

SOCIETAT CATALANA DE BIOLOGIA
FILIAL DE L'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

VIROLOGIA
I FILOSOFIA
DEL PODER

BARCELONA

2004

VIROLOGIA I FILOSOFIA DEL PODER

VIROLOGIA I FILOSOFIA DEL PODER

Editors

JORDI GÓMEZ
ISABEL CACHO
MIGUEL ÀNGEL MARTÍNEZ
MIGUEL MONTSERRAT

Edició de les conferències de la Jornada «Els virus de RNA en observació: la pregunta pel poder en biologia», organitzada per la Secció de Virologia de la Societat Catalana de Biologia, el 21 de novembre de 2003, a la Sala Pere Coromines de l'Institut d'Estudis Catalans



Societat Catalana de Biologia
Filial de l'Institut d'Estudis Catalans

BARCELONA

2004

Biblioteca de Catalunya. Dades CIP

Virologia i filosofia del poder

Text en català, resums en català i anglès. — Bibliografia. — Edició de les conferències de la Jornada: "Els virus de RNA en observació: la pregunta del poder en biologia"

ISBN 84-7283-754-8

I. Gómez, Jordi II. Societat Catalana de Biologia III. Títol: Virus de RNA en observació

1. Biologia — Filosofia — Congressos 2. Virologia — Congressos 3. Poder (Filosofia) — Congressos
578:1(061.3)

Consell de redacció

FRANCESC PIFERRER

CÈLIA MARRASÉ

RICARD ROCA

MERCÈ DURFORT

MERCÈ PIQUERAS

PERE PUIGDOMÈNECH

FRANCESC PEREÑA

© dels autors de les conferències

Editat per la Societat Catalana de Biologia,

filial de l'Institut d'Estudis Catalans

Carrer del Carme, 47. 08001 Barcelona

Primera edició: novembre de 2004

Tiratge: 1.300 exemplars

Text revisat lingüísticament i compost per Ricard Roca

Imprès a Limpergraf, SL

Polígon industrial Can Salvatella. Carrer de Mogoda, 29-31. 08210 Barberà del Vallès

ISBN: 84-7283-754-8

Dipòsit Legal: B. 45342-2004

Són rigorosament prohibides, sense l'autorització escrita dels titulars del *copyright*, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol procediment i suport, incloent-hi la reprografia i el tractament informàtic, la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec comercial, la inclusió total o parcial en bases de dades i la consulta a través de xarxa telemàtica o d'Internet. Les infraccions d'aquests drets estan sotmeses a les sancions establertes per les lleis.

TAULA

Presentació	9
CONFERÈNCIES	15
Ciència i filosofia <i>Eloy Rada</i>	17
Nietzsche: la vida com a voluntat de poder <i>Diego Sánchez Meca</i>	27
La noció de poder en la filosofia contemporània <i>Francisco José Martínez</i>	37
Els virus RNA com a model en biologia <i>Miguel Ángel Martínez</i>	49
El poder ocult: les guerres víriques <i>Rosario Sabariego Jareño i Antonio Mas López</i>	59
La pregunta pel poder i els virus de RNA. Coincidències de vocabulari, conceptes i resultats experimentals <i>Jordi Gómez i Isabel Cacho</i>	69
Memòria en quasiespècies víriques. Hi ha cap connexió amb la memòria neurològica? <i>Esteban Domingo</i>	81
TAULES RODONES	91
Discussió filosòfica	93
Discussió científica	107

*No sostinc, tanmateix, que un coneixement correcte i sense prejudicis
sigui un inconvenient per a l'observació.
Més aviat, m'inclino a sostenir l'antiga veritat
que només tenim ulls i oïda per al que coneixem.*

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE
Goethe i la Ciència (trad. castellà)
Madrid: Siruela, 2002.

PRESENTACIÓ

La biologia molecular, que havia fet eclosió ja abans del transcendental descobriment de l'estructura del DNA, ha conegut a partir d'aquesta fita i, sobretot, des de l'aparició de l'enginyeria genètica, una fase d'expansió i diversificació realment extraordinàries. Bacteriòfags i virus han tingut, com és sabut, un paper destacat en tot aquest procés. En primer lloc, perquè una part del camí recorregut per la biologia molecular ha estat basat en aquests organismes com a sistemes model: la mida petita dels seus genomes, la possibilitat de reproduir-los en cultius cel·lulars i la seva accelerada taxa de multiplicació són alguns dels trets que expliquen la seva aptitud com a material per a l'estudi de la biologia molecular. En aquest sentit, el coneixement dels virus ha contribuït directament a l'avenç d'aquesta disciplina, per exemple amb el reconeixement de la possibilitat de la transcripció inversa de RNA a DNA que trencava el dogma sobre la unidireccionalitat de la informació genètica. També, bacteriòfags i virus han resultat decisius en el desenvolupament de les primeres tècniques de l'enginyeria genètica i el DNA recombinant.

Aquest protagonisme dels organismes vírics s'explica en bona part per les característiques singulars, fins i tot enigmàtiques, d'aquests organismes. Els virus capgiren dogmes biològics, no troben el lloc apropiat en l'arbre de la vida, tenen una procedència incerta i, el que és potser més important, tenen una evolució futura molt difícil de predir. Encara més, en el cas dels virus de RNA, la seva estructura genètica i capacitat evolutiva en forma de quasiespècies es proposa com a model per a l'estudi de l'organització genètica dels primers replicons en l'origen de la vida.

L'allau de peculiaritats i rareses que prova la recerca experimental en el camp de la virologia ens esperona a replantejar-nos alguns dels aspectes fonamentals de la biologia —fins més enllà i tot de l'escala molecular. Especialment sorprenent i rica, a més d'útil quan es tracta de prevenir o combatre la patogenicitat que se'n deriva, resulta la descripció de les interaccions intracel·lulars a què dóna lloc el caràcter parasitari dels virus. Ara bé, quin és l'autèntic significat de les analogies de què ens servim en la descripció i comprensió de les estratègies que concreten la invasió i la reproducció víriques a l'interior de la cèl·lula: 'estratègia', 'ús i abús de factors cel·lulars', 'apropiació de la maquinària biosintètica en benefici propi', 'mecanismes de bloqueig', etc? Quina és la procedència i quin és el contingut d'aquests termes, emprats potser amb menys precisió de la que fóra desitjable i, de ben segur, amb força ignorància respecte de les seves implicacions? És plausible pensar que un coneixement més explícit i exacte d'aquests conceptes i dels seus contextos originals pugui també il·luminar de retruc la mateixa pràctica experimental?

La noció a què apunten directament les descripcions anteriors és la noció de *poder*, present en diverses disciplines entre les anomenades *ciències humanes o socials*, i convertida en l'eix central del pensament filosòfic d'alguns autors contemporanis —amb Foucault al capdavant— que tenen reconegudament una de les seves fonts principals d'inspiració en la filosofia de Nietzsche. Les idees d'aquest pensador de la segona meitat del segle XIX —tan aviat bescantades com encomiades, per bé que, val a dir-ho, habitualment amb lleugeresa— confegeixen una crítica profunda, global i radical de la

civilització i la cultura occidentals. Els fonaments positius en què es basa la negació i, gradualment, la subversió nietzschiana del sistema de conceptes i valors que estructuren la moderna societat burgesa s'assenten en una imponent construcció metafísica, la *voluntat de poder* (*der Wille zur Macht*): el principi alhora que el substrat i la font i causa del dinamisme de la realitat. Nietzsche fou admirador i crític de la ciència del seu temps, la coherència última de la qual provindria de la voluntat de poder com a principi d'unitat tant a la base de les lleis naturals com de la vida orgànica. No ens hem d'estranyar, així doncs, que hagi estat un espectador crític del procés de revolució científica posada en marxa per l'obra de Darwin i hagi tingut un cert paper en la seva recepció continental. En essència, Nietzsche critica la fórmula de *la lluita per l'existència*, que sustenta el mecanisme de la selecció natural de Darwin, perquè considera que el que aquesta expressa és principalment una excepció en la naturalesa, on el que realment trobem és la norma de *la lluita pel poder*: una voluntat interna que travessa la totalitat de les forces i funcions orgàniques de *ser més, millor, més nombros, més sovint...*

Veiem, així doncs, que una teoria científica, el darwinisme, feta per esdevenir amb el temps el paradigma central evolucionista de la moderna ciència biològica, és tractada i corregida en la filosofia de Nietzsche com una construcció metafísica. Aquest punt és absolutament crucial, i pot portar-nos a refusar per principi el que sembla allunyar-se radicalment de l'ortodòxia científica. Però també pot esdevenir l'origen d'una reflexió diferent on calgui preguntar-se si la biologia no es troba ancorada filosòficament en determinats conceptes o perspectives cognoscitives i ontològiques. La nostra experiència ens indica que els termes i enfocaments que s'arrelen en el mecanicisme, el materialisme, les explicacions funcionals, les idees de finalitat, etc., es troben de vegades tan presents i tan barrejats en un mateix article científic que, en llegir-lo i acceptar-ne les conclusions, esdevenim, com qui diu, aristotèlics a la vegada que cartesians, monistes, i tantes altres coses, sense saber-ho i sovint també sense voler-ho. Existeix, això sí, un cert consens a defugir en general qualsevol forma articulada de vitalisme, en la idea que la possibilitat de demostrar de manera més o menys directa alguna cosa que vagi *més enllà* de la física i de la química en biologia ha estat sempre abocada al fracàs.

Però la mateixa aversió al vitalisme en les actuals ciències de la vida pot prendre's com un índex negatiu per a avaluar l'abundància dels factors ideològics, metafísics i fins i tot morals que modelen la nostra percepció de la vida en la biologia. En la descripció de les reaccions químiques més senzilles, diem que els reactius que intervenen assoleixen l'equilibri químic, una manera de dir, senzillament, que els reactius arriben tan lluny com poden. Parlem de les interaccions macromoleculares com si fóssim enginyers, en forma de xarxes, nodes, etc., en comptes de recórrer a un altre llenguatge o a unes altres imatges a l'abast per a especificar «el que dóna de si un cos», per emprar una expressió de regust espinosià. Ens sorprenem cada vegada que una macromolècula s'expressa, interacciona, es degrada... quan no esperàvem que ho fes o quan no fa el que esperàvem, en comptes de sorprendre'ns més aviat de la rigidesa dels nostres conceptes. La contrastació del llenguatge i els conceptes de la biologia contemporània amb el punt de vista vitalista, en el qual s'estima que la complexitat biològica deriva de la tendència a la realització de les múltiples *possibilitats* de la vida, deixa entreveure una tendència a desviar la temàtica del *poder* de la biologia.

El tema del *poder*, omnipresent en la vida de l'home, no hauria de tenir, així doncs,

cap rellevància també en la ciència de la vida? Hi ha sens dubte alguns sentits propers i immediats, gairebé obvis, en què poden posar-se en relació la temàtica del poder i la biologia. En la selecció i avaluació de les línies de recerca científica, sense anar més lluny, o en l'interès o el narcisisme del mateix investigador que menysprea aquelles línies de recerca que no són les pròpies. O, encara, en les opcions, sovint predeterminades, que impedeixen una pràctica més creativa de la biologia i imposen un estil de treball gairebé fabril, sotmès als imperatius i a les finalitats tecnològiques o farmacèutiques, tot procurant així el substrat d'una gran varietat de formes de dominació política i econòmica. Bona part de l'interès de creuar dues esferes temàtiques tan àmplies (biologia i poder) rau precisament en la multiplicitat ingent de perspectives que s'obren. No podia ser altrament perquè, d'un costat, en efecte, la biologia contemporània (i, per extensió, la ciència) s'ha fet extremadament complexa i, de l'altre, pel que fa al concepte de poder, hem de descartar d'antuvi, igualment, que sigui factible procurar una definició concisa i exacta de la seva realitat: a banda del fet que les caracteritzacions del poder varien significativament d'una tradició de pensament i estudi a una altra, en la mateixa interpretació de Foucault no existeix tal cosa com *el poder*, el qual és només una paraula per a designar un conjunt de relacions que, tanmateix, s'exterioritzen de manera omnipresent en els efectes ben bé més materials.

Ara bé, l'amplitud de qüestions i enfocaments possibles que sorgeixen quan es posen en relació poder i biologia és també l'origen de les considerables dificultats que en presenta el tractament. La discussió pot fàcilment acabar per dissoldre's en generalitats vagues i, al capdavall, inútils des de la perspectiva pròpia dels investigadors, que és la de sotmetre les nostres idees al mètode i a l'experiment. És per això que hem volgut focalitzar la pregunta del poder en la biologia al cas concret dels virus: un model immillorable, com apuntàvem al començament, per tal com els virus fan el seu pas decisiu de forma quasi mineral a la forma replicadora assaltant la cèl·lula i adquirint part del control de les formes de producció i de comunicació cel·lulars.

El present volum recull en substància les intervencions efectuades durant la Jornada «Els virus de RNA en observació: la pregunta del poder en biologia», que tingué lloc el 21 de novembre de 2003 a Sala Pere Coromines de l'Institut d'Estudis Catalans. No se'ns escapa que, en el marc de la divisió rígida de disciplines que encara domina la nostra societat, l'esforç de reunir científics i filòsofs per debatre qüestions sorgides i vinculades estretíssimament a la biologia experimental, pot semblar un considerable atreviment. Tanmateix, prenem l'amplia participació i, sobretot, l'interès del desenvolupament de la jornada com a testimoni irrecusable que la raó que empeny la gent de ciència, principalment d'aquella mena de ciència que s'aboca a la frontera del desconegut, és encara de manera fonamental la passió pel coneixement.

Com a organitzadora de la jornada, la Societat Catalana de Biologia ha fet palesa, una vegada més, la seva voluntat de fer front a un dels grans reptes que té plantejats avui la ciència, el repte d'interaccionar d'una manera més viva i eficaç amb la societat en el seu conjunt i, particularment, amb altres àmbits del saber i de la cultura. Arreu reconeguda, la necessitat d'aquesta interacció s'exhaureix, malauradament, massa vegades, en una mera asseveració tan abstracta com estèril. D'altres vegades, encara, quan la ciència es decideix a sortir per un moment de l'àmbit més estricte de la seva activitat especialitzada i baixar a l'arena del debat filosòfic, epistemològic, ètic o polític, la presumpta interacció es limita a una comunicació unilateral, més o menys persuadida

o aprofitable, dels seus plantejaments i resultats. La convicció dels coordinadors de la jornada i d'aquest volum —convicció que gosem fer extensiva a tots aquells que hi han participat— és, més aviat, que una interacció genuïna emergeix solament quan també els protagonistes científics saben eixamplar críticament els seus interessos i decideixen confrontar i exercir les seves capacitats i la seva lucidesa específiques en sintonia amb els batecs culturals i socials del seu temps.

Naturalment, hi ha raons poderoses que sostenen aquest punt de vista. Destacarem, d'un costat, el fet que les relacions entre la ciència i la societat —el que Max Weber anomenà, en la seva cèlebre conferència de 1918 sobre «La ciència com a vocació», les *condicions externes* del treball científic— es troben en un procés de notables transformacions, procés en el qual, precisament, el desenvolupament espectacular més recent de les ciències de la vida té una part de responsabilitat. Bàsicament, la societat reclama una participació més activa en tots i cadascun dels moments que configuren la trama de la ciència: des del finançament dels projectes fins a l'etapa final de l'aplicació dels coneixements. Lluny queda l'època en què els múltiples aspectes involucrats en l'activitat científica es dirimien de manera purament interna com una qüestió entre experts; al contrari, veiem com no deixen de proliferar el nombre d'agents —secundaris o no tan secundaris: fundacions, associacions de consumidors, de malalts, grups de pressió, partits polítics, etc.— que, en graus variables, miren d'incidir diversament en els àmbits de la ciència i de la tecnologia.

Però, a més a més, sembla evident que també en la imatge que la ciència té de si mateixa es presenten canvis importants. Més amunt ja n'hem assenyalat alguns exemples concrets. Generalitzant, diríem que s'obre pas una nova consciència o almenys una nova sensibilitat envers aquells interessos, motivacions i influències de caràcter extracientífic que, segons comença a sospitar-se, resulten tan inherents i determinants en l'avenç del coneixement com els motius d'índole pròpiament científica. Així, sigui de manera deliberada o inadvertida, l'esfera de l'activitat científica es fa ressò d'una de les línies dominants en la recerca contemporània de la filosofia i l'epistemologia de la ciència, centrada (des de l'obra precursora d'autors com Kuhn, Lakatos o Feyerabend) en la qüestió crítica dels fonaments d'una comprensió estretament positivista de l'empresa científica. La presa de consciència de la genuïna pluralitat de les metodologies científiques, el paper que tenen els factors metafísics, epistemològics o ideològics i la importància de la investigació històrica i de l'anàlisi sociològica per a la comprensió de la dinàmica de la creació i l'avenç científic, han esdevingut les ineludibles premisses de què parteix avui la interpretació de l'estructura i la pràctica de la ciència. En la mesura que als investigadors ens interessa també dur a terme una reflexió —de segon ordre, si es vol— sobre el que fem o el que pretenem fer, aquestes idees han de tenir importància decisiva: almenys, contribueixen a definir una noció bastant més complexa, rica i plural de la ciència que les representacions tradicionals, en consonància amb la nostra pròpia experiència.

Aquesta obra s'estructura en dues parts diferenciades i reproduïx així de manera aproximada el format de la jornada: les conferències del matí i les taules rodones a la tarda. La primera conferència, del Dr. Eloy Rada, és un treball original que assaja de cartografiar l'ocupació de l'espai del coneixement científic i la visió que té la ciència contemporània de si mateixa, una vegada abandonada la concepció de la mecànica clàssica d'un món en la seva totalitat regit per lleis universals i immutables i arribats a

una situació de fragmentació d'aquest espai, on diferents disciplines es desenvolupen a distintes velocitats, aboquen resultats i teories disperses amb ponts connectius sovint difícils de trobar. Veurem com aquesta fragmentació es reproduïx a l'interior mateix de la ciència i de la consciència filosòfica actuals. Després d'aquesta anàlisi de la situació de la ciència, donem pas al que representa una de les parts nuclears de la reunió, que són les reflexions de Nietzsche sobre la vida, amb la dificultat que suposa la seva presentació d'una forma ordenada, cauta, «objectiva». Aquesta és la conferència del Dr. Diego Sánchez Meca, en una descripció de la vida que pren la *voluntat de poder* com a fil conductor. El Dr. Francisco José Martínez, en una tercera intervenció, recull el pensament dels intèrprets de la filosofia del poder en Nietzsche (Foucault, Deleuze i Guattari). Aquests autors ens ajuden a entendre com el poder ha esdevingut poder positiu, configurador, creador, complexificador i intensificador de la vida, a través d'una anàlisi del poder de la societat moderna que bé pot ser una font abundant d'inspiració i analogies per a la comprensió de la vida molecular en termes de relacions de poder. Una conferència general del Dr. Miguel Ángel Martínez ens explicarà el model dels virus i els seus avantatges per a l'anàlisi, i un segon treball dels Drs. Rosario Sabariegos i Antoni Mas orienta el model víric envers el camí de la seva interpretació en termes de conflicte i de relacions de poder.¹ Un seguit de relacions entre els dos temes, poder i virologia, pel que fa a vocabulari, conceptes i experiments es presenten en el següent treball del Dr. Jordi Gómez i Isabel Cacho. Finalment, el Dr. Esteban Domingo descriu l'analogia de la dinàmica de la replicació vírica amb la memòria humana. No és solament l'interès, bàsic i aplicat, que *per se* ja té aquesta analogia, sinó també la possibilitat que s'obre a partir d'aquí d'estudiar la memòria vírica en termes d'un conflicte, semblantment com Nietzsche va caracteritzar la memòria, —no com una entitat passiva on s'acumulen estrats inerts— sinó com a «òrgan» capaç de sotmetre l'exterior, però on el que és sotmès pugnarà per tenir el control d'aquest mateix òrgan.

La segona part del llibre recull l'essencial de les dues taules rodones de discussió amb què, ja a la tarda, concloïa la jornada. Mentre que a la primera taula es debaten una diversitat de temes a cavall entre la filosofia i la ciència, la segona taula valora la proximitat de determinats exemples en virologia al tema del poder i, no cal dir-ho, també la qüestió de la seva solvència i adequació. Sigui com sigui, la pregunta si aquesta jornada tindrà com a resultat el disseny de nous i millors experiments ha de quedar oberta i és la que ens tocarà ara de considerar en les poques estones lliures que ens deixa l'activitat científica.

No voldríem acabar aquesta presentació sense fer explícit al nostre agraïment a tots els conferencians, participants i moderadors de la jornada, especialment a aquells que, moguts per l'interès dels temes que aquí es plantegen i per la seva generositat, van haver de desplaçar-se expressament. El nostre agraïment s'adreça igualment als assistents a les conferències i als debats, debats sovint prolongats fora de la solemnitat de la sala en les minses però intenses estones de convivència autènticament humanista en els patis del palau de l'Institut d'Estudis Catalans. Volem també agrair especialment al president sortint, el Dr. Pere Puigdomènech i a l'actual president, el Dr. Jaume Reventós, el seu recolzament a aquesta jornada.

¹La contribució de R. Sabariegos i A. Mas, *El poder ocult: Les guerres víriques*, no va poder ser presentada a la jornada, malgrat haver estat pensada pels seus autors amb aquest propòsit, raó per la qual queda també recollida en aquest volum.

Mentre preparàvem l'edició d'aquest treball, ens ha colpit dolorosament la mort del Dr. Lluís Cornudella, un dels científics pioners de la biologia molecular al nostre país i el pare d'aquesta secció de la nostra Societat. Entre moltes altres coses, els més joves vàrem aprendre amb ell a organitzar reunions científiques; vàrem aprendre, sobretot, a apreciar l'oportunitat i l'inestimable valor que té aquesta activitat. Volem dedicar aquest llibre a la seva memòria.

ELS EDITORS Barcelona, juliol de 2004.

CONFERÈNCIES

CIÈNCIA I FILOSOFIA

ELOY RADA

RESUM

Partint de la base que la filosofia de la ciència té com un dels seus objectius centrals l'elucidació del sistema logicoconceptual en què reposa la ciència, el present assaig pretén defensar la necessitat de renovar molts dels temes comuns en aquesta disciplina. En la seva presentació corrent apareixen molts problemes relacionats amb la imatge de la ciència clàssica determinista, p. ex.: determinisme, causalitat, certesa, constància de les lleis físiques, racionalitat dels processos naturals, homogeneïtat d'espai i temps, etc. El darrer terç del segle XX ha representat un repte al conjunt tradicional de temes, perquè la irrupció de l'indeterminisme, l'atzar, la teoria del caos, l'emergència de la complexitat dins del procés entròpic general, han causat un cataclisme en la concepció científica clàssica del món i n'han donat origen a una altra de molt diferent. Com a conseqüència, la filosofia de la ciència necessita revisar moltes de les seves estructures conceptuales.

PARAULES CLAU Filosofia de la ciència, història de la ciència, filosofia de la biologia, epistemologia, ciències de la vida.

ABSTRACT

From the assumption that a task of the philosophy of science is the elucidation of the logic-conceptual system upon which emerge the whole of the scientific knowledge, this essay will be a claim for the renovation of important items in the usual machinery in that discipline. In the standard factory, there is a list of problems related with the classic image of classic or deterministic science—determinism, causality, certainty, constancy of physical laws, rationality of natural process, homogeneity of places and times, etc. The last three decades of the 20th century have brought about a crucial challenge to the set of traditional items, because the irruption of indeterminism, random causality, chaos theory, complexity emergence in the entropic general process, etc. have dislocated the entire scientific world-view and provided a very different one. As a consequence, the philosophy of science calls for a revision of much of its conceptual machinery.

KEYWORDS Philosophy of science, history of science, philosophy of biology, epistemology, life sciences.

INTRODUCCIÓ

Si en iniciar el segle XXI, abans d'endinsar-nos en el futur, mirem enrere, és molt probable que ens trobem amb dificultats per a reconèixer coses que hem viscut nosaltres mateixos. És més que probable que els esdeveniments dels quals hem estat testimonis ens semblin simples ombres de la història, embolcallades en la boira del temps. Recordem que hem estat testimonis de guerres i horrors, de riscos i amenaces, d'èxits que van durar un dia. El segle XX, tanmateix, en el seu conjunt, va estar ple de misteris que no sempre aconseguirà desvetllar la història i va estar poblat de figures entrecruades, que anaven i venien en totes les direccions. Una imatge de soc i de mercat, per no dir de jungla espessa i impenetrable. Havent estat nosaltres mateixos part d'aquesta allau innombrable d'esdeveniments, és probable que ens resulti difícil de construir una representació ordenada del paisatge històric, bé per massa pròxim, bé per massa poblat de detalls i, fins i tot, per pur desconeixement d'allò que estava succeint a l'altre extrem de la «plaça» del món. Em demanen que exposi algunes de les meves idees sobre ciència i filosofia, suposo que en aquest panorama al qual acabo de referir-me. No estic segur d'abraçar-lo suficientment, però intentaré, almenys, assenyalar algun dels problemes que em semblen més estimulants, al marge del que és purament acadèmic.

Em proposo, doncs, evocar el camí que acabem de recórrer els filòsofs de la ciència i, com a conseqüència, tractar d'establir el punt aproximat en què ara ens trobem. Crec que, almenys, hauria de poder identificar dues coses: en primer lloc, el punt en què es troba la ciència, tant des del punt de vista dels seus mètodes com des del punt de vista dels seus problemes; en segon lloc, el punt en què la filosofia és capaç d'interpretar —o en tot cas polemitzar-hi— la situació actual del coneixement científic. Finalment, em trobaria en la necessitat de valorar aquí el grau d'apropament o distanciament en què puguin trobar-se ambdues perspectives.

Assumiré amb decisió que la ciència continua representant la forma més àmplia i més fiable d'interpretar la naturalesa, si bé he d'afegir immediatament que entenc per naturalesa la totalitat de processos del món o, en altres termes, l'univers sencer. Aquesta extensió equival a la idea de totalitat, i per consegüent inclouria la mateixa ciència i la filosofia que tractés d'interpretar-la, comprendre-la o analitzar-la. No descarto que per a algú resulti molt difícil d'assumir aquesta mena de totalitat absoluta. Com és una qüestió ontològica, em prendré la llicència d'ajornar la qüestió per a una altra ocasió i expressar la idea de *naturalesa* com 'el que hi ha'.

En la perspectiva que acabo d'enunciar, la ciència produeix o constitueix un discurs sobre el món mitjançant el qual pretén descriure *el que hi ha*, és a dir, la naturalesa i les formes dels processos que ocorren (o aparentment ocorren) al món. Per a assolir tant els signes utilitzats en el seu discurs com els valors semàntics d'aquells signes, la ciència fa servir unes estratègies que denominem *mètode* o *mètodes*. Podríem imaginar que tot aquest procés és un diàleg amb la naturalesa, diàleg que comporta infinitat de matisos, uns més explícits i altres (potser molts) semànticament embolicats en la xarxa de competències mentals o lingüístiques que hem arribat a posseir. Si ho acceptem, encara que sigui provisionalment, podem afegir que el resultat, perquè sigui amb *la naturalesa* en el sentit inicial en què he proposat l'ús d'aquest terme, ha de tenir almenys dos moments ben diferents: *a*) una imatge o *concepció científica del món* (*a scientific world view*, com diuen els angloparlants) i *b*) una consciència reflexa d'aquella

concepció o també una *visió filosòfica de la* concepció científica del món (*a philosophical view of science*, dit en el mateix argot).

Que la ciència en el seu conjunt ens proporciona una *concepció del món* no sembla una afirmació excessivament agosarada, ja que creiem que hi són continguts els millors coneixements que posseïm en el punt de la història en què ens trobem. Considerem que aquests coneixements, a més, han augmentat i millorat en els darrers segles i esperem que augmentin i millorin en el futur. Però ja ara (i potser molt abans d'ara) ens són familiars no sols a través de les experiències comunes i diàries, sinó, sobretot, a través dels utensilis o eines conceptuals que la ciència ens ofereix. I com a conseqüència referim el nostre llenguatge i la nostra praxi a un món construït amb aquells ciments.

Aquesta concepció del món (per científica que sigui) no és, en la meua opinió, un *món de segon ordre* —ni platònic ni popperia— sinó el *mer ordre* en què es dona la nostra representació del món, ordre que resulta científicament constituït i reconstituït cada cert temps per la incessant activitat científica dels homes.

Si aquest plantejament resultés adequat per al meu propòsit, ara hauria d'esbossar el camí recorregut per la ciència fins a assolir el punt en què es troba, i després apropar-me a la imatge reflexa o filosòfica. És una tasca feixuga i per això intentaré alguns temptejos força provisionals.

PRIMERA PART

La història de la ciència és una disciplina, força recent com a tal, que s'inicia com a autònoma a finals del segle XIX i començaments del XX, i aquesta disciplina hauria d'encarregar-se de la tasca d'aclarir, amb instruments diferents i a vegades complementaris, com s'ha desenvolupat la ciència fins al segle XX i durant el XX. M'agradaria estar segur que ho ha fet, almenys en la primera part, però no ho estic i més aviat crec que és, encara, una molt extensa i meticulosa recopilació de dades més o menys rellevants, a vegades, d'episodis heroics. Fóra necessari quelcom més que *internalisme-externalisme* —o ambdós junts— per a comprendre el procés de desplegament d'aquella representació del món que ha estat construïda per parts i que, com tot, ha generat una *concepció del món*. Perquè, en la meua opinió, la història completa de la ciència podria i hauria d'acabar oferint la *concepció científica del món* sorgida de la ciència historiada i no deixar la tasca per a una vaga intuïció de l'atent lector. És a dir, hauria de mostrar com les successives concepcions científiques del món han anat *modelant*, per dir-ho així, diferents aspectes de la nostra relació amb el món, des dels nostres valors a la nostra tecnologia; en definitiva, amb la nostra cultura.

Espero que la història de la física o de la química o de l'astronomia o de la matemàtica o qualsevol altra no sigui suficient a ningú per a, només sobre ella, edificar una *concepció científica del món*. Més aviat, s'ha de pensar que una cosa com la concepció científica del món és plena d'illots (cada una d'aquestes ciències) i de llacunes entre elles i, per descomptat, de ponts bastits entre dades discretes proporcionades per la biologia i la química, per la història i l'arqueologia, per posar algun exemple. I com totes aquestes dades no pertanyen ni als mateixos processos aparents, ni als mateixos graus d'aparences ni, tan sols, als mateixos nivells d'assentiment, resulta un quadre del món que requereix massa arranjaments i conveniències. I, com tot, val la pena repassar amb

atenció allò que la història de la ciència ha anat constatant o, tal vegada, reconstruint, doncs només així podem intuir l'enorme complexitat del procés que ens ha dut fins a la (sempre provisional) concepció científica del món que avui posseïm.

Em sembla que per a algú estic descrivint un model de ciència que s'allunya bastant del model anomenat *ciència clàssica*. I tindria raó de pensar-ho, perquè aquesta visió que estic donant és retrospectiva i, per això, s'allunya inevitablement de la situació en què es va fer la ciència clàssica. Ara podem comparar (una mica) les diferents formes en què la ciència clàssica assolí una pretesa completa i madura al final del segle XIX i adonar-nos que (sense que aquells científics ho pretenguessin ni, a vegades, ho vagin advertir) va arribar al segle XX amb més problemes i incerteses que solucions i certes que havia adquirit en els segles anteriors. El diagnòstic una mica dràstic podria sonar així: *el món que representa la ciència clàssica no és com la ciència clàssica diu i creu que és*. En realitat, la mateixa ciència del segle XIX va fer molt aviat aquest balanç d'ella mateixa, quan en entrar al segle XX i mitjançant una crítica devastadora va posar en judici quasi tots els seus resultats i molts dels valors epistemològics amb què s'havia construït, des de les crisis de principis fins al valor o valors atribuïts a les millors dades pròpies.

És clar que la visió filosòfica d'aquella ciència aviat va respondre a aquest estat de coses amb uns plantejaments força diferents d'aquells amb els quals havia acompanyat el creixement de la ciència clàssica. En primer terme, va renunciar a alguns dels ideals que havien acompanyat el desenvolupament de la ciència, com l'ideal de certesa cartesiana, la idea determinista de la causalitat, la concepció universalista de *lleis de la naturalesa*, etc. Si la ciència del segle XIX ha de desprendre's del seu propi format per a sortir de les contradiccions (que sobretot eren insuficiències pròpies d'un estadi del procés de desenvolupament científic) en què es veu a si mateixa, la interpretació filosòfica d'aquella mateixa ciència haurà de començar també per desposseir-se de les categories construïdes sobre el format cognitiu de la ciència clàssica. I aquí caldria estendre's sobre l'enorme dosi de càrrega teoricofilosòfica que va haver de suportar la ciència clàssica. Ens ho estalviarem.

Encara que és cert que ambdós processos han estat relativament paral·lels, també és cert que no s'han desenvolupat al mateix ritme, entre altres coses perquè tampoc en les ciències els ritmes són tan compassats perquè ballin el mateix vals. En repassar les històries respectives de les ciències naturals o socials observem que unes inicien el canvi de direcció en els darrers anys del segle XIX, mentre que altres no ho fan fins ben entrat el segle XX i algunes potser no ho han fet encara. D'igual manera podríem observar que de la banda de la filosofia uns moviments es produeixen abans que d'altres i, mentre la lògica se'n distancia aviat, al segle XIX i primer terç del XX, la crítica de la cultura espera fins a les darreries per a presentar-se en societat i adquirir un referent adequat.

SEGONA PART

Aquest quadre tot just esbossat mereix un breu comentari: el segle XX, a més d'algunes continuïtats amb el XIX, amaga fortes discontinuïtats i, en alguns casos, ruptures dràstiques. La ciència actual en general, en qualsevol de les seves branques, no es veu a si mateixa com a continuadora estricta de la ciència anterior o clàssica. Tampoc

la concepció científica del món és directament commensurable amb l'anterior i, per descomptat, tampoc la consciència filosòfica sorgida del nou quadre científic del món resulta completament interpretable en termes de la consciència filosòfica prèvia. Estem, doncs, en una nova edat? Si així fos, podríem anomenar-la *edat global*, per distingir-la de l'antiga, de la mitjana, de la moderna i de la contemporània (que hauria deixat de ser-ho).

Potser això voldria dir que la història de la ciència, o millor dit, la història del coneixement científic, hauria de ser la història del naixement, la transformació i l'estat actual dels processos cognitius que primer generen i després sistematitzen les successives concepcions científiques del món. Naturalment que la història així vista fóra més que interna i més que externa; fóra la història integral de la cultura, ja que es veuria obligada a acoblar les successives concepcions científiques del món en el marc més ampli de la cultura, en la seva accepció més universal.

Paral·lelament, la consciència filosòfica que pogués sorgir d'aquest sistema cultural estaria obligada a categoritzar els universals d'aquella cultura. La consciència filosòfica, tanmateix, sol afegir aquí una condició que (en les condicions actuals) no em sembla estrictament imprescindible, és a dir, «segons principis necessaris i universals del coneixement» —*ex ananké-kata-olou* d'Aristòtil.

He dit (reconeixent amb això un cert valor al relativisme històric) que no em sembla estrictament imprescindible, almenys en la seva accepció lògica, la condició aristotèlica de *totalitat* que, físicament, significava també eternitat, unitat, finiment i límit; perquè la història mateixa dels processos de què estic parlant no reconeix un límit físic fix i segur, tret com a pura aspiració o pur ideal. També Popper considerava que fer filosofia era sempre fer cosmologia, però la cosmologia tal i com la concebem avui té poc a veure amb límits precisos, amb universos tancats i amb absoluts estables. Fóra, doncs, menys arriscat conformar-se amb l'estat de coses disponible en cada moment.

Però, també, no és una qüestió resolta ni trivial com sorgeixen els universals (conceptes, valors i ideals) d'una cultura, encara que no sembli irracional d'atribuir a la concepció del món que es posseeixi un protagonisme especial en la formació dels referits universals. I si això fos així, hauríem de tenir present que amb el canvi de concepció científica del món canviarien també, almenys parcialment, els universals de la cultura en qüestió.

Si he donat per suposat, almenys en el moment en què ho he esmentat, que la ciència clàssica ha deixat de ser el referent de la concepció científica del món i he esmentat algunes de les errades que la mateixa ciència es va atribuir com a punts crítics del seu canvi de marxa, cal dibuixar ara un esquema una mica més aproximat dels nous horitzons en què la ciència actual construeix la seva imatge del món.

Les ciències físiques (en el sentit més ampli del terme) han deixat en el territori del sentit comú les nocions de causalitat determinista, de constància universal de les lleis, de partícules indivisibles, etc., i s'han traslladat a un panorama en què la discontinuïtat i la indeterminació, si no el caos, apareixen en el rerefons de tots els processos dinàmics. El marc més general actualment concebut per a aquests processos els comprèn dins d'un horitzó dibuixat per la segona llei de la termodinàmica (l'entropia universal o llei del més probable) i la llei d'emergències improbables o processos oberts que comprenen les estructures complexes com les formes vives, per exemple. És evident l'enorme distància que hi ha entre un món suposadament sotmès a les lleies immutables (per

divines i desconegudes que siguin) i un que es dibuixa decaient envers el caos mentre bombolleja sistemes improbables i tan absurds com una societat de micos blaus que mengen crispetes. Perquè, sense dubte, en la concepció científica del món propiciada per la ciència clàssica, una societat de micos blaus que mengen crispetes formaria part de la cadena causal determinista necessària i eterna vinculada a la totalitat del món. La mecànica universal comprendria entre els seus infinits casos particulars el dels micos blaus que mengen crispetes o, contràriament, la mecànica universal hauria de ser falsa; i (recordem) es creia que era vertadera (en un sentit fort) com ho eren les seves pròpies lleies.

En el present la discontinuïtat sembla ser una de les propietats més paradoxals i inherents a qualsevol procés. Dic paradoxal perquè ens costaria molt d'imaginar que la llum d'una espelma s'encengués i s'apagués milions de vegades mentre la veiem lluir de manera continuada, i ens fóra més difícil d'atribuir una fórmula així al Sol o al tren o a l'avió que ens transporta. Però la ciència actual concep cada objecte d'aquests com si consistís en un immens cúmul de presències i absències contínues de partícules o d'impulsos «encenent-se i apagant-se segons la mida», com diria Heràclit. En aquestes condicions, la noció de *determinació causal* perd (almenys en molts casos) la dimensió mecànica i, si en conservés cap, fóra la de funció autònoma en un sistema. En tot cas, perduda la linealitat que el determinisme físic exigeix en aquests casos, només quedaria alguna forma de microcausalitat no lineal (*l'emergència*), que és la que actualment s'atribueix als sistemes complexos improbables.

