un po' pericoloso. Tutto il sangue del suo corpo finirebbe nei suoi piedi, che probabilmente esploderebbero sotto la forte sollecitazione. La biologia può essere una cosa orripilante!

Che cosa è accaduto ai Klingon?

Questo particolare errore è così grave che è difficile discuterlo; ecco perché sia gli autori di *Star Trek* sia i Klingon preferiscono ignorarlo. Ricorderete che quando Kirk incontrò per la prima volta i Klingon essi sembravano Genghiz Khan uscito dalla tomba: erano terribili, con grandi baffi e sopracciglia oblique, ma non erano più alti dei terrestri medi, e avevano la fronte non corrugata. Worf li avrebbe considerati buoni a nulla. Ma all'epoca della *Next Generation* e del film *Star Trek III. Alla ricerca di Spock*, i Klingon sono più alti di vari centimetri, hanno le spalle larghe, lunghi canini e creste brutali sulla fronte. Per quanto ne sappiamo, con l'aumento del budget dei film di *Star Trek* i Klingon hanno subito enormi mutamenti evolutivi. Quando l'equipaggio della *Deep Space 9* viaggiò a ritroso nel tempo, rimase sorpreso nel vedere quale fosse l'aspetto originario dei Klingon. Worf si limitò a grugnire: "Non ci piace parlarne" (*DSN: Trials and Tribble-ations*).

Noi però abbiamo escogitato una teoria. Pensiamo che tutto abbia avuto inizio da un ragazzino klingon che si stancò di buscarle sempre in una classe di

Batlith. I suoi genitori erano preoccupati. Suo padre cercò di farlo entrare nel gruppo locale degli scout guerrieri. Sua madre arruolò un insegnante privato di arti marziali. Ma le cose non migliorarono. Il loro figlio continuava a buscarle. Infine il ragazzo decise che l'unico modo a sua disposizione per migliorare il suo rango nella Piccola lega di Batlith era quello di diventare più grande e più robusto. Perciò quell'anno si impegnò a fondo nel suo progetto di genetica scientifica. Subito prima che egli iniziasse l'esperimento, la sua sorellina piccola starnutì in vicinanza del terreno di coltura, introducendo nel suo vettore una quantità di virus. Quando egli si iniettò il vettore col gene ricombinante per diventare più grande e più forte, il gene risultò fortemente contagioso. L'industria di abbigliamento di Qo'noS impiegò anni per riprendersi.

Ti lasceremo qui, amico lettore. Speriamo di avere realizzato gli obiettivi della nostra missione: divertire, insegnare e condividere alcuni fra i momenti più felici di *Star Trek*. Ci siamo occupati solo di una parte del materiale contenuto nei 79 episodi della serie originale, nei 178 episodi della *Next Generation* e nei sette film.' Gli equipaggi di *Deep Space 9* e del *Voyager* sono ancora in servizio attivo, e sappiamo che Picard non si è ancora ritirato dalla Flotta stellare. C'è gran parte dell'universo ancora da esplorare. Qui sulla Terra del xx secolo c'è certamente altra biologia da esplorare. Il Progetto Genoma Umano e grandi progressi nella neuropsichiatria sono attualmente in corso. Il xxi secolo promette di essere un grande secolo.

Lunga vita e prosperità!

Qapla'!

Nel frattempo i film sono diventati nove. A *First Contact (Primo contatto)* si è aggiunto recentemente *Insurrection. (N.d. T.)*

Glossario

Acido desossiribonucleico (DNA). La molecola biochimica che compone i geni. E un polimero in forma di elica a doppio filamento: ognuno di questi è composto da basi pirimidiniche o puriniche connesse a uno scheletro formato da gruppi fosforici e zuccheri (desossiribosio) ripetuti; la doppia elica è tenuta insieme dall'appaiamento delle basi. *Vedi anche. Basi, coppia di; Pirimidine; Purine.*

Acido ribonucleico (RNA). Polimero a singolo filamento di acido nucleico, composto da basi puriniche e pirimidiniche connesse a uno scheletro ripetitivo di gruppi fosforici e zuccheri (ribosio). L'RNA messaggero (o mRNA) è il prodotto della *–trascrizione* di geni contenuti nel nucleo della cellula, e trasmette il piano genetico al sito di produzione delle proteine nel citoplasma; l'RNA di trasferimento o di trasporto (tRNA) assiste nella produzione di proteine nel citoplasma della cellula, trasferendo l'mRNA a una sequenza di amminoacidi.

