

ENTREVISTA AMB ILYA PRIGOGINE



(ciència 8

agost 1981/507) 43

Ilya Prigogine nasqué a Moscou l'any 1917. Estudià física i química a la Universitat Lliure de Brussel·les i es doctorà el 1941. Des del 1946 és professor de física i química i dirigeix diversos equips de recerca a Bèlgica i als Estats Units. L'any 1977 rebé el premi Nobel de química. Prigogine és un dels científics que ha aconseguit desenvolupar disciplines que trenquen l'esquema tradicional que l'academicisme de la recerca havia establert. A més, Prigogine ha intervingut en la polèmica del determinisme *versus* l'indeterminisme; una polèmica que s'alçà primer amb les formulacions de la mecànica quàntica i després amb la intervenció de biòlegs com Jacques Monod, el llibre del qual arribà a ésser un cert èxit editorial. Prigogine, però, ha capgirat la polèmica situant-la, des del seu punt de vista, en un terreny nou en la mesura que ha intentat reconciliar ambdues posicions des d'un mètode científic. Aquests i altres temes foren l'objecte de l'entrevista que concedí a la revista (ciència), entrevista que realitzà a Brussel·les el nostre col·laborador Jordi Wagensberg.

(ciència):— *L'aportació a la física moderna del grup que dirigeix consisteix fonamentalment en el descobriment d'un nou estat de la matèria: les anomenades estructures dissipatives. Això significa un nou concepte d'ordre: l'ordre per fluctuacions. Comencem per unes pinzellades sobre aquestes idees.*

Ilya Prigogine: —Com sabeu, jo sempre m'he interessat pel problema de l'aparició d'estructures en condicions de no-equilibri, en definitiva, de relacionar els conceptes d'estructura i temps. Ja fa alguns anys que hem detectat situacions d'aquest tipus i des de llavors hem aprofundit molt en la comprensió de molts processos químics i biològics; i aquest és encara el tema que preocupa el nostre equip d'investigadors. Si hagués de resumir la constatació de tota aquesta experiència, jo diria que estem efectivament davant d'un nou estat que la matèria assolix lluny de l'equilibri. Les noves propietats han estat vertaderament inesperades perquè hom s'imaginava la matèria com quelcom inert, com quelcom passiu. La primera de les tres propietats que puc citar consisteix en la possibilitat de comunicació entre les molècules a distàncies i temps macroscòpics. La segona és la propietat de memòria. Un cop que la matèria es compromet en una bifurcació, el passat continua existint en l'activitat del sistema i, en el fons, condueix l'evolució d'aquest sistema. La tercera propietat és l'existència del gran nombre i di-

versitat d'aquestes estructures. La selecció d'aquestes estructures suposa un fenomen molt delicat. Un canvi mínim de les condicions externes, una pertorbació mínima en la simetria del contorn pot decidir l'esmentada evolució. En definitiva, comunicació, memòria i selecció, heus aquí les tres sorpreses que la matèria ens forneix lluny de l'equilibri.

Un nou concepte d'atzar

(ciència): —*Potser sigui precisament aquest nou concepte d'atzar el que és difícil d'assimilar? Com fer compatible el fet que aquestes estructures es puguin planejar i obtenir en el laboratori amb el fet que intervingui l'atzar?*

Ilya Prigogine: —La qüestió de l'atzar és un problema que es planteja a tres nivells. Jo diria que existeixen com a mínim tres problemes relacionats amb l'atzar: l'atzar en la descripció macroscòpica, l'atzar en la descripció estadística i de les fluctuacions i l'atzar en el nivell més fonamental; és a dir, el de la mecànica quàntica. Crec que és important que distingim aquests tres nivells per a saber de què estem parlant. En el primer cas, en el nivell macroscòpic, no sempre domina l'atzar, però de vegades és molt important. És el cas de les estructures dissipatives espacials. L'estructura trenca la simetria del sistema, però ho pot fer de maneres molt diferents. Suposem que el sis-