Suposo que, almenys en el context de la virologia, no sorprendrà escoltar que el conjunt d'aquest joc quasiinfinit entre discontinuïtat i indeterminació rep el nom de *caos*. Tanmateix, aquest terme, que només tenia algun sentit físic quan l'utilitzàvem per al moviment lliure de les molècules d'un gas o d'un cos o fluid en ebullició, avui és assumit com el punt de partida (més o menys remot, segons els casos) de tots els sistemes físics del món. Si em permeteu una comparació (potser poc adequada), diria que igual que la genètica s'alça i construeix els seus resultats teòrics sobre la base d'una teoria de poblacions per natura caòtiques o tal vegada atzaroses i com a conseqüència la teoria de l'evolució resulta al final una espècie de dinàmica (o de dinàmiques) de poblacions, d'igual manera les dinàmiques dels sistemes físics s'alcen i es construeixen des d'una teoria (pròximament geològica i remotament cosmològica) del caos. Però com la base és infinitament més nombrosa, o, si es vol, com la *població* de partícules i impulsos voreja la infinitat, el joc adquireix dimensions còsmiques i per això la concepció científica del món ens resulta menys manejable, menys familiar i menys desxifrabla o, el que és el mateix, som menys capaços de distanciar-nos dels processos físics. La magnitud de tals processos resulta devastadora per a la nostra capacitat d'imaginar un model a la nostra mida.

Amb aquestes característiques, la concepció científica del món que ens poden proporcionar les ciències del nostre segle s'allunya massa de la concepció heretada de la ciència clàssica i propicia un estat d'inseguretat i incertesa a l'hora de comprendre la mateixa naturalesa de la ciència que ens ofereix aquests resultats. La situació recorda la historieta de la formigonera. Es tractava d'un geni encarnat en una fulla de trèvol que, per a desgràcia seva, va néixer en un sorral. Una màquina va arrasar la sorra i el trèvol i va portar-los a una fàbrica de formigó. Quan li va arribar el torn, la sorra i el trèvol van passar per la mescladora i al final van viatjar en el cubell d'una formigonera

que girava i girava mentre recorria els carrers d'una ciutat. Finalment, formigó i trèvol van acabar als fonaments d'un garatge urbà. El geni intentava saber on era i procurava reconstruir la trajectòria des del sorral (allà sí que ho sabia) fins a la immensa mola de ciment en què jeia. Però els seus càlculs es perdien a la primera palada de sorra que va arrancar-lo del sorral. Cap matemàtica de les moltes que coneixia podia calcular el conjunt d'esdeveniments, fins i tot els mínusculs que l'havien transportat tot girant i girant fins on es trobava. Va acabar convençut que un geni enemic i més poderós l'havia dut fins allà i l'anomenà *déu*. Si el geni del trèvol fos un científic dels nostres dies i volgués reconstruir la trajectòria seguida per cada partícula de l'univers es trobaria en la mateixa situació del geni del trèvol i, o bé el declararia impossible, o bé li acabaria reclamant un déu.

He proposat aquesta alegoria perquè no tinc una imatge científica del món que, tot i correspondre a la ciència actual, em permeti d'anar més enllà d'una sospita. Aquesta rep el nom d'*inestabilitat dels sistemes* i això conté una mínima dosi de certes sobre la natura dels processos que constitueixen la dinàmica de l'univers. És clar que comparteixo algunes certes quotidianes amb tothom que recorri al sentit comú com a reserva informativa en el seu comportament quotidià. També crec que el Sol i el seu sistema tenen una estabilitat suficient per a garantir el que la física clàssica ens descriu com a fórmula del nostre entorn. El mig termini pertany al sentit comú i també a la trivialitat històrica. Ara ens interessa la naturalesa del sistema en què consistiria el món si les ciències actuals poguessin descriure'l amb solvència, i per això gosariem demandar a la ciència la imatge, el més completa possible, de la seva natura. I la incorporació que la nostra ciència fa del caos al fons del sistema en què ens trobem ens proporciona dos aspectes nous per als quals no tenim gaires eines teòriques. La indeterminació i la inestabilitat dels sistemes ens obliguen a replantejar-nos la concepció del món i a concedir a l'atzar un lloc del qual la ciència clàssica l'havia expulsat per indesitjable.

Tot i així, continuem admetent juntament amb l'atzar un bon grup de sistemes aparentment estables als quals confiem la nostra imatge del món, que és parcial, sens dubte, i provisional. Al cap i a la fi, des dels sistemes galàctics a la conducta de les amebes tot sembla atènyer-se a una constància exemplar, encara que *tot* sigui massa per a definir-ho, ja que alguns viròlegs maleirien la poca constància amb què es comporten alguns dels seus coneguts. Malgrat això, la imatge científica del món que avui podríem improvisar dista molt de poder prescindir de les contradiccions internes suggerides pels elements a què m'he referit. L'aparent funció autoorganitzadora dels sistemes complexos que denominem *éssers vius* se'ns presenta no com a excepció improbable en el procés universal, sinó com a deriva privilegiada (per improbable) i fins explosiva del procés físic general. Per tant, en la imatge actual del món apareixen classes de processos, lleis i principis que se'ns resisteixen com *antinòmics*, fins al punt que actualment ens trobem en el tràngol de posar en dubte la possibilitat d'*una* concepció científica del món. És probable que això sigui degut a la inèrcia del model anterior o al fet que, com deia en començar, no totes les ciències ballen el mateix vals. Entre caos i necessitat no és segur encara per a la ciència quina fóra la llei fonamental de l'univers.

En qualsevol dels casos, aquest és un motiu de perplexitat perquè la nostra consciència filosòfica se sent dividida, com si pertanyés a dos mons diferents, a dos universos incommensurables. Però, a més, mentre pugui assumir algunes categories generals per a sistemes del món aparentment autoorganitzat (la causalitat, la finalitat, l'ordre i les

classificacions, per exemple), no disposa de categories adequades per a la discontinuïtat (*ser i no-res* conjunts), per a la indeterminació (desapareix el vincle conceptual de *relació*), per a la inestabilitat (una classe de moviment que no cap en la fórmula de la *translació*).

Amb tot, la nostra consideració mereix ben bé un aspecte que els biòlegs coneixen millor que ningú, però que passa desapercebut, justament perquè encara ens ocupa la ment la vella concepció del món que vam heretar de la ciència clàssica. En l'accepció normal dels sistemes autoorganitzats oberts, que és la fórmula més general de definir la vida, tenim una certa imatge d'estabilitat per a cada espècie o gènere dels esmentats organismes. No dubtaré dels bons motius que es tinguin. Però, a més d'admetre la constància d'espècies i gèneres, considerem que, sota determinades condicions, aquests grups de sistemes vius evolucionen; és a dir, acceptem que aquests sistemes es troben en un equilibri inestable o en desequilibri sistèmic i acceptem que les variacions (potencialment insignificants) poden desequilibrar un ampli sistema vegetal o animal en el que anomenem *procés evolutiu*. Qualsevol biòleg dels presents ho explicaria millor que jo, però em temo que al final hauria de demanar ajut al joc de les poblacions i a la intensitat del joc (les freqüències genètiques acumulades, per exemple). Això equival a reconèixer que el procés parteix de l'atzar i arriba a la necessitat (com diria J. Monod) sense haver abandonat cap de les seves propietats atzaroses. En la imatge clàssica del món aquest procés estaria mesurat per anys solars o per edats geològiques o d'altra forma qualsevol. La nova perspectiva ens recomanaria d'anar a un rellotge intraprocessal, ja que el temps de l'atzar dista molt de ser uniforme i fins i tot pot no ser unidireccional.

Hauríem de recordar que la incorporació del temps a la física galileana va significar l'origen de la ciència. Difícilment es pot desconèixer que la idea de temps independent es troba essencialment integrada en la concepció científica del món que hem heretat de la ciència clàssica. Però aquesta idea de temps com a variable independent dels processos dinàmics desapareix o perd el seu caràcter d'independent per a convertir-se en una dimensió interna dels processos físics de l'univers. S'allunya tant de la idea intuïtiva que amb prou feina aconseguim de trobar cap forma de representar-nos-la. La inestabilitat i el desequilibri en els sistemes dinàmics semblen elements capaços d'intervenir en el temps intern de cadascú; és a dir, en l'alternança de la seva presència o absència en l'esdevenir general del món. M'inclino a creure que la ciència actual no disposa d'una representació adequada del temps, i si en disposés no fóra lineal i unívoca com la de la ciència clàssica.

No hi insistiré més. La ciència del segle XX encara no disposa, en la meua opinió, d'una concepció científica del món *completa* i *suficient*, tot i que no accepta ja, només amb la gestió ordinària del món humà, la imatge heretada de la ciència clàssica. És cert que es poden entreveure algunes de les característiques que podrien ajudar a construir la nova concepció, però també és cert que pesen sobre la ciència actual molts dels conceptes i esquemes mentals de l'època anterior. És molt possible que necessitin força temps per a dissoldre's.

Mentrestant, la filosofia tentineja respecte a dues coses centrals. Parlo, és clar, de la filosofia de la ciència. La primera, respecte l'estructura mateixa de la concepció del món que sorgeixi de la nova *època global*. Serà la seva ontologia monista, dualista, o pluralista, qüestió que, sense deixar de ser metafísica, determina essencialment tant el model

d'univers com la naturalesa epistemològica del seu coneixement i, per això, podem endevinar encara en quins rangs epistemològics s'hauran d'esgrair les metodologies que es posin a punt. El que hem acceptat fins aquí estava determinat per ideals clàssics de veritat i certesa. Els rangs de menor força —versemblança, probabilitat, polivalència lògica, etc.— ja tenen un important paper en les metodologies actuals, sobretot en totes les ciències que no tracten o no poden tractar amb nocions deterministes fortes o amb processos complexos i no lineals.

La segona, respecte de la pròpia naturalesa dels universals amb què la filosofia pot interpretar el sistema o els sistemes científics constitutius de la concepció científica del món. Per esmentar-ne un, pensem en la dicotomia entre coneixement (objectiu) i construcció, fórmula que ha estat reforçada (fins a proposar teories sobre la construcció social de la matemàtica) per l'acceptació creixent de la noció pragmatista de veritat. Les nocions d'*identitat* o *correspondència* com a fonaments de la noció clàssica (força) de veritat semblen allunyar-se definitivament del camp de visió de la ciència actual. Per això, a la filosofia li esperen també grans reptes.

BIBLIOGRAFIA

- FRENCH, S. (2001) «Getting out of a hole: identity, individuality and structuralism in space-time physics». *Philosophica*, núm. 67, pàg. 11-29.
- GOULD, S. J. (1992) *La flecha del tiempo*. Madrid: Alianza.
- GOULD, S. J. (1999) *La vida maravillosa*. Barcelona: Crítica.
- HACKING, I. (1993) «Working in a new world: the taxonomic solution». A: HORWICH, P. (ed.): *World Changes*, pàg. 269-310. Cambridge: MIT Press.
- NICOLIS, G.; PRIGOGINE, I. (1994) *La estructura de lo complejo*. Madrid: Alianza.
- PRIGOGINE, I. (1997): *El fin de las certidumbres*. Madrid: Taurus. [Trad. de Pierre Jacomet]
- STIOPIN, V. S. (2004) *El saber teórico*. Madrid: UNED. [Trad. de Ricardo Burguete]

BIOGRAFIA DE L'AUTOR

Doctor en filosofia per la Universidad de Salamanca i professor titular del Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad Nacional a Distancia (Madrid). Autor especialista en teoria i història del desenvolupament de la ciència, el Dr. Rada ha estat responsable de la traducció i edició en castellà, entre d'altres, de La polémica Leibniz-Clarke (1980), El sistema del mundo, de Newton (1983) i El secreto del universo, de J. Kepler (1992). És l'autor de La filosofía de la ciencia y el giro «historicista»: el post-positivismo (1984, reed. 1999)

CORRESPONDÈNCIA Depto. de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Fac. de Filosofía, Edificio Humanidades, UNED, Senda del Rey, s/n, 28040 Madrid.
erada@fsof.uned.es

NIETZSCHE: LA VIDA COM A VOLUNTAT DE PODER

DIEGO SÀNCHEZ MECA

RESUM

En aquest article s'analitza la concepció nietzschiana de la vida com a voluntat de poder en relació amb algunes qüestions que poden interessar avui en l'àmbit de la biologia i de la seva pràctica epistemològica. Es tracten qüestions relatives al mètode, al concepte de ciència i de coneixement científic, al marc teòric de l'evolucionisme darwinian, etc., en la hipòtesi nietzschiana que sigui la voluntat de poder i no l'adaptació al medi el tret més distintiu del comportament dels éssers vius.

PARAULES CLAU Nietzsche, ciència, poder, vida, biologia, naturalesa.

ABSTRACT

The nietzschean conception of the life as will of power is analyzed in this article in connection with some questions that may be of interest today in biology and its epistemology. They are questions relative to the method, to the concept of science and scientific knowledge, to the darwinian evolutionism as background, etc. in the nietzschean hypothesis that will of power, and not adaptation, was the most distinctive feature in the behavior of the alive beings.

KEYWORDS Nietzsche, science, power, life, biology, nature.

Què significa la invitació de Nietzsche a filòsofs i a científics a adoptar el cos com a fil conductor de tota investigació i quines conseqüències té? Nietzsche vol dir que al cos és on s'ha de buscar qualsevol dada, sigui quina sigui la investigació que es vulgui emprendre? És aquesta invitació simplement l'expressió forta d'un simple biologisme? No sembla que sigui així. Prendre el cos com a fil conductor de la investigació significa considerar-lo, en el punt de partida, com l'única forma o l'única expressió de la vida i, per tant, de la realitat de la qual podem tenir cert tipus d'experiència *directa*. És a dir, Nietzsche convida a prendre com a punt de partida l'única font de realitat a la qual sembla que podem tenir un accés *immediat* i que és el sentiment de nosaltres mateixos com a vida encarnada, l'*autoafecció* en el nostre cos de la vida orgànica o l'experiència que la vida dóna d'ella mateixa des del nostre interior sentint-se com a *automoviment*. El que Nietzsche diu no és, per tant, que el cos hagi de ser l'àmbit propi de tota investigació. Ni tampoc es refereix al cos que —segons el que les ciències

biològica i fisiològica d'estil positivista ens ensenyen—, es redueix a un conjunt de condicions biològiques mesurables o a un simple catàleg de reaccions automàtiques i d'impulsos observables des de l'exterior.

Tanmateix, quan parla d'accés *directe* o *immediat*, no vol dir Nietzsche que hàgim de prendre el cos com a fil conductor de la investigació perquè la vida tingui, com un dels seus atributs, la possibilitat de l'autoconsciència en la percepció que nosaltres podem fer del nostre propi cos. En aquest sentit, Nietzsche es va avençar a Freud a assenyalar que el jo, és a dir, la consciència, quedi sempre fora, per definició, del dinamisme inconscient de les forces en què consisteixen les configuracions pulsionals, les quals anomenarem *instints*. Per exemple, quan tenim consciència de desitjar quelcom, sota aquest desig hi ha tota una multiplicitat de motius coordinats o, millor dit, subordinats i jerarquitzats entre si, que queden sempre ocults a la consciència, la qual ignora els processos inconscients d'organització espontània dels impulsos, en poder-los percebre sempre tan sols com a motius ja racionalitzats. El que Nietzsche vol dir, per tant, i en definitiva, és que el cos, és a dir, les reaccions fisiopsicològiques, els instints, els impulsos, són les úniques traduccions o manifestacions del que constitueix la vida orgànica i la naturalesa que l'anima i el mou i que, per tant, per saber què és la vida o què és la naturalesa, hauríem de començar per allà.

Proposar que el cos sigui el fil conductor de la investigació significa, així, entendre'l com una pluralitat infraconscient d'automatismes, de sinergies, de petites excitacions innombrables entre les seves cèl·lules i òrgans, tot actuant de manera cooperativa com un sistema íntimament correlacionat. El que sembla fenomenològicament, vist des de fora, una unitat, encobreix, en realitat, una pluralitat efectiva de forces que creixen i es debiliten, que lluiten entre si, que sorgeixen i desapareixen, però tot això amb una cohesió i una integració realment admirables entre tota classe de mecanismes, sistemes i òrgans.

Nietzsche té una fórmula per a anomenar tota aquesta pluralitat corporal en moviment organitzada o regulada per la força vital de l'autoafirmació de si mateix: anomena el cos *voluntat de poder*. I afegeix que un mètode d'estudi, aplicat a qualsevol cosa, és molt més eficaç si aconsegeix tenir prou amb la hipòtesi d'un únic tipus de causalitat en lloc de recórrer a diverses hipòtesis. Per això, el que en realitat tracta d'expressar Nietzsche amb aquesta fórmula, no és tan sols que el cos és voluntat de poder, sinó que el món sencer ho és, i la història, i la societat, en el sentit que tot el que succeeix en cadascun d'aquests àmbits es podria comprendre com a resultat de voluntats que actuen unes sobre altres o unes contra altres. I aquest és el sentit que té la seva invitació en prendre el cos com a fil conductor de tota investigació. Per tant, la hipòtesi bàsica seria suposar que en tot esdevenir aparentment mecànic en el qual estigués actuant una força, es tractaria d'una força de voluntat, la qual estaria actuant i, per tant, l'esdevenir hauria de ser comprès com l'efecte d'una voluntat (*Willens-Wirkung*).

La proposta metodològica, naturalment, té moltes implicacions i conseqüències, de les quals només ens fixarem en algunes. Per exemple, en cas d'admetre aquesta hipòtesi —segons la qual l'única força que existeix tindria la mateixa naturalesa que la del voler—, ja no es podria continuar interpretant el que succeeix a l'univers com l'acció de forces neutres que busquen el seu equilibri, segons ha estat ensenyant la física mecanicista. Si per al mecanicisme la força física es determina tan sols per un determinat *quantum*, el que caracteritza la força com a *poder* (*macht*) és que el seu *quantum* es

determina mitjançant un *afecte* segons el model del voler. I d'això es deriva, principalment, que és sensibilitat, és a dir, capacitat de ser afectat i d'afectar. No és possible reduir el moviment a simples disparitats de forces i a la recerca d'equilibri entre aquestes forces. Un *quantum* de poder es defineix per l'afecte que produeix en relació a altres forces i per la resistència que ofereixen a l'acció aquelles altres forces. I això significa parlar d'una voluntat que vol exercir una força i que vol defensar-se de forces que actuen sobre ella, fet que porta a haver d'admetre la capacitat de les forces de percebre les respectives disparitats.

Un altre fet que implica la noció de voluntat de poder és que aquesta voluntat no té la realitat d'un *substratum* metafísic, ni la d'un fet científic, sinó que és tan sols una hipòtesi, i la unitat a la qual alludeix el seu nom no és, en realitat, res més que una unitat suposada. És a dir, suposem que allò que confereix unitat i organització a la pluralitat de forces sempre en moviment i sempre enfrontant-se entre si és l'afecte dominant del voler, i del voler el poder. De manera que tota vida es podria definir sobre la base d'aquesta voluntat de poder i explicaríem la diversitat dels fenòmens vitals i naturals a partir d'ella. Per exemple, el pensament, el sentiment, els desitjos, però també les funcions orgàniques com la nutrició, la reproducció o les reaccions primàries del protoplasma serien ramificacions especialitzades de la voluntat de poder en la seva tendència constitutiva a l'obtenció de la seva possibilitat màxima. En tot aquest dinamisme que mou l'univers i la vida el que succeiria sempre seria, doncs, que una força més poderosa venceria a una de més dèbil, sense que s'admetés cap altra causalitat que no fos la de la voluntat sobre una altra voluntat. Per tant, tant el pensament com la nutrició foren només expressions diferents de l'insaciable desig d'apropiació i d'autodesplegament vital propi de la voluntat de poder.

Una implicació més o conseqüència de la noció de Nietzsche fóra que, en sentit estricte i rigorós, *Kraft*, és a dir, *força* com a voluntat de poder, hauria d'anomenar-se sempre en plural, és a dir, *les forces*, perquè les forces sempre es donen com a enfrontament, pugna i combat entre si, un combat interminable que només aconsegueix equilibris provisionals sota la forma de configuracions o dispositius conjunturals. De manera que per a aquesta capacitat que ha de ser afectada i ha d'afectar, hauria de pensar la voluntat de poder sota la forma d'una lluita entre pols desiguals de forces capaces d'avaluar-se recíprocament. En la lluita, l'objectiu mai no és l'eliminació de la força oposada, és a dir, l'extermini del contrari, sinó només la seva dominació i assimilació. Això revela la tendència bàsica de la voluntat de poder, el que defineix la qualitat del seu impuls més característic: és a dir, que és una tendència a l'autoenfortiment continu, que no consisteix en res més que desitjar sempre més poder, és a dir, que la voluntat de poder no és més que un moviment incessant de superació de si mateixa. El mode en què té lloc el combat entre les forces per aconseguir el màxim de poder és el de l'exercici de l'avaluació i de la interpretació, és a dir, la imposició per part d'una força dominant d'un sentit o d'un valor a les altres forces en funció del joc de dominació propi dels afectes en lluita. Interpretar una cosa, avaluar-la, imposar-li un significat o conferir-li un valor o un *desvalor* és, per tant, el medi originari d'intentar dominar-la. En realitat, Nietzsche descriu l'activitat d'interpretació de la voluntat com un procés de digestió de la realitat pel qual una força creix alimentant-se d'altres forces. Aquesta assimilació és sempre selectiva, és a dir, comença amb un acte de discriminació d'experiències i d'assimilació d'aquelles que s'aprecien com a susceptibles de ser eficaçment *incorporades*

per la seva capacitat per a autoenfortir-nos i augmentar el nostre sentiment de poder, mentre que tot el que no s'aprecia útil per a aquesta fi és refusat.

Finalment, la hipòtesi de Nietzsche suposa també que, si som conseqüents amb tot el que s'ha dit fins aquí, no tenim més remei que admetre que a aquest *afecto*, en el qual consisteix la voluntat de poder, li és concomitant sempre un sentiment de plaer o de desplaer. No s'està dient amb això que el que mou la voluntat de poder sigui la recerca del plaer i el rebuig del dolor, sinó que allò que s'afirma és que el plaer sobrevé quan s'aconsegueix allò a què la voluntat de poder realment tendeix, és a dir, el poder, i que el dolor sobrevé, contràriament, quan el poder no s'aconsegueix o es perd. I si ens fixem encara més en això, podrem adonar-nos que, en sentit estricte, el plaer al qual ens referim aquí no és el plaer provocat pel poder ni per la possessió del poder, sinó el plaer que sobrevé com a conseqüència de la percepció *de l'augment* del poder i de la diferència que això marca davant les altres forces. El plaer que acompanya la voluntat de poder és el de la victòria sobre altres forces, victòria que fa augmentar el seu mateix poder i el dolor de la derrota i, per tant, la percepció d'una disminució de la quantitat de poder.

El problema que planteja aquesta última implicació no té una solució fàcil. És possible que no hi hagi inconvenient a admetre la idea de la voluntat de poder com a configuració interna de l'ésser de la vida. Però, com admetem també aquest tipus d'explicació a la física, la química, les ciències de la naturalesa en general, on no hi ha manera de considerar una voluntat de poder amb sensacions de plaer o de dolor ni amb altres sentiments concomitants a l'augment o la disminució de la força? La resposta de Nietzsche, per sobre dels inconvenients, insisteix en els avantatges que a judici seu té estendre també a la resta de les ciències la hipòtesi de la voluntat de poder. Ell considera que la seva hipòtesi significa un gir envers una interpretació del món dels fenòmens des de dins (en lloc de continuar fent-ho des de fora, com fa el mecanicisme), i serveix, per tant, per a fer avançar el saber en una direcció a la qual la ciència moderna s'ha tancat completament.

Des del marc conceptual d'aquesta hipòtesi bàsica, Nietzsche veu en les ciències del seu temps, sobretot, dos prejudicis que mostren la seva dependència última, no solament de la metafísica, la moral o la teologia, sinó, més que de cap altra cosa, de la política. Els prejudicis són, en primer lloc, comprendre bàsicament els fenòmens com a resultat de causes eficients (és a dir, entendre la relació de causalitat com a eix de tota explicació científica) i, en segon lloc, equiparar igualitàriament —podríem dir nosaltres «democràticament»— causes i efectes amb l'objecte de demostrar el funcionament de lleis estables que regulen sense distinció la massa de fenòmens. En relació al primer prejudici, Nietzsche retreu, concretament al mecanicisme, aïllar la força de les seves exterioritzacions. És a dir, quelcom així com separar el raig de la seva resplendor, o com si darrere el foc hi hagués un agent que pogués decidir si crema o no. Per a ell, aquesta distinció entre l'acció i un agent de l'acció com a causa no és més que la projecció, a la naturalesa, de la distinció lingüística entre el subjecte i el verb. Fet que, a la vegada, no és més que la vella superstició de creure en un poder com quelcom que mou; és a dir, no és més que l'hàbit de projectar fora de l'acció una causa com a causa eficient. Això introdueix una distorsió en l'explicació científica en la mesura que obliga a comprendre el comportament dels fenòmens d'acord amb una semiòtica de les conseqüències derivades d'un suposat ordre de causes permanents. Amb la hipòtesi de

la voluntat de poder, en canvi, tot canvi, tot moviment, es podria explicar, segons hem vist, com a acció d'unes forces sobre d'altres.

Quant al segon prejudici, és a dir, la reducció igualitària dels esdeveniments en virtut de l'axioma «de causes iguals, efectes iguals», per a Nietzsche, que res succeeix a la natura de determinada manera no significa l'existència d'un principi o d'una llei, o un ordre que la regeixi, perquè la natura és feta d'acord amb aquelles lleis. El món és un devenir caòtic de forces en lluita contínua que només coneix moments passatgers d'equilibri, com ho podem comprovar al nostre cos i a les sempre provisionals constellacions de forces que intervenen en qualsevol classe d'activitat comuna. No hi ha regularitats que es mantinguin perquè obeeixin lleis internes de la natura. Al contrari, diu Nietzsche, sembla més aviat que el que succeeix en el conjunt de l'esdevenir de l'univers és que, quan quelcom s'assoleix i sembla aconseguit i arriba a una perfecció més o menys definitiva, llavors, en lloc de conservar-se de manera estable, l'impulsa una dinàmica o una voluntat de no voler-se conservar i de desestabilitzar-se i descompondre's.

Per això, contra el dogma modern de l'instint d'autoconservació com a llei de tota vida, Nietzsche afirma que es pot mostrar de la manera més clara en qualsevol ésser natural que fa tot el que pot, no per a conservar-se en l'ésser que ja té, sinó per a arribar a ser més. Per tant, en lloc d'equiparar esdeveniments sota lleis que igualen causes i efectes, Nietzsche proposa entendre el món com si el que hi subjagués fos una lluita entre pols de força que es jerarquitzen en funció de les seves desigualtats i del domini d'uns sobre altres del mateix caràcter que la que és subjacent o la qual forma el nostre cos. I això, perquè també l'ésser de l'univers consisteix, no a conservar-se, sinó que unes forces exerceixin el seu poder sobre altres forces que se li resisteixen en una lluita sense fi. Per tant, no *conservació de l'energia*, sinó *voler ser més fort per part de qualsevol centre de força*; no *preservació d'un mateix*, sinó *voluntat d'apropiar-se d'allò estrany per ser més i poder més*. La voluntat de poder no és més que aquesta hipòtesi de principi que tracta d'abraçar el caràcter general de l'existència per explicar-la com a esforç envers el poder.

¿Quina és, llavors, la crítica a l'autocomprensió científica del seu temps que Nietzsche formula a partir d'aquesta innovadora proposta metodològica de la voluntat de poder com a interioritat de tota cosa? En realitat és, abans de tot, en relació a la concepció del coneixement i de la ciència on el fil conductor del cos com a voluntat de poder va poder oferir perspectives veritablement revolucionàries per al segle XIX. Perquè la primera conclusió que es desprendria d'aquesta hipòtesi és que el valor propi del coneixement científic, necessari per a dominar la naturalesa i obtenir seguretat, no era el d'oferir-nos la veritat sobre com és fet el món o com funciona la naturalesa, sinó que només té un valor pragmàtic. És a dir, la ciència no proporciona més que un coneixement útil. És un instrument, una eina. I el descobriment, al llarg de la història de la ciència, de nous avenços i noves fórmules d'aplicació pràctica del seu saber, no és un apropament progressiu a la veritat, sinó precisament el treball de superació de la vida per mitjà de voluntats diferents. Fet que es comprèn si es té en compte que la voluntat de poder no és tan sols ni essencialment una recerca de la utilitat per a l'autoconservació, sinó un esforç d'autosuperació també en la forma del combat científic i intel·lectual. El desenvolupament de la ciència, el procés històric del coneixement, hauria transcorregut tot prenent cada cop més consciència de la inadequació de la

seva definició com a coneixement veritable del món, per a entendre's com un simple entramat de ficcions i de construccions teòriques amb les quals funciona una tècnica o una medicina. Actualment podríem dir, per tant, que és més aviat un desconeixement del món consistent, no en veritables, sinó en simples ficcions útils. I, això, encara que la dinàmica interna de qualsevol coneixement signifiqui aparentment el contrari; és a dir, significa la reconducció contínua d'allò que resulta desconegut —pel fet de ser indomitable i ingovernable— a quelcom de conegut, és a dir, assimilable. De manera que el progrés històric del coneixement científic hauria preparat una espècie d'ignorància final pel que fa a l'evidència que la ciència no conté cap veritat, sinó que quan somiava que podria fer-la només mostrava una forma d'orgull. Per a Nietzsche, actualment no fóra suficient només de reconèixer aquesta ignorància o aquesta absència de veritat. Hauria de ser ben apresada i fer-ne la valoració adequada; és a dir, hauria de tenir la voluntat d'aquesta absència de veritat com a condició d'una forma més elevada de vida.

La ciència, diu Nietzsche, ja no és recerca de la veritat, sinó que conscientment es practica com a imposició al caos d'unes regularitats i unes lleis que ens permeten d'humanitzar el món i, per tant, dominar-lo per a les nostres finalitats pràctiques. De fet, els mecanismes consistents del coneixement científic són l'abstracció, la simplificació, la generalització de fenòmens i d'experiències amb els quals no es pretén conèixer sinó adquirir poder sobre les coses. El que mou el coneixement científic és, per tant, un poder que ordena, que simplifica, que generalitza, que imposa lleis i, per tant, que violenta, que falseja i que separa artificialment. No hi ha recerca de la veritat, sinó voluntat d'apoderar-se de la multiplicitat dels estímuls, de les observacions i de les dades amb el propòsit d'organitzar els fenòmens, tot obligant-los a encaixar en determinats conceptes, categories i lleis. Nietzsche conclou, per tant, que en estar el progrés del coneixement científic determinat per la voluntat d'utilitat i de domini pràctic dels fenòmens del món, la pràctica científica constitueix un àmbit més on pot veure's la voluntat de poder i superar-se envers nivells cada cop més elevats de poder.

Doncs bé, el cim d'aquesta tendència, allò que podríem anomenar el nivell més elevat fóra el que s'expressaria en allò que ell anomena *el pensament dionisiac*, del qual, en la creació artística trobaríem la seva imatge més adequada. És a dir, el nivell més alt de pensament o de coneixement fóra justament aquell on la ficció ja no pretén valer obertament com a veritat, sinó que comprèn el devenir del món com el simple plaer d'una força creadora i destructora que se satisfà en una espècie de recreació i destrucció constant de tot. Per tant, els moments d'innovació crítica o de transformació reconstructiva a la història de la ciència, que són els que amb més força impulsen el moviment ascendent de la voluntat de poder en el procés del coneixement científic, els identifica Nietzsche com a moments de pensament dionisiac comparables, en certa mesura, a accions de lliure creació artística. Perquè són aquests moments de creació de noves categories per a l'organització de l'experiència, i de nous llenguatges que amplien el domini i el poder sobre el món, els que resulten d'una confrontació intel·lectual en la qual s'expressa una situació de màxima elevació i domini de la voluntat de poder. Aquesta és la raó per què Nietzsche s'hi refereix i n'identifica la condició amb la de l'art.

Kant tenia raó quan afirmava que no hi ha lleis lògiques que no estiguin en nosaltres —és a dir, que són a les coses—, fet que significa que els conceptes amb què coneixem les coses no són més que construccions subjectives en les quals intervenen els nostres sentits

i el nostre intel·lecte. Per això, en un món on l'ésser en si no ens és donat, organitzem amb les ficcions els fenòmens per poder-nos-hi desenvolupar. Això significa que no és més que aquest valor pragmàtic el que decideix sobre la seva realitat per nosaltres. De manera que no podem parlar, en relació amb el coneixement dels fenòmens del món, de veritat o de falsedat més que en el sentit de si ens fa possible de viure-hi o no. I aquella fóra la prova última de la seva veritat —és a dir, la seva utilitat— per a nosaltres. La lluita mateixa, i no una altra cosa, és la que es troba a l'origen de les funcions lògiques i la que presideix el desenvolupament i l'evolució del coneixement científic. I l'elevació de la vida a nivells cada cop majors de força i poder té lloc també a través de la superació de teories i interpretacions científiques que s'han fet cada vegada més restringides per altres capaces d'incorporar noves perspectives i que permeten percebre nous horitzons.

Aquest és el context on s'hauria d'emmarcar la crítica concreta que Nietzsche dirigeix a la teoria de l'evolució de Darwin i la diferència entre voluntat de poder i selecció natural. El primer que afirma Nietzsche, com hem vist, és que no hi ha lleis generals que regulin uniformement les relacions entre els éssers vius i el seu mitjà i determinin cada variació subsegüent. No hi ha comportaments que sempre es trobin sobre la base del funcionament d'aquestes lleis. El món no és més que l'esdevenir d'una lluita entre diferents centres de poder que no s'unifica en una tendència global envers cap meta universal a través dels comportaments dels individus. Tota situació assolida ja no és més que el resultat provisional d'equilibris en l'enfrontament entre voluntats de poder, les quals no busquen més que la seva possibilitat d'expansió màxima. Per tant, Nietzsche no pot acceptar la idea de Darwin d'una evolució de les espècies guiada pel mecanisme de la selecció natural, com a progrés unilineal irreversible envers formes superiors i més perfectes de vida. Nietzsche no pot acceptar la idea d'un perfeccionament creixent com a sentit determinat i necessari de l'evolució perquè no admet més que l'atzar, que serveix tant als forts com als dèbils. Qualsevol guia causant d'un perfeccionament unilineal és producte d'una fe i, per tant, residu d'una superstició teològica.

De fet, diu Nietzsche: «l'home com a espècie no ha progressat pràcticament res en absolut». La «domesticació» a la qual sembla haver-lo sotmès la cultura no assoleix, en realitat, una gran profunditat. I si en cap cas l'ha assolida, llavors s'ha convertit invariablement en simple degeneració. És veritat que, de tant en tant, existeixen tipus humans superiors, però no es conserven. Tampoc no es pot dir que l'home, com a tal, representi un progrés, en termes absoluts, respecte de les altres espècies, i no té sentit d'afirmar que el món vegetal i l'animal evolucionen del més baix al més alt, segons el criteri de Darwin. Es produeix, més aviat, un desenvolupament simultani de tot, és a dir, d'unes coses mitjançant les altres, i sobretot, de la lluita d'uns éssers contra els altres. Per això, l'objecció de Nietzsche és que s'hauria de parlar, gairebé, en el terreny dels fets, d'una contraselecció natural, ja que la lluita per l'existència, en lloc de fer desaparèixer els dèbils en profit dels forts, produeix, més aviat, el contrari. És a dir, les formes més riques i més complexes de vida són les que més fàcilment sucumbeixen a causa de la seva fragilitat, mentre que les més simples i tosques es conserven sense gaires problemes. Això succeeix, sobretot, entre els homes: sucumbeixen més fàcilment els tipus superiors que els inferiors. És a dir, els exemplars més complexos o més afortunats de l'evolució estan més exposats a tota classe de decadències perquè coordinen una suma incomparablement major d'elements; per això el perill de disgregació és també en ells molt més gran. De manera que, més que d'una selecció natural dels millor dotats

s'hauria de parlar, en realitat, d'una «supressió natural» dels tipus superiors i millor aconseguits, ja que el que, en realitat, té lloc, és el continuat predomini dels dèbils a causa de la seva astúcia i del seu major nombre.

Nietzsche rebutja, també, el criteri darwinian de valor com a utilitat per a la conservació perquè, des de la seva perspectiva, fins i tot una degeneració, un retrocés, una malaltia poden servir com a estímuls d'altres òrgans o d'altres éssers, mentre que el procés envers la conservació, com a condició d'existència, deté l'individu en un nivell en què se sosté simplement. Per tant, no és que es destrueixi la idea de progrés com a moviment de superació de la vida, sinó que simplement és reformulada i li dóna un altre significat. En aquest sentit, totes les finalitats o les utilitats no són més que expressions d'una voluntat de poder que aconsegueix dominar-ne una altra de més dèbil i imprimir-li, a partir de si mateixa, el sentit d'una funció. I així, en lloc d'una evolució generalitzada, global, necessària i única en el sentit d'un progrés ascendent, el que hi hauria fóra una cadena de lluites i de reajustaments que resulten de processos de dominació, de resistències, d'accions i de reaccions; un simple esdevenir, en suma, de variacions discontinúes i atzaroses, d'avenços i de retrocessos que tenen lloc, tant adquisicions com pèrdues, tant augments com disminucions de poder.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ALLISON, D. B. (cur.) (1985). *The new Nietzsche*. Cambridge (Mass.): MIT.
- ANSEL-PEARSON, K. (1991). *Nietzsche contra Rousseau*. Cambridge Univ. Press.
- AVILA CRESPON, R. (1999). *Identidad y tragedia. Nietzsche y la fragmentación del sujeto*. Barcelona: Crítica.
- COLLI, G. (2000). *Introducción a Nietzsche*. Valencia: Pretextos.
- DELEUZE, G. (1971). *Nietzsche y la filosofía*. Barcelona: Anagrama.
- DETWILER, B. (1990). *Nietzsche and the police of aristocratic radicalism*. The Chicago Univ. Press.
- HEIDEGGER, M. (1961). *Nietzsche*. Pfullingen: Neske. [Trad. cast. Destino, Barcelona, 2000]
- JARA, J. (1998). *Nietzsche, un pensador póstumo: el cuerpo como centro de gravedad*. Barcelona: Anthropos.
- JANZ, C. P. (1987). *Friedrich Nietzsche: biografía*, 4 vols. Madrid: Alianza.
- LEVINE, P. (1991). *Nietzsche and the modern crisis of the humanities*. Nova York: State Univ. of New York Press.
- NIETZSCHE, F. (1980). *Nietzsche Kritische Studien Ausgabe*, COLLI, G. i MONTINARI, M. (cur.). Berlín: Gruyter.
- RICKELS, L. A. (1990). *Looking after Nietzsche*. Nova York: State Univ. of New York Press.
- SÀNCHEZ MECA, D. (1989). *En torno al superhombre. Nietzsche y la crisis de la modernidad*. Barcelona: Anthropos.
- SÀNCHEZ MECA, D. (1996). *Metamorfosis y confines de la individualidad*. Madrid: Tecnos.
- SAVATER, F. (1995). *Idea de Nietzsche*. Barcelona: Ariel.
- SLOTERDIJK, P. (1990). *Le penseur sur scène: le matérialisme de Nietzsche*. París: Bourgois.
- VATTIMO, G. (1990). *El sujeto y la máscara*. Barcelona: Península.
- WOLTLING, P. (1995). *Nietzsche et le probleme de la civilisation*. París: PUF.