Agamia. *Vedi: Riproduzione asessuata.*

Ameba. Organismo unicellulare dotato di un nucleo e di una membrana esterna flessibile, si trova di solito nell'acqua degli stagni.

Amminoacido. Molecola fondata sul carbonio, contenente un gruppo azotato e un gruppo carbossilico; gli amminoacidi si legano fra loro (in catene contenenti da meno di dieci a varie migliaia di amminoacidi), per formare le *–proteine*.

Anticorpi. Proteine che, all'interno di un organismo, marcano eventuali particelle estranee e cellule danneggiate

rendendole attaccabili dal
sistema immunitario.

Asessuata, riproduzione. *Vedi. Riproduzione asessuata*.

Basi, coppia di. Unità primaria del DNA, composta dall'appaiamento di una purina (adenina o guanina) con una pirimidina (timina o citosina). L'adenina (A) si accoppia con la timina (T) e la guanina (G) con la citosina (C). Il *genoma* umano normale comprende 6 miliardi di coppie di basi.

Batterio. Organismo unicellulare privo di nucleo, con pareti cellulari rigide formate da polisaccaridi e con un singolo *cromosoma* circolare nel *protoplasma*. *Vedi. Procariote*.

Blasto (o blastocita). *Vedi. Cellula staminale*.

Catalizzatore. Un agente, come per esempio un enzima, che facilita una reazione chimica.

Cellula staminale (o blastocita). Cellula ancora indifferenziata che ha la potenzialità di trasformarsi in uno di più tipi di cellule specializzate in tessuti maturi; nell'organismo adulto si trovano ancora cellule staminali nel midollo osseo, nella mucosa gastrica e nelle gonadi.

Chimera. In mitologia, un animale formato da parti di vari altri animali; per esempio, un grifone ha testa, artigli e ali di aquila, e corpo, zampe posteriori e coda di leone. Nella biologia molecolare una chimera è un organismo creato con gli strumenti dell'ingegneria genetica combinando il materiale genetico di due individui, che possono essere o no della stessa specie.

Citoplasma. L'insieme dei componenti di una cellula che non fanno parte del nucleo.

Clone. 1) Un figlio prodotto per *riproduzione asessuata* (o per mezzo dell'ingegneria genetica), che è geneticamente identico al genitore; 2) un fratello (o sorella) geneticamente identico (compreso ovviamente il sesso).

Commensalismo. Relazione fra due organismi, dalla quale uno trae un evidente beneficio mentre l'altro non viene danneggiato. Per esempio, il molotro nero, uccello canoro della famiglia degli itteridi, che segue i bisonti al pascolo e mangia gli insetti fatti sollevare dai loro movimenti, ha un rapporto di commensalismo con questi ruminanti.

Composti organici. Sostanze chimiche naturali fondate sul carbonio.

Cromosoma. Una singola molecola polimerica di DNA, presente nelle cellule di un organismo; un cromosoma medio contiene circa 125 milioni di coppie di basi, le quali comprendono da 40.000 a 100.000 geni ciascuna. Il *genoma* umano è composto da 23 coppie di cromosomi (per un totale di 46). Le donne normali hanno come ventitreesima coppia due cromosomi X, gli uomini normali un cromosoma X e uno Y. *Vedi anche. Basi, coppia di*.

Desossiribonucleico, acido. *Vedi. Acido desossiribonucleico*.

Differenziamento cellulare. Il processo di sviluppo per mezzo del quale le cellule giovani, ancora indifferenziate, si trasformano in cellule mature e più specializzate.

DNA. *Vedi: Acido desossiribonucleico*.