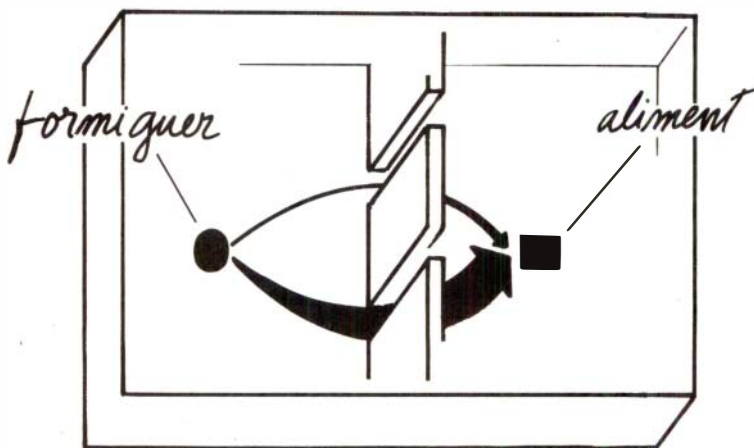
tema pot escollir entre dreta o esquerra. Es tracta llavors d'una qüestió de probabilitat 50%-50%. Aquí, és veritat, intervé l'atzar a nivell macroscòpic. Per què llavors se selecciona una estructura determinada? Les petites asimetries del món exterior poden ser decisives.

Aquesta simetria del món exterior té una gran facilitat per a convertir el primitiu grau d'atzar en una nova situació que pot arribar al 99%-1%; o fins a la certesa absoluta per a una de les alternatives. Són casos d'autèntica transició entre l'atzar i el determinisme. Per aquesta raó, jo crec que no hem de capficar-nos a contraposar el concepte d'atzar amb el concepte de necessitat. En alguns casos la transició dels uns als altres és vertaderament contínua. Jo fins i tot diria que la matèria és especialment sensible en aquest aspecte.

(ciència): —*Vegem l'aplicació a un cas concret. Per exemple, en el cas de la reacció de Belousov-Zhabotinsky, que és l'estructura dissipativa més coneguda.*

Ilya Prigogine: —D'acord. L'estructura en aquesta reacció consisteix en unes ones giratòries. Podem tenir una ona química girant cap a la dreta o cap a l'esquerra, però imaginem la presència d'un camp magnètic o electromagnètic amb una direcció privilegiada en l'espai. Aquest fet pot ser suficient per a seleccionar una d'aquestes dues formes d'una manera pràcticament determinista. En l'equilibri, en canvi, aquesta selecció no

"Tenim una capsa dividida en dues meitats per una paret en la qual s'han fet dues obertures perfectament simètriques. En el centre d'un dels recintes posem un formiguer, i en el centre de l'altre, aliment (per exemple una gota ensucrada)."



es pot ni plantejar. En hidrodinàmica tenim molts altres efectes. Recentment s'han fet moltes experiències (en particular Berger, a París) que demostren que en realitat les estructures que poden aparèixer són moltes i com el triomf final d'aquestes estructures depèn de detalls insignificants (la forma del recipient, les impureses presents, el procediment de refrigeració, etc.). Vegem, llavors, i això és interessant, una explicació per a la riquesa que mostra la natura: l'atzar proporciona una gran diversitat de formes que després són seleccionades bé pel propi atzar o bé per aquests petits defectes o asimetries. Si això és cert, per què és tan interessant? Doncs, per exemple, perquè els fenòmens químics són fenòmens escalars i val la pena preguntar-se si aquests fenòmens no hauran gravat d'alguna manera, en el seu interior, el record de les condicions planetàries o còsmiques en les quals es varen formar. Existeixen algunes estructures, cristalls, per exemple, que semblen conservar la seva història, que no deixen escapar el seu passat. Es tracta en definitiva del concepte de memòria.

(ciència): —Crec que aquests tipus de situacions s'han observat en nivells d'organització molt superiors. Per exemple, en problemes d'etologia animal. Es tracta d'especulacions

teòriques o bé n'existeixen també evidències experimentals?