BIOGRAFIA DE L'AUTOR

Diego Sánchez Meca és, actualment, catedràtic de Filosofia a la UNED. Abans ha estat professor de les universitats Complutense de Múrcia i de Califòrnia (Berkeley). Des de fa alguns anys centra la seva tasca investigadora en l'estudi de la formació, transformacions, crisi i límits dels projectes moderns europeus de cultura (que es desenvolupen històricament, sobretot, a partir de la confrontació entre Il·lustració i Romanticisme), des del punt de vista filosòfic, literari i historicosociològic. No obstant això, també ha dedicat alguns dels seus treballs a l'objectiu de divulgar, entre els no-especialistes, qüestions de les quals actualment s'ocupa la filosofia. A part de diversos articles publicats en revistes i obres col·lectives espanyoles i estrangeres, ha publicat els següents llibres: Aproximación a la filosofía (Salvat, 1982), Martin Buber (Herder, 1984, 2000), En torno al Superhombre: Nietzsche y la crisis de la modernidad (Anthropos, 1989), Metamorfosis y confines de la individualidad (Tecnos, 1995), Diccionario de filosofía (Alderabán, 1996), Teoría del Conocimiento (Dykinson, 2001), Nietzsche: La experiencia dionisiaca del mundo (en premsa). També ha editat, amb estudi preliminar, traducció i notes, textos de Nietzsche, Schopenhauer, F. Schlegel i Goethe.

CORRESPONDÈNCIA Depto. de Historia de la Filosofía, Fac. de Filosofía, Edificio Humanidades, UNED, Senda del Rey, s/n, 28040 Madrid.
dsanchez@fsof.uned.es

LA NOCIÓ DE PODER EN LA FILOSOFIA CONTEMPORÀNIA

FRANCISCO JOSÉ MARTÍNEZ

RESUM

Nietzsche, Foucault, Deleuze i Guattari són filòsofs que se situen en una tradició vitalista i, per tant, resulten idonis per a relacionar filosofia i biologia. Aquí es tracta de fer un repàs de les formes de poder que han aparegut des del l'aparició del capitalisme arran de la reflexió d'aquests autors. L'anàlisi se centra en la noció de biopoder que s'estableix amb aquest sistema social: el poder deixa d'exercir-se sobre els individus com a éssers subjectes passius de drets i passa a fer-ho sobre els individus com a éssers vivents. A continuació, es procedeix a clarificar les tres formes principals que aquest biopoder adopta de manera successiva i que sovint acaben dissimulant-se: a) societats de disciplina (des de finals del segle XVI fins al començament del XIX), caracteritzades per una intervenció externa i normalitzadora sobre els individus (l'exèrcit, la fàbrica, l'educació, la sanitat...); b) societats de control (des dels anys cinquanta-seixanta del segle passat), on el poder és assumit pels individus, que es controlen a si mateixos; c) societats d'integració (des de finals dels anys vuitanta), on són els mitjans de comunicació de masses els que tenen el paper decisiu en l'autocontrol subjectiu dels individus, un control indirecte, que actua més sobre les ments que sobre els cossos.

PARAULES CLAU Nietzsche, Foucault, Deleuze, filosofia política contemporània, filosofia del poder, biopoder.

ABSTRACT

Nietzsche, Foucault, Deleuze and Guattari are philosophers that should be placed in a vitalist tradition of thought, and from that point of view they are quite apt to deal with the links between philosophy and biology. The different forms of power, which have emerged since the rise of capitalism, are reviewed here, following the authors' work. The analysis centres on the notion of "bio-power", which this social system establishes: power is no longer exerted on individuals as passive subjects of laws but rather applied to them as living beings. Then we proceed to clarify the three forms of bio-power that can be traced as successive and otherwise overlapping: (i) societies of discipline (since the end of 16th century to the first part of 19th century), characterised by a normalizing external action over the individuals (the army, the factory, the educational and the health systems...); (ii) societies of control (since the fifties and sixties of the past century), where the power becomes internalised by the individuals, which control themselves; (iii) societies of integration (since the last eighties), where the mass media play the decisive role in the subjective self-control of the individuals, a control that is indirect, and exercised more on their minds than on their bodies.

KEYWORDS Nietzsche, Foucault, Deleuze, contemporary philosophy of politics, philosophy of power, bio-power.

Agraïxo als organitzadors que m'hagin permès de tornar a aquesta ciutat que tant m'agrada i més encara en el marc d'una institució tan mítica com la de l'Institut d'Estudis Catalans. Els filòsofs escollits, diguem-ne, per a aquest apropament entre biologia i filosofia, estan molt ben escollits perquè, és clar, són vitalistes o neovitalistes. En aquest sentit, tant Nietzsche com els dos o tres de qui tractaré, Michel Foucault o Gilles Deleuze, se situen en una tradició vitalista i en aquest sentit són autors interessants per a establir una confrontació entre filosofia i biologia.

Quan preparava la intervenció, vaig trobar una cosa que també ha estat alludida en una de les conferències d'aquest matí. Es tracta d'un text de Foucault que, en el marc d'una anàlisi sobre l'aparició de la medicina social, diu així: «Fóra interessant estudiar l'evolució de les relacions entre l'espècie humana, el camp bacil·lar o víric i les intervencions higièniques de la medicina de les diferents tècniques terapèutiques.» Literalment, això ho han dit aquest matí. És important veure la influència que els virus i els bacils han tingut en la història de la humanitat, les relacions entre la humanitat i els verins que l'ataquen, les relacions d'aquests verins i els mecanismes que la pròpia humanitat ha desenvolupat per defensar-se.

La meva exposició consistirà en un repàs molt breu, òbviament, de les formes de poder de les societats des de l'aparició del capitalisme, aproximadament. Això és interessant, a més, en la relació entre biologia i filosofia, perquè a partir de la interpretació del model de poder que s'instaura a finals del segle XVII i arriba fins a la nostra època, es parla d'un model de poder anomenat *biopoder*; és a dir, un poder sobre la vida. És interessant veure com Foucault distingeix entre diversos tipus de societats. En les societats dinàstiques tradicionals, el poder s'exercia sobre subjectes, sobre subjectes jurídics; és a dir, el problema era un problema de drets entre subjectes. En canvi, amb l'aparició del capitalisme es passa a un biopoder. O dit d'una altra manera: l'objecte i el subjecte del poder ja no són tant els individus com a subjectes de drets, sinó els individus com a cossos, els individus com a éssers vius, i el poder és un biopoder en el sentit que l'objectiu ja no és, diguem-ho així, les ànimes o els drets, sinó la vida; la vida en els dos aspectes de la vida individual, és a dir, la vida com a cos i com a població; com el que s'ha de fer per a fomentar, cuidar i promoure la vida i com a conjunt de població. En aquest sentit, distingeixo tres formes de biopolítica referida a tres modes d'actuació del poder. Més que d'una evolució històrica, encara que això pugui donar-se també, es tracta de tres models d'actuació del poder, o de tres formes del biopoder que es dissimulen. A finals del segle XVI i principis del XIX, les societats podrien ser majoritàriament el que Foucault anomena *societats de disciplina*, societats disciplinàries. Després, a partir de començaments del segle XX, trobem el que Deleuze deia, i amb això canvio d'autor, *societats de control*, i al final, doncs, les darreres, les societats contemporànies a partir dels anys vuitanta o noranta, foren el que Guattari, company i col·laborador de Deleuze en els últims anys, anomenaria *societats d'integració*. Ja dic que més que una periodicitat rígida, primerament amb societats disciplinàries, després amb societats de control i finalment amb societats d'integració, són mecanismes que es dissimulen; és a dir, que les societats actuals tenen un element

disciplinari, elements molt importants de les societats de control, i també són societats d'integració de forma dissimulada.

Començant per les societats de disciplina, és important analitzar el poder capitalista com un biopoder, en els dos aspectes del que Foucault denomina una *anatomopolítica dels cossos*, en clau molt nietzschiana, és clar: els mecanismes que utilitza el sistema per a desenvolupar al màxim les capacitats i les potencialitats dels individus. Foucault ho analitza en els seus diversos aspectes. En un aspecte inicialment militar, és a dir, l'aparició dels exèrcits moderns, suposa una espècie de construcció d'un exèrcit en què l'important, diguem-ne, és el mecanisme disciplinari, un mecanisme lligat a una actuació conjunta. Aquest exèrcit ja no és com el tipus d'exèrcit antic, clàssic, medieval, que es basava en l'heroi, en les actituds personals dels individus. Recordem que les batalles antigues eren lluites que bàsicament podien ser una lluita entre herois. A la *Illiada*, a l'edat mitjana —fins i tot algun rampell d'això arribava a la Primera Guerra Mundial— trobem aquesta idea, diguem-ne, aristocràtica de la guerra com un duel entre personalitats. Això canvia del tot amb els exèrcits moderns a partir del segle XVII, o fins i tot amb algun antecedent. Principalment, Frederic de Prússia i, després, Napoleó, van aportar la clau de la construcció d'un exèrcit en el qual l'important és una maquinària articulada en què s'intenten conjugar les forces per a aconseguir un efecte important. Ara la clau no és tant d'escollir els qui tenen capacitats per a ser soldats, com podia haver estat en l'exèrcit fins al segle XVI, sinó justament de crear un mecanisme, el mecanisme disciplinari, la disciplina militar, que permeti a qualsevol ser soldat, que permeti inserir qualsevol ciutadà en un aparell militar. En realitat, l'aparició de les fàbriques capitalistes suposa exactament el mateix, un canvi d'uns artesans individuals, que busquen també l'excel·lència en el domini de la seva professió mitjançant un mecanisme que permet gairebé a qualsevol enfrontar-se amb les màquines i desenvolupar unes capacitats també de forma disciplinària.

Foucault analitza aquests dos models, però són models ampliables: no solament l'exèrcit i la fàbrica, sinó l'educació, la sanitat..., són mecanismes en els quals el que es busca és aquest tipus de desenvolupament al màxim de les potencialitats de l'individu a través de les disciplines. Això suposa, és clar, que el poder ha deixat de ser el poder de l'Antic Règim, el qual era un poder fonamentalment basat en la capacitat de donar la mort, i ha passat a ser un poder centrat en la vida, en la capacitat de desenvolupar al màxim la vida i d'intentar evitar la mort. Es passa, en aquestes frases lapidàries foucaultianes, del dret de matar a l'obligació de potenciar la vida. Això suposa, també, el canvi des d'un poder fonamentalment repressiu, un poder basat a controlar i impedir, un poder negatiu que coarta, que trava, a un poder justament dedicat a promocionar el poder modern, el biopoder.

El poder capitalista és un poder de creativitat, és a dir, un poder que el que intenta és justament desenvolupar al màxim les potencialitats. En aquest sentit es passa de fer morir a deixar viure com a dret últim del poder, i ja dic, aquest biopoder té els dos aspectes, l'aspecte individual, el que Foucault anomena *l'anatomopolítica* —desenvolupar al màxim (mitjançant la disciplina) les capacitats del cos individual— i, després, un segon aspecte, que és la projecció del biopoder a escala de l'ésser humà com a espècie. En l'època moderna trobem també tot el desenvolupament de l'anàlisi de la població com el subjecte autèntic del poder, trobem paral·lelament al desenvolupament de l'estat modern el de l'estadística. Inicialment, l'estadística no era entesa com ho és

actualment, en què ha quedat reduïda al tractament matemàtic de l'atzar o, almenys, dels grans nombres. L'estadística era, com el seu nom indica, la ciència de l'estat, és a dir, la ciència que l'estat naixent es donava per conèixer la seva força i, també, la dels estats amb els quals s'enfrontava.

S'ha de tenir en compte que a partir del segle XVI, amb l'aparició dels estats moderns, tota la història europea entra en un estat de balanç de poder, en una espècie d'equilibri en què cada estat havia de vigilar contínuament les altres potències. Per això existia l'estadística, que era l'estudi de les potencialitats relatives dels diferents estats. I per això, en aquestes èpoques és quan neixen els censos de població, la preocupació per saber quina era la producció i com es distribuïa. S'analitzava minuciosament cada poble, la població que hi havia, a què es dedicava, etc., per després anar sumant i poder dir: aquest país són tants habitants, tantes fàbriques, tantes indústries, tants ports, etc. Dit d'una altra manera, el poder podia expressar-se amb nombres i això suposava una comptabilitat del poder. Anglaterra té això, França això, Espanya això... D'aquesta manera es comença a organitzar quantitativament la riquesa i la potencialitat de l'estat.

Un altre fenomen concomitant amb els anteriors és la fisiocràcia, de manera que veiem aparèixer una estreta connexió entre aquests diferents àmbits. Si l'últim fonament de l'estat és el desenvolupament, en tots els sentits, de la població, cal, en primer lloc, buscar els mecanismes per a augmentar la riquesa, la força, la salut de la població i també els mecanismes per a evitar la mort, la fam, la malaltia de la població. Els mecanismes, positius i negatius, del biopoder, es troben implicats en el desenvolupament de la medicina i de mecanismes de control com la nupcialitat, la natalitat, la mortalitat, etc., precisament perquè l'aspecte essencial, insisteixo, ja no és l'aspecte jurídic dels drets dels individus com a subjectes, sinó que són els individus com a éssers vius.

Hi ha aquí una mena de recuperació o d'accentuació d'una de les tres funcions fonamentals que l'antropòleg Dumezil ja descobrí tot analitzant l'estructura del poder a occident des dels indoeuropeus. Aquestes funcions suposaven, com és sabut, una tripartició del poder que també trobem a la nostra època. El poder té tres elements o aspectes fonamentals: el primer és un de numinós, religiós o sagrat, en el qual apareix el poder com a quelcom secret, diferent, separat. Fent un incís, podem considerar que els intents democràtics, per exemple, de considerar que els monarques són iguals que els altres ciutadans, van contra aquest element numinós del poder. El poder per als súbdits té un element tant de proximitat com de llunyania. Volem tenir el poderós com algú amb qui m'emmirallo però al qual mai no puc accedir, i quan puc, aleshores la diferència de potencial disminueix. Encara que, evidentment, la modernitat i la democràcia representen un intent d'eliminació d'aquest aspecte sacre del poder, de l'element numinós del poder, aquest finalment sempre es manté i així continua trobant-se encara en les nostres societats contemporànies. El segon aspecte és l'element més notori: el poder de la mort, el poder de matar, el poder lligat a la força. Aquest és l'element que sembla més evident del poder. Però encara hi ha un darrer aspecte, el poder de donar vida, el poder d'afavorir la vida, el qual també sempre han tingut els poderosos.

Hi ha hagut algunes cultures africanes en les quals aquest tercer element del poder era tan important que quan el rei no el complia, per exemple, quan hi havia fam o epidèmies, el mataben per considerar que havia fallat en la seva principal obligació, que era desenvolupar i mantenir la vitalitat de la tribu. En les societats occidentals es

desenvolupa a partir del segle XVII la noció de policia, la qual nosaltres restringim als mecanismes d'ordre públic, però que al segle XVII, i fins i tot a començaments del XIX, es configurava com el conjunt de totes les activitats que feia l'estat de potenciació de la riquesa i del benestar, de la salut de la població en general. És justament això el que els estats contemporanis han desenvolupat com a estat del benestar. Un parèntesi: en última instància és aquesta obligació la que el liberalisme considera que no forma part de les comeses de l'estat, amb la qual cosa proposa prescindir del que ha estat una de les potes fonamentals del poder, com ja he indicat, ni més ni menys que des dels indoeuropeus.

Segons aquesta funció del poder sembla que l'estat, o el poder en general, té una certa obligació de preocupar-se del benestar i de la salut dels súbdits i potenciar el seu benestar, riquesa, longevitat, comoditat de vida, confort, etc. Com ja he dit, això és el que al XVII s'anomenava *policia* i a partir del XX, *estat del benestar*. Aquest és un dels elements fonamentals que se centra en els aspectes col·lectius de la població i s'orienta ja no envers els elements particulars de individu, sinó envers la construcció de la humanitat com a espècie viva.

El poder de les disciplines, com el seu nom indica, és un poder, diu Foucault, *disciplinant*, en el sentit que disciplina en tots els seus aspectes, com una mena de condicionament extern de les accions dels individus, però també com a condicionament intern, autoimputació en relació al desenvolupament i potencialitat de les pròpies possibilitats. M'explicaré. Mentre que el primer aspecte de la disciplina és, d'una banda, com dic, una intervenció externa sobre els individus, de l'altra, aquesta disciplina també suposa una assumpció pel propi individu de la responsabilitat de desenvolupar-se i potenciar les seves possibilitats. Això és el que significa el *poder disciplinant*. En segon lloc, la disciplina és també poder *normalitzador*. Aquest és un punt important i constitueix una de les anàlisis més interessants que va fer Foucault sobre la qüestió del poder. El poder disciplinari és un poder normalitzador en el sentit que allò que busca és definir una norma, definir una espècie de mesura patró i intentar que les variacions respecte a aquesta mesura siguin assumibles. Hi ha un intent de permetre oscil·lacions al voltant de la mitjana, però tot intentant d'evitar que la dispersió sigui massa gran. Això és un *poder normalitzador*, d'acord amb la superació de la qüestió de tipus jurídic, de respecte a la llei, envers una mena d'acceptació de la norma.

La preocupació de l'estat pel respecte a la llei ha passat a un segon pla. En l'anàlisi de Foucault de la qüestió del poder en aquest meravellós llibre titulat *Vigilar i castigar*, es ressalta justament la funció de la presó i de la illegalitat. Es descobreix com els illegalismes, dins del sistema, tenen una funció fonamental en el manteniment de l'ordre. Encara que sembli curiós i paradoxal, allò que interessa al poder és que les desviacions no s'allunyin molt de la norma; és a dir, que es doni una espècie de normalització de la població. És interessant veure que aquest poder, segons Foucault, és un poder en cert sentit paradoxal. Suposa un augment de forces en el sentit de rendiment, ja que la disciplina busca, per una banda, augmentar aquest rendiment a tots els nivells, econòmic però també vital o humà; però, al mateix temps, s'ha de tenir en compte que això és concomitant a l'aparició de l'estat absolut, el qual intenta disminuir les forces polítiques dels individus mentre que alhora augmenta les seves forces físiques i d'acció. En resum, el biopoder és, per un costat, normalitzador i disciplinari, i en aquest sentit augmenta les forces, tot permetent el desenvolupament de la potencialitat econòmica,

física i fins i tot mental dels individus; i, per l'altre, al mateix temps, el biopoder vol aconseguir la docilitat d'aquests individus disminuint les seves forces polítiques.

La disciplina és un poder normalitzador que, diu Foucault, procedeix a comparar-ho tot, és clar, en relació amb una corba de Gauss. Compara, diferencia, jerarquitzza, homogeneïtza i exclou el que se separa dels extrems d'aquesta corba. S'intenta integrar fins on es pot, s'intenta que la població s'agrupi entorn del centre, però hi ha alguns elements que, tot i així, es continuen excloent. Aquests biopoders no són mecanismes d'exclusió sinó, fonamentalment, mecanismes d'integració, però tot i així hi ha uns extrems sobre els qual ha de continuar essent excloent. Bé, això és un repàs, diguem-ne, tal com raja i molt ràpidament, de la societat disciplinària en l'anàlisi de Foucault.

El gir que dona Gilles Deleuze a l'anàlisi de les societats disciplinàries és el segon punt de la meua intervenció. Deleuze detecta que, després de la Segona Guerra Mundial, al llarg dels anys cinquanta i seixanta, s'ha produït un canvi en la forma del control i del poder. Les societats ja no són tant societats disciplinàries com, més aviat, *societats de control*. Això no significa, per descomptat, que, per exemple, les societats disciplinàries arribin fins a l'any 1960 i que a partir de l'any 1960 les societats ja siguin de control. No sols, com ja he indicat, ambdós mecanismes de dominació es dissimulen, sinó que, a més, aquest procés tampoc no és homogeni. Vull dir que el poder varia segons les zones, els àmbits, i actua d'una forma o d'una altra.

Anem, però, al nucli fonamental del poder capitalista que tenim caracteritzat en aquest nou tipus de poder. La tendència general en el desenvolupament de poders és sempre en el sentit d'una progressiva interiorització, cosa que suposa substituir els mecanismes externs de repressió per una mena d'autocontrol dels individus per ells sols. D'aquí resulta una economia del poder, perquè el poder ja no ha d'intervenir de forma massiva i contínua, com havia d'intervenir anteriorment. Hi ha, justament, una inversió: l'eficàcia del poder és inversament proporcional a la seva brutalitat.

Si ho recorden, el començament de *Vigilar i castigar* presenta el suplici d'un famós parricida, relatat per Foucault amb tota precisió: com el torturen, el maten, li fiquen plom a les ferides...; finalment, subjecten el condemnat amb quatre cables que estiren cadascun cap a un costat. Això els agradava molt al segle XVI, era molt plàstic. Als regicides, els lligaven quatre cavalls dels peus i els braços i els esperonaven fins que destrossaven el cos. Per què el poder era tan brutal? La resposta és: justament per la seva ineficàcia, perquè era aleshores un poder massiu, un poder, podríem dir, exercit des del castell del centre de la capital i que pràcticament no arribava als extrems. I a més, aquest poder no era molt profund, era una espècie de poder molt superficial, actuava en certa manera molt per sobre i per això, precisament, havia de ser molt brutal quan actuava.

Els poders de les societats contemporànies normalment s'estalvien aquestes barbaritats, malgrat que això no treu que hi puguin retornar en algun moment. Simplement, no és la norma. El poder a les societats contemporànies és omnipresent, és molt més capil·lar, com diu Foucault, molt més difús, molt més interioritzat i permanent. I per això pot ser menys agressiu, menys violent. Quan ens controlem nosaltres mateixos ja no cal que ens controlin des de fora. En aquesta anàlisi de Deleuze, així doncs, les societats occidentals a partir dels anys setanta del segle XX són societats de control. El seu mode d'actuació no és ja el tancament i l'exclusió, com a les societats disciplinàries, basades en aquesta mena d'institucions. Foucault ha analitzat aquí la fàbrica i les

casernes, però també la presó, el manicomi, l'hospital, l'escola... en la condició de societats en certa manera totalitàries. Són aquestes, institucions totals, institucions amb una disciplina interna molt rígida, institucions, per cert, on no funcionen habitualment els drets democràtics. Un aspecte important de les societats disciplinàries, al qual no he alludit abans, és que es produeix una dualitat entre l'augment dels drets i de la llibertat i l'augment d'uns reglaments que, si bé no els impedeixen, almenys controlen i regulen l'exercici dels drets, de tal manera que intenten que aquests graus de llibertat esdevinguin innocus contra el poder. Aquesta és per a mi una de les anàlisis que fa més interessant l'obra de Foucault, l'examen del procés, desenvolupat entre els segles XVII i XIX, que incrementa els drets conjuntament amb l'increment dels reglaments repressius. Com deia Romanones: «Vostès facin les lleis i deixin-me a mi els reglaments.» És a dir, que després de la promulgació de la llei ve el reglament que l'aplica. Aquí és on hi ha la lluita, en certa manera com passa amb els partits polítics, on una cosa són els programes i una altra l'organització, i aquí és on hi ha la discussió, normalment en la comissió d'organització.

Aquest punt important, aquesta dualitat, aquesta disparitat entre reglaments que regulen, com indica el seu nom, que retallen i neutralitzen en cert sentit els drets, és, doncs, un punt fonamental del desenvolupament del capitalisme. Cal tenir la visió completa de les coses. Si un és optimista, un liberal, per exemple, i només es fixa en el desenvolupament dels drets, tot anirà bé, és a dir, que és indubtable que hi ha hagut un augment, i molt important, dels drets i llibertats. Ara bé, viceversa: si algú es dedica només a veure com els reglaments regulen i limiten els drets, llavors sorgeix la visió pessimista, on acaba resultant que el que tenim és pitjor que el d'abans, ja que hi havia molta més llibertat a l'antic règim, quan el poder era llunyà, no intervenia sobre tu i el control no era continu, com és avui. Crec que la posició ni optimista ni pessimista és una mica la d'aquests autors que veuen les dues coses, és a dir, veuen com, per un costat, és veritat que hi ha un augment de drets, però al mateix temps també com la qüestió dels reglaments els modulen, els organitzen i a vegades els dificulten o n'impedeixen l'efectivitat. Jo els veig, més que res, realistes. Ens ensenyen a veure per on ens movem i a valorar el joc dels dos moviments, un de guany i un altre de pèrdua, exactament com en el cas que hem vist de les disciplines, on un augment de forces de capacitat productiva de l'individu crea al mateix temps una disminució de capacitat política d'aquest, és a dir, que un cada cop és més productiu, però al mateix temps més dòcil.

Equívocament es considera a vegades que autors com Foucault o Deleuze veuen només els aspectes negatius, i es diu aleshores que aquests autors ofereixen una visió pessimista de les democràcies occidentals. Però no s'ha de caure en la trampa d'ignorar els elements positius que trobem en el pensament més global de la seva obra, i sobretot cal evitar aquelles típiques fallàcies que plantegen que, vistes aquestes crítiques, el que llavors es defensaria fóra el totalitarisme. Els pensadors que tracto són sempre conscients d'aquesta dualitat d'elements, malgrat que també són conscients i justament han il·luminat aquelles zones que normalment la llum impressionant dels drets deixava en la penombra. Aquestes zones fosques són justament tots aquests mecanismes d'ajust fi del poder.

Retornant a Deleuze, doncs, durant les dècades que configuren la postguerra es dona una mena de crisi de les institucions clausurades: de la presó, de l'escola, de la fàbrica,

de l'hospital psiquiàtric..., és a dir, de totes aquestes estructures totals del segle XIX, aïllades, closes, basades en l'exclusió i el tancament, que eren al mateix temps com segmentàries. En efecte, sembla molt clar que la vida en aquestes societats era una vida de segments. Hi ha un primer segment educatiu, un de productiu i un últim ja de retir al final de la vida. Aquests mecanismes de segments, segments aïllats i a més amb ritus d'iniciació i de pas, et diuen que ja no ets un nen, o ja no ets un jove... En les societats de control això apareix difuminat. Ja no hi ha un procés de formació, un procés de treball, un procés de descans i de retirada clarament definits. Ara hi ha un procés d'educació permanent. Hi ha un procés de treball també inicial, on el nen ja no juga sinó que es prepara amb joguines educatives (horribles, per cert) per a educar-se i formar-se des que neix. Hi ha, al mateix temps, la qüestió del temps lliure que, en comptes de deixar-se per al final es modula des del principi. D'aquesta manera, el que era una vida segmentada es transforma des de l'origen fins al final en una espècie de modulació de les variables: en lloc de trencaments taxatius (educació-treball-jubilació), sorgeix una línia contínua, la formació esdevé permanent, el treball precari és alhora temps lliure, encara que d'una altra manera. Els tres nivells successius d'abans entren en un equilibri metaestable i coexistent.

Recapitulant, trobem en l'anàlisi de Deleuze les següents característiques: primer, destrucció, destrucció almenys de les institucions clausurades; segon, eliminació de les descripcions taxatives; tercer, una major finesa del control. Diu Deleuze que les societats de control funcionen mitjançant un control continu i una comunicació instantània en temps real. S'introdueix una flexibilitat molt gran però, això no obstant, el control és continu. Per exemple, la qüestió que ara s'està popularitzant del treball a casa o al teu ordinador, és clar que, en cert sentit, suposa més llibertat. Hi ha qui pot, per exemple, treballar a casa amb el seu ordinador a les quatre de la matinada i dedicar la resta del dia a distreure's o a dormir. Tanmateix, és cert que en una certa memòria queda absolutament tot allò que s'ha fet, i en aquest sentit hi ha, encara que sembli mentida, probablement molt més control que quan el contramestre vigilava la cadena de muntatge. Tot resulta ara més còmode, però no per això ha desaparegut una mena de control i d'autocontrol. Si per cas, el control és més difuminat, més interioritzat, però potser molt més eficaç, perquè sap exactament quan entres, quan surts, la intensitat del treball, quan t'has equivocat, etc. Tornem a trobar aquí un altre cop aquella dualitat esmentada de l'avantatge i l'inconvenient.

Aquesta classe de societats tenen a veure amb un cert tipus de tecnologia. Els autors de què parlo en aquest sentit continuen essent marxistes i veuen una certa connexió amb el determinisme tecnològic. D'alguna manera, Deleuze diu que mentre que les societats de sobirania, és a dir, les de l'Àntic Règim, es recolzen en màquines simples i en les disciplines, i les societats del desenvolupament del capitalisme inicial, en màquines energètiques (fonamentalment la màquina de vapor i les primeres elèctriques), les societats de control es basen en les màquines cibernètiques. I és lògic que sigui així, ja que a partir dels setanta és quan es produeix el desenvolupament de tots aquests «trastos» cada cop més eficaços i més fins. Per a Deleuze, enfront del modelatge de les disciplines, de l'encunyament de les societats de disciplines, hi ha una modulació permanent i contínua de les societats de control. Ningú mai no s'acaba de formar, de la mateixa manera que com que mai no es comença tampoc mai no es deixa de treballar; i el temps lliure, ja està barrejat en cadascun dels tres nivells. Hi ha, per acabar, el

contrast entre la signatura i el número del document d'identitat, que individualitza l'individu en la societat disciplinària, i la signatura electrònica en la societat de control. Deleuze fa aquí un joc de paraules i diu: «Els mitjans electrònics d'identificació són una contrasenya, un *mot de pas* que produeix esdeveniments.» Vol dir que, enfront dels eslògans, típics de la societat disciplinària, en la societat de control el que utilitzem són *mots de pas*, és a dir, contrasenyes, mecanismes d'entrada. Això ho analitza molt bé un antropòleg de les societats contemporànies, Marc Augé, en un llibre esplèndid titulat *Los no lugares*. Aquí s'analitza tot això molt bé, per exemple, com ens movem i com anem passant, per exemple, a un aeroport, amb mecanismes d'entrada i sortida, tot en una targeta que portes, és a dir, una mena de contrasenya. Marc Augé diu que, al final, les societats contemporànies més que per llocs estan constituïdes per no-llocs: les autopistes, els hipermercats, els aeroports, són no-llocs, on no hi ha una relació amb el lloc i les multituds passen amb les seves contrasenyes, un tipus de societats com a mínim curioses.

Sense desenvolupar-ho massa, voldria al·ludir a la relació diferent amb l'espai que estableixen les diverses societats. Les nostres societats són societats en què l'espai s'esmicola, és un espai molt discontinu, molt desorganitzat, molt desestructurat. La ciutat es transforma en una megalòpolis, on al final tot queda dispers; la producció es distribueix per tot el món, i si examinem cada «trasto» d'aquests que comprem, doncs tal vegada en l'objecte més simple trobarem que hi ha components fabricats pràcticament als cinc continents: els xips inicials els han fet a Singapur o a Xangai, tot deixant-se els ulls les pobres noies que constitueixen allà la mà d'obra fonamental; després la carcassa ha estat feta a Alemanya, i la barreja final l'han feta aquí, a l'Hospitalet i, en acabat, l'aparell es troba arreu del món. Això passa amb gairebé tot, des dels cotxes fins als satèl·lits. Tot és una mena d'integració de coses separades: la producció com també el consum es clivellen. Hi ha, doncs, com una mena d'esmicolament de l'espai i del temps i, al mateix temps, de pèrdua de consistència. Es produeix un temps lineal, discontinu i, al mateix temps, un espai també fragmentari i lacunar, tot com desregat. L'element que ens importa destacar és que també hi ha un mecanisme de poder que s'adapta a aquest espai-temps, per un costat continu i per altre, discontinu.

En efecte, el més obvi és que el capitalisme actual és un capitalisme no productiu sinó dedicat a la producció d'allò immaterial, un capitalisme dedicat a serveis, dedicat fonamentalment al que genera més valor afegit. El que val realment no són els aparells, la composició dels quals, al cap i a la fi, depèn d'una mà d'obra i d'unes matèries primeres pràcticament desvalorades. El que val és el cervell que hi ha a dins, és a dir, no el maquinari sinó el programari. El que es paga, el que es ven, l'autènticament estratègic és l'immaterial, és a dir, el pensament més que la matèria. Mentre que el segle XIX produïa objectes, ara produïm serveis, en última instància perquè les nostres societats són pràcticament societats de coneixement més que de fabricació d'objectes materials.

Acabaré referint-me a un últim gir, el que fa Guattari quan en les seves darreres entrevistes i escrits, a finals dels vuitanta, una mica abans de morir, introdueix una petita correcció al seu mestre Deleuze i diu: ni tan sols som, patim o estem en una societat de control sinó en una d'*integració*. És veritat que tant en els anys seixanta com en els setanta, quan tant Foucault com Deleuze analitzaven el capitalisme, no s'havia arribat a l'actual grau d'integració, a aquest desenvolupament gegant dels mitjans de

comunicació massius. Guattari, en canvi, planteja la seva reflexió sobre la societat en el context de les societats sotmeses als mitjans de comunicació massius. Segons ell, les societats d'integració no són ja de control, sinó *societats d'integració subjectiva*, on els subjectes són modelats des de l'interior per a actuar com a robots socials que ja no necessiten ni tan sols ser vigilats, com deia Foucault, ni controlats, com deia Deleuze, sinó que s'autocontrolen ells mateixos. Guattari analitza molt bé el paper essencial dels mitjans en aquesta configuració de la subjectivitat.

El darrer Guattari es dedicà a pensar molt sobre el problema de la constitució de la subjectivitat en les societats d'estats capitalistes i a examinar com es produeix aquesta espècie d'encunyament dels individus en les diferents societats, on els mitjans de comunicació massius tenen un paper fonamental. Es tracta de mitjans molt més eficaços de control que els mecanismes exteriors perquè actuen modulant directament els imaginaris i els nostres desitjos, perquè actuen directament sobre la ment sense haver de controlar els cossos. El paper essencial dels mitjans de comunicació en la integració subjectiva és una gestió imaginària dels desitjos individuals a costa de les necessitats i això és el que crea el desajust de les societats actuals, les quals desenvolupen els desitjos, que són, per definició, inescapables, a costa de les necessitats. És a dir, que tenim resolts els desitjos, però moltes vegades no les necessitats. El control és aquí intern, espiritual, indirecte sobre les ments, més que no pas extern, físic, disciplinari i directe sobre els cossos.

És important el que Guattari analitzava quan va ser sorprès per la mort: l'intent de construir una societat, que ell anomenava postmediàtica, en la qual els individus poguessin autogestionar la tecnologia. Aquest pensador va percebre les possibilitats democràtiques que hi havia en Internet. L'avantatge d'aquests mecanismes és que permeten una autogestió per part dels individus molt superior a altres mecanismes. Això presenta unes potencialitats, diguem-ne, revolucionàries, molt importants. El programa que ell proposava era la constitució d'una subjectivitat postmediàtica capaç d'assumir, controlar i autogestionar tota la immensa capacitat que suposen els mitjans actualment no autocontrolats. En aquest sentit, Guattari va acabar militant en els darrers anys dins del que ell anomenava *l'ecologia generalitzada* o *ecosofia*. D'acord amb això, el fonamental és l'ecologia, però una ecologia tripartita, analitzada en el seu llibre *Las tres ecologías*: una ecologia que tingui en compte el medi ambient, per descomptat, però també l'ecologia social, és a dir, les institucions socials on els individus, les societats humanes, es relacionen amb el medi ambient, i encara l'ecologia mental, és a dir, els valors i les construccions culturals i mentals que estan en perill —un punt, aquest, fonamental. Guattari, per exemple, ha dit del cinema d'autor o, en general, de la capacitat estètica, que pateixen el mateix perill que el linx o l'orquídia de la selva: perquè són situacions que el capital elimina. La lluita ecològica, així doncs, ha de tenir tres aspectes: un medi ambient construït, gestionat pels individus, unes societats que s'autogestionin també i que controlin la relació amb el medi ambient, tot procurant eliminar els elements més negatius (la pobresa, la fam...), i una ecologia mental o una ecologia cultural destinada a mantenir la biodiversitat cultural, és a dir, que combati contra l'homogeneïtzació de gustos, de pautes d'actuació, etc. i mantingui la riquesa impressionant i immensa de les cultures humanes. De la mateixa manera que la biodiversitat biològica intenta mantenir tots els nivells d'instàncies vives, la biodiversitat cultural ha d'evitar la caiguda envers una cultura única, monolítica.

Una analogia amb els virus, per concloure. Les seves formes d'actuar presenten els tres aspectes dels tipus de biopoder estudiats. Ja que, per un costat, provenen de l'exterior, per l'altre, s'insereixen a l'interior de les cèl·lules i, finalment, les modulen al seu servei de forma automatitzada. Veiem, doncs, els tres mecanismes: procedència externa, inserció i manipulació des de dins d'una forma contínua i, com ja hem vist, de forma força eficaç i rica en producció.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- AUGE, M. *Los no-lugares*. Barcelona: Gedisa.
 DELEUZE, G. *Conversaciones*. València: Pretextos.
 FOUCAULT, M. *Vigilar y castigar*. Mèxic: Siglo XXI.
 FOUCAULT, M. *La voluntad de saber*. Mèxic: Siglo XXI.
 GUATTARI, F. *Las tres ecologías*. València: Pretextos.