Embrione. Un organismo nella prima fase del suo sviluppo, dopo la fecondazione dell'ovocellula da parte dello spermatozoo e prima della formazione degli organi principali. *Vedi anche: Feto*.

Enzima. Un catalizzatore che accelera i processi chimici biologici e li rende possibili con un minore dispendio di energia. Gli enzimi presenti nelle piante e negli animali sono composti da proteine e sono designati col suffisso *-asi*, come per esempio la lattasi, che facilita la scissione del lattosio in glucosio e galattosio.

Equilibri punteggiati (o puntati, o discontinui). Forma della teoria dell'evoluzione che pone l'accento sul rapido accumulo di grandi mutamenti nella struttura di un organismo, a cui dopo un piccolo numero di generazioni segue la *speciazione*; tali mutamenti possono essere vagliati dalla selezione naturale in conseguenza di alterazioni catastrofiche nell'ambiente; una speciazione prolifica è seguita da lunghi periodi di stabilità o di mutamenti evolutivisti minori.

Eucariote. Organismo composto da una o più cellule, ognuna delle quali ha un nucleo contenente DNA, e corpuscoli cellulari extranucleari (come i *mitocondri*). Tutti gli animali pluricellulari e tutte le piante, eccezion fatta per le alghe azzurre, sono eucarioti. *Vedi anche: Procariote.*

Fenotipo. Il prodotto del genoma; il termine si riferisce di solito alla forma fisica di un organismo, codificata nel suo DNA.

Feto. L'organismo in sviluppo dopo la formazione degli organi.

Fotosintesi. Processo metabolico per mezzo del quale le piante verdi usano l'energia della luce solare per fissare l'anidride carbonica dell'atmosfera e per produrre glucosio, liberando ossigeno come prodotto secondario di rifiuto.

Gameti. Le ovocellule e gli spermatozoi (o cellule spermatiche); il corredo di DNA di ogni gamete è aploide, ossia pari alla metà di quello *diploide* contenuto in una cellula somatica matura dell'organismo (un *cromosoma* di ogni coppia). Una cellula uovo e una cellula spermatica devono combinarsi nella riproduzione sessuale.

Gene. La quantità di DNA che codifica una singola *proteina*. Il *genoma* umano contiene circa 150.000 geni. Geni omeobox (geni omeotici). *Vedi. Omeobox, geni.*

Genoma. L'intero codice genetico di un organismo, contenuto in ogni singola cellula.

Genoma Umano, Progetto. *Vedi. Progetto Genoma Umano.*

Genotipo. Il genoma: per esempio uomo e donna appartengono alla stessa specie, ma hanno genotipi leggermente diversi a causa dei cromosomi *x* e *Y*.

Gradualismo. Una forma della teoria dell'evoluzione che mette l'accento sul lento accumulo di piccoli mutamenti nella struttura di un organismo; sarebbero questi, nell'arco di un gran numero di generazioni, a condurre gradualmente alla creazione di una nuova specie. Questi mutamenti vengono sottoposti al vaglio della selezione naturale in relazione ai mutamenti ambientali. *Vedi anche: Equilibri punteggiati.*

Hayflick, limite di. Il numero massimo di volte che una cellula è in grado di dividersi. Per le cellule umane il limite di Hayflick è compreso fra 50 e 70 generazioni. *Vedi anche: Telomero.*

Ibrido. Figlio di un accoppiamento di due individui di specie diverse. Esempi famosi di ibridi di animali terrestri sono il mulo e il bardotto, prodotti dall'incrocio cavallo-asino. Fra i personaggi di *Star Trek* nati dall'accoppiamento di specie diverse di umanoidi si possono citare Spock, Deanna Troi e B'Elanna Torres.

Idrolisi. Reazione che conduce alla scissione un legame chimico fra atomi o molecole per mezzo dell'acqua. Immunitario, sistema. *Vedi: Sistema immunitario.*

Imprinting. Il processo genetico per mezzo del quale vengono repressi o espressi differenzialmente geni forniti dal padre e dalla madre.