Ilya Prigogine: —Efectivament. Nosaltres treballem aquí amb un grup interessat en l'estudi del comportament dels insectes socials. El cas més simple i a la vegada més divertit correspon a les formigues. Com se sap, aquests insectes graven autèntiques pistes en el terreny per a organitzar els seus desplaçaments. Imaginem la següent experiència: Tenim una capsa dividida en dues meitats per una paret en la qual s'han fet dues obertures perfectament simètriques. En el centre d'un dels recintes posem un formiguer i en el centre de l'altre, aliment (per exemple, una gota d'aigua ensucrada). La nostra observació consistirà a estudiar la probabilitat d'utilitzar una porta o l'altra en funció del nombre de formigues que hi passen. Les primeres proves realitzades semblen indicar que quan la colònia no és gaire gran, aquesta probabilitat és 1/2. La situació és simètrica. I, com és ben conegut, cada vegada que passa una formiga, deixa un missatge que encoratja les altres a seguir el mateix camí. Resulta que a partir de cert punt (per un nombre suficientment gran de formigues) una de les pistes tindrà una circulació més gran. Es tracta d'una bifurcació en la qual l'atzar juga un paper dominant. La simetria inicial del sistema s'ha trencat inespera-

dament. Aquí és important assenyalar que si el sistema no hagués estat simètric inicialment, totes les formigues passarien directament per la porta més favorable. Aquest és, en definitiva, un altre exemple d'una transició atzar-determinisme.

La teoria de les catàstrofes i la sinèrgica

(ciència): —Existeixen com a mínim dues disciplines científiques modernes que semblen voler descriure també aquest tipus d'estructures: La teoria de catàstrofes, creada per Thom, i l'anomenada "sinèrgica", desenvolupada per Haken. Com valoreu aquestes aportacions?

Ilya Prigogine: —Crec que la teoria de catàstrofes és un cas particular de la teoria de bifurcacions. Es tracta d'un cas descrit per equacions diferencials que deriven d'un potencial; però, en opinió meua, aquests són uns casos molt estranys en la natura. Precisament els exemples que acabem de comentar (les reaccions de Belousov-Zhabotinsky, el dels insectes...) no compleixen aquestes hipòtesis. La teoria de catàstrofes és una teoria interessant però limitada. A més, penso que és limitada perquè prescindeix de l'existència de fluctuacions susceptibles de deformar els potencials. En relació amb la sinèrgica, per mi es tracta tan sols d'una paraula. Una paraula que significa la col·laboració de diferents aspectes per donar lloc a un fenomen. El cas de les formigues, per exemple, és un cas de sinèrgica. A Haken li sembla bé una nomenclatura diferent. Jo no sé si això és una gran aportació.

(ciència): —Fins aquí la vostra visió de l'atzar a nivell macroscòpic. Abans heu fet menció d'altres dos nivells...

Ilya Prigogine: —Sí. Centrem la nostra atenció en la proximitat d'un punt de bifurcació. Què passa en aquesta situació crítica? Es tracta, en el fons, de la dualitat bifurcació-fluctuació. El nostre equip ha pogut comprovar —especialment Ni-

"En resum, penso que l'atzar i el determinisme tan sols es fan compatibles si el concepte d'observar una trajectòria individual és portat a la seva idealització límit."

colis i Mansur— la inviabilitat de les grans lleis probabilístiques en aquests punts on, a més a més, es produeixen grans fluctuacions. Em refereixo a lleis com la dels grans nombres o la del teorema central límit. No podem preveure el que succeirà després de la bifurcació. Jo m'atreiria a considerar això com un gran descobriment, perquè el concepte de decisió o de comportament individual perd sentit. La col·lectivitat no es pot descompondre en les seves parts. Vegem un exemple senzill per a il·lustrar aquest aspecte: La circulació sobre el pont que connecta Brooklin amb Manhattan. Podem considerar el nombre de gent que travessa el pont, un nombre que, és clar, fluctuarà. La llei dels grans nombres funciona ja que el senyor X ha decidit anar a Manhattan, el senyor Y també, el senyor Z a Brooklin, etc. però aquestes decisions no estan correlacionades, són independents. En canvi, sense les lleis gaussianes la correlació existeix. Al meu entendre, això significa una nova definició de coherència estadística.

(ciència): —Això sembla important des del punt de vista de la relació individu-societat.