BIOGRAFIA DE L'AUTOR

Francisco José Martínez és enginyer aeronàutic i doctor en filosofia per la Universidad Complutense de Madrid (1984). Des de l'any 1988 és professor titular del Departamento de Filosofía y Filosofía Moral y Política de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (Madrid). Autor de nombrosos articles i llibres en camps molt diversos, des de l'anàlisi de la raó contemporània, al marxisme i la filosofia política moderna i contemporània, passant per la metafísica o la teoria de les catàstrofes. Destaquen, entre les seves publicacions, Materialismo, idea de totalidad y método deductivo en Spinoza (1988), Las ontologías de M. Foucault (1995) i, més recentment, Historia y devenir en la obra de Gilles Deleuze (2002).

CORRESPONDÈNCIA Depto. de Filosofía y Filosofía Moral y Política, Fac. de Filosofía, Edificio Humanidades, UNED, Senda del Rey, s/n, 28040 Madrid.
 fjmarmar@fsof.uned.es

ELS VIRUS RNA COM A MODEL EN BIOLOGIA

MIGUEL ÁNGEL MARTÍNEZ

RESUM

En aquest capítol es presenten alguns virus de RNA amb especial èmfasi en els agents que han causat pandèmies recentment, i en els que han estat models per a entendre els mecanismes d'invasió de la cèl·lula hoste i dels mecanismes de replicació. Els virus de RNA utilitzen la variació genètica contínua per a adaptar-se a les condicions canviants del seus hostatges. Aquesta variació està íntimament lligada al seu potencial de causar malalties: escapar de la resposta immunitària, de las vacunes, i d'infectar nous hostes. La causa de la gran variació genètica és deguda a l'alta taxa de mutació (entre 10^4 - 10^5 substitucions/lloc/generació) que posseeixen els virus RNA. Les taxes de mutació durant la replicació del DNA tant de cèl·lules eucariotes com procariotes oscilla entre 10^{-8} i 10^{-11} per nucleòtid copiat. Aquesta alta variabilitat genètica dels virus RNA origina que el virus estigui sotmès constantment a un procés de mutació, competició i selecció d'aquells genomes vírics millor adaptats a un determinat ambient. La complexitat de les poblacions víriques generades per aquests virus fa que la seva evolució dins dels hostes sigui probabilística i diferencial i que no es pugui predir el seu paper tant en la patogènesi com en la naturalesa de noves aparicions víriques.

PARAULES CLAU Origen dels virus, variabilitat vírica, receptors vírics, quasispècies, VIH.

ABSTRACT

This chapter discusses RNA viruses with emphasis on some of agents causing recent pandemics as well as those serving as models for understanding their mechanisms for invading the cell, replicating their genomes, etc. RNA viruses utilize continuous genetic change to adapt to the changing condition environment of their host. Variation is intimately linked to their disease-causing potential; escape from immune responses, challenge of vaccine response as well as infecting new hosts. RNA viruses replicate with high mutation rates, in the range of 10^{-4} to 10^{-5} misincorporations per nucleotide and round of copy. This genetic variability is the main feature that distinguish the evolution of RNA viruses from DNA-based organisms. Mutation rates during the replication of DNA of eukaryotic and prokaryotic cells are between 10^{-8} and 10^{-11} misincorporations per nucleotide and round of copy. The fact that during the RNA viruses replication variant genomes are continuously arising offers adaptive advantages for virus in the face of an environmental change.

KEYWORDS Virus origin, virus variability, víric receptors, quasispecies, HIV.

SÓN ELS VIRUS ORGANISMES DE RECENT APARICIÓ?

Tot i l'aparició, en alguns casos sorprenents, de noves malalties causades per virus, com per exemple el de la immunodeficiència humana (VIH) i més recentment el virus de la CVP (pneumònia per coronavirus), l'existència dels virus no és recent. L'aparició de malalties que mai no s'havien descrit, com són les originades pel VIH i el virus de la CVP, es perceben com quelcom que no existia i que ha començat a sorgir en els darrers anys. Aquesta percepció que tenim actualment també es va tenir al primer terç del segle XX quan s'estengué l'epidèmia originada pel virus de la poliomielitis. En aquella època es va discutir si aquest virus podia ser de recent aparició, debat que es va cloure curiosament amb la troballa d'un gravat egipci de l'època dels faraons en el qual apareixia representat un alt funcionari amb clars símptomes d'haver patit poliomielitis (vegeu la figura 1). Canvis de la societat moderna, com el fet que els parts es fessin en condicions d'esterilitat, van originar que la població deixés de vacunar-se d'una manera natural per al virus de la poliomielitis i es van crear les condicions perquè aquest virus tingués unes condicions millors per a la seva propagació. Així, el que abans era una malaltia rara es va convertir en una epidèmia (Domingo *et al.*, 1996). Aquest és un bon exemple per a destacar quins canvis en la conducta humana, juntament amb canvis ecològics, poden originar brots vírics epidèmics. Com discutirem més endavant, l'origen dels virus està connectat al dels primers organismes unicel·lulars i, per tant, no els podem considerar com organismes de nova aparició.

Durant el segle XIX, tots els agents infecciosos es consideraven virus (la paraula *virus* prové del grec i significa 'verí') fins que Koch va desenvolupar un medi i tècniques de cultiu que permetien un cultiu selectiu de bacteris. Al final del segle XIX, els bacteris s'identificaren com a tals i s'establí la seva relació amb diferents malalties. Al mateix



FIGURA 1 Gravats egipcis d'un home on es poden apreciar seqüeles de la poliomielitis.

temps, també fou possible distingir-les dels *agents filtrables*, aquells capaços de passar filtres especialment dissenyats per a prevenir el pas de bacteris. Els primers virus descoberts van ser: el virus del mosaic del tabac (1886), el virus de la febre aftosa (picornavirus) (1898), el virus de la febre groga (flavivirus) (1900), el virus del sarcoma de Rous (retrovirus) (1906). Ja que aquest seminari i llibre és interdisciplinari, és important ressaltar el paper que les malalties causades pels virus han tingut en la història de la humanitat. Els virus, sumats a d'altres processos infecciosos, com poden ser bacteris i paràsits, han condicionat la història de la humanitat. Exemples molt clars són la introducció a Amèrica de la verola, el xarampió i el virus de la grip, que pràcticament eliminaren tota la població autòctona. D'igual manera, és molt conegut el brot de grip que es va produir durant la Primera Guerra Mundial, un brot de grip que va matar molta més gent que la guerra (al voltant de vint milions de persones). També és important ressaltar el que ha succeït en els darrers vint anys, en què una nova epidèmia de virus produïda pel VIH condicionarà sobretot el futur d'un continent com és l'Àfrica, en el qual existeixen més de quaranta milions de persones infectades.

QUÈ ÉS UN VIRUS?

Els virus poden definir-se com organismes acel·lulars els genomes dels quals consisteixen en àcids nucleics (DNA o RNA) que obligatòriament es repliquen a l'interior de la cèl·lula la qual infecten utilitzant la maquinària metabòlica cel·lular. (Fields *et al.*, 1996). Els virus no poden, per tant, créixer en un medi estèril, sinó que requereixen la presència de cèl·lules específiques com a hostes. Un virus es diferencia d'una cèl·lula en el fet que ni conté ni codifica la suficient maquinària enzimàtica per a sintetitzar tant

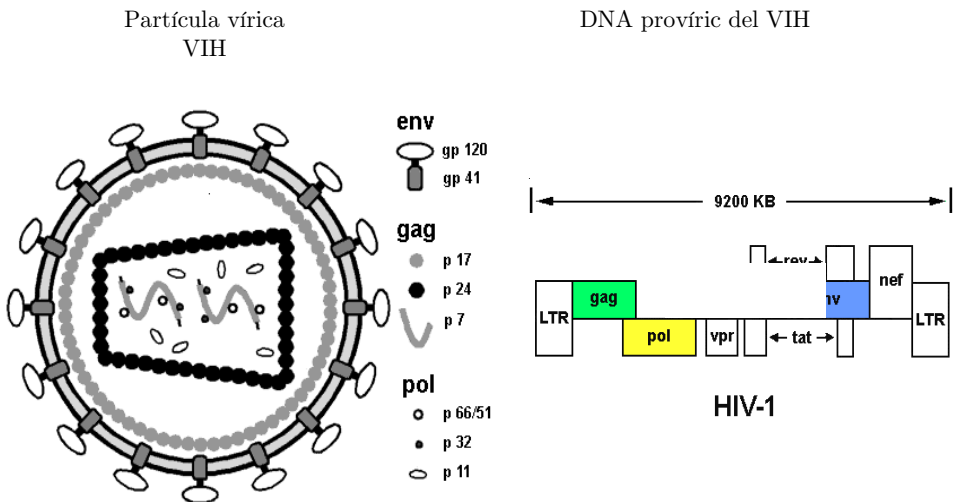


FIGURA 2 Partícula vírica i DNA províric del VIH.

les proteïnes com els àcids nucleics que els componen. D'alguna manera, els virus els podem considerar entre la frontera entre la vida i la no-vida fora ja de la cèl·lula que infecten, i els podem considerar partícules inertes. La classificació dels virus es realitza en funció de la seva morfologia (mitjançant fotografies al microscopi electrònic), serologia (reactivitat antigènica creuada) i material genètic (DNA o RNA). Pel que respecta al material genètic dels virus, és important ressaltar que són els únics organismes que poden tenir RNA en lloc de DNA com a material genètic. Així, per exemple, el VIH, el virus de la CVP, el virus de la poliomièlitis, els rinovirus que causen el constipat comú, el virus de l'hepatitis A o C, el virus de la ràbia, el virus del xarampió o de la grip són virus RNA. Com veurem més endavant, l'RNA fa que aquests virus tinguin una sèrie de característiques especials que poden explicar per una part les malalties que produeixen i per l'altra com en resulta de difícil el control. Això no vol dir que els virus DNA no causin malalties o que no resultin organismes interessants des del punt de vista científic. Exemples de virus DNA són la nombrosa família dels virus *herpes* (origenen una multitud de malalties, que inclouen diversos tipus de càncer), el virus del papilloma (origina càncer cervical en dones), els adenovirus (causants de nombrosos refredats, entre altres malalties) o el virus de la verola.

A la figura 2 podem observar l'estructura tant de la partícula vírica com la del genoma víric del VIH. Aquest virus és un bon representant dels virus RNA i les seves dimensions i moltes de les seves característiques poden estendre's a una gran majoria d'aquesta classe de virus. Les partícules víriques d'aproximadament 100 nm de diàmetre estan compostes per una càpsida formada per diverses proteïnes i codificades pel denominat gen *gag*. Aquesta càpsida vírica està rodejada per una membrana lipídica que conté una glicoproteïna exposada cap a l'exterior i codificada pel gen *env*. Dins de la càpsida vírica es troben els diferents enzims vírics, polimerasa, proteasa i integrasa, codificades pel gen *pol*. Per acabar, dins de la càpsida vírica també es troba el genoma víric compost per dues molècules de RNA de cadena senzilla, polaritat positiva i aproximadament 10 KB de longitud (revisió a Coffin *et al.*, 1997). Com succeeix amb altres famílies de virus, el VIH té un cicle de replicació relativament complex i potser allunyat dels objectius d'aquest capítol. Igual com altres virus animals, el tropisme i l'entrada a la cèl·lula infectada es produeix mitjançant la interacció específica de la glicoproteïna de la coberta vírica i el receptor o coreceptors presents a la superfície exterior de la cèl·lula (els virus vegetals no necessiten un receptor específic per a entrar a la cèl·lula). Així, el VIH utilitza la molècula CD4 com a receptor cel·lular i receptora de quimiocines (CXCR4 i CCR5, entre altres) com a coreceptors. Un cop que s'ha produït la interacció virus-cèl·lula es produeix la desencapsidació de l'RNA víric i aquest és introduït al citoplasma cel·lular, on la polimerasa vírica retrotranscriurà aquest RNA de cadena senzilla en una doble cadena de DNA. Aquesta etapa del cicle de replicació del virus, la retrotranscripció, és la que dóna nom a aquesta família de virus, retrovirus, ja que altres virus RNA repliquen els seus genomes sense passar per un intermediari de DNA. El següent pas en el cicle és la integració de la doble banda de DNA (generada durant la retrotranscripció i denominada *DNA províric*) al genoma de la cèl·lula. Aquesta inserció al genoma cel·lular és dependent de la integrasa vírica i és un fet que ocorre en aquesta família de virus, però no a la majoria de virus tant de RNA com de DNA. Aquest enzim s'encarrega de processar tant el DNA cel·lular com el províric i del lligament d'aquest últim al genoma de la cèl·lula. Aquesta integració permet que els retrovirus no solament

es propaguin verticalment sinó també horitzontalment, és a dir, el virus no ha de sortir de la cèl·lula per a multiplicar-se, sinó que la duplicació cel·lular i replicació del genoma cel·lular també origina la replicació del genoma víric. En la majoria dels retrovirus, un cop que es troba integrat el genoma víric, la seva transcripció es troba quasi totalment a expenses de la maquinària cel·lular. Així, quan la cèl·lula està inactiva, el virus també ho està. Tanmateix, certs retrovirus com el VIH han desenvolupat estratègies per a intentar propagar-se quan la cèl·lula està en repòs. Aquestes estratègies, mitjançades per una sèrie de gens vírics denominats *accessoris* i que no s'engloben en els gens vírics anteriorment esmentats *gag*, *pol* i *env* (vegeu la figura 2), es basen en la transactivació específica de gens vírics que originen la producció i transcripció de proteïnes víriques en absència d'activació cel·lular. Un aspecte que cal ressaltar és com els virus, i més concretament els virus RNA, s'apoderen de la maquinària cel·lular i eventualment de tot un organisme, tot i ser organismes molt senzills i posseir genomes petits i amb poca capacitat codificant, és a dir, genomes que posseeixen molt pocs gens (vegeu la figura 2).

<i>Triticum aestivum</i>	16.000.000.000
<i>Homo sapiens</i>	2.900.000.000
<i>Arabidopsis thaliana</i>	200.000.000
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12.500.000
<i>Escherichia coli</i>	4.720.000
<i>Mycoplasma genitalium</i>	580.073
<hr/>	
<i>Poxvirus</i>	350.000
<i>Adenovirus</i>	35.937
Virus de la immunodeficiència humana	9.710
Gens de prions	762
Viroides	246

Adaptat de Bove i Flores

FIGURA 3 *Diferents organismes que componen l'arbre de la vida ordenats en funció de la mida del seu genoma.*

QUAN S'ORIGINAREN ELS VIRUS?

Si observem detingudament la figura 3, en la qual hi ha ordenats els diferents organismes que componen l'arbre de la vida en funció de la mida del seu genoma, podem veure que, a excepció del blat, que posseeix un genoma enorme, la complexitat d'un determinat organisme està associada a la mida del seu genoma. També podem observar que els organismes més senzills i amb el genoma menor són els virus i, dins dels virus, els de RNA, com és el cas del VIH que apareix a la figura. Generalment els virus de DNA tenen genomes majors, com és l'exemple que es representa a la figura 3 —poxvirus (virus de la verola) i adenovirus. Un aspecte interessant és el fet que quan consultem els llibres de text de biologia ens trobem un arbre de la vida que més o menys és similar a la representació que es mostra a la figura 3; és a dir, a la base de l'arbre es troben els organismes més senzills i a la capçada els organismes més complexos. Tanmateix, en aquesta organització, que coincideix amb el registre fòssil, no trobem enlloc els virus. Intuïtivament, intentaríem situar-los a baix, amb els organismes més simples, com ocorre amb els bacteris. Ara bé, si ens aturem a pensar una mica podem ràpidament adonar-nos que existeixen virus que infecten bacteris, organismes eucariotes unicel·lulars, plantes, insectes, vertebrats, etc. És a dir, no hi ha organisme que escapi a la infecció dels virus. Arribats a aquest punt, podem concloure que no és tan senzill saber l'origen dels virus i la seva ubicació a l'arbre de la vida.

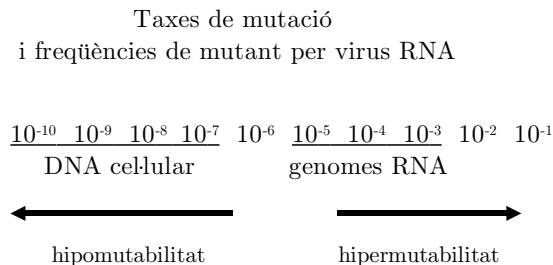
Existeixen tres teories que intenten explicar o buscar l'origen dels virus. La primera d'elles, denominada *evolució regressiva*, suggereix que els virus són formes de vida degenerada que han perdut moltes de les funcions que posseeixen altres organismes i que únicament han retingut la informació genètica essencial per al seu obligat mode de vida parasitari. La segona teoria, denominada *origen cel·lular*, sosté que els virus són conjunts de macromolècules funcionals que han fugit del seu origen intracel·lular i que han aconseguit de ser entitats independents. Finalment, la tercera de les teories afirma que els virus són entitats independents que han evolucionat en paral·lel a la resta dels organismes vius i que igualment s'han originat a partir del primitiu món prebiòtic de l'RNA.

El coneixement de l'origen dels virus és important no tan sols per a ampliar el nostre coneixement sobre la vida orgànica, sinó que també té implicacions pràctiques a l'hora d'esbrinar com s'estan originant les pandèmies de recent aparició originades per diversos virus (VIH, CVP, etc.).

VARIABILITAT GENÈTICA DELS VIRUS RNA

Una de les característiques més importants, si no la principal, dels virus RNA, és el seu gran potencial evolutiu. Aquest potencial evolutiu és degut a la combinació d'una alta taxa de mutació (entre 10^4 - 10^5 substitucions/lloc/generació), un temps curt de generació (hores o uns pocs dies) i la presència, en els organismes infectats, d'un gran nombre de cèl·lules infectades (10^7 - 10^8) que originen una nombrosa progènie vírica (10^{11} - 10^{12}) (Domingo *et al.*, 1996). La variabilitat genètica és el que distingeix l'evolució dels virus RNA de la resta d'organismes que posseeixen DNA com a material genètic (figura 4). Les taxes de mutació durant la replicació del DNA tant de cèl·lules

eucariotes com procariotes oscillen entre 10^{-8} i 10^{-11} per nucleòtid copiat. Aquesta alta variabilitat genètica dels virus de RNA origina que el virus estigui sotmès constantment a un procés de mutació, competició i selecció dels genomes vírics millor adaptats a un determinat ambient. La resposta adaptativa a un canvi ambiental no està conduïda per un únic tipus de genoma víric, sinó per un conjunt de genomes relacionats però no idèntics denominat *quasiespècie*. D'aquesta manera, el conjunt de mutants vírics present en un organisme o individu infectat (denominat *quasiespècie*) conté una sèrie de variants potencialment útils com són, per exemple, els resistents als agents antivírics o resistents a la neutralització per anticossos o a limfòcits T citotòxics. Per tant, no és sorprenent que la població vírica en un individu infectat vagi canviant durant el curs de la infecció. Aquesta estructura poblacional en *quasiespècies* permet als virus RNA una certa probabilitat de trobar una ruta adaptativa en resposta a canvis ambientals. Un exemple d'aquesta gran variabilitat dels virus RNA la podem trobar a la figura 5, en la qual es representa el conjunt de genomes diferents (en aquest cas corresponents al gen que codifica la proteasa vírica del VIH) que es poden trobar en un individu infectat per un virus RNA. Una conseqüència pràctica d'aquesta capacitat adaptativa dels virus RNA ha estat la sistemàtica selecció de virus mutants resistents als diferents inhibidors antivírics. Una clara mostra del potencial evolutiu d'aquests virus és el gran nombre de subtipus del VIH existents (tal com ocorre amb molts altres virus RNA). Des del començament de l'epidèmia del VIH s'han identificat nou subtipus diferents i un gran nombre de virus recombinants intersubtipus. Un bon exemple de la capacitat d'adaptació del VIH és la ràpida expansió del subtipus C al con sud d'Àfrica. A l'inici dels anys noranta en aquesta zona del continent africà predominava el subtipus B, el qual és el que principalment predomina a Europa occidental i al nord d'Amèrica. Tot i així, avui dia el subtipus C representa el 51 % dels 40 milions de persones infectades amb el VIH a l'Àfrica subsahariana. A més a més (no se sap amb certesa), aquest subtipus víric C podria ser més eficaçment transmès per via sexual. La ràpida expansió del VIH de tipus C a Àfrica posa de manifest el fet que les diferències en la transmissió i la patogènesi poden alterar les prediccions tant sobre el futur de les epidèmies originades



Adaptat de Domingo, 1994

FIGURA 4 Taxes de mutació i freqüències de mutant per a virus RNA i organismes DNA.

per virus RNA com del seu impacte clínic. Un altre exemple de l'adaptabilitat dels virus RNA la tenim en el recent salt a l'home del virus de la CVP. En aquest cas, un virus que es replica en un altre organisme que l'allotja genera una variant que és capaç de reconèixer una cèl·lula humana i replicar-s'hi.

A causa de la complexitat de les poblacions de virus RNA, aquests evolucionen dins dels hostes d'una manera probabilística i diferencial (Eigen i Biebricher, 1988) i és impredecible el seu paper tant en la patogènesi com en la naturalesa de nous brots vírics.

	*	20	*	40	*	60	*	80	*																		
B97	:	PQITLWQRPLVTIKIGGQIQKALLDTGADDTVLEDMNLPGRWKPKMIGGIGGFIVRQYDQIPIDICGHKAIGTVLVGPTPVNIIGRNLLTQIGCTLNF	:	99	x31																						
B111	:	.....	:	E	.....	:	99	x15																	
B114	:	.....	:	E.T.S.K	.....	:	99	x4																	
B115	:	:	I	.....	:	QVE	.....	:	99	x3														
B124	:	:	E.T.S.K	.....	:	E	.....	:	99	x3														
B163	:	:	V	.....	:	E	.....	:	R	.....	:	99	x3										
B109	:	:	:	L.E	.....	:	.....	:	99	x2													
B11	:	:	G	.....	:	.....	:	.....	:	99	x2												
B113	:	:	:	:	I	.....	:	99	x2														
B120	:	:	V	.....	:	.....	:	.....	:	99	x2												
B13	:	:	R	.....	:	K	.....	:	E	.....	:	E	.....	:	99	x2						
B148	:	:	R	.....	:	.....	:	E	.....	:	.....	:	99	x2								
B181	:	:	:	Q.E	.....	:	.....	:	.....	:	99	x2										
B61	:	:	E	.....	:	E	.....	:	.....	:	99	x2											
B168	:	:	:	K	.....	:	E	.....	:	E	.....	:	99	x2								
B55	:	:	:	:	QVE	.....	:	.....	:	99	x2											
B108	:	:	E	.....	:	.....	:	.....	:	99													
B110	:	:	R	:	I	:	K	:	E	:	E	:	99								
B126	:	:	:	K	:	E	:	E	:	I	:	99									
B149	:	:	:	K	.....	:	V	.....	:	E	.....	:	.....	:	99						
B155	:	:	:	:	Q.E	.....	:	R	.....	:	.....	:	99								
B16	:	:	:	:	:	:	:	99													
B162	:	:	:	:	E	.....	:	I	.....	:	99											
B164	:	:	:	I	.....	:	K	.....	:	.....	:	99										
B180	:	:	:	:	E	.....	:	E	.....	:	R	.....	:	99							
B188	:	:	:	:	E	.....	:	E	.....	:	R	.....	:	99							
B192	:	:	:	:	E	.....	:	E	.....	:	.....	:	99								
B194	:	:	R	.....	:	.....	:	K	.....	:	E	.....	:	.....	:	99					
B22	:	:	:	:	E	:	E	:	:	M	:	99								
B26	:	:	:	:	:	:	A	.....	:	.....	:	99								
B27	:	:	V	:	:	E	:	K	:	E	:	99									
B28	:	:	:	I	:	K	:	E	:	R	:	99									
B29	:	:	:	E.T.S.K	.....	:	V	.....	:	E	.....	:	.....	:	99						
B30	:	:	:	I	.....	:	.....	:	.....	:	99											
B34	:	:	:	E.D	.....	:	.....	:	E	.....	:	.....	:	99							
B41	:	:	:	E	.....	:	K	.....	:	R	.....	:	.....	:	99						
B52	:	:	R	.....	:	I	.....	:	.....	:	.....	:	99									
B6	:	:	:	:	:	I	.....	:	.....	:	99										
B62	:	:	:	:	:	:	S	.....	:	99											
B75	:	:	V	.....	:	.....	:	Q.E	.....	:	.....	:	99									
B84	:	:	:	:	K	.....	:	QVE	.....	:	99											
B9	:	S	99								
B133	:	:	:	:	K	.....	:	.....	:	.....	:	99									
B2	:	:	:	I	:	*	:	ER.RS	:	S	:	R	:	R	:	S	:	98
B40	:	:	L	.....	:	.....	:	.....	:	.....	:	.....	:	99							
B69	:	:	A	.....	:	.....	:	.....	:	E	.....	:	E	.....	:	99					
B17	:	:	:	:	T	.....	:	.....	:	99												
B143	:	:	*	:	:	:	:	98														
B121	:	:	*	:	:	:	:	98														

FIGURA 5 Alineament d'aminoàcids corresponents al gen que codifica la proteasa del VIH. Totes les seqüències que s'observen en aquest alineament es van aïllar de la sang d'un únic individu infectat amb el VIH. A la dreta de l'alineament s'indica el nombre de vegades que es va trobar la mateixa seqüència d'aminoàcid.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- DOMINGO, E.; ESCARMIS, C.; SEVILLA, N.; MOYA, A.; ELENA, S. F.; QUER, J.; NOVELLA, I. S. I HOLLAND, J. J. (1996). «Basic concepts in RNA virus evolution.» *Faseb. J.*, vol. 10, núm. 8, pàg. 859-64.
- FIELDS, B. N.; KNIPE D. M. I HOWLEY, P. M. (1996). *Virology*. Philadelphia, Nova York: Lippincott-Raven.
- COFFIN, J. M.; HUGHES, S. H. I VARMUS, H. E. (1997). *Retroviruses*. Plainview, EUA: C. S. H. L. Press.
- EIGEN, M. I BIEBRICHER, C. (1988). «Sequence space and quasispecies distribution.» A: DOMINGO, E.; HOLLAND, J. J. I AHLQUIST, P. (cur.) *RNA Genetics*, vol. 3. Pàg. 211-245. Boca Raton: CRC Press.

BIOGRAFIA DE L'AUTOR

El Dr. Miguel Ángel Martínez de la Sierra obtingué el doctorat en biologia molecular i bioquímica a la Universidad Autónoma de Madrid l'any 1989. Després d'una breu estada a l'Institute for Animal Health (Pirbrigh, RU), realitzà el seu treball postdoctoral al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa de Madrid, sota la direcció del Dr. Esteban Domingo Solans. L'any 1992 es va traslladar a la Unitat de Retrovirologia Molecular de l'Institut Pasteur, a París, on va treballar sota la direcció del Dr. Simon Wain-Hobson. El 1996 es reincorporà al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa com a investigador contractat. Actualment, i des de l'inici de 1997, dirigeix el Laboratori de Biologia Molecular Bàsica dins el Laboratori de Retrovirologia de la Fundació irsiCaixa, a Badalona. Des de l'inici de la seva tesi doctoral (Variabilidad genética y antigénica del virus de la fiebre aftosa), el seu interès científic s'ha basat en l'estudi dels mecanismes moleculars de la variabilitat i la ràpida evolució dels virus RNA.

CORRESPONDÈNCIA Fundació irsiCaixa, Hospital Universitari Germans Trias i Pujol, Badalona, 08916 Barcelona.
 mamartz@ns.hugtip.scs.es

EL PODER OCULT: LES GUERRES VÍRIQUES

ROSARIO SABARIEGOS JAREÑO I ANTONIO MAS LÓPEZ

*Un es defineix a si mateix en les metàfores que escull
per a descriure el cosmos en miniatura*

S. J. GOULD

RESUM

Els virus són paràsits obligats molt senzills. El seu cicle vital s'inicia al moment d'infectar una cèl·lula i apoderar-se'n de tota la maquinària molecular. En aquest capítol es descriu el cicle replicatiu dels virus. Hem volgut destacar dues característiques que fan dels virus quelcom entre viu i mort: el mimetisme molecular i la seva enorme capacitat evolutiva. D'un costat, es donen exemples concrets que il·lustren la lluita que es dona entre la cèl·lula i el virus durant les distintes fases de la infecció vírica.

PARAULES CLAU Evolució, tropisme, replicació, sistema immunitari, mimetisme, infeccions lítiques i persistents.

ABSTRACT

Viruses are very simple obligate parasites. Their life cycle begins with the infection of the cell and the possession of the cellular machinery. In this chapter, the viral replicative cycle is described in a general way. We have focused on two features that put viruses in the border of life: molecular mimetism and their enormous ability to evolve. On the other hand, some examples are exposed to illustrate the fight that takes place between the cell and the virus during the different phases of the viral infection.

KEYWORDS Evolution, tropism, replication, immune system, mimetism, litic and persistent infections.

INTRODUCCIÓ

El 15 de març de 2003 l'Organització Mundial de la Salut (OMS) va avisar la comunitat internacional de l'aparició d'una nova malaltia. Es tractava d'una pneumònia atípica que amb data del 26 de març afectava ja 1.323 persones, de les quals quaranta-nou havien mort. El causant d'aquesta pneumònia semblava ser un virus desconegut fins al moment. Dins del seu pla d'acció, el 17 de març l'OMS va posar-se a treballar en la identificació i neutralització de l'agent causant d'aquesta pneumònia en onze laboratoris distribuïts en deu països. Científics d'Europa, Àsia i els EUA compartiren informació

científica en un lloc segur d'Internet. Va haver-hi videoconferències diàries entre tots els participants de l'estudi. En una col·laboració sense precedents totes les dades es compartiren. Aquesta fou la primera vegada a la història de la civilització que es féu un esforç conjunt de tal magnitud per part d'autoritats i científics. Com a resultat, el dia 24 de març es feia públic que l'anomenada *pneumònia asiàtica* estava causada per un nou coronavirus. De moment, la malaltia sembla estar sota control.

Per què l'OMS ha creat aquesta Xarxa d'Alerta i Resposta Global? La raó és que els virus, generalment, tenen un alt potencial de propagació. El virus de la grip espanyola va matar vint milions de persones entre 1918 i 1919, moltes més que les morts causades com a conseqüència de la Primera Guerra Mundial. L'impacte que aquesta terrible epidèmia va tenir sobre la vida dels nostres avantpassats i, per tant, sobre la història de la humanitat, és innegable. L'obra *El quadern gris* de Josep Pla, un diari personal que abraça des del 8 de març de 1918 fins al novembre de 1919, es fa ressò d'aquest problema a la seva primera frase: «Com que hi ha tanta grip, han hagut de clausurar la Universitat».

Epidèmies com la de la sida ens han ensenyat que una resposta ràpida entorn de la prevenció és primordial per a evitar que el nombre d'infectats s'elevi exponencialment. El virus de la immunodeficiència humana (VIH) va aparèixer a començament dels anys vuitanta. Es van detectar els primers casos de malalts el 1981, però no s'aconseguí d'identificar l'agent infeccios fins al 1983. Anys d'investigacions han estat necessaris per a conèixer les vies de contagi i el cicle de vida del VIH. Aquesta és una de les raons per les quals encara avui estem en guerra contra aquest mortífer virus.

Una vegada determinat l'impacte que les infeccions víriques tenen en la nostra vida i en la nostra història, és important definir què és un virus. Des d'aquesta base abordarem alguns exemples que ens ajudaran a il·lustrar els termes en què es produeix la lluita entre un virus i el seu hoste.

ENTRE EL QUE ÉS VIU I EL QUE ÉS INERT: ELS VIRUS

Fins a començaments del segle XIX, es creia que les malalties podien ser causades per *virus* o per *miasmes*. Per *virus* s'entenia tot tipus de verí visible, com el verí d'una serp, mentre que *miasma* feia referència a tot gas invisible, com l'emanat per un cos en descomposició, i que era capaç de causar malalties infeccioses i plagues. A finals del segle XIX es va identificar un agent filtrable no bacterià capaç de causar una malaltia infecciosa. Es tractava del virus del mosaic del tabac (TMV), causant d'un motejat blanc i obscur a les fulles de la planta (Mayer, 1886). La primera imatge del TMV i, amb això, la confirmació visual de la seva existència, s'aconseguí el 1938 (Kausche *et al.*, 1938). Des de les primeres descripcions d'agents filtrables com a causants d'infeccions, s'ha descobert que moltes malalties eren causades per algun virus.

Un virus és un element molt senzill, quasi mineral o inert (mort?), compost d'un fragment d'àcid nucleic (en forma de RNA o DNA) amb la informació necessària i imprescindible per a assegurar-ne la replicació, una càpsida proteica que l'envolta i, en alguns casos, un embolcall de la membrana plasmàtica de la cèl·lula infectada. Existeixen patògens encara menys complexos, com els viroides i els prions, però en aquest capítol farem referència exclusivament als virus. Quan es parla de virus s'ha de començar

dient que són paràsits obligats, és a dir, no són capaços d'existir sense la cèl·lula o l'organisme pluricel·lular que infecten. Necessiten tant els components moleculars de la cèl·lula (aminoàcids, nucleòtids) com la maquinària de biosíntesi de macromolècules. Així, sembla raonable suposar que els virus no pertanyen al món viu, ja que són paràsits obligats. Però si són paràsits, per què no són igual de vius que una tènica o una paparra, per exemple? Perquè aquests, a diferència dels virus, són capaços de reproduir-se ells mateixos, i el virus necessita la cèl·lula o l'organisme el qual infecta per a la seva perpetuació, a més d'aliment. Per tant, els virus no compleixen la definició reproductora de la vida.

El cicle de vida d'un virus comença quan aquest infecta una cèl·lula. Una vegada a dins, la càpsida proteica es desacobla i allibera el material genètic víric que, utilitzant la maquinària cel·lular, es replica i forma els components bàsics de l'estructura, les proteïnes. A l'última fase del cicle es tornen a acoblar tots els components vírics (genoma, proteïnes de la càpsida i, en alguns casos, fragments de la membrana plasmàtica cel·lular), com si es tractés d'un Mecano, fet que permet la sortida de la cèl·lula de noves partícules víriques. Aquestes partícules ja no varien més, no perden ni guanyen més components durant la resta de la seva «existència», com s'esdevindria amb els organismes vius; no creixen, ni es desenvolupen i només en entrar en una nova cèl·lula poden començar un nou cicle d'infecció. Per tant, els virus no compleixen la definició metabòlica de la vida.

Existeixen altres definicions per a establir l'existència de vida en un objecte. Podem definir *vida* en termes evolutius, de tal manera que és viu tot el que evoluciona per selecció natural, tot el que pot ser subjecte de l'acció d'aquesta força. Els virus han adquirit comportaments i estratègies que els han permès d'evadir les agressions amb les quals els organismes infectats es defensen. En definitiva, han evolucionat. És fàcil arribar a aquesta conclusió mitjançant l'observació d'allò que succeeix a la naturalesa a gran escala, ja que els virus són capaços de canviar d'hoste, salten entre espècies i provoquen infeccions noves, malalties emergents o reemergents. Aquests salts són deguts a canvis en la seva estructura més íntima, a mutacions del seu material genètic i la posterior selecció; en definitiva, evolució.

Per tant, els virus no compleixen totes les definicions de vida i podem situar-los en una frontera entre el que és viu i el que és inert. Els virus no són vius metabòlicament, no es reproduïxen autònomament i, encara no ho hem comentat, no compleixen la definició termodinàmica de vida. Tanmateix, sí que en compleixen d'altres, com la de mostrar la suficient complexitat i, encara més important, que són objecte de canvis i estan sotmesos a la força de la selecció natural (Mosterín, 2001).

L'ENTRADA DEL VIRUS A LA CÈL·LULA

Tots els éssers vius correm el perill de sofrir infeccions des del primer moment de la nostra existència, fins i tot des d'abans de néixer. Per això, la selecció natural ens ha dotat d'una sèrie de barreres. L'ésser humà té tota la superfície corporal coberta per capes superposades de cèl·lules mortes que, en no tenir metabolisme cel·lular, són totalment invulnerables a l'entrada dels virus. Aquests han de buscar altres vies d'entrada com les mucoses, el flux sanguini, el tracte respiratori o el digestiu. Una vegada allà han

de lluitar amb les diferents defenses de les quals disposa l'organisme: substàncies anti-sèptiques com les contingudes en secrecions, llàgrimes i mucus, i barreres físiques com els cilis respiratoris, cèl·lules devoradores de virus com els macròfags, i devoradores de cèl·lules infectades per virus com els limfòcits T, cèl·lules productores d'anticossos com els limfòcits B, etc. Alguns virus són capaços de sobrepassar totes aquestes barreres i d'arribar als voltants de la seva cèl·lula diana.

Normalment, els virus només poden infectar un o molt pocs tipus de cèl·lules (tropisme cel·lular). Això es relaciona amb el fet que les cèl·lules estan diferenciades en funció del paper que desenvolupen. Les cèl·lules es banyen en un mar on neden tot tipus de molècules (factors de creixement, hormones, missatgers intercel·lulars, etc.). Perquè un organisme funcioni de forma organitzada, cada cèl·lula ha de reaccionar amb el seu lligam i no amb cap altre. Per aconseguir això, la cèl·lula presenta a la superfície receptors per a cada una de les molècules amb les quals ha d'interaccionar al llarg de la seva existència per tal que la seva funció sigui la idònia. D'aquesta manera, en encaixar una molècula en el receptor específic, com ho faria una clau en un pany, es desencadena una reacció que fa que la cèl·lula es comporti d'una manera determinada. De la mateixa manera, quan un virus interacciona amb el seu receptor específic, a la superfície de la cèl·lula diana, es produeix una reacció determinada: la internalització i el posterior desacoblament de la partícula vírica (Baranowski *et al.*, 2001).

En el cas del virus de la grip, una de les proteïnes del virus s'uneix al receptor cel·lular, fet que produeix la internalització del virus (Skehel i Wiley, 2000). El virus queda dins d'una vesícula que segueix la via endocítica, és a dir, es fusiona amb una altra vesícula —anomenada *endosoma*— de pH més baix. La disminució del pH provoca la desestructuració de la partícula vírica i, per tant, la sortida al citoplasma de la cèl·lula infectada del genoma víric, juntament amb les proteïnes víriques necessàries per a la replicació.