Knockout, topo. *Vedi: Topo knockout.*

Limite di Hayflick. *Vedi: Hayflick, limite di.*

Metabolismo. La somma dell'attività chimica e fisiologica del corpo, che gli permette di usare la materia per produrre energia e sostenere grazie a essa le proprie attività.

Mitocondrio. Organello presente nel citoplasma delle cellule degli *eucarioti*, usa l'ossigeno della respirazione per bruciare cibo e generare energia.

Morfologia. La struttura di un organismo; non si riferisce semplicemente all'anatomia ma anche alle strutture usate nel corso dello sviluppo per raggiungere lo stato maturo. Per esempio, l'anatomia di un edificio si riferisce ai muri, ai pavimenti, alle misurazioni e al materiale. La morfologia si riferisce al modo in cui queste strutture operano congiuntamente per dare all'edificio la sua utilità, e anche alle varie fasi della sua costruzione.

Morula. Una fase nello sviluppo dell'*embrione*, in corrispondenza della quale sono già avvenute varie divisioni cellulari (ma senza crescita); è una palla compatta in forma di mora (di qui il suo nome), costituita da

un numero di cellule compreso fra 16 e 64, grande di solito come l'ovocellula originaria fecondata.

Mutazione. Un cambiamento in un gene; una mutazione puntiforme è un cambiamento in una singola coppia di basi del gene. *Vedi: Basi, coppia di.*

Mutualismo. Relazione fra due organismi che apporta benefici a entrambi.

Neuroni. Le cellule nervose, presenti nel cervello e nel midollo spinale, che elaborano i segnali elettrochimici del sistema nervoso centrale; nel cervello umano ci sono 100 miliardi di neuroni.

Neurotrasmettitore. Categoria di molecole presenti negli animali, che trasmettono segnali da un neurone all'altro.

Nucleici, acidi. *Vedi: Acido desossiribonucleico (DNA), Acido ribonucleico (RNA).*

Omeobox, geni (o geni omeotici). Famiglia di geni che contribuiscono a determinare la posizione di segmenti corporei negli organismi superiori.

Omeostasi. La tendenza degli organismi a cercare e mantenere uno stato in equilibrio stabile, come per esempio la temperatura corporea.

Omologa, ricombinazione. *Vedi: Ricombinazione omologa.*

Omologia. 1) Somiglianza di struttura o di funzione; per esempio, le ali dei pipistrelli e degli uccelli sono arti omologhi in vista della funzione del volo; 2) in biologia molecolare, la somiglianza in sequenze di coppie di basi fra due o più segmenti di DNA.

Organici, composti. *Vedi: Composti organici.*

Ormone. Molecola bioattiva, prodotta in piccole quantità da cellule specializzate in una parte del corpo e trasportata dalla corrente sanguigna in un tessuto specifico in un'altra parte del corpo; ne è un esempio l'adrenalina.

Panspermia, ipotesi della. È l'idea che la vita sulla Terra si sia sviluppata a partire da microrganismi primitivi extraterrestri. Proposta per la prima volta verso la fine dell'Ottocento dal fisico svedese Svante Arrhenius, fu sviluppata ulteriormente negli anni '70 del Novecento da Francis Crick e Leslie Orgel.

Parassita, parassitismo. Rapporto in cui un organismo dipende da un altro per qualche bisogno vitale – cibo, riparo, riproduzione – e gli arreca dei danni; un esempio di parassita è la tenia.

Plasmidi. Frammenti circolari di DNA, distinti dai cromosomi, presenti in certi batteri.

Polimorfismo. Regione del genoma comune all'intera popolazione ma contenente coppie di basi variabili da un individuo a un altro. Essa può quindi essere usata per identificare il DNA di un individuo. Nel genoma umano ci sono varie centinaia di migliaia di polimorfismi.

Prione. Proteina patogena con una struttura pieghettata atipica.