Ilya Prigogine: —I tant! Aquests conceptes ens poden ajudar a definir, per exemple, el que significa una societat, amb un objectiu comú, que desenvolupa una activitat cooperativa.

(ciència): —Ens queda encara l'atzar en el seu nivell fonamental.

Ilya Prigogine: —Aquest és necessàriament el més important. Es tracta del significat de l'atzar en la mecànica estadística i en la mecànica quàntica. Els darrers progressos en aquestes teories han posat de manifest que tampoc aquí no existeix oposició entre les descripcions determinista i estadística. El mateix concepte de trajectòria clàssica admet, per a la seva evolució temporal, un tractament estocàstic si assolix un grau suficient d'instabilitat. En resum, penso que l'atzar i el determinisme tan sols es fan incompatibles si el concepte d'observar una trajectòria individual és portat a la

seva idealització límit.

La psicoanàlisi

(ciència): —Totes aquestes idees semblen enterrar definitivament la visió purament determinista de l'univers. Durant l'apogeu d'aquesta filosofia es desenvoluparen algunes teories científiques que encara conserven el seu mecanicisme. Em refereixo, en concret, a la psicoanàlisi, una doctrina que dona gran importància a les condicions inicials i a certes lleis d'evolució, però que en dona molt poca a la interacció del sistema amb el seu entorn. En opinió vostra, val la pena una revisió d'aquestes doctrines a la llum dels nous suggeriments de la física?

Ilya Prigogine: —Bé, he de confessar que no he seguit de prop l'evolució recent de la psicoanàlisi. Però crec, de tota manera, que existeix un moviment en psiquiatria amb un esperit proper als nostres suggeriments. Em refereixo a les teràpies de grup, a les teràpies familiars. Crec que, en aquest aspecte, es pot fer una analogia interessant. Es pot considerar la família o el grup com un conjunt no lineal en el qual cada membre juga un paper diferent. La família té una certa tendència a l'homeostasi. S'hi instal·len diverses funcions: el pare, la mare, els oncles... Les fluctuacions tenen lloc, però en general retornen: la tendència és perpetuar l'estructura familiar. La teràpia familiar es fa necessària quan aquesta estructura perjudica un dels seus membres. La idea consisteix a crear una nova fluctuació que arrossegui la família cap a una altra bifurcació. No es pot demanar una aplicació més directa.

I tornant a la psicoanàlisi, jo no m'atreiria a posar en dubte la seva eficàcia, però considero que l'efecte de les condicions inicials s'ha de valorar amb diferents graus i penso també que hi ha una part important de renovació i d'influència de l'evolució de les condicions ambientals.

(ciència): —Considereu que el temps en la

teoria de bifurcacions introdueix un nou concepte d'història en la física?

Ilya Prigogine: —Sí, es tracta de l'efecte de memòria que fins ara quedava reservat a disciplines com les socials, les culturals, la història, etc. I viceversa, les noves idees de la física permeten una nova comprensió d'aquests fenòmens. Per exemple, es diu que els sistemes polítics tenen una certa memòria, que sempre es poden explicar sobre precedents molt més antics. Pensem en el renaixement de certs nacionalismes que creiem desapareguts. Sembla un esquema de bifurcacions que persisteix malgrat que de vegades queden temporalment enfosquides.

Les visions pessimistes a partir de la termodinàmica

(ciència): —Darrerament s'observa una tendència a utilitzar la ciència per a vendre idees polítiques, socials o econòmiques. La nova esquerra americana, per exemple, ven pessimisme amb el segon principi de la termodinàmica. Penso en Jeremy Rifkin i el seu llibre *Entropy*. Quina és la vostra opinió en aquest respecte?