En el cas del VIH, són dues les proteïnes de la càpsida responsables de la unió al receptor CD4 present en algunes cèl·lules T (Pierson i Doms, 2003). Una vegada que aquestes molècules s'han unit a aquest receptor es produeix un canvi conformacional que es tradueix en la interacció amb un segon receptor cel·lular (CXCR4 o CCR5). Com a resultat final es produeix la fusió de la membrana vírica amb la cel·lular i l'alliberament del provirus a l'interior de la cèl·lula. En aquest cas, i a diferència del que exposàvem al paràgraf anterior, no es necessita la fusió de vesícules de la ruta endocítica per a l'alliberament del genoma víric, sinó que aquesta es produeix com a conseqüència de la mateixa entrada del virus a la cèl·lula.

Aquests dos exemples serveixen per a il·lustrar de quina manera la coevolució entre virus i hostes ha portat el primer a especialitzar-se en la utilització de les vies d'accés. Les cèl·lules, com les cabretes del conte que van deixar passar el llop en reconèixer la poteta per sota de la porta, permeten l'entrada del virus al seu interior en confondre'l amb quelcom de propi. A l'interior cel·lular, la batalla continua.

REPLICACIÓ VÍRICA

Una vegada dins la cèl·lula, el virus ha de començar a replicar el seu material genètic. Les estratègies replicatives són molt diferents si comparem diferents tipus de virus

(Fields *et al.*, 1996). En general, els virus amb RNA com a material genètic no presenten genomes tan grans com els que puguin arribar a tenir els virus DNA, encara que presenten taxes de canvi més grans. Tanmateix, alguns estudis recents semblen indicar que la major o menor capacitat evolutiva no sembla estar exclusivament relacionada amb el tipus de material genètic, RNA o DNA, sinó també amb la mida del genoma. Així, s'han pogut mostrar certes semblances evolutives i poblacionals entre virus RNA i certs virus amb DNA de doble cadena com a material genètic, en especial en aquells que tenen genomes més petits (Lopez-Bueno *et al.*, 2003). Tant uns com altres presenten taxes de canvi molt més grans que els organismes superiors, de l'ordre de cent mil a un milió de vegades major, fet que significa que aproximadament cada vegada que es genera un genoma nou es produeix, almenys, un canvi de nucleòtid a la seqüència. Si a això li sumem la seva enorme capacitat replicativa, reflectida en la generació i l'eliminació de l'ordre de mil milions de partícules víriques cada dia en una persona infectada pel VIH o pel virus de l'hepatitis C (VHC), és fàcil imaginar l'enorme capacitat de generació de virus amb lleugers, o no tan lleugers, canvis en el seu material genètic. Si l'aparició de virus amb característiques especials es produeix al moment i al lloc adequats, sota unes condicions que permetin la seva selecció com el més adaptat, es produirà el recanvi de la població anterior. Aquestes fluctuacions estan molt ben documentades en l'aparició de virus amb resistència enfront de certs tractaments antivírics o en determinades respostes immunitàries. Així, s'ha descrit l'aparició de virus totalment resistents a un fàrmac anti-VIH, i el recanvi total d'una població sensible a una altra de resistent amb les mides poblacionals esmentades anteriorment, en un període de dues a tres setmanes des de l'inici del tractament (Domingo *et al.*, 2001a).

Un virus, i en particular aquells que presenten les enormes taxes de variació descrites al paràgraf anterior, no pot aturar-se en el sentit evolutiu de la paraula, sinó que ha de canviar constantment si no vol sucumbir. No tan sols han de salvar les dificultats internes que li presenta l'hoste, o externes, provocades per un tractament, sinó que els virus, com altres organismes, també lluiten per aconseguir expandir els seus dominis i intenten augmentar el tropisme amb la finalitat d'incrementar les seves possibilitats reproductores. Això ha estat reflectit per alguns autors amb la *hipòtesi de la reina vermella* (Sole *et al.*, 1999), en referència al personatge creat per Lewis Carroll en *Al otro lado del espejo*, i que en un moment de l'obra diu a Alicia: «Ben al contrari, ací cal córrer tot el que puguis per poder restar al mateix lloc. Ah!, si és que vols anar a algun altre, de lloc, cal que corris almenys el doble de ràpid del que has corregut ara!»

LA LLUITA AMB EL SISTEMA IMMUNITARI

Des del moment que un virus entra en un organisme viu comença una carrera entre la capacitat replicativa i la infecciosa del primer i el sistema immunitari del segon. Com ja hem comentat a l'apartat anterior, alguns virus compten amb una arma poderosa, la seva alta taxa de mutació i de replicació. Mentre que el virus de la sida produeix mil milions de partícules víriques en un dia, l'ésser humà té una mitjana de dos descendents en tota la seva vida. És evident que la lluita és difícil de guanyar en el terreny de l'adaptació al virus a escala d'organisme, almenys des del punt de vista de l'ésser humà. No fou així en el cas dels conills i el virus de la mixomatosi. Aquest virus es va

introduir a Austràlia el 1950. El primer any va matar el 99,8% dels conills infectats, però només set anys després eren tan sols el 25% dels animals infectats els que morien. Actualment els conills tornen a menjar tranquil·lament l'herba i els conreus d'Austràlia. La seva capacitat de tenir llogrades nombroses cada 6-10 mesos fou una de les raons per a la seva victòria evolutiva.

Un altre nivell de lluita més intern i individual és el sistema immunitari i, més concretament, les cèl·lules B i T. El cos humà crea aproximadament 50×10^{10} limfòcits B i T cada dia. Els limfòcits B, una de les branques de la resposta immunitària, són els responsables de la generació d'anticossos. En un procés de resposta immunitària, la presència d'un epítot antigènic (fragment de proteïna vírica) indueix la proliferació d'un anticòs determinat. Aquest bloqueja el virus per al qual ha estat sintetitzat i, com a conseqüència, en la població vírica se seleccionen virus mutants capaços d'escapar de la interacció amb l'anticòs. Tanmateix, el procés de síntesi d'anticossos no és tan senzill. S'ha descrit que a les cèl·lules B es produeix un procés d'hipermutació somàtica i les cèl·lules que es generen presenten elevats nivells de mutacions en determinades parts del seu genoma, cosa que té com a resultat la producció d'un anticòs amb una seqüència mestra (majoritària) determinada juntament amb d'altres amb seqüències mutants. D'aquesta manera, la població vírica té dificultats més grans per a respondre a l'atac i les variacions han de preveure no tan sols l'activitat de l'anticòs majoritari, sinó també el dels seus acompanyants mutants. És a dir, davant la variabilitat vírica, el cos humà es defèn amb la variabilitat immunitària (Li *et al.*, 2004).

L'altra branca de la resposta immunitària està protagonitzada per les cèl·lules T, que tenen el paper més destacat en la lluita enfront dels virus. Aquestes cèl·lules són capaces de distingir entre les proteïnes pròpies i les alienes quan es presenten a la membrana cel·lular. Per això, una sèrie de reaccions fragmenten totes i cada una de les proteïnes existents en aquell moment en unitats curtes i les exhibeixen a la superfície de la membrana cel·lular. En una cèl·lula infectada per un virus, els fragments vírics exhibits a la membrana cel·lular actuen com un senyal d'alarma, tot fent que les cèl·lules T identifiquin i matin les cèl·lules opositores.

En aquest joc del gat i la rata entre cèl·lula i virus, alguns virus han aconseguit evadir els limfòcits T. L'herpesvirus d'Epstein-Barr necessita durant el seu període latent només una proteïna pròpia. Aquesta proteïna no pot ser fraccionada pels sistemes cel·lulars i, per tant, el virus pot romandre amagat dins la cèl·lula i esperar el moment idoni per a atacar (Levitsky *et al.*, 2002). El virus de l'*herpes simplex* enganya la cèl·lula sintetitzant una proteïna que s'uneix i inactiva la molècula responsable del transport dels fragments proteics (Kobelt *et al.*, 2003).

MIMETISME MOLECULAR

La mateixa condició de paràsit obligat dels virus, que l'obliga a conquerir l'organisme que infecta per a la seva pròpia perpetuació, l'obliga en certa manera a utilitzar com a instrument de conquesta la mimetització dels instruments de l'hoste. El mimetisme és una manera molt estesa a la natura per a aconseguir un benefici; així, els camaleons, potser l'exemple més emprat de mimetisme, poden camuflar-se i confondre's amb l'ambient que els rodeja amb la doble finalitat d'ocultar-se dels seus enemics i

obtenir aliment. De la mateixa manera, un virus adquireix la capacitat d'apropiar-se d'elements de l'hoste que el protegeixen de l'acció que el sistema immunitari produirà contra l'agent infecciós. Existeixen nombrosos exemples a la natura de tot el que anteriorment s'ha exposat (Alcami, 2003). Hi ha virus que, o bé s'han apropiat del sistema immunitari de l'organisme que infecten, o bé hi han generat elements d'interacció; el cas més espectacular és el de certs herpesvirus i poxvirus, virus grans que presenten al seu genoma regions que codifiquen proteïnes de l'hoste de la família de les citocines, o que s'uneixen a aquest tipus de proteïnes, que s'han vist implicades en el bloqueig de la resposta immunitària. De fet, una d'aquestes proteïnes va ser la clau per a detectar factors implicats en l'activació de la febre com a resposta enfront d'una infecció.

Però el mimetisme molecular no s'ha centrat exclusivament en l'evasió de les defenses de l'organisme infectat. Els virus utilitzen aquesta estratègia també per a copiar elements que els permeten l'ús de la maquinària cel·lular. Un dels exemples més estudiats és el de captura de la traducció, el pas d'àcid nucleic a proteïna. Molts virus RNA presenten al seu genoma estructures denominades *TLS* (semblants al tRNA o el *tRNA-like structures*). Encara que l'estudi de la biologia molecular d'aquest tipus d'estructures és a la seva etapa més primerenca, s'ha pogut determinar que en alguns casos aquestes estructures són de gran utilitat en els moments inicials de la traducció del genoma víric, en mimetitzar el tRNA «autèntic» (Barends *et al.*, 2003). També en la captura del mecanisme traduccional, alguns virus utilitzen una estructura especial del seu RNA denominada *IRES* (Martínez-Salas *et al.*, 2001). En el moment del seu descobriment, els virus eren els únics organismes que presentaven aquest tipus d'estructures; tanmateix, recentment s'han descrit estructures de tipus *IRES* que dirigeixen la traducció de certs gens en organismes superiors (Martínez-Salas *et al.*, 2001), fet que deixa oberta la pregunta sobre si aquesta estructura és o no un altre element mimètic.

DUES MANERES DE VIURE: INFECCIONS LÍTIQUES O PERSISTENTS

Les particularitats descrites als apartats anteriors s'enllacen per a donar consistència als cicles de vida dels virus, encara que les estratègies dels virus per aconseguir l'objectiu de la perpetuació varien enormement a la natura. Així, trobem dues maneres molt diferents d'establir la relació virus-cèl·lula (Domingo *et al.*, 2001*b*). A la primera, aquesta interacció duu en molt poc temps a la mort de la cèl·lula per lisi; aquest tipus d'infecció es denomina *lítica*. A la segona, la cèl·lula no mor per efecte de la infecció i els virus i les cèl·lules hostes conviuen durant llargs períodes de temps; aquest tipus d'infecció s'ha denominat *persistent*. Ambdós tipus d'infeccions no són excloents i poden produir-se durant un mateix procés infecciós, fins i tot al mateix temps en cèl·lules diferents. Aquest és el cas de la infecció per VIH, en la qual les cèl·lules T pateixen un procés lític i són totalment destruïdes durant la producció de virus, mentre que certes cèl·lules macròfagues són infectades i produeixen grans quantitats de virus durant llargs períodes de temps sense que, per això, morin (Simon *et al.*, 2003).

Que s'estableixi una estratègia o una d'altra és una qüestió d'eficàcia reproductiva típicament darwiniana (Domingo *et al.*, 2001*b*). Els animals o les plantes que suporten una infecció amb un marcat caràcter lític solen presentar símptomes aguts de la malaltia. Si, com a conseqüència de l'aparició d'aquests símptomes, l'organisme infectat no

perd la capacitat de transmetre el virus a d'altres, llavors el virus continuarà amb la mateixa estratègia, ja que és la que li permet la generació d'un major nombre de descendents amb la major rapidesa. Si, pel contrari, la simptomatologia aguda associada a la infecció lítica limita d'alguna manera la transmissió, el virus evolucionarà envers una disminució dels símptomes relacionats amb la seva infecció, generalment desenvolupant infeccions persistents més atenuades. Les infeccions persistents s'estableixen en moltes ocasions com la conseqüència lògica de la coevolució virus-hoste. Aquesta és, almenys, l'esperança que tenim amb certes malalties agudes causades per virus amb una gran capacitat lítica, com els que generen febres hemorràgiques (Ebola, Lassa, hantavirus, etc.), ja que s'estableixen en focus molt destructius, tot i que molt localitzats. Per augmentar la capacitat reproductiva i poder accedir a un major nombre d'hostes, el virus ha d'evitar de matar-los ràpidament. Per tant, la major eficàcia reproductiva es pot aconseguir mantenint una vida latent a l'hoste (sida, herpes, etc.) o mantenint l'hoste en unes condicions físiques acceptables i permetre ambdues estratègies el contacte amb nous hostes potencials. Aquest tipus d'interacció virus-hoste duta a l'extrem condueix a relacions que són més simbiòtiques que parasitàries. En aquestes relacions, el virus no produeix cap tipus de malaltia, i alguns estudis recents proposen, fins i tot, la hipòtesi que alguns d'aquests virus simbiòtics endarrereixen el curs infecció d'altres virus més nocius, com és el cas de la coinfecció pel virus de l'hepatitis G (asintomàtic) i el de la sida. La relació virus-hoste en la seva faceta més benigna ha estat, a més, utilitzada com a guia en estudis d'evolució humana. Així, la presència de seqüències del virus JC i l'anàlisi de la seva evolució ha permès desxifrar els fluxos migratoris de la població humana mitjançant l'observació de la història evolutiva del virus.

EPÍLEG

Els virus han perfeccionat, durant segles d'evolució, estratègies per a infectar les cèl·lules que habiten i que necessiten per a sobreviure. Al cap i a la fi, és una lluita entre la cèl·lula i el virus pels recursos cel·lulars. Nosaltres ens hem centrat en uns quants exemples (els que ens han semblat més vistosos) per il·lustrar les relacions entre virus i hoste. És temptador fer correspondències amb les estratègies que el poder utilitza en política. Trobarem semblances en el mimetisme, en l'alta variabilitat per a adaptar-se a ambients canviants, en les cèl·lules latents dels terroristes, en la manipulació dels mitjans de comunicació, etc.

En tot cas, qualsevol semblança de les guerres víriques amb les humanes és pura coincidència... evolutiva.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ALCAMI, A. (2003). «Viral mimicry of cytokines, chemokines and their receptors.» *Nat. Rev. Immunol.*, vol. 3, pàg. 36-50.
- BARANOWSKI, E.; RUIZ-JARABO, C. M. I DOMINGO, E. (2001). «Evolution of cell recognition by viruses.» *Science*, vol. 192, pàg. 1102-1105.
- BAREND, S.; BINK, H. H.; VAN DEN WORM, S. H.; PLEIJ, C. W. I KRAAL, B. (2003).

- «Entrapping ribosomes for viral translation: tRNA mimicry as a molecular Trojan horse.» *Cell*, vol. 112, pàg. 123-129.
- CODINA, C.; VILADOMAT, F.; BASTIDA, J. I LLABARES, J. M. (1989). «Potential biotecnològic del cultiu de cèl·lules vegetals per a l'obtenció de productes farmacèutics.» *Treb. Soc. Cat. Biol.*, vol. 40, pàg. 47-70.
- DOMINGO, E.; MAS, A.; YUSTE, E.; PARIENTE, N.; SIERRA, S.; GUTIERREZ-RIVAS, M. I MENENDEZ-ARIAS, L. (2001a). «Virus population dynamics, fitness variations and the control of viral disease: an update.» *Prog. Drug Res.*, vol. 57, pàg. 77-115.
- DOMINGO, E.; BIEBRICHER, C.; EIGEN, M. I HOLLAND, J. J. (2001b). *Quasispecies and RNA virus evolution. Principles and consequences*. Georgetown, Texas: Landes Bioscience.
- FIELDS, B. N.; KNIPE, D. M.; HOWLEY, P. M.; CHANOCK, R. M.; MELNICK, J. L.; MONATH, T. P.; ROIZMAN, B. I STRAUS, S. E. (1996). *Field's Virology*, 3a edició. Philadelphia: Lippincott-Raven.
- KAUSCHE, G. A.; ANKUCH, P. F. I RUSKA, H. (1939). «Die Sichtbarmachung von Pflanzlichem Virus in Ultramikroskop.» *Naturwissenschaften*, vol. 27, pàg. 292-299.
- KOBELT D.; LECHMANN, M. I STEINKASSERER, A. (2003). «The interaction between dendritic cells and herpes simplex virus-1.» *Curr. Top Microbiol. Immunol.*, vol. 276, pàg. 145-61.
- LEVITSKY, V. I MASUCCI, M. G. (2002). «Manipulation of immune responses by Epstein-Barr virus.» *Virus Res.*, vol. 88, pàg. 71-86.
- LI Z.; WOO, C. J.; IGLESIAS-USSEL, M. D.; RONAI, D. I SCHARFF, M. D. (2004). «The generation of antibody diversity through somatic hypermutation and class switch recombination.» *Genes Dev.*, vol. 18, pàg. 1-11.
- LOPEZ-BUENO, A.; MATEU, M. G. I ALMENDRAL, J. M. (2003). «High mutant frequency in populations of a DNA virus allows evasion from antibody therapy in an immunodeficient host.» *J. Virol.*, vol. 77, pàg. 2701-2708.
- MARTINEZ-SALAS E.; RAMOS, R.; LAFUENTE, E. I LOPEZ DE QUINTO, S. (2001). «Functional interactions in internal translation initiation directed by viral and cellular IRES elements.» *J. Gen. Virol.*, vol. 82, pàg. 973-984.
- MAYER, A. (1886). «On the mosaic disease of tobacco.» *Landw. VerSSthen.*, vol. 32, pàg. 451-467.
- MOSTERÍN J. (2001). *Ciencia viva. Reflexiones sobre la aventura intelectual de nuestro tiempo*. Madrid: Espasa.
- PIERSON, T. C. I DOMS, R. W. (2003). «HIV-1 entry and its inhibition.» *Curr. Top Microbiol. Immunol.*, vol. 281, pàg. 1-27.
- SIMON V. I HO, D. D. (2003). «HIV-1 dynamics *in vivo*: implications for therapy.» *Nat. Rev. Microbiol.*, vol. 1, pàg. 181-190.
- SKEHEL, J. J. I WILEY, D. C. (2000). «Receptor binding and membrane fusion in virus entry: the influenza hemagglutinin.» *Annu. Rev. Biochem.*, vol. 69, pàg. 531-569.
- SOLE, R. V.; FERRER, R.; GONZALEZ-GARCIA, I.; QUER, J. I DOMINGO, E. (1999). «Red queen dynamics, competition and critical points in a model of RNA virus quasispecies.» *J. Theor. Biol.*, vol. 198, pàg. 47-59.

LECTURA RECOMANADA

- CRAWFORD, D. H. (2002). *El enemigo invisible: la historia secreta de los virus*. Madrid: Península.

BIOGRAFIA DELS AUTORS

La Dra. Rosario Sabariegos Jareño va obtenir el grau de doctor en un treball de recerca de les proteïnes bacterianes implicades en la recombinació homòloga. Més tard, ha estat implicada en l'estudi del sistemes replicatius de plàsmids bacterians i en la caracterització de polimerases humanes amb elevada capacitat mutagènica. Des de l'any 2002 estudia diferents aspectes de la infecció dels virus de l'hepatitis C i la immunodeficiència humana de tipus 1, encaminats principalment al desenvolupament de teràpies futures.

CORRESPONDÈNCIA Fundació irsiCaixa, Hospital Germans Trias i Pujol, Badalona, 08916 Barcelona.
Charoantonio@terra.es

El Dr. Antonio Mas López va obtenir el grau de doctor amb un treball d'epidemiologia molecular de la infecció del virus de la immunodeficiència humana de tipus 1. Aquest estudi va continuar més tard amb l'estudi bioquímic de certs complexos de multiresistència presents en alguns enzims del VIH. Actualment divideix el seu treball entre l'anàlisi evolutiva del virus de l'hepatitis C i l'estudi de factors de l'hoste implicats en la replicació de virus de RNA.

CORRESPONDÈNCIA Dept. de Ciències Experimentals i de la Salut, Universitat Pompeu Fabra, Dr. Aiguader, 80, 08003 Barcelona.
Antonio.Mas@upf.edu.

LA PREGUNTA PEL PODER I ELS VIRUS DE RNA. COINCIDÈNCIES DE VOCABULARI, CONCEPTES I RESULTATS EXPERIMENTALS

JORDI GÓMEZ I ISABEL CACHO

RESUM

Nietzsche va ésser el primer gran filòsof que va contestar el principi de la lluita per l'existència i la selecció natural darwiniana com a motor de l'evolució. Nietzsche no negava l'acció de la selecció natural, però pensava que aquesta actuava sobre el substrat de transformacions que es produïen en la lluita pel poder. En aquest text presentem algunes idees amb les quals Nietzsche va reptar la biologia segons la interpretació de la vida com a voluntat de poder. Tot i tenint en compte certes precaucions, examinem com sense saber-ho i potser sense voler-ho, la biologia molecular i la virologia utilitzen un vocabulari que pertany a la temàtica del poder, i com algunes de les descripcions dels fenòmens moleculars s'acomoden al que coneixem com a tàctiques, estratègies i dispositius de la mecànica del poder, i que determinats resultats experimentals coincideixen amb les previsions nietzschianes, o bé es poden interpretar en clau nietzschiana.

PARAULES CLAU Voluntat de poder, biopoder, estratègies, mimetisme, Nietzsche i Darwin.

ABSTRACT

Nietzsche was the first major philosopher contesting Darwin's principle of "struggle for existence" and natural selection as the motor for evolution. Nietzsche opposed to this principle that of "struggle for power". Nietzsche did not deny natural selection, but thought that selection acted essentially on those transformations produced by the struggle for power. Here we present some of the ideas that Nietzsche propose to challenge the biology of his time from the interpretation of life as will to power. We show that the vocabulary employed in molecular biology and in virology belongs to the tematics of power. Also, that the descriptions of the molecular phenomena are compatible with the mechanics of power, understated as a collection of tactics, strategies and dispositives, and even more that some experimental results coincides with the nietzschean predictions, or are well understand under the prism of the nietzschean will to power.

KEYWORDS Will to power, bio-power, e strategies, mimetism, Nietzsche and Darwin.

NIETZSCHE I LA REINTERPRETACIÓ DE LA BIOLOGIA DEL SEU TEMPS

Nietzsche va interpretar la vida en termes de forces, forces que actuen unes sobre altres, «una multiplicitat de forces connectades per un mode comú de nutrició» (Nietzsche, 1981a). Segons Nietzsche, la vida coincideix amb el motiu central al voltant del qual s'organitza el seu pensament més madur, que és el de la voluntat de poder: «la vida és voluntat de poder» (Nietzsche, 1981b), on el conflicte de les apetències humanes i el seu domini sobre l'esperit són la referència tant per a la comprensió de l'home com de la naturalesa viva, en una línia interpretativa que es pot traçar des de la psicoanàlisi freudiana fins a les anàlisis històriques i sociològiques de l'últim Michael Foucault. La voluntat de poder es converteix així en l'element en relació amb el qual tots els fenòmens vitals haurien de poder ésser explicats: la reproducció, la conservació, l'evolució, la complexitat creixent, fins arribar al *darrer home*, assumpte que escapa del tema de la conferència, però autoritza a projectar algunes reflexions sobre el devenir de la història en l'evolució biològica. A continuació presentem alguns textos de Nietzsche i algunes de les interpretacions foucaultianes que poden donar idea de la visió de la vida biològica des del prisma de la voluntat de poder.

La *reproducció*: mentre que per a la biologia, la reproducció significa tant la condició de possibilitat de la vida com el seu mateix origen, Nietzsche l'entén derivada de la voluntat de poder. Per a Nietzsche, aquesta derivació és visible sobretot en la reproducció no sexual. Prenent com a referència la reproducció a les amebes, i sota la pressuposició que aquestes s'alimenten tot el que poden, proposa que «la reproducció és deguda al fet que la potència no és suficient per a dominar la propietat incorporada: la generació és, doncs, la conseqüència d'una impotència» (Nietzsche, 1981c).

De la *conservació de la vida*, un dels elements respecte del qual acabem interpretant molts dels nostres resultats experimentals, en la mesura que és el justificant admès de la *lluita per la vida*, Nietzsche només l'entén com un cas extrem; es pretén conservar la vida només en cas d'haver-la posat prèviament en perill: «En allò que es refereix a la famosa lluita per la vida a mi em sembla a vegades més asseverada que provada. Es dóna, però com a excepció; l'aspecte de conjunt de la vida no és la situació calamitosa, la situació de fam, sinó més aviat de riquesa, l'exuberància, inclosa la prodigalitat absurda; on es lluita, es lluita pel poder» (Nietzsche, 1986a). «Voler conservar-se un mateix sol ésser una expressió de decaïment, d'una restricció del veritable instint fonamental de la vida, que aspira a l'augment de poder, i ferm en aquesta resolució, arrisca, sacrifica a voltes, la conservació pròpia» (Nietzsche, 1986b).

L'*evolució*, especialment l'evolució mitjançant la selecció natural és —per a molts biòlegs, després de Dobizansky— el motiu respecte al qual els fenòmens biològics adquireixen sentit. Nietzsche hauria negat en primer lloc el signe del resultat de la selecció i en segon lloc hauria rebutjat la freqüència amb què aquesta és responsable dels canvis a la naturalesa. «No s'ha de confondre Malthus amb la naturalesa, però suposant que la lluita existís —i, de fet, es dóna—, acaba per desgràcia a l'inrevés de com ho desitja l'escola de Darwin, a l'inrevés de com seria lícit desitjar-ho amb aquesta. És a dir, en detriment dels forts, dels privilegiats, de les excepcions afortunades» (Nietzsche, 1986g). I això fóra així perquè Nietzsche pensa que els mitjanament forts són més en nombre que els excepcionalment forts i que aquells generarien aliances entre ells, tot superant el més fort. El més fort és el repte per vèncer per als altres, que seran capaços

de sacrificar part de la seva individualitat per tal de vèncer el més fort, perquè aquí no està tant en joc el manteniment o el futur de l'individu caracteritzat per un genotip i fenotip com la superació del repte, en aquest cas el més fort. D'aquesta manera el resultat de la lluita és diferent al proposat per Darwin. Nietzsche cita l'exemple dels cristians en la seva lluita contra el Cèsar. Els cristians són més en nombre i gràcies a la seva interacció, el resultat és el triomf sobre el Cèsar. Però el Cèsar no és eliminat com pressuposa el resultat de la selecció (*selecció* implica eliminació del perdedor), sinó que en el devenir de la lluita, el mateix Cèsar és convertit en cristià, assimilat pels cristians. L'assimilació, la incorporació, l'explotació, la subjugació seran per a Nietzsche els resultats més freqüents i més significatius de la lluita, i no l'eliminació absoluta del contrincant.

No són tan sols les aliances dels mitjanament forts, sinó que l'atzar, segons Foucault i llegint Nietzsche, es converteix en un element actiu en el devenir de la lluita: «Aquell atzar no s'ha d'entendre com un simple sorteig, sinó com el risc sempre relançat de la voluntat de poder que, a tota solució de l'atzar, oposa per dominar-la el risc d'un atzar encara més gran» (Foucault, 2000a).

Origen: és aquí un altre cop Foucault qui, tot explicant els diferents sentits del terme *origen* a Nietzsche, desvetlla el resultat complex, local, inesperable de les forces en conflicte i nega el valor explicatiu de la continuïtat que condueix a un origen: «El que trobem al començament històric de les coses no és la identitat encara preservada en el seu origen: és la discordança amb les altres coses, el disbarat» (Foucault, 2000b). «La història també ensenya a riure's de les solemnitats de l'origen, és la "força metafísica que s'obre camí de nou en la concepció segons la qual al començament de totes les coses es troba el que hi ha de més preciós i essencial": un vol creure que en el seu començament totes les coses eren perfectes; que van sortir resplendents de les mans del creador, o a la llum sense ombra de la primera matinada. L'origen és sempre abans que la caiguda, abans que el cos, abans que el món i el temps; està del costat dels déus i, en narrar-lo, es canta una teogonia. Però el començament històric és baix[...]» (Foucault, 2000c).

Complexitat: la tendència a la complexitat creixent dels organismes vius és potser juntament amb la reproducció i l'evolució, una altra gran propietat de la vida. Nietzsche segueix aquí quasi textualment Goethe, però introdueix la seva concepció de la voluntat de poder, expressant-se des de l'interior de l'ésser viu: «La major complexitat, la profunda separació, l'acció colateral dels òrgans i de les funcions perfeccionades, amb la desaparició dels membres intermediaris: si tot això és perfecció, es desprén d'una voluntat de poder en el procés orgànic, en virtut del qual forces dominants, plasmadores, imperioses, augmenten constantment el camp del seu poder i, dins dels límits d'aquell, simplifiquen sempre de nou: l'imperatiu *creixent*» (Nietzsche, 1981d).

ANALOGIES I PRECAUCIONS EN LA PREGUNTA PEL PODER EN BIOLOGIA

En biologia molecular i en virologia —aquesta última especialment interessant aquí, ja que la virologia descriu fonamentalment una relació de conflicte molecular— podem traçar almenys tres nivells de coincidències amb la temàtica del poder, independentment de les que ja s'han descrit aquest matí a la conferència del Dr. Francisco José

Martínez en relació a la societat postrevolucionària: *a)* una és la del vocabulari utilitzat a les descripcions dels fenòmens; *b)* una altra és la semblança en la naturalesa de les relacions entre les entitats en joc i, per acabar, *c)* algunes coincidències dels resultats experimentals amb les prediccions nietzschianes.

Malgrat això, un exercici de precaució ens adverteix que ens movem entre dos límits on es perd el sentit de continuar explorant. Un és que totes aquestes coincidències de vocabulari les podríem explicar sense recórrer a la temàtica del poder, per exemple, raonant que ni la virologia ni la biologia molecular produeixen tots els conceptes ni vocabulari propis i recorren a allò que troben en altres disciplines com la sociologia, la geografia, etc. Així doncs, hauríem de pensar que la biologia molecular i la virologia es presenten, o s'expressen amb uns termes que són superficials en el seu contingut, i que aquesta fórmula d'expressió es podria escatar, tot deixant intacte el contingut de la disciplina. Nosaltres no ho creiem, però potser és una hipòtesi que es podria demostrar, i així estaríem més convençuts que poder i biologia no tenen res a veure.

L'altre límit és que el tema del poder no fos nou i no aportés res, perquè implícitament ja admètriem que en biologia existeix quelcom com el *poder*, però que hem anomenat *control*, *repressió* etc., i s'expliqués completament amb els paràmetres termodinàmics i cinètics de reaccions i interaccions moleculars, i la seva aparició mitjançant la selecció natural, i no foren necessaris els referents extrems d'altres disciplines.

Foucault pensa que la pregunta pel poder en la bioquímica sí fóra desitjable i si ell no la fa és perquè no hi és capficat, requisit que creu necessari per a introduir-se en una assignatura o una altra, però ja preveu que de la pregunta pel poder en biologia no sorgirà una antibiologia. És a dir, no espera cap gran debacle com quan s'ha preguntat per la psiquiatria i va aparèixer una antipsiquiatria, o quan es fa una anàlisi de la geografia i apareix l'ombra de l'exèrcit. Semblaria que la biologia molecular no té bàsicament una falsificació oculta que s'hagi de desvetllar. Però sembla que tampoc en la física i la química no s'hagin acabat totes les perspectives d'interpretació. De fet, amb la interpretació del poder que fa Foucault, la pregunta pel poder en biologia no tan sols és desitjable, sinó més important encara, és possible, perquè per a Foucault no hi ha res més material que els efectes del poder. El poder, ens diu, no és un concepte, és amb prou feines una paraula, perquè no hi ha poder sinó relacions de poder. Del que es tracta no és d'una metafísica del poder, sinó d'una física del poder, que no respon a la pregunta *què és*, sinó *com s'exerceix*. Que no tracta d'una pressuposició universal, sinó d'una infinitat de resultats locals. Però més enllà de tot això, Foucault ha deixat al descobert una altra cara del poder, que és el poder positiu, creador, que es distingeix ben bé de les concepcions negatives del poder, com el control o la repressió.

Dit això, creiem que el poder pot ésser una perspectiva d'anàlisi i interpretació més àmplia que el que s'agrupa ara entorn de temes com el *control* o la *regulació*. Ho tractarem a través de les tres connexions analògiques indicades al principi d'aquest paràgraf.

VOCABULARI

A diferència de termes com *infecció*, *càpsida* o *vacuna*, cap dels termes o conceptes que apareixen a la taula següent són específics de la virologia o de la biologia molecular,

sinó que pertanyen al vocabulari estratègic de les relacions de poder: de la política i de la dominació. I, tanmateix, són molt utilitzades o, més encara, són absolutament centrals en la descripció dels assumptes moleculars. No podríem explicar-nos ni la biologia molecular ni la virologia sense l'ús d'aquests termes o conceptes i d'altres més que, sens dubte, podrien completar aquesta taula.

Mecànica del poder	Metàfores espacials	Metàfores polítiques
Induir o reprimir l'expressió	Domínis	Estructura jeràrquica en l'organització
Restringir l'entrada i la sortida	Regions	Estratègies de control, d'evasió
Compartimentar les activitats	Vies de senyalització	
Fer més o menys probable una acció-reacció		
Imitar		
Enviar		
Interferir		
Resistir		

NATURALESA DE LES RELACIONS DE PODER.

Lògica estratègica en el funcionament antivíric.

Per a delimitar en què consisteixen les relacions de poder a què ens estem referint, abans de res és necessari distingir-ho del que s'exerceix sobre les coses i proporciona la capacitat de transformar-les. Per exemple, un enzim que actua sobre un substrat, és un poder que sorgeix directament de les capacitats inherents al substrat. Ja sigui una glucocinasa que actua sobre un sucre, o una RNA polimerasa que ho fa sobre l'RNA, es tracta aquí d'una qüestió de capacitat.

Seguint Foucault, direm que el que caracteritza el poder que volem analitzar aquí és qui posa en joc relacions entre entitats individuals. Per altra banda, aquest tipus de poder no s'exerceix més que entre entitats o collectius lliures, o en la mesura en què ho són (en el sentit que s'enfronten a un camp de possibilitats on poden donar-se diferents comportaments). En aquest sentit, les relacions de control mutu que es donen entre un virus i una cèl·lula pertanyerien a la classe de poder que voldrem analitzar.

Igual que Foucault descobreix que en una societat les relacions de poder no estan exclusivament supeditades a qüestions com la producció o la comunicació, el mateix podríem plantejar de la cèl·lula en relació al metabolisme i l'expressió i senyalització molecular. No és que les relacions de poder, *control* en termes biològics, es puguin deslligar de les activitats de metabolisme o comunicació cel·lular, no és que vagin soltes, però poden ésser utilitzades en estratègies de dominació o de govern.

No és fàcil detectar com una relació de control d'una determinada activitat passa a formar part d'una estructura de dominació o de govern. Així, abans de passar als possibles exemples en biologia, ens aturem en un exemple foucaultià en la història de la

medicina: Foucault desvetlla com l'hospital medieval es transforma en una institució de control a l'estat modern. L'hospital medieval és un centre de caritat conduït per monjos, on, en definitiva, del que es tracta és d'encaminar les ànimes al cel. Amb la millora del coneixement de la medicina, aquest hospital, al segle XVIII, pateix una transformació important: és ocupat pel metge resident, que segueix el pacient contínuament i enregistra tot el seguiment. En aquell moment, la funció de l'hospital és guarir; els monjos i les monges passen a estar al servei del metge i es converteixen en infermers i infermeres. Però també en aquell moment es comença a acumular una bona quantitat d'informació, no solament de la salut dels pacients i del seu estat d'alimentació; el metge entra a les cases, se situa a les duanes del port i als tribunals de justícia, decideix sobre la disponibilitat per al servei militar, per al treball, sobre la necessitat del tancament psiquiàtric, o sobre l'atenuació de les penes. Així, l'hospital general que centralitza la informació es converteix en una peça clau d'acumulació i gestió de la informació de la població d'una nació, i passa a formar part de l'estructura de control de l'estat modern. Un règim que no sotmet la població com el règim medieval mitjançant càstigs exemplars sinó mitjançant un control fi que deriva de la informació que acumula dels seus individus.

A escala celular, podem trobar analogies de com determinats elements de control del metabolisme o de l'expressió formen part d'activitats estratègiques de control més generals al nostre cas antivíric. Un possible exemple el trobem en la modificació del factor proteic de l'inici de la traducció 2 (eIF2), una proteïna que quan es modifica mitjançant fosforilació bloqueja la síntesi proteica i inhibeix l'activitat metabòlica de la cèl·lula. La modificació i parada de la síntesi proteica succeeix quan la concentració d'algun aminoàcid (precursors de les proteïnes) és massa baixa, fet que representa un simple bucle de regulació del metabolisme (si no hi ha tots els aminoàcids, l'ordre és no començar la síntesi de proteïnes). Però aquest factor d'inici de la traducció també es modifica amb l'entrada de molts virus de RNA a l'interior celular, tot bloquejant la traducció de l'RNA a la cèl·lula i evitant la producció de les proteïnes víriques i, per tant, la replicació vírica. D'aquí que una relació de control metabòlic mitjançant eIF2 quedi involucrada en un dispositiu més ampli, que és el control de la replicació vírica.

D'aquí que puguem animar-nos a buscar, entre els potencials mecanismes de control de la infecció, no tan sols entre els mecanismes directament de defensa antivírics com l'RNA interferent que acaba amb la degradació del genoma víric, o els anticossos, sinó entre aquells mecanismes de control de l'expressió gènica, o controls metabòlics cel·lulars aparentment independents, però que hagin pogut quedar englobats en un dispositiu de control per a dificultar el creixement víric, o facilitar-ne la destrucció. Aquest exemple enllaça amb una segona vessant de les relacions de poder.