Procariote. Organismo unicellulare privo di nucleo (il materiale cromosomico è disseminato nell'intero – *citoplasma*), che ha di solito una parete cellulare rigida o semirigida; esempi di organismi procariotici sono i – *batteri* e le alghe azzurre. *Vedi anche: Eucariote.*

Progetto Genoma Umano. Sforzo di ricerca coordinato a cui partecipano varie istituzioni e varie nazioni per determinare la sequenza di basi dell'intero genoma umano e determinare la posizione di tutti i geni nei rispettivi cromosomi.

Proteina. Complessa molecola biochimica composta da una catena di amminoacidi; le proteine formano la struttura della maggior parte dei tessuti animali: muscoli, pelle, tendini ecc.

Radicali liberi. Sostanze chimiche comprendenti elettroni altamente attivi, le quali sono in grado di rompere i legami chimici di altre molecole; nei sistemi viventi i radicali liberi possono danneggiare le proteine, gli acidi nucleici e altre molecole complesse.

Ribonucleico, acido. *Vedi: Acido ribonucleico.* Ricombinazione omologa. Tecnica dell'ingegneria genetica, per mezzo della quale una copia di una sequenza di DNA alterata viene introdotta nella sua posizione corretta nel genoma, sostituendovi la sequenza naturale.

Riproduzione asessuata. La produzione di figli per gemmazione, donazione, divisione cellulare o altri mezzi che non utilizzino la combinazione di materiale genetico di due individui della specie. *Vedi anche: Riproduzione sessuale.*

Riproduzione sessuale. La produzione di figli per mezzo della combinazione di materiale genetico di due individui della stessa specie.
RNA. *Vedi: Acido ribonucleico.*

Sequenza. Porzione di DNA contenente uno specifico ordine di coppie di basi.

Sequenziamento. Il processo di analisi e determinazione dell'ordine delle coppie di basi che compongono un segmento di DNA.

Sessuale, riproduzione. *Vedi: Riproduzione sessuale.*

Simbionte. Organismo che dipende da un altro organismo per cibo, ambiente e/o altri bisogni di importanza vitale.

Simbiosi. Una delle varie forme di relazione fra organismi. Comprende il *-mutualismo*, il *-commensalismo*, il *-parassitismo*, e relazioni con un grado minore di interdipendenza, come quelle fra predatore e preda e fra padrone e animale di compagnia.

Sinapsi. Il luogo in cui si connettono due *-neuroni*.

Sistema immunitario. Il sistema per mezzo del quale un organismo si difende contro materiali estranei e germi. I principali componenti del sistema immunitario umano sono gli *-anticorpi*, il sistema di complemento e i globuli bianchi.

Speciazione. Il processo consistente nella formazione di varie specie da un singolo progenitore.

Staminale, cellula. *Vedi: Cellula staminale.*

Telomero. Speciale sequenza ripetitiva di acidi nucleici alla fine di un cromosoma, la quale non codifica un prodotto di un gene; si pensa che la perdita dei telomeri sia la causa principale della fine della riproduzione delle cellule dopo un certo numero di generazioni cellulari. *Vedi anche: Hayflick, limite di.*

Topo knockout. Topo o ceppo di topi sviluppato a scopi di ricerca, privo di uno o più geni specifici.

Traduzione. *Vedi: Trascrizione.*

Trascrizione. Il processo per mezzo del quale il DNA viene trasformato in RNA e le relative istruzioni vengono trasferite dal nucleo della cellula al citoplasma. Un processo affine è la *traduzione*, per mezzo della quale l'RNA viene letto, e il piano genetico risultante dirige la costruzione di una proteina: questo processo avviene nel citoplasma. *Vedi anche: Acido ribonucleico.*

Umanoide. Essere intelligente che ha un piano corporeo simile a quello umano.

Vettore. Nella biologia molecolare, è un organismo o frammento di organismo usato per introdurre DNA o RNA in una cellula viva; questa funzione viene svolta comunemente da *-virus* e da *-plasmidi*.

Virus. La forma più semplice di vita sulla Terra, formata da acidi nucleici racchiusi in un involucro proteico. I virus non mangiano, e non espellono sostanze di rifiuto. Per queste ragioni alcuni scienziati ritengono che non li si possa considerare una forma di vita.