Ilya Prigogine: —Es tracta d'un abús del llenguatge. Acabo de fullejar aquest text i, en opinió meua, utilitza arguments massa simplificats. L'entropia és una magnitud molt més complicada del que considera Rifkin. Es tracta de la visió clàssica que il·lustra una degradació inevitable. La nostra idea és precisament el contrari: la irreversibilitat pot ser una font contínua de noves estructures. Aquest fet ha de servir com a mínim per a treure'ns la por tradicionalment associada al segon principi. Pensem que el segon principi es basa en un fet molt simple: la distinció entre fenòmens irreversibles i fenòmens reversibles. Cal tenir en compte que els processos irreversibles són molt menys influenciables, és a dir, costa molt més obligar-los a seguir una direcció determinada. Un cas típic és la conducció de calor, regida per la llei de Fourier. Una diferència de temperatures



dóna lloc al pas de calor en la direcció calent a fred. Si deixem lliure el sistema, el flux de calor farà desaparèixer la diferència de temperatures de manera que es pot dir que el sistema assoleix l'equilibri oblidant-se de les seves condicions inicials. Però la irreversibilitat no sempre actua així. Ja hem comentat abans que en moltes ocasions fabrica precisament estructures noves. Dit d'una altra manera, no tots els processos espontanis són de degradació. Això tan sols succeeix si aïllem els sistemes de la resta de l'univers. Llavors, no veig com es pot sostenir termodinàmicament el pessimisme de Rifkin. La vida en la Terra és possible gràcies a la radiació que rep de l'exterior.

(ciència): *—Rifkin també és conscient d'aquest segon aspecte de la irreversibilitat, i la seva objecció consisteix, precisament, a assenyalar que qualsevol estructures hagués en un sistema es realitza provocant una degradació en el seu entorn. I això també succeeix cada cop que es forma una estructura dissipativa, oi?*

Ilya Prigogine: —Sí, estic d'acord, però això ens porta al problema còsmic, però el problema còsmic en una escala temporal enorme, comparada a la durada de l'espècie humana. Preocupar-nos llavors pel desordre universal que causa la vida en el planeta Terra em sembla quelcom sense sentit. Afirmar que l'herba que avui plantem és herba que demà ens faltará em sembla pur deliri. La posició que totes les nostres accions d'avui són hipotèques del futur em sembla una aberració. Pensem, per exemple, en les fonts d'energia. Si aconseguim controlar la fissió nuclear, podrem fertilitzar grans terrenys que avui són estèrils. La nostra conclusió, en aquest sentit, és que hem de comprometre noves fluctuacions, que són les que determinaran el nostre destí.

Els límits de la utilització de l'energia

(ciència): *—L'energia, per vós, es pot utilitzar sense límit?*

Ilya Prigogine: —Jo no en veig cap, de límit. La fusió nuclear resoldrà definitivament el problema de l'energia. I, si em permeten m'agradaria insistir en la nova posició que suggereix l'ordre per fluctuacions. La clàssica visió del segon principi era l'expressió del destí, de la degradació. Avui les fluctuacions ens suggereixen la visió oposada. El segon principi obre les portes del futur, és l'expressió de l'esperança. Un exemple que m'agrada molt citar és el del clima. El clima era, antigament, l'expressió del destí: tan sols hi ha un clima possible determinat per la radiació que ens arriba del Sol. En canvi, avui veiem el clima com un resultat molt complex de la interacció planetària amb la radiació. Es tracta d'un sistema altament no lineal que ofereix una gran col·lecció de possibles solucions. Han existit moltíssimes catàstrofes climàtiques, és veritat, i n'hi continuaran havent. Però fins aquesta circumstància té avui per a nosaltres una significació d'esperança, en el sentit que existeix la possibilitat d'actuar sobre el clima. Armats dels suficients coneixements de física i matemàtiques potser podrem aconseguir un clima millor per a l'enorme població que habitarà el planeta el segle XXI. Considero que aquesta és una de les grans qüestions actuals. Aquí tenim, en el nostre grup, una secció dedicada a aquest problema. Cal tenir en compte que existeix un perill molt gran: el progressiu refredament de la Terra. El caràcter progressiu d'aquest refredament es deu al fet que l'avanç de les neus provoca una més gran reflexió de la radiació solar. I existeix, per altra banda, la progressiva degradació del sol (formació de deserts). Penso que el nostre deure és aturar aquesta evolució. Per mi, l'ecologia no és solament la conservació de la natura, és acció sobre la natura. Pensem que a la Xina no hi ha sinó un set per cent de la superfície del sol dedicat a l'agricultura. És una situació absolutament miserable. El nostre esforç s'ha de centrar a trobar els recursos energètics que necessitem. Que no em parlin de posicions fatalistes inspirades en el segon principi. Aquesta

és la solució de plegar-se de mans, i ningú no pot fer una cosa així emparant-se en el segon principi.