El poder productiu

Foucault descobreix que el poder té un altre component, diferent del control o del control-repressió, un component que és positiu: el poder produeix realitat. Produeix saber: la relació poder-saber és una qüestió que crida l'atenció al lector novell de Foucault, sobretot quan s'entén fins a quin punt ambdues estan relacionades. Produeix subjectes a partir de persones. Amb el doble significat que matisa Foucault, de quedar «subjectes a si mateixos» i així quedar «subjectes a la resta». El poder constitueix el

cos social amb persones. D'unes unitats/totalitats (persones) constitueix d'altres unitats/totalitats (societats) d'ordre superior. Què produeixen les relacions de poder a la vida? Produeixen diversitat? Produeixen complexitat? Aquestes preguntes ara només poden quedar obertes per a l'estudi. Probablement signifiquen una cosa nova en biologia, però aquí només ens podríem preguntar si amb les infeccions víriques, mitjançant dels mecanismes que les controlen, que les fan cròniques, que integren el virus, s'aconsegueixen produir cèl·lules més complexes, amb més activitats, o més possibilitats. O si com a resultat de les accions de defensa i de les estratègies antivíriques de l'hoste acaben sorgint virus més complexos o més perfeccionats.

De fet, en l'exemple citat anteriorment, on l'eIF2 participa en una tasca de control de la replicació vírica, tenim un exemple d'aquest tipus de *poder productiu* (accions sobre accions), que es diferencia del *poder-repressió* (accions sobre cossos). L'acció d'aquest factor al dispositiu de control de la replicació vírica no és una acció directa contra el virus com fóra el cas dels anticossos (control-repressió), sinó sobre les accions del virus, i en aquest cas en dificulta el creixement. Però això no clausura totes les possibilitats per al virus; alguns virus han desenvolupat mecanismes d'atenuació del mecanisme que podem entendre com a contraestratègies, que porten a un augment de la complexitat de les relacions virus-hoste.

ELS RESULTATS EXPERIMENTALS

Aliances genètiques

En l'article «RNA virus cuasispecies populations can supress vastly superior mutant progenie» (de la Torre *et al.*, 1990) es demostra que en determinades condicions experimentals, un virus de RNA amb taxes de mutació i reproducció molt altes no és capaç de triomfar sobre la població de la qual deriva. Aquest resultat és un resultat que sembla no seguir la predicció de la selecció, però veurem que, segons la nostra interpretació, no es tracta d'un resultat contradarwinianà, ja que aquell «no-triomf» de la progènie superior es refereix a altres relacions diferents que les de comparació i selecció.

Replicons i quasiespècies

Per la seva senzillesa podem tractar els virus de RNA com replicons, com si només fossin un element genètic que es pot reproduir i al qual podem aplicar la teoria desenvolupada per als elements genètics de RNA teòrics. Aquesta ens permet d'entendre un replicó com una força replicativa que produeix progènies, i cadascun dels replicons caracteritzats amb una seqüència nucleotídica particular, com una força replicativa diferent. En el cas d'una població de virus de RNA que infecta un organisme, la seqüència nucleotídica dels replicons que componen la població vírica és diferent, però semblant. La teoria del professor Manfred Eigen ha descrit la relació que s'estableix entre aquelles forces reproductives representades pels replicons vírics (Eigen i Biebricher, 1989). Entre altres paràmetres, la relació que s'estableix és estrictament dependent de la semblança entre les seves seqüències nucleotídiques. Aquesta semblança és quantificable, i

està representada pel nombre de nucleòtids que difereixen entre si les seqüències. És possible, a més, representar totes les seqüències i mantenir correctament totes les relacions de semblança que existeixen entre elles en el que s'anomena un espai de seqüències i descriure el seu comportament en el temps amb equacions.

Tipus de forces replicatives

Quan les taxes de replicació i mutació són altes, es distingeixen per a cada replicó dues forces replicatives. Una de reproducció autònoma, exacta, que es representa amb una fletxa circular, i com a conseqüència de la qual tenim un increment de la mateixa seqüència (en el cas de la seqüència O, tindrem més O). (Vegeu la figura 1.) Una altra és de reproducció heterònoma, per a la qual O incrementa el nombre de veïns més propers perquè en reproduir-se es copia incorrectament (fletxes lineals a la figura 1). Així, aquesta activitat de reproducció inexacta suposa un nexa d'unió entre les forces replicatives més pròximes a l'espai de seqüències. És una fórmula d'aliança, en aquest cas d'aliances genètiques. Durant aquest procés es constitueix una nova unitat que anomenarem *quasiespècie*: és la unitat replicativa (suma de tots els components replicatius), i representa la nova unitat de selecció. Però, si bé la quasiespècie és la nova unitat per a la comparació i la selecció, també succeeix que, per a aquestes, el replicó individual (autocontingut) ha deixat d'ésser-ho i existeix només en la mesura que participa en les relacions d'interacció, com a donant i receptor d'aquelles forces replicatives.

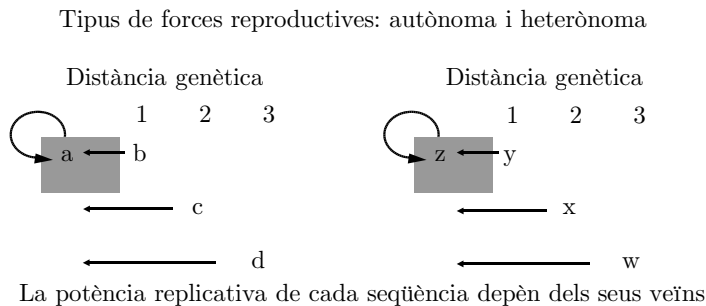
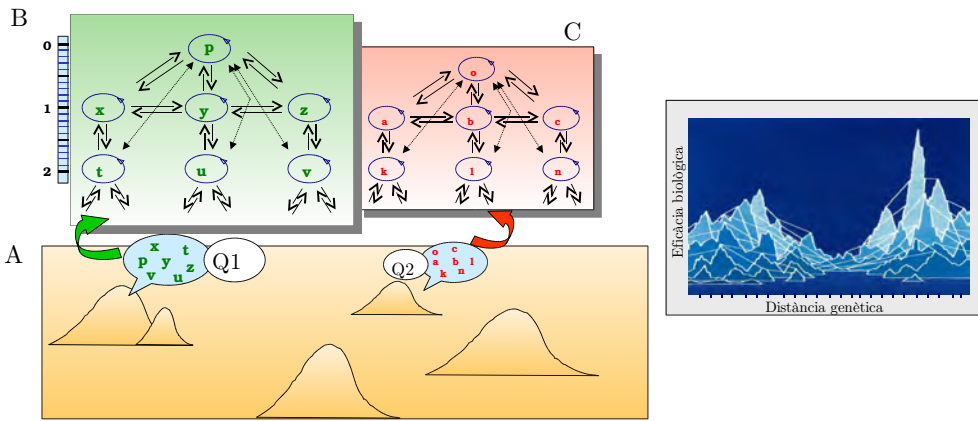


FIGURA 1 Representació esquemàtica de les interaccions genètiques entre replicons distints (a amb b, c, d; i z amb y, x, w) en dues poblacions. Cada una de les lletres representa un replicó de RNA distint, caracteritzat per una seqüència de nucleòtids particular i que es reproduïx a si mateix (autoproducció) amb una determinada taxa de reproducció que s'indica amb una fletxa circular. No obstant això, a causa de les elevades taxes de mutació dels elements genètics de RNA durant la còpia, un replicó caracteritzat per una seqüència també pot incrementar el seu nombre perquè rep les seqüències que han estat incorrectament copiades pels altres replicons que se li assemblen. Aquesta taxa de reproducció incorrecta s'indica amb una fletxa lineal.

Interacció i comparació

En aquest joc de forces interactives, d'unes forces que actuen sobre altres, les relacions i les conseqüències es relacionen immediatament amb la distribució i redistribució de forces; és a dir, amb el poder, però només indirectament amb la comparació i selecció, en el sentit que allò que es compara i selecciona és una nova unitat que integra totes les forces, que és la quasiespècie. Així, la clau d'interpretació que ens permetrà endinsar-nos en el conflicte entre Nietzsche i Darwin, reproduïda a escala molecular al títol de l'article de de la Torre *et al.*, és al nostre parer la diferència entre les relacions d'interacció-poder

Interacció i comparació en replicons RNA



La quasiespècie és la unitat en les relacions de comparació: selecció.

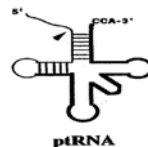
El replicó no existeix per a les relacions de comparació. Sí per a les d'interacció: poder.

FIGURA 2 A) representació d'un hipotètic espai de distinta eficàcia de replicació biològica amb valls i pics a dintre. S'indiquen dos grups diferents de replicons caracteritzats amb seqüències distintes. Un grup representat per les lletres p, x, y, z, t, u, v (esquerra); i un altre per les lletres o, a, b, c, r, l, n (dreta). Cada un d'aquests grups constitueix una quasiespècie, que denominem Q1 i Q2, cadascuna de les quals actua com a unitat de selecció. B-C). Representació diagramàtica de les relacions entre les seqüències genètiques que constitueixen les quasiespècies víriques Q1 i Q2. Cada seqüència es representa amb una lletra (com en la part A de la figura), i cada una té una determinada taxa de reproducció correcta (fletxa circular al voltant de cada genoma), que caracteritza l'augment continu del nombre de seqüències idèntiques, i unes taxes de reproducció incorrectes (línies rectes) que representen la producció d'altres seqüències veïnes. Per exemple, de p a partir de x, y, z, i menor proporció de les seqüències veïnes més allunyades. Per exemple, de p a partir de t i v. Aquesta proporció disminueix amb la distància genètica, (que és quantificable, i representable si s'associa a una distància mètrica, indicat a la part esquerra de la figura B, i si es representen totes les seqüències correctament en un espai multidimensional —no s'indica a la figura).

i les de comparació-selecció. Quan es parla d'una progènie no triomfant (de la Torre *et al.*, 1990), no ens referim a les relacions de comparació, ja que aquestes progènies han deixat d'existir com a entitats individuals i, per tant, per la comparació, existeixen només en interacció. Així, en l'article de de la Torre es descriu més una anàlisi de les relacions d'interacció que de selecció, i el resultat no és tant evolutiu com de dinàmica del poder. Coincideix amb la predicció de Nietzsche quan diu que en la lluita no guanya el millor perquè, prèviament a les relacions de comparació, es donen aquestes altres d'interacció i domini. Després, la selecció opera sobre el que prèviament s'ha prefigurat per a les relacions de domini. És també amb aquesta interpretació amb la qual Nietzsche no contradiu el resultat de la selecció natural de Darwin, sinó que tracta un altre tipus de relacions diferents (Gómez i Cacho, 2001). (Vegeu la figura 2.)

Mimetisme

Mimetisme en biologia s'utilitza per a descriure aquells casos en què un organisme presenta colors, formes o emet sons que són característics d'un altre individu o d'una altra espècie o fins i tot de l'entorn físic natural. Alguns casos de mimetisme estan relacionats amb estratègies, per exemple la polinització, escapar d'un depredador, amenaçar, atacar... A escala molecular i en el cas de l'RNA, la definició de mimetisme és de caràcter operatiu, i parlem de mimetisme quan dues molècules de RNA són reconegudes pel mateix enzim i poden competir pel mateix enzim. Un exemple clàssic de mimetisme de RNA és el d'aquelles molècules que imiten el tRNA. Aquest és una



3' RNA brome mosaic virus

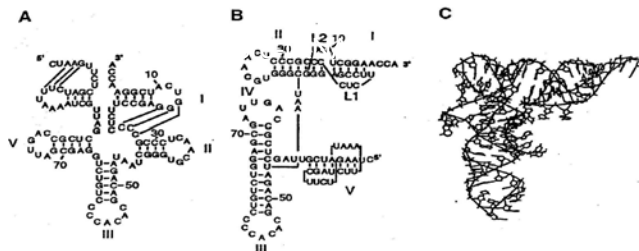


FIGURA 3 Esquema de l'estructura del tRNA i les estructures identificades en una varietat de genomes de virus de plantes.

molècula central en la biologia de la cèl·lula. En alguns dels casos descrits, l'avantatge que obté la molècula que imita el tRNA és aprofitar-se d'algun dels sistemes funcionals organitzats en relació a aquest. *In vivo*, la semblança del tRNA a la regió 3' d'alguns virus de plantes s'ha proposat que pot permetre al virus capturar el ribosoma, que és la peça clau de la síntesi de proteïnes (Barends *et al.*, 2003). (Vegeu la figura 3.)

Considerem aquí la diferència que s'estableix (Canetti, 2000), entre mimetisme i simulació. *Mimetisme*, al seu parer, és el que fa un lloro, que repeteix allò que li diu una persona sense captar l'essència del que diu. *Simulació* seria, per contra, el que fa un caçador que es vesteix amb la pell d'un animal per confondre's amb aquella espècie i així aproximar-se a la presa. En aquest cas, s'ha capturat part d'aquella espècie animal, la del reconeixement que succeeix a través de la seva pell, un aspecte superficial, però que el caçador utilitza, no obstant això, per a amagar a l'interior el perill que ell significa per l'animal. Creiem que el cas de semblança d'una part de la estructura del RNA víric a l'estructura del tRNA està més d'acord amb un cas de simulació que de mimetisme.

La simulació és una de les fórmules utilitzades per totes les fórmules superiors del poder, i les aliances també. Aquí hem tractat de posar de manifest que dues activitats tan comunes en la mecànica del poder es donen al mon molecular que sosté la vida. Ho hem fet tot distingint relacions de comparació i d'interacció i també mimetisme i simulació; aquests són dos exemples. Creiem que el repte és continuar tractant de descobrir en els fenòmens biològics més relacions de poder, constituït per la lògica estratègica que caracteritza les relacions de poder, que s'expressen amb un determinat vocabulari, i acaben amb uns resultats molts cops impredecibles.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- BARENDS, S.; BINK, H. H.; VAN DEN WORM, S. H.; PLEIJ, C. W. I KRAAL, B. (2003). «Entrapping ribosomes for viral translation: tRNA mimicry as a molecular Trojan horse.» *Cell.*, vol. 112, núm. 1, pàg. 123-9.
- CANETTI, E. (2000). *Masa y Poder*. Trad. castellà. Capellades: Muchnick. Pàg. 295-314.
- EIGEN, M. I BIEBRICHER, C. (1988). «Sequence space and quasispecies distribution.» A: Domingo, E.; Holland, J. J. i Ahlquist, P. (cur.), *RNA Genetics*, vol. 3. Pàg. 211-245. Boca Raton, FL: CRC Press.
- FOUCAULT, M. (2000a). *Nietzsche, la genealogía, la historia*. Trad. castellà (4a edició). València: Pre-textos. Núm. 5, pàg. 42.
- FOUCAULT, M. (2000b). *Idem*, núm. 1, pàg. 19.
- FOUCAULT, M. (2000c). *Idem*.
- DE LA TORRE, J. C. I HOLLAND, J. J. (1990). «RNA virus quasispecies populations can suppress vastly superior mutant progeny.» *J. Virol.*, vol. 64, núm. 12, pàg. 6278-6281.
- GÓMEZ, J. I CACHO, I. (2001). «Can Nietzschean power relations be experimentally investigated using theoretical and viral quasispecies?» *Contributions to Science*, vol. 2, núm. 1, pàg. 105-110.
- NIETZSCHE, F. (1981a). *La voluntad de poderío*. Trad. castellà. Madrid: Edaf. Llibre III, núm. 638, pàg. 352.
- NIETZSCHE, F. (1981b). *Idem*, III, pàg. 352.
- NIETZSCHE, F. (1981c). *Idem*, núm. 647, pàg. 356.
- NIETZSCHE, F. (1981d). *Idem*, núm. 637, pàg. 353.

- NIETZSCHE, F. (1984). *La gaya ciencia*. Trad. castellà. Madrid: RBA. Llibre IV, núm. 349, pàg. 178.
- NIETZSCHE, F. (1986a). *Crepúsculo de los Idolos. Incursiones de un invertebrado*. Núm. 14, pàg. 95. Trad. castellà. Madrid: Alianza Editorial.
- NIETZSCHE, F. (1986b). *Crepúsculo de los Idolos. Incursiones de un invertebrado*. Núm. 14, pàg. 95. Trad. castellà. Madrid: Alianza Editorial.

BIBLIOGRAFIA RECOMANADA

- GAYON, J. (1999). *Nietzsche and Darwin. Biology and the foundation of ethics*. Cap. 7, pàg. 154-197. Cambridge: Cambridge University Press.
- STIEGLER, B. (2001). *Nietzsche et la biologie*. París: PUF.
- FERRARIS, M. (2000). *El paradigma biológico. Nietzsche y el nihilismo*. Tres Cantos: Alkal. Pàg. 55-65.

BIOGRAFIA DELS AUTORS

Jordi Gómez és actualment investigador titular al CISA a Valdeolmos, Madrid. Va fer la tesi al Laboratori de Biologia Molecular del CSIC, a Barcelona. Des de 1989 ha treballat com a investigador a l'Hospital de la Vall d'Hebron, estudiant el virus de l'hepatitis C (HCV). Juntament amb els col·laboradors al laboratori ha descrit l'estructura en quasi-species del virus de l'hepatitis C i el mimetisme de la regió 5' del virus amb el tRNA cellullar. Ambdós temes es relacionen aquí i en altres articles amb la perspectiva de la vida des de la voluntat de poder nietzschiana.

CORRESPONDÈNCIA Laboratori d'Hepatologia-Medicina Interna, Hospital Vall d'Hebron, Passeig Vall d'Hebron, 08035 Barcelona. Laboratorio de Virologia, CISA, Carretera Algete-Alcasar, km 8, 28130 Valdeolmos, Madrid.
 jgomez@vhebron.net, secisa@inia.es

Isabel Cacho realitza la seva tesi doctoral d'estètica al Departamento de Filosofía Moral y Política de la UNED a Madrid. Ha publicat altres articles relacionats amb el que es presenta aquí, i una cinquantena d'articles de crítica d'art contemporani al Diari de Terrassa.

CORRESPONDÈNCIA Estudiant de doctorat del Depto. de Filosofía y Filosofía Moral y Política, UNED, Fac. de Filosofía, Edificio Humanidades, Senda del Rey, s/n, 28040 Madrid.

MEMÒRIA EN QUASIESPÈCIES VÍRIQUES. HI HA CAP CONNEXIÓ AMB LA MEMÒRIA NEUROLÒGICA?

ESTEBAN DOMINGO

RESUM

Les quasiespècies víriques poden posseir una memòria molecular consistent en genomes minoritaris que reflecteixen els que van ésser dominants durant una etapa anterior de la evolució del virus. Això és una conseqüència del comportament de las quasiespècies com a sistemes complexos adaptatius. En aquest article s'exploren paral·lismes entre memòria en quasiespècies víriques i memòria neurològica. Se suggereix que els subconjunts de connexions sinàptiques (o les seves conseqüències bioquímiques) poden exercir una funció anàloga en processos de manteniment o pèrdua de memòria

PARAULES CLAU Evolució vírica, quasiespècies, memòria molecular.

ABSTRACT

Viral quasispecies may contain a molecular memory consisting of minority genomes that reflect those genomes that were dominant in a previous phase of quasispecies evolution. This is a consequence of quasispecies behaving as complex, adaptive systems. In the present article, parallelisms between quasispecies memory and neurological memory are explored. It is suggested that subsets of synaptic connections (or their biochemical consequences) may exert a function which is analogous to minority genomes in viral quasispecies, in processes of memory maintenance and decay.

KEYWORDS Viral evolution, quasispecies, molecular memory.

MEMÒRIA EN QUASIESPÈCIES VÍRIQUES

Inspirats per les bases cel·lulars de memòria del sistema immunitari dels vertebrats, al nostre laboratori dissenyem experiments amb el virus de la febre aftosa, encaminats a explorar si les quasiespècies víriques poden posseir una memòria molecular que reflecteixi la seva història evolutiva. Les raons per a aquesta insòlita pregunta foren, per una part, el fet que el sistema immunitari i les quasiespècies víriques comparteixen el fet d'ésser sistemes complexos adaptatius i, també, que la presència de memòria en quasiespècies representaria un avantatge selectiu per a les poblacions víriques que podria ajudar a entendre el seu comportament.

Com a revisió de conceptes bàsics de virologia, i com descriu el Dr. Miguel Ángel Martínez en un altre capítol d'aquest volum, s'ha de destacar que els virus es caracte-

ritzen per tenir un missatge genètic propi l'expressió del qual és totalment dependent de la cèl·lula. A més, i com a fet rellevant de la present exposició, els virus el material genètic dels quals és RNA tenen taxes mitjanes d'error de l'ordre de 10^{-4} errors per nucleòtid copiat (Drake i Holland, 1999). Aquesta xifra representa que és poc probable copiar un motlle de RNA víric en la seva cadena complementària sense introduir-hi cap mutació. La base bioquímica de les altes taxes d'error és l'absència (o poca eficiència) d'activitats correctores d'errors (com l'exonucleasa $3' \rightarrow 5'$) a les RNA replicases i a les retrotranscriptases. A més, un nombre de vies de reparació postreplicativa presents a la cèl·lula hoste —que poden eliminar bases desaparellades— actuen sobre DNA de doble banda però no sobre RNA. Com a conseqüència de la replicació errònia, les poblacions de virus RNA estan formades per distribucions altament dinàmiques de genomes no idèntics, relacionats entre si, que es denominen *quasiespècies víriques* (revisió a Domingo *et al.*, 2001). Durant la replicació de l'RNA víric, les mutacions sorgeixen incessantment, de manera que la millor descripció que podem fer actualment d'un virus RNA és la d'un núvol de mutants la composició del quals modula per l'ambient.

En aquest punt, cal esmentar ja un paral·lisme significatiu entre virus i activitat neurològica en organismes diferenciats. El missatge genètic del virus està sotmès a contínua variació, el conjunt és fluid, plàstic i modificable per estímuls ambientals. Fluïdesa i plasticitat són també termes que s'utilitzen per a descriure la resposta del cervell a estímuls exteriors (com a llibres generals introductoris, vegeu Calvin, 1989 i Staddon, 2001).

La dinàmica de quasiespècies comporta canvis freqüents de capacitat replicativa relativa (també denominada *aptitud biològica* o *fitness*) de les poblacions víriques, tot dependent de canvis ambientals i de les mides poblacionals dels virus que participen a la replicació. En general, colls de botella poblacionals successius o augments de taxes de mutació solen originar descensos de valors de *fitness*. Contràriament, la replicació de grans poblacions de virus en un determinat ambient sol portar a augments de *fitness* relatius mesurats en el mateix ambient revisió a (Domingo *et al.*, 2001).

Utilitzant dos marcadors genètics del virus de la febre aftosa, el picornavirus que causa la malaltia econòmicament més important en medicina veterinària (com a recopilacions recents sobre aquest virus i la malaltia que produeix, vegeu Rowlands, 2003 i Sobrino i Domingo, 2004), hem pogut documentar que, efectivament, existeix una memòria molecular en quasiespècies víriques (Domingo, 2000; Ruíz-Jarabo *et al.*, 2000).

La memòria resideix en una subpoblació dels genomes minoritaris que constitueixen l'espectre de mutants de les quasiespècies (vegeu la figura 1). Els genomes minoritaris memòria reflecteixen els genomes vírics que van ésser majoritaris en una etapa anterior del procés evolutiu de la mateixa població vírica. L'establiment dels genomes de memòria implica les següents etapes (figura 1):

— Selecció d'un component minoritari d'una quasiespècie, que passa a ésser dominant.

— Pèrdua de dominància d'aquest component en cessar el factor selectiu que va imposar la seva dominància. La pèrdua de dominància pot produir-se per reversió o per irrupció d'una subpoblació de *fitness* major.

— En perdre dominància, la subpoblació ocupa un nivell l de freqüència major de la que tenia en l'espectre de mutants en l'inici de tot el procés. Aquest nou nivell l de freqüència es denomina *nivell l memòria* (nivell l a la figura 1).

La transició a escala de memòria es produeix perquè en el procés de selecció (la primera etapa de l'establiment de memòria) els genomes seleccionats guanyen *fitness*. En ésser desplaçats per revertents o competidors, el seu nivell a l'espectre de mutants depèn del valor de *fitness* aconseguit després de la selecció. Això fou documentat experimentalment mitjançant competició de dos virus que diferien 7,6 cops en el valor de *fitness*, amb un virus de *fitness* superior. Un *fitness* 7,6 vegades superior va originar

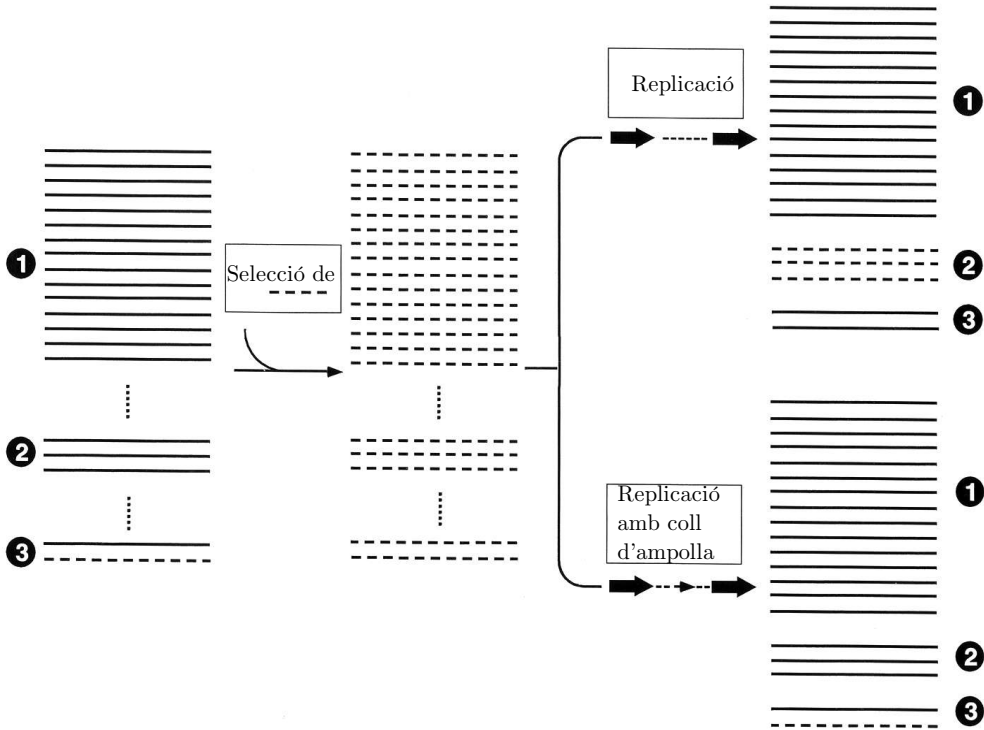


FIGURA 1 Representació esquemàtica de memòria en quasiespècies víriques. La distribució de mutants (quasiespècies) de l'esquerra s'ha dividit arbitràriament en tres nivells (1, 2, 3) segons la freqüència dels genomes. El genoma minoritari del nivell 3 (el de menor freqüència), assenyalat amb una línia discontinua, pot ésser seleccionat i passar a dominar la quasiespècie (distribució central). A causa de la replicació durant la selecció, encara que en successives rondes de replicació sorgeixin genomes competidors (o revertents) de major eficàcia biològica (*fitness*), el genoma desplaçat ocuparà un nivell de freqüència (2) superior al que tenia inicialment (3) (esquema de dalt a la dreta). El nivell de freqüència 2 es denomina nivell memòria. Si durant la replicació s'introdueix un coll de botella poblacional es perd la memòria i el genoma assenyalat amb trets discontinus torna al seu nivell inicial (3). Aquest esquema està basat en resultats experimentals resumits al text i detallats a Ruíz-Jarabo et al., 2000; Arias et al., 2001; Ruíz-Jarabo et al., 2002 i Ruíz-Jarabo et al., 2003.

nivells de memòria de 30 a 100 vegades majors (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2002). Més recentment hem demostrat l'existència de memòria al virus de la immunodeficiència humana *in vivo* (Briones *et al.*, 2003). En els casos de memòria tant del virus de la febre aftosa en cultius cel·lulars com del virus de la immunodeficiència humana *in vivo* que hem quantificat, les freqüències que aconseguen els genomes memòria són unes cent vegades superiors a les freqüències que aconseguen inicialment quan són components minoritaris de l'espectre de mutants (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2002; Briones *et al.*, 2003).

L'establiment de genomes memòria s'explica amb la mateixa dinàmica de quasiespècies i això ha estat modelat matemàticament (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2002; Briones *et al.*, 2003). Una sèrie d'experiments control recolzen el model de memòria en quasiespècies que acabem de resumir i que es descriu esquemàticament a la figura 1. Aquests experiments són: *a*) línies evolutives mantingudes en paral·lel però que mai no han passat per dominància dels genomes destinats a ésser memòria, que van mantenir sempre aquests genomes a nivells 10^2 vegades menors que els nivells memòria. Les diferències entre els valors de freqüència van ésser sempre estadísticament significatius. *b*) La introducció de colls de botella poblacionals dóna peu a pèrdua de memòria. Aquesta dada demostra que els genomes memòria es mantenen com a part de l'espectre de mutants i reforça el concepte que la memòria en una propietat de la quasiespècie en el seu conjunt (Domingo, 2000; Ruíz-Jarabo *et al.*, 2000; Ruíz-Jarabo *et al.*, 2002).

EL PROCÉS DE PÈRDUA DE MEMÒRIA

Utilitzant un dels marcadors de memòria del virus de la febre aftosa —un triplet RED en un lloc antigènic de la superfície del virus que reverteix a RGD en el procés de l'establiment de memòria (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2000)— hem quantificat el procés de pèrdua de memòria en línies evolutives paral·leles. Sorprenentment, el procés de pèrdua de memòria va seguir un patró paral·lel a les quatre línies, tot i que la seva base molecular va ésser l'aparició estocàstica de mutacions (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2003). El patró notablement paral·lel en quatre processos evolutius independents va identificar una característica determinista en el comportament de quasiespècies víriques.

La seqüenciació de molts clons biològics de la població vírica en el procés de pèrdua de memòria va indicar que la pèrdua va associada a l'aparició de mutants entorn de la zona codificant del RED, de manera que la freqüència de genomes memòria codificants de RED es redueix en benefici d'altres variants. És a dir, la pèrdua de memòria comporta un procés de difusió en l'espai de seqüències (Domingo *et al.*, 2001).

SISTEMES COMPLEXOS ADAPTATIUS

El comportament de les quasiespècies víriques té diverses característiques pròpies d'un tipus de sistemes —ja esmentats en la introducció d'aquest article— que es denominen *sistemes complexos adaptatius* (revisió a Domingo *et al.*, 2001). Aquests sistemes es caracteritzen per tenir múltiples components que mantenen un nucli d'informació invariable, però que són capaços de respondre a estímuls del medi exterior modificant la seva composició detallada. Així, el virus de la grip manté contínuament un compor-

tament caracteritzat pel potencial de donar peu a *malaltia* (amb un rang de símptomes no sempre predicibles però parcialment catalogables) mentre que el virus canvia genèticament de manera incessant. Com escrivien J. Gómez i els seus associats, «un virus es redefeix contínuament genèticament i fenotípicament» (Gómez *et al.*, 1999). Un exemple clàssic d'aquest comportament el constitueix el sistema immunitari dels vertebrats, que manté un nucli d'organització que determina característiques generals del seu comportament, però que a la vegada està dissenyat per a respondre a estímuls externs com són els antigens que reconeix com a no propis. En la seva estructura destaca la presència de subpoblacions cel·lulars de memòria (Frank, 1996), que ofereixen un paral·lisme molt ressaltable amb les subpoblacions de genomes memòria en quasiespècies víriques.

EL SISTEMA NERVIÓS COM A SISTEMA COMPLEX ADAPTATIU

El cervell humà té unes 10^{11} neurones que estableixen de l'ordre de 10^3 a 10^4 connexions per neurona, fet que dona peu a la increïble xifra de l'ordre de 10^{14} connexions sinàptiques (Staddon, 2001). Pel que coneixem avui dia, aquestes connexions no estan organitzades de manera predeterminada, controlada i fixa, sinó que s'estableixen de mode altament dinàmic i plàstic i, almenys en part, en resposta a estímuls que l'individu rep del món exterior (Calvin, 1989; Churchland, 2002). El detall de les connexions neuronals que determinen les nostres facultats de percepció (inclosa la consciència, encara que és un punt que voldria consideracions que van més enllà dels objectius d'aquest article) es construeixen molt probablement en resposta a experiències prèvies, de mode similar a com una població vírica redefeix la seva composició detallada com a resposta a modificacions ambientals. Actualment es pensa que el soroll, variabilitat i indeterminació que s'observa entre les neurones i les seves interaccions es compensa amb la seva plasticitat, reflectida en una capacitat per a modificar les seves propietats de senyalització (Laughlin i Sejnowski, 2003). El sistema nerviós, com altres sistemes complexos adaptatius, té una base anatòmica que li proporciona un nucli amb característiques invariants i a la vegada components individuals (connexions sinàptiques) que varien de manera altament dinàmica.

CORBES DE PÈRDUA DE MEMÒRIA NEUROLÒGICA

Les primeres corbes de pèrdua de memòria neurològica van ésser establertes ja al segle XIX per Herman Ebbinghaus i han aguantat de manera molt notable el pas del temps tot i les diverses millores metodològiques (revisió a Staddon, 2001). La pèrdua de memòria neurològica recorda la pèrdua altament reproduïble observada en quasiespècies víriques (Ruíz-Jarabo *et al.*, 2003), encara que, per la diferent natura de les mesures efectuades, no ha estat possible analitzar fins a quin punt ambdues pèrdues de memòria són funcions amb una base matemàtica que suggereix paral·lismes als mecanismes subjacents.

El procés de pèrdua de memòria neurològica s'ha interpretat com un procés de difusió a l'«espai psicològic» que ocorre quan cessa l'estímul objecte de memòria (Shepard,

1987; Staddon, 2001). El concepte d'«espai psicològic» va ésser introduït com un intent d'aplicar principis de física a la psicologia. Concretament, l'espai psicològic de cada individu es mapa en un espai físic que defineix distàncies mètriques entre estímuls capaços de provocar una resposta. En aquest espai, la probabilitat que la resposta a un estímulo es pugui estendre a un altre depèn de la distància entre els dos estímuls (Shepard, 1987; Staddon, 2001). La difusió de l'espai psicològic té un notable paral·lisme conceptual amb el procés de difusió a l'espai de seqüències d'aminoàcids que caracteritza la pèrdua de memòria en quasiespècies víriques (per a una discussió en aquest punt, vegeu Ruíz-Jarabo *et al.*, 2003).

Com en tot sistema complex adaptatiu dotat d'una memòria d'esdeveniments passats, és important establir mecanismes que assegurin un equilibri entre oblidar i retenir. De fet, aquest és un reflex d'un dilema més ampli entre plasticitat i estabilitat que ha d'afrontar contínuament la selecció natural. En efecte, un sistema ha de mantenir un nucli d'informació i de capacitat funcional invariant i, a la vegada, tenir la suficient flexibilitat per a respondre a noves circumstàncies i a estímuls externs. Aquest concepte ha estat expressat per S. Grossberg (Grossberg, 1987) i explorat per molts autors (vegeu Calvin, 1989).

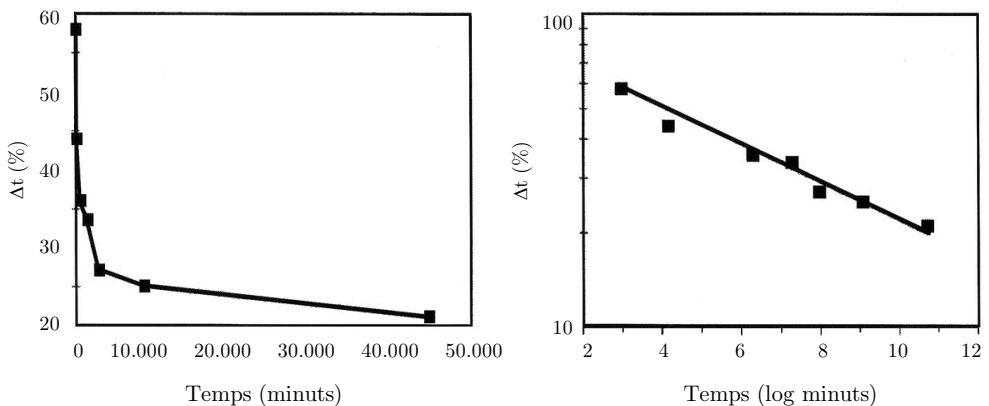


FIGURA 2 Corbes de pèrdua de memòria de Herman Ebbinghaus (1885), que va realitzar experiments amb ell mateix, mesurant el temps que trigava a aprendre grups de tretze síl·labes sense significat. (Qui obtindria avui una subvenció per a tal projecte?). Δt (%) (savings) representa la diferència entre el temps que li va costar d'aprendre la llista la primera vegada i el temps que li va costar d'aprendre-la de nou, al cap del temps indicat a les abscisses, expressat en percentatge del temps que li va costar la primera vegada. Sorprenentment, tot i les nombroses imprecisions en el procediment experimental, el tipus de funció obtinguda per Ebbinghaus ha estat confirmada utilitzant altres mètodes en diversos estudis realitzats durant el segle XX (com a revisió d'aquests experiments, vegeu Staddon, 2001)

UNA HIPÒTESI DE TREBALL

La memòria neurològica i la memòria de les quasiespècies víriques són, més probablement, sistemes anàlegs que homòlegs. No sembla molt raonable científicament aventurar paral·lelismes mecànics. No obstant això, és temptador proposar, com a hipòtesi de treball, que el paper dels genomes minoritaris en una distribució de mutants el fa el nombre i la força de les connexions sinàptiques en el sistema nerviós. L'empremta de l'experiència passada —com es recorda un esdeveniment passat— pot ésser donada pels pesos sinàptics o les corresponents intensitats de senyalització o, en termes generals, les seves conseqüències bioquímiques. Aquests pesos sinàptics (o les seves conseqüències) que romanen per conferir-me una memòria del que va ocórrer abans (ahir, quan un dels meus estudiants va explicar els seus resultats al seminari dels dilluns), són un subconjunt (en nombre o intensitat) de tots els pesos que adquiriren la seva màxima intensitat quan el seminari ocorria. L'experiència directa produeix pesos sinàptics de la màxima intensitat, igual com la dominància de genomes segueix la selecció directa, prèvia a l'establiment de la memòria (figura 1). El paper dels pesos sinàptics romanents —quan l'episodi abans dominant ha passat a ésser memòria— el tenen els genomes minoritaris *memòria* en quasiespècies víriques.