La nova aliança de les dues cultures

(ciència): *—L'ordre per fluctuacions, suggereix també models socials?*

Ilya Prigogine: —Sí, és evident que suggereix un model amb molts actors. Uns actuen d'una forma i els altres d'una altra. Però la societat progressa sobre una dialèctica continua entre l'individu i la col·lectivitat. Un altre aspecte de les noves idees és el distanciament del concepte clàssic d'utilitat. La gent no optimitza. La idea que cada individu es dedica a optimitzar qui sap quines funcions (aquest és l'esperit de la teoria de les catàstrofes) em sembla una idea massa simplificada.

(ciència): *—Aquestes noves teories conviden a una reconciliació de l'home amb la naturalesa. És el que vós en dieu "la nova aliança". En què consisteix?*

Ilya Prigogine: —La visió clàssica de l'univers semblava oposar l'home amb la naturalesa. Però avui ens adonem que aquesta polarització del temps es troba a tots els nivells de la natura. És evident en el cas de l'home. Pensem, per exemple, en el cas de la bioquímica del metabolisme. Existeixen fenòmens d'aquesta disciplina que no s'expliquen si els bacteris no estan orientats en el temps. Els seus moviments estan dirigits en la direcció de màxima probabilitat de nutrició. Ve't aquí un exemple simple de la biologia que exhibeix direccions privilegiades en el temps. La radiació del cos negre en física mostra també com el problema evolutiu forma part de la pròpia constitució de la matèria. Avui compremem la matèria dins el context de l'evolució de l'univers. Vull dir amb tot això que el problema de la polarització del temps ja ha deixat de ser una qüestió exclusivament humana. Avui podem parlar d'una certa unitat: la realitat de la vida està lligada a la de la matèria i la de la matèria

"I, amb això, la ciència es torna menys transparent, però al mateix temps s'acosta a la literatura, a les arts... I diria encara més: perdent transparència, la ciència guanya en misteri i capacitat de meravellar-nos. Som capaços, de nou, de sorprendre'ns."

a la realitat de l'evolució cosmològica.

(ciència): *-No estem pas tan sols, com deia Monod...*

Ilya Prigogine: -No, no ho estem. I hi ha un aspecte apassionant en el qual intento treballar quan tinc temps, que no és gaire. Avui existeixen, curiosament, dos principis evolutius en física. Un és l'expressat pel segon principi i l'altre per la relativitat general, és a dir, l'evolució cosmològica. I per mi dos principis són massa. Penso que cal trobar una relació més estreta entre el segon principi de la termodinàmica i la cosmologia, entre l'entropia i la gravitació. Un aspecte molt interessant d'aquest tema: la teoria de l'evolució de l'univers es basa en la idea cosmològica que l'univers és isòtrop i homogeni. La imatge d'un univers en expansió és conseqüència directa d'aquesta hipòtesi. Però hom pot preguntar-se, fins a quin punt aquestes propietats de l'univers no són conseqüència del segon principi? Ningú no es planteja aquesta pregunta i, per això, l'evolució cosmològica sembla sorgir gairebé del no-res. Jo sento la necessitat de disposar d'una teoria general de la relativitat capaç de partir d'un univers anisòtrop. Potser arribaria a explicar aquestes propietats inicials de l'univers a través de la irreversibilitat. Això ens donarà una descripció de l'univers més complexa però també més completa: en l'àmbit de la biosfera, a nivell cosmològic, etc... L'univers és com una enorme orquestra amb un nombre enorme de veus, amb un nombre enorme de ritmes, i dira, fins i tot, amb un nombre enorme d'eternitats. Penso que arribarem a comprendre també les relacions que existeixen entre totes aquestes jerarquies.

(ciència): *-Tornant al que us preguntava abans, persisteix l'antiga dicotomia entre el temps humà, el temps de la cultura i el temps que fa servir la física?*

Ilya Prigogine: -Jo crec que avui desappareix. I per diverses raons. He insistit molt en una d'elles, sobretot en el meu llibre *La nouvelle Alliance*. La cultura

literària està inevitablement orientada en el temps. El temps és l'element existencial fonamental. La nostra experiència fonamental consisteix en el que hem viscut. Aquesta és la base de tots els grans mites, de les grans obres d'art; considerem, per exemple, l'*Iliada* i el problema del destí. Com hem de sobreviure en la memòria dels homes després de la mort física? És el problema d'Aquil·les que accepta la mort en la joventut per accedir a l'eternitat de la memòria. El temps és, en fi, la nostra experiència fonamental, l'experiència que el temps és un paràmetre immanipulable, el mateix que passa en els processos sobre els quals hem estat parlant. Una gran part de l'esforç intel·lectual de l'home s'ha invertit a alliberar-nos d'aquesta sensació. La ciència clàssica ha estat per a molts una mena d'escut protector contra el temps, ja que en una concepció estricta de casualitat, en el sentit clàssic de la paraula, el futur i el passat ja estan continguts en el present i, per tant, el temps és una il·lusió meravellosa davant els problemes existencials de la vida quotidiana. Aquesta era la posició d'Einstein i penso que anava molt lluny en aquest sentit. Per ell la ciència era el que ens permetria superar l'experiència existencialista: la crueltat arbitrària, la misèria, les guerres, el racisme. Per alguns sociòlegs francesos l'home civilitzat no hauria de sorprendre's de cap esdeveniment ja que tots són atrapats per les lleis del determinisme universal. Aquest és, en definitiva, el mite occidental de la raó triomfant. La meua opinió és que aquest univers de la raó d'Einstein i de Spinoza s'està enfonsant. I, amb això, la ciència es torna menys transparent, però al mateix temps s'acosta a la literatura, a les arts... I diria encara més: perdent transparència, la ciència guanya en misteri i en capacitat de meravellar-nos. Som capaços, de nou, de sorprendre'ns. Per exemple de la cosmologia, del comportament dels insectes... Penso que hi ha una gran riquesa en aquest retorn a la pregunta, a la sorpresa. Això situa de nou els científics prop dels creadors d'art i literatura. Les

preguntes no són les mateixes ja que nosaltres busquem conceptes i descripcions, però crec de tota manera en una aproximació progressiva.

Diguem que el temps clàssic era el temps de la comunicació, el temps que la física newtoniana representava gràcies al fet que els senyals podien viatjar a velocitat infinita, un temps instantani. Aquest temps, encara que modificat per Einstein, era incompatible amb el temps de la literatura, com el temps de Bergson, el temps dels existencialistes. Aquest darrer era un concepte de temps intern, molt ric qualitativament, irreductible al temps de la comunicació. La física moderna ofereix precisament la possibilitat d'una reconciliació. Això és el que jo anomeno "la nova aliança". Per mi això significa la retrobada de les dues cultures. Aquest nou concepte de temps en física pot jugar un paper molt important en els propers anys.

(ciència): *-Quina opinió teniu de la termodinàmica relativista? Existeixen progressos reals en aquest camp?*

Ilya Prigogine: -Per mi la termodinàmica relativista pràcticament no existeix. Segons la meua opinió es tracta d'una disciplina difícilment connectable amb l'experiència.

(ciència): *-En aquest camp se sol raonar sobre experiències imaginàries...*

Ilya Prigogine: -Sí, però de moment hi ha més imaginació que experiència... Hi ha una gran confusió. Els textos clàssics (Landau-Lifshitz, o Weinberg) són plens d'ambigüitats: en la definició mateixa de calor, en la de potencial químic... Per exemple, una pregunta: el potencial químic, depèn de la curvatura de l'espai? La teoria actual diu que no. I jo crec que els arguments no són del tot convincents. I la qüestió és molt més important del que sembla, perquè si aquesta dependència existís, l'equilibri matèria-radiació en les primeres fases de l'univers seria molt diferent. Ve't aquí de nou una qüestió que afecta la cosmologia i el segon principi.