No estic convençut —pel meu desconeixement de metodologia experimental en neurobiologia— que aquesta proposta tingui un mínim de versemblança o que ajudi en el plantejament d'experiments, bé per comprendre millor la memòria neurològica, bé per comprendre la memòria en virus. Tot i que sigui, fins i tot, una proposta trivial, atès el desenvolupament de teories que afavoreixen una dinàmica darwinista per a explicar mecanismes de percepció i resposta a estímuls externs. Així, repetint conceptes de W. H. Calvin (el qual recopila bibliografia anterior que proposa idees similars), desencadenar, per exemple, un moviment físic en resposta a un estímulo extern, depèn d'una relació spatiotemporal entre moltes neurones. Sens dubte, el joc darwinista de variació i selecció dependrà de «comitès», igual com el darwinisme biològic depèn de poblacions que modifiquen les seves característiques. O, encara més clar, els principis darwinians que formaren la vida sobre la Terra en el decurs de milions d'anys, que cada dia reconfiguren el sistema immunitari dels nostres cossos, han florit en els caps humans, en una escala de temps encara més accelerada. De manera molt semblant com es va desenvolupar la vida, la nostra vida mental s'enriqueix progressivament, permetent a cadascú de nosaltres crear el nostre propi món. Parafraçant Charles Darwin, «hi ha grandiositat en aquest punt de vista de la ment» (Calvin, 1989).

Personalment, com a viròleg em fascina que els mateixos principis darwinians que han regit l'evolució biològica siguin de la mateixa natura que els mecanismes que determinen l'adaptabilitat i la patogenicitat dels virus o l'activitat neuronal que ens permet tractar d'entendre els conceptes subjacents. La diferència és l'escala de temps en què els principis darwinians actuen.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- ARIAS, A.; LÁZARO, E.; ESCARMÍS, C. I DOMINGO, E. (2001). «Molecular intermediates of fitness gain of an RNA virus: characterization of a mutant spectrum by biological and molecular cloning.» *J. Gen. Virol.*, vol. 82, pàg. 1049-1060.
- BRIONES, C.; DOMINGO, E. I MOLINA-PARÍS, C. (2003). «Memory in retroviral quasispecies: experimental evidence and theoretical model for human immunodeficiency virus.» *J. Mol. Biol.*, vol. 331, pàg. 213-229.
- CALVIN, W. H. (1989). *The cerebral symphony. Seashore reflections on the structure of consciousness. An authors guild.* Lincoln, NE, EUA: Backinprint.com.
- CHURCHLAND, P. M. (2002). *Brain-Wise. Studies in neurophilosophy.* Cambridge, Massachusetts, EUA: The MIT Press.
- DOMINGO, E. (2000). «Viruses at the edge of adaptation.» *Virology*, vol. 270, pàg. 251-253.
- DOMINGO, E., BIEBRICHER, C., EIGEN, M. I HOLLAND, J. J. (2001). *Quasispecies and RNA virus evolution: principles and consequences.* Austin, EUA: Bioscience.
- DRAKE, J. W. I HOLLAND, J. J (1999). «Mutation rates among RNA viruses.» *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, vol. 96, pàg. 13910-13913.
- FRANK, S. A. (1996). *The design of natural and artificial adaptive systems.* San Diego: Academic Press. Pàg. 451-505.
- GÓMEZ, J.; MARTELL, M.; QUER, J.; CABOT, B. I ESTEBAN, J. I. (1999). «Hepatitis C viral quasispecies.» *J. Viral Hepat.*, vol. 6, pàg. 3-16.
- GROSSBERG, S. (cur.) (1987). *The adaptive brain.* Amsterdam: Elsevier.
- LAUGHLIN, S. B. I SEJNOWSKI, T. J. (2003). «Communication in neuronal networks.» *Science*, vol. 301, pàg. 1870-1874.
- ROWLANDS, D. J. (cur.) (2003). «Foot-and-mouth disease.» *Virus Res.*, vol. 91, pàg. 1-161.
- RUIZ-JARABO, C. M.; ARIAS, A.; BARANOWSKI, E.; ESCARMÍS, C. I DOMINGO, E. (2000). «Memory in viral quasispecies.» *J. Virol.*, vol. 74, pàg. 3543-3547.
- RUIZ-JARABO, C. M.; ARIAS, A.; MOLINA-PARÍS, C.; BRIONES, C.; BARANOWSKI, E.; ESCARMÍS, C. I DOMINGO, E. (2002). «Duration and fitness dependence of quasispecies memory.» *J. Mol. Biol.*, vol. 315, pàg. 285-296.
- RUIZ-JARABO, C. M.; MILLER, E.; GÓMEZ-MARIANO, G. I DOMINGO, E. (2003). «Synchronous loss of quasispecies memory in parallel viral lineages: a deterministic feature of viral quasispecies.» *J. Mol. Biol.*, vol. 333, pàg. 553-563.
- SHEPARD, R. N. (1987). «Toward a universal law of generalization for psychological science.» *Science*, vol. 237, pàg. 1317-1323.
- SOBRINO, F. I DOMINGO E. (cur.) (2004). *Foot-and-mouth disease: current perspectives.* Londres: Horizon Press.
- STADDON, J. E. R. (2001). *Adaptive dynamics. The theoretical analysis of behavior.* Cambridge, Massachusetts, EUA: The MIT Press.

AGRAÏMENTS

Agraïixo a C. M. Ruiz-Jarabo, A. Arias, C. Escarmís i C. Briones la seva important contribució a l'estudi experimental de memòria en virus. Treballo amb el suport dels ajuts BMC2001-1823-C02-01, CAM 08.2/0046.1/2000, CAM 08.2/0015/2001.1 i la Fundació Ramón Areces.

BIOGRAFIA DE L'AUTOR

Doctor en Química i professor d'investigació al CSIC, al Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, Madrid. És director del Centro de Investigación de Sanidad Animal (CISA-INIA) a Valdeolmos, Madrid, i un dels científics fundadors del Centro de Astrobiología de Torrejón de Ardoz, Madrid. El Dr. Esteban Domingo ha treballat en virologia molecular, un camp al qual ha contribuït amb la quantificació de les elevades taxes de mutació i amb l'estudi de la dinàmica de quasiespècies que operen durant la replicació vírica. Els seus interessos actuals van des de la caracterització de les quasiespècies i de l'origen de la vida a la replicació amb error de còpia, les implicacions de la dinàmica de les quasiespècies en el comportament víric i el desenvolupament de noves estratègies antivíriques que tenen en consideració les altes taxes de mutació i la dinàmica de quasiespècies dels virus de RNA.

CORRESPONDÈNCIA Centro de Biología Molecular Severo Ochoa (CSIC-UAM), Cantoblanco, 28049 Madrid. Centro de Investigación en Sanidad Animal (CISA-INIA), Valdeolmos, 28130 Madrid.
edomingo@cbm.uam.es, edsolans@inia.es

TAULES RODONES

DISCUSSIÓ FILOSÒFICA

Moderadors: MIGUEL MONTSERRAT I ISABEL CACHO

MODERADOR *Podríem començar amb una qüestió general que està relacionada, evidentment, amb el desenvolupament d'aquesta jornada, ja que, en efecte, hi planeja la coneguda tesi d'Snow sobre la divisió entre dues cultures, la cultura humanística i la cultura científica. Però si hi ha pocs dubtes, diria jo, de la vigència institucional d'aquesta tesi, potser això no és així en el camp de la creació científica: aquí no encerta completament, no descriu exactament el que és la situació. Només cal referir-se ara a l'exemple del mateix Darwin, el qual, en el moment de formular la seva concepció evolucionista, ens va dir que la seva teoria no era més que els conceptes de Malthus aplicats als regnes vegetal i animal. Aquestes són les seves paraules exactes, no? Vol dir que, segurament, no és correcte entendre que la ciència avança tancada sobre si mateixa o que l'origen de l'impuls als diversos camps científics, en les diferents zones d'investigació, és o hauria de ser exclusivament intern. Ans, sembla que, sovint, almenys, existeix un fèrtil procés d'importació-exportació de conceptes d'uns camps de coneixements a d'altres. M'agradaria preguntar-vos si també penseu que això és així i, en tal cas, demanar-vos la vostra opinió també sobre una qüestió més de fons, quasi ontològica, relacionada amb el tipus d'explicació que trobem per què allò succeeixi: és a dir, quina és la base que permet la mútua fecundació entre camps del coneixement en ocasions molt distants entre si? S'ha de buscar la raó en una homogeneïtat fonamental en la realitat, en el coneixement, en el mètode? Qui vulgui que comenci amb això primer; potser Eloy, com a filòsof de la ciència?*

E. RADA *Bé, doncs tractaré de respondre molt breument per donar temps a tothom. La primera resposta és com ha sorgit la divisió de les dues cultures. És tardana, em sembla a mi, aquesta divisió; es pot considerar que és posterior al segle XVIII en els seus orígens, i posterior al segle XIX en el seu desenvolupament i vigència en la cultura. Fins llavors, la cultura científica era la mateixa; podríem recordar que, tret dels metges, que no eren doctors en filosofia, i els teòlegs, que eren *Divine Doctor*, la resta de doctorats, encara avui, a la Universitat d'Oxford, p. ex., són *Philosophy Doctor*. Per què? Doncs perquè es considera (o es recorda) que el nom de *filosofia* significa saviesa i la ciència és una de les seves formes. I no hi havia dins seu moltes distincions ni, potser, n'hi hauria d'haver. És una certa pruija la d'alguns científics positivistes i enginyers en alguns sectors..., una cosa que Ortega va denunciar com a barbàrie dels enginyers, potser una mitificació de la tècnica curiosament ocorreguda abans que la tècnica comencés a ser una possible amenaça, quan encara era més aviat una promesa o una esperança. Per exemple, quan es construïen ferrocarrils o coses per l'estil. És també, en part, una divisió imposada des de les acadèmies en general, imposada des del poder, i d'això*

saben molt els meus companys. A Espanya, però també a França i a mig món, les acadèmies són fruit del poder i els treballs acadèmics són divisions estrictes provinents de les organitzacions militars, polítiques, econòmiques, de poder, etc. Això és el que ha portat al que anomenem especialització i està al fons d'aquesta divisió que tanmateix pot jutjar-se que no és adequada. En segon lloc, voldria dir que, en la meua concepció almenys, i aquí jo parlo per mi, no té fonament ontològic. Per a mi el món és un continu, és a dir, és un sol procés i, per tant, el saber sobre el món pot ser discret per pura impotència nostra, perquè és obvi que no podem saber-ho tot, però no perquè tot el que hagi al món, o perquè parts del que hi ha no ens interessin o no pertanyin a l'únic procés mundà. Per tant, des d'un punt de vista ontològic, l'objecte del saber fóra un continu i no hi hauria lloc ni motiu per fer una divisió, almenys només per deixar constància de la limitació pròpia del saber humà. Potser, hi hauria una tercera part de la pregunta relacionada amb el fet que nosaltres (les nostres disciplines diverses) en aquest moment estan ja en una situació, anava a dir sociològica, excessivament diversa, i per raons purament pedagògiques no podem abraçar-ho tot; llavors, aquesta part final es pot admetre simplement com un estat de coses que no podem superar, però no perquè això sigui desitjable ni legítim, sinó perquè és massa gran el cúmul del nostre saber. L'única cosa que potser fos legítima, des del meu punt de vista, és deixar fora del camp de les ciències allò que s'anomena *el dret*, perquè el dret pròpiament dit no és tant un saber com un sistema de decisions més o menys compartides. Res més, gràcies.

D. SÁNCHEZ-MECA Crec que s'hauria de distingir entre les explicacions coherents dels fenòmens que puguem fer i el que després no encaixa en aquests models més o menys ben construïts que nosaltres fem. En aquest cas, si mirem enrere veurem que hi ha hagut, almenys des del Renaixement, una ciència que ha estat dominant en un sentit concret i que ha irradiat influència a totes les altres, la física, que es converteix en el model de ciència que la resta de les ciències volen imitar i a la qual volen transvasar els seus mètodes, conceptes i formes d'actuar. També passa això al segle XIX amb la història, i al segle XX amb la informàtica; llavors les ciències comencen a incorporar procediments, mètodes, conceptes operatius extrets d'aquelles ciències que sorgeixen amb força. En part això explica quelcom d'aquesta idea que tu has llançat del transvasament d'unes ciències a altres, però evidentment no ho explica tot ni ens serveix simplement amb allò, i la prova la tenim en aquesta reunió on no s'ha parlat gens de la informàtica en relació amb la biologia, sinó que hi ha altres inquietuds, són altres els conceptes que es troben a faltar. El problema és que, per les raons que siguin, arriba un moment en què un científic, o un filòsof, o un investigador qualsevol, comença a adonar-se que aquells instruments conceptuals que fins aquell moment li han pogut servir o li han pogut funcionar, se li queden inservibles, i llavors se li plantegen preguntes i busca respostes a allò que necessita. A aquest procés no li trobaria tampoc un fonament ontològic, com ja ha dit el professor Rada, sinó que s'ha de buscar una explicació que relacionaria amb la pregunta de cap a on va avui la ciència en general, qualsevol ciència, aquesta per exemple, o qualsevol altra; és a dir, quina és la tendència?, quin és el sentit?, quina és l'autoconcepció que la ciència té avui en la seva mateixa pràctica? En aquest aspecte tinc la impressió que aquesta pregunta no se sol fer. Els científics no es plantegen *per a què* fan ciència i això pot limitar la seva activitat al simple exercici d'una racionalitat instrumental, simple operativitat científica que no es pregunta ni

es preocupa de les finalitats de la investigació. Això deixa problemes al descobert que són molt preocupants. Per exemple, tenim els desafiaments ecològics que té ara mateix plantejats la Terra, el seriós perill que té de destrucció, i que és degut potser al fet que la ciència continua avançant sense plantejar-se si el seu avenç i la investigació han de tenir un valor absolut i no estar limitats ni subordinats a res. Llavors, una de les coses que m'interessaria és veure si els científics comencen a sentir la necessitat d'anar més enllà d'aquesta mena de rutina d'aplicar conceptes, d'aplicar mètodes i comencen a obrir-se a preguntes que fins ara no entreveien dins del seu àmbit. Això em donaria una certa esperança. Per això, en aquesta línia, crec que qualsevol ciència hauria de reflexionar seriosament avui sobre el seu autoconcepte i el sentit i abast de la seva pràctica, i relacionar aquesta reflexió amb els problemes que avui es plantegen no tan sols pel que fa a l'eficàcia científica sinó també a les seves repercussions generals.

MODERADOR *Crec que algú de la sala vol intervenir-hi.*

P. PUIGDOMÈNECH Jo crec convenient de fer potser dues puntualitzacions. Primerament, em sembla que hauríem d'anar recordant sempre la distinció entre què és ciència com avenç del coneixement i què són aplicacions de la ciència, i crec que això, encara que moltes vegades els mateixos científics ho barregem per intentar aconseguir més diners o per alguna altra raó, és molt important separar-ho. No s'haurien de posar limitacions a l'autonomia de la investigació científica en termes de possibles aplicacions, perquè a mi em sembla que això pot tenir tot tipus de conseqüències negatives sobre l'avenç del coneixement. Una cosa és l'increment del coneixement i l'altra són certes possibles aplicacions. Això em porta a una segona reflexió: em sembla que en aquest moment hi ha una interpellació mútua entre la ciència i la filosofia. Això és particularment clar en el camp de la reflexió ètica: atesa la relació molt intensa entre el que és pràctica de la ciència, pràctica de l'aplicació de la ciència, per exemple en medicina, i el que és reflexió ètica. Sembla que s'està creant una cultura única al voltant d'aquest tipus de temes, potser per la urgència mateixa de donar-hi resposta.

R. FERNÁNDEZ MUÑOZ Aprofundint en el que ha dit en Pere, m'agradaria ressaltar que la història de la ciència il·lustra a qualsevol que es posi a analitzar-la una mica sobre el fet que les grans aplicacions beneficioses han sorgit sempre, o quasi sempre, de preguntes impulsades per curiositat científica, encara que, tanmateix, tot progrés científic és susceptible d'un bon ús o un d'inadmissible, considerat des del punt de vista ètic: això succeirà sempre per a qualsevol progrés. El que vull dir és que el que s'anomena investigació bàsica i aplicada potser és una dicotomia falsa. Pasteur va il·lustrar-ho bé dient que no creia en la distinció entre ciència pura i aplicada, sinó només en aquella entre la ciència bona i la dolenta. Qualsevol anàlisi científica oportuna, si està feta rigorosament, pot conduir a troballes que poden ser aplicades dècades després que es produeixin. Crec que no hi ha molta dificultat d'adonar-se d'això. El progrés científic ha estat mogut per la curiositat que és, crec, inherent a l'espècie humana, unit, és clar, a una possibilitat tècnica, a un coneixement, a una formació..., però hi ha una curiositat que és el motor de gran part de la ciència, que després ha resultat en progressos i en aplicacions beneficioses. Tot això té una implicació evident en el finançament de la ciència i en la planificació de la ciència. A vegades s'aprecia amb claredat una miopia

en aquest sentit. Quan hi ha un coneixement científic fonamentat sobrevé una segona part que és la tecnologia, l'aplicació del coneixement a uns objectius determinats. Però s'ha de recalcar que això realment no pot assimilar-se a la investigació científica, en el sentit d'obrir camps i vies noves, d'arribar a descobriments que són seminals. Vull acabar aquest comentari simplement emfasitzant que la ciència (sense necessitat ja de caracteritzar-la com a bàsica), la ciència rigorosa i oportuna en general és i ha estat la base dels progressos tècnics posteriors. Se li preguntava a Faraday quan investigava la inducció electromagnètica per a què serviria allò, pregunta a la qual crec que respongué que no ho sabia exactament, però que potser algú pagaria impostos per allò. Bé, doncs, és una anècdota, però il·lustra la meua idea que la curiositat científica, portada amb rigor, no s'ha de limitar en general. Per descomptat, hi ha alguna excepció evident, com els límits ètics en investigació amb animals o humans, les limitacions a l'activitat científica per raons ecològiques, etc. En resum, no crec que hàgim de posar límits al que s'ha d'investigar o no, perquè és impredecible, com crec jo que la història ha demostrat.

D. SÁNCHEZ MECA Les vostres dues preguntes tenen un aspecte en comú i és que, efectivament, no es poden posar límits al desenvolupament del coneixement. I no és que nosaltres diguem que no se'n deuen posar. És que és impossible. La ciència és un instrument molt poderós davant del qual cap força té, per exemple, la reflexió ètica, que només pot donar bons consells i dir: «no investigueu amb homes», o «procureu no emetre molts gasos a l'atmosfera», etc. Per tant, la reflexió ètica no va a parar al desplegament sense límits dels avenços científics. No és aquest el problema, és a dir, témer que arribi a existir un superorganisme que digui les investigacions que poden fer-se i les que no. El problema té a veure amb l'actitud dels científics, que normalment pensen que l'àmbit de la seva metodologia i de la seva pràctica està molt bé com està i que no ha de canviar. En efecte, el coneixement científic, tal com s'ha desenvolupat fins ara, no ha necessitat qüestionar-se, no ha necessitat preguntar-se per què ha funcionat. L'èxit l'ha legitimat, l'ha sancionat i és normal que, per tant, consideri que està molt bé tal com està. Però el problema es planteja quan comencen a aparèixer efectes col·laterals perniciosos, no desitjats, i llavors les consideracions estrictament funcionals i operatives ja no són suficients. Això, tanmateix, no succeirà mentre altres ciències no siguin capaces de contrarestar l'omnímode poder de les ciències naturals. És a dir, mentre no tinguem una teoria de la cultura, una teoria de l'home, una psicologia seriosa i que serveixi per a res, mentre no hi hagi totes aquestes ciències que d'alguna manera obliguen el coneixement científic a tenir-les en compte. Mentre el coneixement de les ciències naturals sigui un gegant que pugui funcionar entre un món de nans, que són les altres ciències que no diuen res, funcionarà com funciona. Funcionarà, per exemple, com funciona la medicina, que observa d'una manera totalment externa els processos patològics o els processos corporals sense tenir per a res en compte consideracions sobre els problemes personals d'aquell senyor, sobre la seva vida social o sobre la seva història passada. I és que la ciència que li hauria d'haver donat suport en això no s'ha desenvolupat. El coneixement científic és un coneixement molt esquemàtic, molt exterior al fenomen, però que funciona, que dóna resultat, és a dir, que té èxit i això dispara el seu poder. Tanmateix, els efectes que produeix la seva aplicació no es veuen contrarestats amb tot el que hauria d'anar aparellat en una vertebració més equilibrada del coneixement. Les ciències naturals s'han desenvolupat d'un mode força unilateral,

mentre que les ciències humanes i de la cultura són encara en un nivell molt bàsic, molt primitiu, si és que no pateixen, en part, d'una espècie d'ignorància general.

F. J. MARTÍNEZ Crec que pràcticament totes les cultures, menys la nostra, tenen un cert continu entre els aspectes teòrics i els pràctics, però la nostra va tenir la sort o la desgràcia de trobar un mecanisme de coneixement que tenia uns mètodes d'autocontrol i de verificació que apareguren des del principi amb una capacitat de veritat entre cometes, és a dir, d'aplicació, i d'aplicació tecnològica i de transformació, que és autènticament fascinant. Crec que aquest element ha generat un gran desenvolupament de les ciències; després, hi ha una sèrie de ciències que en cada moment han tirat del carro i les altres han anat una mica al darrere, a causa d'aquesta fascinació que provoca la ciència líder. Ara bé, també és cert que si tot això ha estat molt bo, també ha produït, primerament, aquesta escissió radical entre el que alguns anomenen el món de la vida, o el món de la vida quotidiana, el sentit comú, i els coneixements especialistes i, per altra part, ha produït també un desajust en què, com deia aquest matí Eloy, continuem tenint un sentit comú, diguem-ne, newtonià, quan ja la ciència fa cent anys que no és newtoniana. Llavors, hi ha una mena de desajust entre el sentit comú vigent i les ciències; disminuir aquest desajust es relaciona amb el procés educatiu que justament el que hauria de fer és generar un mecanisme que permetés, diguem-ne, anar adaptant els coneixements especialitzats a una cosmovisió, a una concepció del món el més propera possible a aquest tipus de coneixements; aquí es dona un problema de connexió, en el qual, tant la filosofia com l'art i la literatura, per exemple, que també són generalistes, haurien de servir una mica de frontissa entre el pensament, és a dir, els coneixements de punta últims de la ciència, i aquell sentit comú que va al darrere. Per aconseguir aquesta unió en el possible hauríem de tornar una altra vegada a la nostra prehistòria premoderna i connectar amb les altres cultures, si és que en queda cap encara, en la qual aquest hiat, aquesta escissió entre teoria i pràctica, entre coneixement, acció i sentit, no estigui tan escindida com en la nostra. Ara ja, després de dos segles de ciència moderna, crec que es comença a plantejar el problema del valor vital del coneixement. A part del valor intrínsec que suposa el coneixement i l'aplicació tecnològica, es dona també la pregunta sobre la seva utilitat, perquè en realitat aquesta ciència ha de servir, doncs, perquè l'ésser humà visqui millor i en això tots els científics, —científics i filòsofs— del segle XVII insistien. Des de Descartes, tots deien: «El que hem descobert ho volem per millorar la vida de l'home, allargar-la, treure-li malalties, disminuir-li el patiment.» És a dir, es dona l'intent de fer una ciència per a l'home, que no tan sols sigui un coneixement pur, sinó també un coneixement aplicat, però aplicat també per aconseguir afavorir la vida i, després, des del punt de vista cultural, per donar sentit; és a dir, per ajudar a integrar la part teòrica amb la part pràctica i amb els valors. Per això ara justament que hi ha tot el problema amb l'impacte ecològic, amb l'impacte enorme de la tecnologia sobre el medi ambient, comencem a preguntar-nos que ja no es tracta de fer tot el que puguem, sinó que potser ens hem de començar a restringir i, per exemple, en virologia és obvi que s'ha de restringir, justament per a evitar construir monstres. Aquest és un problema que la ciència té en aquest moment, sobretot més que la filosofia, la política, la ciència i, diguem-ne, l'axiologia de la ciència. Per això ens preguntem quin tipus de ciència necessitem per a la humanitat que, en última instància, és el subjecte de la ciència, i qui li ha de donar suport i rebre'n els fruits i,

després, què és el que hem de fer, i no el que podem fer, perquè cada cop podem fer més. Fins i tot ara hem de limitar-nos, hem de tancar vies de treball que ens puguin dur a l'hecatombe, no? Llavors jo crec que és important, que fóra important tornar a reconstruir fins on sigui possible, si no la unitat (perquè fóra pràcticament impossible tornar a la unitat premoderna) sí, almenys, ponts d'unió, connexions entre els diferents àmbits de la nostra vida, i fecundar-ne uns amb altres. I crec que per aquí és per on va una mica l'assumpte; és a dir, que les ciències van, es miren cada cop més com a mecanisme de construcció de ponts d'un lloc a l'altre, i del conjunt al sentit comú i als valors de la gent. Crec que les dues cultures haurien de refluir una mica envers una. El que passa és que, és clar, hi ha problemes de tipus institucional, òbviament, i hi ha problemes també amb l'especialització, que té un efecte enormement productiu en la producció de coneixements; és a dir, que tampoc es pot fer que tots siguin generalistes, però, almenys, s'han de mirar els dos punts, és a dir, per un costat generar una especialització cada cop més adequada i, al mateix temps, no oblidar la necessitat de traduir tot això a un sentit comú nou, il·lustrat, ja que crec que aquesta pot ser una bona tasca, la de poder connectar ambdues coses i fer que la cultura, si no torna a ser una, almenys no en siguin dues, tan clarament com deia Snow.

MODERADOR *En tot cas, no podem oblidar que hi ha ciències de molt divers tipus, o almenys, que hi ha molts diversos tipus d'explicacions científiques. L'explicació científica que ens ofereix, posem per cas, la física, és quasi sempre radicalment diferent de la que trobem a la biologia. Precisament a la biologia en general es parla en ocasions del paper que té la teleologia, el recurs a causes finals. En la teva opinió, Eloy, té cap paper encara la finalitat en l'explicació biològica? Quines conseqüències es desprenen d'això? D'on sorgeix la finalitat?*

E. RADA No sé si seré suficientment breu i clar. El problema de l'explicació és un problema central de la filosofia de la ciència. S'ha debatut molt —C. G. Hempel en *L'explicació científica* (Paidós), o Peter Achinstein en *La naturalesa de l'explicació* (F. C. E.) són bons exemples—, i no és un tema tancat. Simplificant molt es pot dir que sorgeix com a conseqüència del fet que nosaltres no ho comprenem tot de manera directa o immediata; així doncs, la contraposició és entre comprensió i explicació. Quan comprenem quelcom intuïtivament, directament, ostensiblement, (p. ex., això és una botella) i no necessitem més explicacions, llavors això és comprensió directa, immediata i, en realitat, sol estar expressada mitjançant una paraula o una definició. Però no és igual quan entenem alguna cosa (per general, un procés natural o un esdeveniment humà). *No comprendre* vol dir, no saber per què ha ocorregut això o allò; llavors passem (nosaltres, no les coses ni els processos) a un segon nivell que és el de l'explicació. Les explicacions de les quals parla tota la història de la filosofia (des d'Aristòtil) s'han dividit en diferents classes: unes de caràcter, diguem-ne, material, i altres de caràcter formal, les anomenades *eficients*, i d'altres finals o teleològiques, que és per les quals em pregunteu ara. Els estudis que he esmentat abans fan distincions i varietats molt més fines, encara que la naturalesa de l'explicació és sempre vista com una forma del *nostre* coneixement o, si ho volem, com un procés cognoscitiu nostre. Bé, doncs, per simplificar, les explicacions causals o materials que estan relacionades amb el món es refereixen a processos o estats de coses que ocorren al món, mentre que les teleològi-

ques es relacionen amb intencions que ocorren a la ment dels agents i, enmig, hi ha encara unes figures difícils d'analitzar que anomenem *explicacions funcionals*, que no se sap molt bé de quina classe són. En canvi, coneixem millor de quina classe són les explicacions intencionades, és a dir, les finals. Una explicació final en el fons és aquella que es fa en funció de la finalitat que persegueix un agent, un actor intel·ligent. Essent això així, a l'agent, a l'actor, se li ha d'atribuir ment i intencionalitat; és a dir, se li ha d'atribuir intel·ligència. La pregunta que em feu és si en biologia les explicacions poden ser teleològiques o finals. Jo responc: podrien ser-ho si els agents biològics de qui es tracta tenen ment; per exemple, si els virus tenen ment, llavors actuarien per finalitats, o podrien fer-ho per finalitats, però si no tenen ment no ho faran per finalitats. És clar, un gos sí que pot actuar per finalitats, perquè al cap i a la fi a un gos li concedim amb raó un grau d'intel·ligència. Per descomptat, també els homes i molts éssers vius dels quals podem tenir alguna impressió que estan dotats de cert grau d'intel·ligència. Però les explicacions teleològiques en biologia, es poden generalitzar fins al punt d'atribuir-les a tot agent biològic? La meua resposta és: jo no ho faria. Entenc com, per exemple, pot tenir algun grau d'intel·ligència i d'informació una ameba, perquè és un cos, encara que mínimament organitzat, però no l'entenc com una part, per exemple, d'un virus, l'estructura de DNA del qual és (aparentment) segmental i mínima; dic que no entenc com pot tenir intel·ligència. Però si la tingués, és clar que sí, podríem aplicar explicacions teleològiques; però en tindria? Aquesta és la qüestió. En canvi, és segur que entitats teòriques del tipus de *l'evolució o les espècies, la vida*, etc., no posseeixen la intel·ligència que requerim per a actuar intencionalment o per finalitats, i aquí, em sembla, no és possible d'utilitzar adequadament explicacions teleològiques. Qui utilitzi explicacions teleològiques o finals està pressuposant, encara que no ho digui, que allò que tracta d'explicar actua amb coneixement, ja que ho fa per finalitats. Per això, s'utilitzen expressions com: s'esforça, tendeix a, tracta de, busca, pretén, sobreviu; utilitzem aquestes expressions, és cert, i aquest matí a la discussió que hi ha hagut al final s'explicava molt bé el fonament analògic, de l'ús analògic, de termes que procedeixen d'uns sectors i s'apliquen en d'altres; però en aquest cas concret (quan l'analogia és l'únic mitjà de comprendre un procés) accepto les explicacions teleològiques tal com accepto els exemples. El que puc dir com a resum és que, sempre que s'apliqui una explicació teleològica, s'està dotant d'intel·ligència a l'agent, suposadament i encara que no es digui, però s'està dotant d'intencions a l'actor en qüestió. Nosaltres potser ho emboliquem en un llenguatge teleològic que ens permet de comprendre mitjançant una imatge o una analogia, però no expliquem la cosa en el sentit propi i adequat del terme *explicació*. Com que les explicacions són formes del nostre coneixement, aquestes formulacions teleològiques incrustades en processos naturals molts cops ens aclareixen coses a nosaltres, però no descriuen la naturalesa del procés real, i no resulten útils perquè ens proporcionen una imatge familiar que segurament ens resulta molt directa i immediata de quelcom que, tanmateix, no sabem què és ni com ocorre. Això és el que diria.

MODERADOR *Pel que fa a Nietzsche, propugna cap tipus de teleologia? En la seva crítica a Darwin, l'element antimecanicista té, segons crec, un paper fonamental i, per altra banda, la voluntat de poder es fa difícil d'entendre sense la idea de finalitats, per més que aquestes finalitats es trobin inscrites en la seva pròpia naturalesa. Hi apareix,*

doncs, a Nietzsche, la dicotomia mecanicisme-teleologia? Si és així, quina configuració adopta?

D. SÁNCHEZ MECA Connectant amb l'explicació del professor Rada, amb la qual estic d'acord, coincideixo que es pot pensar en una teleologia sempre que es postuli intel·ligència en allò en què es pressuposa una actuació per finalitats o per metes. Quan això ho apliquem a l'univers, al món, nosaltres podem pensar que el món es comporta d'acord amb la persecució de finalitats si postulem que el món té intel·ligència, és a dir, que obeeix a un pla intel·ligent, que ha estat construït per una ment intel·ligent que l'ha programat per assolir unes metes. Va arribar un moment a la història del pensament en el qual es va considerar que no hi havia fonament per a postular que al món hi hagués aquest tipus d'intel·ligència, entre altres coses per la hipòtesi teològica que necessàriament implica, és a dir, perquè s'ha de suposar l'existència d'un déu creador i provident, del qual la ciència no té proves. D'aquí la consolidació del mecanicisme, que consisteix a interpretar els fenòmens del món des de fora, sense preguntar-nos pel que hi pugui haver a dins o al darrere. La mena de semiòtica asèptica dels fenòmens, que és en el que consisteix el mecanicisme, no és rebutjada per Nietzsche. Ell no s'oposa al mecanicisme, sinó que el considera insuficient i quelcom que hauria de ser ja superat. És a dir, prescindint de la hipòtesi teològica, s'hauria d'avançar en l'explicació del comportament dels fenòmens, no tan sols observant-los des de fora, sinó plantejant hipòtesis del seu funcionament des de dins. Això és el que ell pretén amb la hipòtesi de la voluntat de poder, que no és una explicació teleològica, no té res a veure amb la hipòtesi d'una actuació d'acord amb finalitats. Quan plantegem el model teleològic estem invocant el de la causalitat, que distingeix entre un agent i l'acció com a diferent de l'agent. És a dir, pensem en un subjecte que projecta una finalitat i desenvolupa una acció. El concepte de voluntat de poder es planteja precisament per a superar aquesta dicotomia entre agent i acció, i reduir-ho tot a l'acció sense més. No té sentit preguntar on està qui fa l'acció, sinó que l'acció mateixa és el subjecte. El foc no pot decidir si crema o no crema. El foc crema i ja està, no hi ha al darrere de l'acció de cremar un subjecte que decideixi o que planifiqui la seva acció. Això ja és una distinció purament conceptual o lingüística. Per tant, no podem parlar de teleologia en relació amb la voluntat de poder. Així, l'explicació que ens queda finalment és que el que hi ha al món és una lluita de forces que adquireixen equilibris provisionals. I s'hauria d'assajar un model d'explicació més d'acord amb unes lleis del moviment de l'energia i de l'equilibri entre forces, entre les que vencen i les que són derrotades. S'ha de buscar un altre model i s'ha d'avançar en una altra línia, desenvolupar un tipus d'explicació més àmplia, més interna, més àmplia, més totalitzadora i més integradora que la del mecanicisme.

MODERADOR *Volem tornar ara a la teoria contemporània del poder amb la finalitat d'aclarir alguns conceptes. Seguint la teva conferència sobre el poder i Foucault, Francisco José, existeix o pot existir una teoria del poder? Què s'ha d'entendre per poder? Atès que, si hem d'entendre per poder una mena de jerarquia que defineix un ordre que està arreu, que és el contrari del desordre, llavors no hi ha cap alternativa al poder més que el caos.*

F. J. MARTÍNEZ S'ha dit aquest matí que al poder li agrada el secret. Un element fonamental del poder eren els *arcans imperi*, és a dir, els secrets de l'actuació. Prova d'això és que els primers escrits que es fan sobre la raó d'estat i sobre com ha de funcionar el poder, lligats a l'aparició de l'estat absolutista, són escrits secrets, és a dir, escrits a la cambra, que pràcticament no es feien públics; els estudis de Naudé sobre les consideracions sobre el cop d'estat, que no és un cop contra l'estat, sinó cops de l'estat —és a dir, els cops que fa l'estat per eliminar enemics—, eren un llibre del qual es van fer dotze còpies, i els mateixos consellers del poder quan pensaven sobre el poder ho feien de manera secreta. Òbviament, va haver-hi pensadors que, per un costat, analitzaren el poder; hi ha la dualitat de Maquiavel, per exemple, que d'una banda utilitza el mecanisme del poder, explica com funciona el poder, però al mateix temps, com a republicà, vol mantenir també la llibertat. Hi ha hagut una mena de dualitat, la teorització sobre el poder sempre ha estat una mica oculta; quan, en canvi, s'ha volgut lluitar contra el poder, sí que s'ha començat a desenvolupar una teoria, una mica alludint a allò que s'ha dit abans, que el poder mai no és absolut, és a dir, sempre hi ha esclatxes, sempre es deixen alguns marges, sempre hi ha elements en els quals es poden buscar intersticis d'oposició. I, bé, en aquest sentit, Foucault diu que el poder és difús i és ineliminable; el que passa és que ell distingeix entre poder i dominació: el poder és una cosa que no és dolenta o, millor dit, sigui dolenta o sigui bona, és ineliminable —és, diguem-ne, la construcció de jerarquies segons els moments i les coses. El problema greu no són les jerarquies, aquests poders, aquesta asimetria; el problema sorgeix quan aquestes diferències es coagulen i es petrifiquen en la forma de dominació. Ell hi diu: «El problema no és al poder sinó a la dominació, és a dir, el poder irreversible.» Si es manté l'element de reversibilitat no és dolent, de fet, per exemple, les tribus paleolítiques i altres en cada moment i segons el que s'havia de fer, escollien un o altre dirigent; el millor caçador era qui dirigia la caça, el millor guerrer dirigia la guerra, però després, quan s'havien de fer els sacrificis, els feia un xaman, generalment epilèptic, etc. És a dir, que utilitzaven poder i jerarquia i no hi havia problema, hi havia una mena de jerarquies, però jerarquies flexibles; naturalment, incloent-hi els pensadors més anarquistes, mai no s'ha pensat un anivellament absolut de poder i que no hi hagi diferència de potencial, ni que no hi hagi jerarquies. El que sí s'ha denunciat és que aquestes jerarquies es coagulin; és com l'acudit que diu: «A mi no em molesta que hi hagi pobres, el que em molesta és que sempre siguem els mateixos.» És a dir, que potser sí que hi ha una mena de simetria, o es reparteixen els papers. Bé, doncs, un pot acceptar fins i tot els papers dolents, si es té en compte que és rotatori i que pot arribar un moment que canviï, però comença a molestar quan sempre li toca el mateix. Quan el poder es coagula en dominació permanent, la dominació es veu com insuportable. La lluita contra el poder, no és tant contra el poder com contra el poder establert, jerarquitzat, de forma rígida, no flexible i permanent. Això té relació amb el desordre, perquè sí és veritat que tota estructura necessita un ordre, que tot ordre suposa una jerarquia, una ordenació dels elements en l'estructura, l'alternativa no és o una estructuració rígida de la societat, per exemple, o una anarquia de caos, una mica la dicotomia de Hobbes, o la guerra de tots contra tots, el caos absolut, o l'estat absolut. No hem d'acceptar aquesta disjuntiva, perquè es poden introduir elements de tipus republicà, elements de tipus ciutadà, de tipus democràtic, que introdueixen un ordre, introdueixen unes jerarquies, però lliurement assumides i reversibles i, diguem-ne,

giratòries, en què es reparteix el poder. Llavors, la qüestió no és tant l'ordre absolut o el desordre, sinó buscar mecanismes d'ordre, flexibles, amb jerarquies rotatòries, etc. No està demostrat que només hi hagi una única forma d'estructurar la societat. Quan Spinoza tracta per què, tenint tothom la tendència a governar-se a si mateix, cedim a un monarca el poder, diu: «Bé, això només es fa en moments d'impotència, és a dir, quan la comunitat, la multitud, no es pot posar d'acord i la presa de la situació exigeix una decisió i es conclou que com no ens podem posar d'acord, fem la dictadura romana, i escollim una persona que decideixi amb plens poders, durant sis mesos, és clar, i cedim a aquest el poder; però només en un *impasse*, només en situacions d'emergència, o en situacions d'impotència davant un risc greu.» Però en situacions normals deia: «És absurd, i ningú, cap multitud, entrega el poder tan sols a un individu.» La qüestió és d'aquest tipus, és a dir, una mena de poder repartit, o distribuït, un poder plural i, sobretot, que reparteixi els papers i que no els coaguli. Aquesta és i continua essent la utopia democràtica, la utopia que tots els afectats discuteixin i es tingui en compte la seva opinió en els temes que li concerneixin; jo crec que aquest és el plantejament i, evidentment, la justificació de tots els poders absoluts és justament sempre la presa. Hi ha un moment en què la pesta és fora i cal intervenir-hi i les presses ens porten a acceptar negacions de la llibertat. Aquí la qüestió és justament tornar a situacions de normalitat i mantenir-les de manera que no calgui l'home providencial que vingui a resoldre els problemes quan no som capaços de posar-nos d'acord.

MODERADOR *Sembla que el temps ens apressa; per tant conclourem amb dues breus preguntes i donarem pas a la següent taula rodona. Professor Sánchez Meca: aprofundint en el doble sentit de les relacions entre ciència i filosofia, què podria deure la filosofia de Nietzsche a la ciència en general i a la biologia en particular? Algun aspecte ja ha estat tocat, certament, a la seva conferència. A més, se m'acut que, alternativament, s'hauria de preguntar què podria deure la biologia a Nietzsche, si és que goses suggerir-nos res al respecte...*

D. SÁNCHEZ MECA Nietzsche va ser, sobretot, un lector de ciència. El que llegia i estudiava més a fons era ciència. La filosofia li va interessar menys. Em refereixo als tractats clàssics de filosofia, perquè els considerava poc seriosos i molt plens de prejudicis, molt farcits d'ideologia. Ell fou un filòleg clàssic, professor a la Universitat de Basilea durant deu anys i deia que si res li havia quedat del seu pas per la filologia va ser el rigor en l'art de llegir bé, de llegir bé qualsevol cosa, el món, el cos, etc. Llavors, del que acusa als filòsofs és que no llegeixen bé, que estan sempre ficant pel mig els seus prejudicis i els seus interessos. Els científics li semblaven una mica més rigorosos, i per això llegia ciència. Per exemple, el seu pensament és deutor de la física del seu temps, li deu el seu concepte fonamental de força, sobre el qual construeix el de voluntat de poder. També és un lector molt atent de temes de fisiologia, neurologia i psicologia, lectures que s'enquadren en el seu propòsit de llegir bé el cos i el funcionament dels seus mecanismes.

Pel que fa a la segona qüestió, permeteu-me que no digui res, perquè això ho han de dir els biòlegs. Per a sorpresa meva, ha estat molt grata. Veure científics interessats en Nietzsche. Això no em cabia al cap, francament. Perquè que els científics s'interessin per la filosofia, d'acord. A la filosofia hi ha autors venerables que són força aprofitables

pels biòlegs. Però Nietzsche arrossega encara avui l'estigma de la seva afinitat amb el nazisme, o l'acusem de ser un revolucionari, un transgressor, un perill públic i, fins i tot, un filòsof terrorista. I, tanmateix, vostès han estat sensibles a les aportacions d'interès que el seu pensament indubtablement té, sobretot en la seva vessant crítica, i s'han sobreposat a aquests prejudicis. I això m'ha semblat realment significatiu.

MODERADOR *Per acabar, una última qüestió per al professor Francisco José Martínez, que és la següent: en el supòsit que la vida no escapa tampoc a la noció del poder, creu que la teoria del poder, especialment entesa com els autors que ha tractat aquest matí, com Foucault o Deleuze, pot ser d'utilitat, pot aportar quelcom d'interessant o productiu al camp de la biologia? Pot ser que hi hagi una possibilitat de mediació a la fractura entre les ciències experimentals i les ciències socials.*

F. J. MARTÍNEZ A mi sempre m'ha interessat una línia d'autors vitalistes, que comença als presocràtics, segueix per alguns medievals bojos, uns quants metges renaixentistes, alguns cabalistes propers de Girona, i després desemboca en Spinoza, salta a alguns dels romàntics, Schelling, Nietzsche, i arriba a Deleuze i Foucault. Hi ha una línia sinuosa, una mica com el Guadiana, que puja i baixa, però que nosaltres podem reconstruir des d'aquí, i aquesta és una concepció en què la clau és la vida; és a dir, la vida en totes les seves manifestacions, en tota la seva amplitud, una concepció nietzschiana i presocràtica, segons la qual tot el món està animat, animat en el sentit que és dinàmic, que no hi ha tant un ésser com un devenir. Les reflexions dels presocràtics sobre la *physis* alludeixen a això, ja que la *physis* per a ells era una idea d'una font que brolla, és una idea de productivitat permanent, que ens fa veure el mar o el doll d'aigua, o com Goethe, quan veia créixer a Itàlia les plantes. Goethe també era un altre d'aquests neovitalistes. Crec que aquesta concepció té l'avantatge que, en ser unitària i pluralista, escapa dels dualismes que destrossen des de Plató el pensament occidental, en partir de la idea que, és clar, si tu consideres que tot el que es mou és esperit i que tota la resta és un totxo, quelcom absolutament inert, després tens el problema que se li planteja a Descartes de com tornes a ajuntar el que has separat prèviament, però això passa perquè tu has escindit radicalment elements que en els presocràtics i en Aristòtil estaven units. A part que m'agradi més des del punt de vista estètic, crec que és més potent en el sentit que en ser pluralista i no dualista, no ha de reconstruir allò que prèviament ha separat; llavors aquesta concepció de la vida és un element que —quan la biologia es comença a constituir com ho analitza Foucault a *Las palabras y las cosas*— es distingeix clarament quan hi ha un avenç de la biologia, que era la història natural, que era una mica el que havíem dit aquest matí, taxonomia. I quan sorgeix la biologia centrada en la noció de vida. L'aproximació en l'origen sempre és metafísic, no científic, perquè en l'origen les equacions no estan definides i divergeixen, i si ens apropem sabem què passa a una distància infinitesimal del zero, però no al zero, perquè al zero no estan definides les equacions. I amb la vida passa el mateix, no arribem mai al punt en el qual es produeix el salt, l'esglaó perdut. Llavors, hi ha aquí tot el tipus de reflexions que els biòlegs al final deixen de tenir en compte. Al segle XVIII mantenien aquesta preocupació per la vida, però després ja no, després ja no parteixen de la tesi de *què és la vida?*, no donen una altra vegada criteris per a definir el que és viu, sinó simplement analitzen els éssers vius. Fins i tot ja no es tracta de definir el que és viu,

perquè amb vosaltres no ha quedat clar si els virus són éssers vius o no, perquè es diu: «bé, són quasi éssers vius, s'assemblen a éssers vius però no són éssers vius». Al final es diu: «això tant me fa; el que volem és descriure'ls, produir-los, controlar-los, etc.» I es deixa aquesta qüestió a la reflexió ontològica, metafísica, poètica, decidir si això ho considerem vida. Si hi ha un vitalisme, com deia Leibniz, adormit, amb molècules que estan mig atordides, es diu: «escolti, però és que això no és viu», i Leibniz respon: «és que és atordit, són molècules adormides, però es poden despertar, hi ha vida de dalt a baix». Això és una reflexió de tipus ontològic, que té a veure també amb un tipus d'elecció, com tot en ontologia: és el resultat d'una elecció quasi poètica, i els científics tampoc no han de dedicar-se molt a això. El que han de fer és treballar amb els éssers vius i no preocupar-se tant sobre si estan vius o no. Tenint en compte que tot el que investiguen sobre això, de rebot, de refús, produirà, il·luminarà el que és la vida, però sense voler resoldre-ho. Els temes sobre l'origen i els temes dels límits en general, dels contorns, de les fronteres, les membranes i tot aquests, sempre són problemàtics, només es poden il·luminar de forma indirecta. A la vida li passa el mateix que a l'origen de l'univers; la il·luminació que fan els científics la fan de forma lateral, sense voler: si em poso a analitzar què és la vida, no faig ciència. Aquest és un dels punts d'interrelació entre la investigació científica i la filosòfica, que una pot il·luminar l'altra, la filosofia i les seves reflexions poden donar indicacions heurístiques, models de pensament que després es poden aplicar; i viceversa, els científics que descobreixen elements de la realitat il·luminen ontologies possibles, o ajuden a discriminar entre ontologies incompatibles. Perquè continuo essent realista, no sóc instrumentalista, penso que la ciència no solament s'aplica, sinó que és veritat, és a dir, que descobreix elements de l'estructura real de la realitat i en aquest sentit és veritable, el que passa és que és limitada. La ciència produeix veritat, però sempre en un sentit parcial, produeix trossets vertaders però molt petits i discontinus, com l'elefant que toquen diversos hindús cecs: cadascú toca una part, i el que toca és veritat, però no hi ha una visió des de fora per a veure el conjunt de l'elefant, ja que cada un diu una veritat, diu una veritat limitada. I crec que el problema no és tant que no sigui veritat, sinó que és parcial i que per això falta i ha de faltar necessàriament, perquè hauríem de ser un déu per a mirar-ho des de fora, la visió de totalitat, aquesta és la diferència. Llavors, la totalitat és sempre una acció poètica, sempre un invent, una ficció, i el que veiem a la ciència són sempre trossos limitats però vertaders de la realitat, mentre que la filosofia produeix construccions, com xarxes que llancem però que són construccions, que són ficcions.

MODERADOR *Moltes gràcies a tothom. I si no hi ha preguntes o més intervencions, conclouem aquesta taula per a donar pas a la taula rodona científica. Jo mateix tinc una pregunta: Foucault, Deleuze, Guattari, pensen contra el poder, contra una teoria del poder o ambdues coses? Normalment serveix, a vegades ajuda a situar les coses saber exactament quin és el referent. Hi ha un referent negatiu d'aquestes teories del poder?*

F. J. MARTÍNEZ Ells veuen la dualitat. Per un costat veuen, és clar, tot l'element negatiu de domini dels cossos, però també, i per això són neovitalistes, són fonamentalment optimistes en el sentit que parlen sobre els cossos —i en això són nietzschians—: el cos és quelcom sotmès, matxucat, que s'intenta explotar, però el cos també resisteix, és a dir, en el cos hi ha les dues coses, els poders i les resistències. Hi ha pessimisme

en analitzar l'eficàcia enorme del poder, un poder que no és, diguem-ne, el resultat d'una dualitat entre una classe dominant i una de dominada, aquesta idea dual o polaritzada, ans el contrari, és un poder que ho permet tot, perquè també les classes dominants estan dominades, estan inserides en relacions de poder, no es poden moure lliurement dins d'aquestes relacions de poder i tenen els marges molt acotats també, no hi ha aquesta dualitat tan clara d'altres societats. No es que el poder vagi en un sentit, el poder és sempre una relació. Aquí hi ha els dos aspectes: en posar de relleu aquest aspecte, difús, omnipresent, del poder, i al mateix temps l'optimisme, ho diu una mica reempenent Spinoza, li agafa moltes coses... No sabem què pot el cos; aquí, al cos, també hi ha potencialitat de rebellió, i per un costat estem oprimits, sotmesos i alienats, però per l'altre també hi ha resistència, i el poder i la resistència estan units. Potser, justament, la utopia autèntica poden ser unes noves formes de cossos i de plaers, d'organitzar d'una altra manera els cossos i els plaers, i encara que, pel que fa a la lluita de forces, són absolutament nietzschians i hi ha vegades que poden dominar les forces reactives, pensen que les forces actives, com el seu nom indica, tenen un plus. Aquest és el seu optimisme, i on els podem criticar si som pessimistes. Ells continuen pensant que, malgrat tot, com deia Deleuze als setanta, l'herba creix. És la idea que es produeixen microevolucions, micropolítiques del poder, sense que ens n'adonem —és clar, les grans revolucions no han tingut una data. La revolució feminista, per exemple, una revolució que de mica en mica s'ha anat imposant, es fa i no té una data, no hi ha un assalt del Palau d'Hivern, i els canvis en la mentalitat i en les formes de vida tampoc no es veuen. Però si tu compares com es vivia als cinquanta, per exemple, a les pel·lícules, i com es viu al 2000 i 2002 i 2003, doncs t'adones que hi ha hagut canvis, que hi ha microcanvis, canvis de sensibilitat, canvis d'instal·lació, canvis de formes de vida que han sofert microevolucions, però que s'han transformat de forma potser més decisiva que no un projecte revolucionari que vulgui canviar-ho tot de cop. Crec, llavors, que ell manté sempre aquest optimisme, un optimisme lúcid, no la idea de pensar —i per això són antiutòpics— que no es pugui canviar tot de cop, o que això sigui bo, perquè quan s'ha intentat fer s'han produït distorsions molt pitjors; en canvi, sí que pensen que hi ha una mena de *filum*, un *filum maquinic*, biològic, perquè està pres de Bergson. Hi ha uns tipus de *filums d'autodesenvolupament* que, no és que assegurin la victòria, però permeten possibilitats, i per això ells defensen la qüestió de l'experimentació. L'experimentació pot ser negativa o pot caure en allò que anomena *forats negres*, suïcides, però l'experimentació també, com els virus, produeix formes mutants que poden ser molt positives. El que passa és que exactament igual en el cas dels virus i de Nietzsche, no està garantit l'èxit. Com que hi ha una dispersió atzarosa, no està garantit que hi hagi una línia creativa. Perquè, és clar, el problema és: com, nosaltres, que patim el poder, podem ser-hi crítics? Doncs perquè no el patim del tot, l'alienació no és absoluta, sempre hi ha elements, elements corporals, fins i tot físics, de resistència davant del poder. Físics i culturals, és clar. Hi ha una mena d'inèrcia per una banda i d'intent de desenvolupament i de potencialitat, que troba entrebancs i que intenta lluitar contra ells i en aquest joc, en què la victòria no està assegurada, i en aquest joc s'insereixen. Llavors aquest és l'avantatge: no són optimistes, tampoc absolutament pessimistes; crec que són realistes en això de veure. La vida és aquella espècie de fluid que continua malgrat tot, i en aquest sentit són absolutament optimistes, és a dir, hi ha una espècie de potencialitat que no admet alienació absoluta, sempre hi ha

elements de resistència, i fins i tot als moments de major destrucció, de major foscor de possibilitats, hi ha obertures. És a dir, que jo crec que en aquest sentit no són gent que en l'anàlisi del poder deixi que els caigui una pedra aquí i els deixi completament matxucats, sinó que malgrat tot, i fins i tot a sota de la pedra, es belluguen: l'herba creix. Hi ha una mena de creença en la vitalitat immensa dels cossos que és la base del poder, però també de la resistència. En aquest sentit, tant Deleuze com Foucault com Guattari lluiten per això, per una constitució de subjectivitats capaces de fer els comptes amb la potencialitat dels cossos sempre viva i mai destructible del tot. En aquest sentit, són optimistes, permeten l'escàs optimisme que els lúcids podem tenir al segle XXI, no? Els qui aspiren a ser lúcids, diguem-ne.

DISCUSSIÓ CIENTÍFICA

Moderador: LUIS RUIZ

MODERADOR *M'agradaria enfocar aquesta taula rodona envers una discussió sobre l'interès que pot tenir per a nosaltres, biòlegs, el pensament de Nietzsche. És clar que parlem de dos temes molt allunyats entre si com són Nietzsche i els virus. Ens podríem preguntar quants filòsofs que comprenen Nietzsche han llegit bibliografia sobre virus i quants viròlegs han llegit Nietzsche. Una anècdota. Casualment he tingut a les mans un número del Harvard Business Review que tractava de la gestió de la ignorància, és a dir, la idea que no és tan important des del punt de vista de la creació de coneixements la gestió del coneixement pròpiament dit com la gestió de la ignorància: si sabem el que no sabem, som aleshores més capaços de crear nous conceptes. Un dels principis rectors de la gestió de la ignorància és el principi de la irrellevància, que vol dir, literalment, que el nou coneixement sempre deriva del vell però només quan es permet que les idees familiars interaccionin unes amb altres i s'interceptin de manera inesperada. Aquesta recombinació fructífera s'esdevé sovint a través de la metàfora i l'analogia i sempre depèn de la llibertat de ser capaços d'explorar el que és aparentment irrellevant. Simplement plantejaria a la taula que s'aportin a la jornada d'avui algunes reflexions tocant a la utilitat del pensament filosòfic sobre el poder per al disseny de nous experiments en virus. O, almenys, que es reflexioni sobre el paper que pot tenir la importació de nous conceptes o metodologies d'altres disciplines (la ciència política, la sociologia...) o àrees de coneixement (anàlisis estratègiques de conflictes, teories de joc...) en el nostre camp de treball.*

R. FERNÁNDEZ MUÑOZ Vaig tenir sort, diria jo, de tenir un bon professor de filosofia a l'institut, que ens va enlluernar amb la lectura d'alguns filòsofs, i un d'ells va ser Nietzsche. Des de llavors he llegit alguna cosa d'ell, molt poc, i estic content d'haver-ho fet. Això sí, m'agradaria saber bé l'alemany per gaudir directament de la seva prosa. En qualsevol cas, penso que llegir Nietzsche pot ser una higiene mental i és una lectura estimulant que a la majoria de la gent li agrada, o li agradaria. D'acord amb els ponents de la taula anterior, crec que per als científics és convenient conèixer els grans corrents filosòfics en paral·lel amb el desenvolupament de les ciències en un context històric.

Sense haver preparat una intervenció anticipadament, i segons les intervencions precedents, m'agradaria ressaltar un aspecte de l'enfrontament entre els éssers vius i els virus que els infecten i de les seves conseqüències a l'evolució d'aquells que potser no sigui freqüentment comentat. Les infeccions per virus, microorganismes i paràsits sens dubte han modulats l'evolució dels organismes. Així, quan un virus entra en contacte per primer cop amb una espècie, ja sigui per importació o per salt de la barrera entre espècies, a causa de la manca d'adaptació pot ser molt patogènic, tot arribant a delmar

poblacions. A més a més, aquesta selecció per destrucció s'entreu d'una altra manera possible, proposta per Nietzsche com a desenllaç a l'enfrontament entre éssers vius, per la qual els virus podrien influir en l'evolució dels seus hostes mitjançant l'assimilació de material genètic del virus al genoma de l'hoste. Aquest seria diferent de l'assimilació d'un microorganisme per un altre mitjançant fagocitosi que, com va proposar originalment Lynn Margulis, podria haver donat origen als orgànuls cel·lulars i a les cèl·lules eucariotes. Dels virus que avui coneixem, només la família dels retrovirus s'integra al genoma de l'hoste i, com ha dit abans Miguel Ángel Martínez, és l'única que deixa seqüències fòssils als organismes vivents procedents dels retrovirus que van infectar els nostres avantpassats des de fa milions d'anys. Aquestes seqüències retrovíriques no constitueixen una part minoritària, sinó que, com se sabia fa ja unes dècades, és una part considerable del genoma. La seqüenciació completa dels genomes que es fa en els darrers anys matisa fins i tot quina quantitat és i, per exemple, al genoma humà es troben unes 450.000 còpies d'elements retrovírics (*retrovirus-like elements*), tot englobant retrovirus endògens, procedents de retrovirus, que han infectat els nostres avantpassats des de fa milions d'anys i que constitueixen aproximadament un 8% de la massa del genoma. Al genoma del ratolí els elements retrovírics constitueixen aproximadament el 10% del genoma i semblen mostrar una major mobilitat dins del genoma que els dels humans. Aquestes seqüències, poden tenir cap funció en l'evolució de les espècies animals? No hi ha respostes clares actualment, però hi ha indicacions que, a més d'influir en l'organització del genoma, poden haver influït en l'evolució de les espècies, entre elles la humana. Com poden fer-ho? Alguns d'aquests retrovirus endògens expressen els seus gens en determinats teixits i poden influir en l'expressió de gens cel·lulars, ja sigui mutant-los per inserció o modulant la seva transcripció per inserció a la seva proximitat. Ja sabem algunes coses del cert en algun cas, en espècies animals, sobretot ratolins. I, així, des de fa quatre o cinc dècades que hi ha nissagues de ratolins que són resistents a la inducció de tumors de leucèmia per virus que causen aquesta leucèmia als ratolins; llavors se sabia que hi havia nissagues que, encara que infectéssim amb aquest virus, no desenvolupaven leucèmia, mentre que en certes nissagues la malaltia apareixia en més del 90% —se sap des de fa un segle, aproximadament, que aquests virus poden causar càncer. Es va definir un locus responsable de la resistència a l'exposició a un carcinogen. Vaig tenir la sort de conèixer a Nova York la persona que va identificar aquest locus denominat *Fv-1*, Frank Lilly. Van transcórrer tres o quatre dècades, Lilly havia mort poc abans, i el viròleg Jonathan Stoye va identificar què era el que conferia resistència a aquells animals: és un retrovirus endogen que expressa una proteïna que, quan el ratolí s'infecta amb el virus que causa càncer, competeix amb ell i evita que passi al nucli cel·lular i completi el seu cicle i, per tant, no produeix el càncer. És un dels pocs exemples en què s'ha demostrat una funció, en aquest cas benèfica en evitar la mort per altres virus exògens a una d'aquestes seqüències. És possible que en humans alguns dels nostres retrovirus endògens ens hagin protegit d'altres infeccions víriques letals.

Per altra banda, també en el ratolí se sap que els retrovirus endògens en alguns casos poden produir tumors. En el cas d'humans, fa dos anys es publicà que havien detectat en teixit de tumors de mama humans seqüències homòlogues a seqüències d'un retrovirus que produeix càncer de mama als ratolins. Això s'està estudiant, però és concebible que aquests virus, activant-se per algunes circumstàncies, podrien produir tumors també en humans. Aquestes seqüències també produeixen immunosupressió a

vegades, i en el cas de la tolerància que es mostra envers el fetus, encara no hi ha una explicació per què la mare no destrueix el fetus com si fos una cosa estranya; hi ha diverses possibilitats aquí, però una que es baralla és que aquests retrovirus endògens que s'expressen a la placenta podrien contribuir a aquesta tolerància envers el fetus.

Se sap que retrovirus endògens expressen a la placenta la seva glicoproteïna de coberta (embolcall), la qual és idèntica a la proteïna denominada *sincitina*, que estimula la fusió de les cèl·lules placentàries trofoblàstiques per a formar cèl·lules multinucleades o sincitis denominats *sinciotrofoblasts*. Aquests constitueixen una capa placentària que facilita l'intercanvi de nutrients i detritus entre mare i fetus. És possible que aquests retrovirus endògens puguin haver tingut un paper en el desenvolupament de la placenta i en el desenvolupament d'animals, entre els quals es troba l'espècie humana.

Finalitzaré amb una altra hipòtesi. L'home és un dels pocs primats que produeix amilasa a les glàndules salivals en grans quantitats. Per què això? Per què altres mamífers no en produeixen? L'explicació és que al costat del gen que produeix l'amilasa s'ha inserit un retrovirus endogen i aquest retrovirus endogen activa la transcripció del gen, i per això hi ha grans quantitats d'amilasa a la saliva. Quines conseqüències podria haver tingut això? A la prehistòria, els nostres avantpassats caçadors i recol·lectors, possiblement en algun moment de penúria, se'ls va ocórrer mastegar gra de gramínies salvatges, i a causa de l'amilasa a la seva saliva, els va resultar més plaent i digerible alimentar-se d'aquest material. Això podria haver influït en el fet que iniciessin el seu conreu, cosa que podria haver propiciat l'inici de l'agricultura, com ha especulat el retroviròleg John Coffin.

En fi, això són indicis, però són molt difícils d'estudiar en humans perquè aquestes restes de virus, que possiblement han anat quedant allà i van protegir potser els nostres avantpassats d'altres virus, van tenir un paper en el desenvolupament, tot fent resistents els supervivents, o fent altres funcions que no sabem encara. Per altra banda, els hem implicat en altres malalties com les autoimmunitàries. L'estudi dels retrovirus endògens, malgrat les seves dificultats, no dubto gaire que en les pròximes dècades donarà informació important en patologia i evolució d'animals i humans i, sens dubte, Nietzsche ho hauria escoltat amb satisfacció. Gràcies per la vostra atenció.

P. PUIGDOMÈNECH Durant el dia d'avui se m'han ocorregut dos tipus de reflexions. Una que prové de la descripció de la crítica de Nietzsche a la ciència i l'altra una mica més general. Jo diria que posteriorment a la definició de la filosofia de Nietzsche, la ciència ha canviat profundament en molts aspectes. En particular, destacaria que l'entrada de forma radical dels conceptes estadístics en física, en particular, ha estat decisiva, perquè els mateixos termes de causa-efecte han canviat profundament. Un exemple d'això és el que implica el segon principi de la termodinàmica, l'ús del concepte de *caos* lligat al d'*evolució biològica* o la mateixa idea de mecànica quàntica com a descripció estadística ineludible de tots els fenòmens físics essencials. Tot això crec que implicaria una reformulació de la crítica bàsica de les teories científiques, tal com em sembla haver entès que feia Nietzsche. El mateix concepte de força en mecànica quàntica canvia radicalment i és defineix simplement com una interacció entre partícules que tenen unes propietats definides i que s'expressen en termes d'unes equacions determinades. A mi em sembla que en aquest sentit el tipus de crítica per a la física moderna fóra radicalment diferent. Possiblement, suposo que, en conseqüència, si Ni-

etzsche hagués llegit molta física hauria canviat les seves idees, perquè les concepcions de la física moderna em sembla que tenen unes implicacions molt diferents. Igualment, com també he dit aquest matí, si Nietzsche hagués entès el darwinisme de la manera com l'entendem nosaltres actualment, o com pensem que potser Darwin proposava —és a dir, que no és tracta d'una selecció natural finalista—, és possible que hagués reaccionat de forma diferent. És a dir, la teoria de l'evolució descriu el fet que amb el pas del temps han predominat sistemes més complexos, simplement, sense que això impliqui cap direccionalitat definida *a priori*. És possible que algú hagi pogut interpretar-ho com una finalitat, però és quelcom que no té perquè interpretar-se d'aquesta forma sinó simplement com la descripció que, per les raons que siguin, per l'atzar, per la duplicació fortuïta dels genomes o per qualsevol altre mecanisme, en el transcórrer del temps s'han anat donant sistemes més complexos que han pogut predominar en alguns casos com a resultat de la selecció natural. El que sí és cert és que la descripció de la realitat utilitza una línia de direcció que és el temps, i aquest és un dels conceptes bàsics que necessiten tant la física com la biologia per a treballar. Però jo crec que el darwinisme mateix no implica necessàriament ni el concepte de finalitat ni de progrés. Per altra banda, les poblacions sobre les quals actua la selecció natural no són necessàriament jeràrquiques, encara que necessàriament no són homogènies, ja que en cas contrari no hi hauria selecció natural. Per tant, a mi em sembla que segurament la crítica de Nietzsche al darwinisme hauria estat molt diferent en cas d'haver considerat aquests aspectes de la teoria de l'evolució, que no van arribar-li al seu temps.

El segon aspecte que a mi m'ha interessat en les reflexions que s'han proposat aquest matí és que crec que si ens mirem la concepció del món que ens ofereix la ciència actualment, sobretot des de l'inici de la biologia molecular als anys cinquanta, em sembla que, per dir-ho en termes radicals, d'alguna forma la idea vitalista ha desaparegut probablement per sempre. En aquest moment tenim un model de comprensió dels fenòmens de la vida que no necessita cap concepte diferent, tret d'aquells basats en les interaccions químiques entre les molècules que componen les cèl·lules. Un bon exemple d'això ho demostren les nostres idees sobre el funcionament i l'estructura del DNA, que entenem mitjançant tècniques i conceptes de la física i la química. I des dels anys cinquanta sabem també que existeixen excel·lents hipòtesis per a explicar l'origen de la vida en termes de reaccions químiques i físiques. Per tant, jo diria que la ciència ha produït un conjunt de teories, basades en la física, que han donat lloc a una unificació pràcticament completa de la base teòrica de la nostra descripció de la realitat material, que és única en la història de les teories científiques. En aquesta situació s'està donant una paradoxa important i és que, encara que estem convençuts que, per exemple, tots els fenòmens de la química finalment es poden explicar en termes de mecànica quàntica, els fenòmens de la biologia finalment els podem explicar en termes de química o els fenòmens de les poblacions d'organismes vius en termes de biologia molecular, sabem que realitzar aquesta explicació és molt difícil i poc pràctic i, per tant, anem creant teories per als diferents nivells, que tenen la seva pròpia autonomia. En aquest sentit, traspassar els conceptes de les ciències més bàsiques a les ciències socials com l'antropologia o la sociologia és ja especialment complicat, ja que aquestes necessiten unes aproximacions científiques amb una autonomia pròpia, amb uns paradigmes propis. En conseqüència, per acabar, segons la meua opinió, utilitzar conceptes que són útils a un cert nivell d'anàlisi de la realitat per a descriure'n un altre és quelcom que a vegades

pot servir com a metàfora i pot permetre formular algun model, però tenint en compte sempre que és molt difícil traspasar aquestes barreres conceptuals. En aquest sentit crec que s'hauria d'aplicar amb molta prudència el terme de *poder* tal com l'entendem a les societats humanes a les poblacions de virus. Per exemple, en els virus no existeix el concepte de *dominació*, que és essencial en el concepte de *poder* en la nostra societat. És evident que saltar les barreres conceptuals ens pot servir justament per a aclarir noves idees o per a proposar nous experiments, fet que ha ocorregut històricament, ja que permeten testejar conceptes que han aparegut en altres camps. Però, en la meua opinió, el traspàs, senzill, literal, de conceptes d'uns nivells d'explicació a d'altres, per aquesta mateixa autonomia que tenen diferents nivells d'explicació de la realitat, em sembla que difícilment té un valor diferent del de la proposició de models i de valors metafòrics.

P. CASACUBERTA Probablement, sóc el més ignorant d'aquesta taula, perquè tot el que sé de Nietzsche és el que m'ha passat en Jordi i he de confessar aquí, ara, que m'he llegit un 10 % de les fotocòpies que va donar-nos. Per tant, tinc poca autoritat per a parlar d'aquests temes i em pregunto si en tinc cap per a ser-hi aquí, en aquesta taula. En qualsevol cas, tenint en compte les meves limitacions, crec que em centraré en el que havia preparat per contestar la pregunta que se'ns feia, i que era la d'intentar buscar si existeixen models d'estudi, sistemes, en els quals es donessin cap d'aquestes relacions complexes de poder de les quals hem parlat aquí, en les quals les parts no tendessin a l'eliminació sinó a la coexistència, i que d'aquestes interaccions aparegués més complexitat. El fet de ser l'últim a parlar ha fet molt en contra meu, perquè bona part del que voldria explicar ho ha dit ja en Rafael. I voldria essencialment parlar sobre alguna de les sorpreses que ens ha deparat la seqüenciació completa de genomes complexos. Tot i que en part ja se sabia, el fet que els gens i les regions del DNA que controlen l'expressió dels gens ocupin només el 5 % del genoma ha estat una sorpresa. Què és la resta? Què és el 95 % restant? Hi ha qui diu que simplement és brossa... Com el Dr. Rafael Fernández ja ha explicat, una bona part d'aquest 95 % són seqüències repetides, restes d'antics virus, etc. Més del 50 % de les seqüències que hi ha al genoma, en l'humà, per exemple, o en el de moltíssimes plantes o animals, són en realitat retroelements que s'han instal·lat allí, seqüències molt semblants a virus, que no sabem si són en realitat exvirus, virus que han vingut de fora o, contràriament, són els virus, com es deia aquest matí, els que han evolucionat a partir d'aquestes seqüències. En qualsevol cas, molts d'aquests retroelements són semblants a un virus, però no poden sortir de la cèl·lula i, per tant, han de coexistir amb ella; i retroelements i cèl·lules han estat íntimament lligats durant bona part de la seva història. Això té conseqüències. És un procés evidentment difícil de suportar per a un genoma i, per tant, ha d'haver-hi un control molt fi; si aquest és massa fort acaba perdent l'element, i si no existís control es perdria la cèl·lula. I tot i així, el que dèiem és que a la majoria de casos aquest control no tendeix a perdre aquest retroelement, que potencialment és molt perjudicial per a l'organisme, sinó que el manté a un cert nivell; és a dir, trobem molts exemples de retroelements que es mantenen al genoma, tot i el seu potencial nociu. Alguns s'han mantingut tant que han arribat fins i tot a ser imprescindibles per al genoma. Aquest és el cas dels retrotransposons que formen els extrems dels cromosomes de la mosca del vinagre.

El genoma de qualsevol organisme pluricel·lular es troba complet a la seva primera cèl·lula i es multiplica innombrables cops per a donar lloc a l'organisme sencer, i durant aquesta multiplicació es tendeixen a perdre trossos, en particular els extrems dels cromosomes, que són les estructures físiques en les quals s'organitza el genoma. Perquè no hi hagi conseqüències, existeix una maquinària cel·lular, uns enzims, anomenats *telomerasas*, que són capaços de copiar contínuament els extrems dels cromosomes i reconstituir-los a cada cicle; això és essencial perquè no es perdi la informació genètica. Però en les mosques, en lloc d'aquest enzim, que és un gen típic conegut com a tal, aquest gen no existeix i, en canvi, hi ha un retroelement molt semblant al que seria un retrovirus, que es dedica a saltar i a inserir-se aquí i allargar aquest cromosoma, mentre el cromosoma es fa més petit. Per tant, la interacció d'aquest retroelement, que podria considerar-se com un virus nociu amb el genoma, no és simplement una associació, diguem-ne, neutra, sinó que és essencial per al genoma mantenir el retrotransposó saltant en aquest lloc.

Per altra part, aquest retrotransposó és molt semblant a l'enzim telomerasa. Podríem, doncs, imaginar que va arribar un dia un retrovirus, es va instal·lar al genoma i va acabar fent una funció cel·lular que ha acabat essent essencial per al genoma i, per tant, podríem considerar-lo quasi com un gen. Però podríem pensar també, com s'ha dit aquest matí, que podria haver-se donat el procés invers. Tenim, doncs, una associació entre elements exògens i elements endògens del genoma que és extremadament fluïda.

L'últim exemple que voldria donar també es relaciona amb els retrotransposons, amb els mecanismes de control de la seva activitat. Quan un retrotransposó es mou, es multiplica de forma semblant a un virus informàtic dins d'un programa, tot fent còpies de si mateix i amb un potencial destructiu important. El que ha fet el genoma per a controlar això és desenvolupar un mecanisme que detecta quan hi ha moltes còpies d'una mateixa seqüència, i les embolcalla d'alguna manera i evita que s'expressin i es continuïn multiplicant; el genoma les silencia, però tot i així el silenci no és total, no és estable. Hi ha situacions en les quals el silenci es pot aixecar, es pot relaxar, i l'element torna a expressar-se novament. Bé, doncs tot aquests mecanismes van aparèixer als genomes probablement per a controlar l'activitat de seqüències estranyes com els retrotransposons i els virus, i han permès que la cèl·lula desenvolupi un mecanisme general de control, no dels retroelements endògens, sinó fins i tot dels gens. Existeixen mecanismes de control que els genomes usen per a controlar l'expressió de la seva pròpia informació, que provenen d'aquesta lluita o, almenys, d'aquesta interacció del genoma amb els seus possibles patògens externs; és a dir, la interacció contínua ha estat extremadament prolífica i probablement els genomes com a tals són fruit d'aquesta història de les interaccions amb els seus patògens. En qualsevol cas, el que sí és clar és que aquí no hi ha hagut una relació, diguem-ne, d'emmudir totalment o d'inactivar totalment, sinó de mantenir-se a un nivell baix per augmentar la complexitat del sistema.

Quant als experiments concrets als quals alludia en Luis, a mi no se me n'ha ocorregut cap, però tot reflexionant sobre com hem arribat a aquests descobriments, que eren totalment inesperats fa només deu o quinze anys, se m'acut que probablement l'anàlisi dels genomes ha estat extraordinàriament important, però l'essencial ha estat no analitzar un genoma estàticament, és a dir, no intentar descriure un genoma concret aïllat, sinó comparar molts genomes al mateix temps, de la mateixa manera que probablement per a l'estudi dels virus el que ha estat molt important és estudiar

quasiespècies víriques en el seu conjunt, i estudiar la seva evolució. Fóra impossible d'intentar comprendre què és aquest 95 % del nostre genoma que no esperem trobar, si no el poguéssim comparar amb molts d'altres més complexos. Per tant, potser és una visió no tant de detall sinó més global, el que ens permetrà d'analitzar aquestes relacions complexes. Això és tot.

Aquest llibre, intítulat
VIROLOGIA I FILOSOFIA DEL PODER,
fou compost amb T_EX,
i acabat d'imprimir
el novembre de 2004
a Barberà del Vallès

