

HOIMAR VON DITFURTH
NA POCZĄTKU BYŁ WODÓR
(Im Anfang war der Wasserstoff / wyd. oryg. 1972)



Inne książki autora wydane w Polsce:

Dzieci wszechświata
Nie tylko z tego świata jesteśmy
Duch nie spadł z nieba
Pozwólcie nam zasadzić jabłonkę
Dziedzictwo człowieka z neandertalu

SPIS TREŚCI:

Przedmowa - Maciej Iłowiecki

WSTĘP. Nowa perspektywa

CZĘŚĆ PIERWSZA: OD PRAWYBUCHU DO POWSTANIA ZIEMI

1. A jednak był początek
2. Nasze miejsce przy Słońcu
3. Ewolucja atmosfery

CZĘŚĆ DRUGA: POWSTANIE ŻYCIA

4. Czy życie spadło z nieba?
5. Elementy budulcowe życia
6. W sposób przyrodzony czy nadprzyrodzony?
7. Żywe cząsteczki
8. Pierwsza komórka i plan jej budowy
9. Wiadomości o jaszczurze
10. Życie – przypadek czy konieczność?

CZĘŚĆ TRZECIA: OD POWSTANIA PIERWSZEJ KOMÓRKI DO PODBOJU
LĄDU

11. Małe zielone niewolniki

12. Kooperacja na poziomie komórkowym

13. Przystosowanie przez przypadek?

14. Ewolucja w laboratorium

15. Rozum bez mózgu

16. Skok do wielokomórkowości

17. Wyjście z wody

CZĘŚĆ CZWARTA: JAK POWSTAŁA CIEPŁOKRWISTOŚĆ I
"ŚWIADOMOŚĆ"

18. Cicha noc jaszczurów

19. Program z epoki kamiennej

20. Od wszystkich mózgów starsze

CZĘŚĆ PIĄTA: HISTORIA PRZYSZŁOŚCI

21. Na drodze do świadomości galaktycznej

Ilustracje na wkładkach

Przypisy

PRZEDMOWA

Hoimar von Ditfurth znowu powraca do idei, której poświęcił swą poprzednią książkę¹: ludzie są dziećmi Wszechświata – bo cały "Wszechświat był niezbędny, aby nas stworzyć i utrzymać".

W tamtej książce zwiedzaliśmy razem z autorem przestrzenie kosmiczne, badaliśmy strukturę Układu Słonecznego, gwiazd i galaktyk. Podróż pozwoliła nam poznać najściślejszą współzależność niezliczonych zjawisk w Kosmosie, odkryć, że sami jesteśmy tylko cząstką nadzwyczaj jednolitej całości. Owa całość mogłaby wprawdzie istnieć bez nas – ale bez niej nasza egzystencja byłaby niemożliwa.

Teraz oczekuje nas podróż w czasie bodaj bardziej niezwykła i bardziej obfitująca w dziwne odkrycia. Jej celem ma być zrozumienie i przyjęcie najważniejszego wniosku, że "historia świata przebiegała tak spójnie i logicznie, iż każdy następny krok wywodził się nieuchronnie z poprzedzającego, od obłoków wodorowych prapoczątku zaczynając, a kończąc na powstaniu naszej świadomości..." (s. 257). Na początku był wodór, najprostszy ze wszystkich pierwiastków. I oto dzięki prawom natury, działającym przez niewiarygodnie długi czas – ale przecież skończony, w niewyobrażalnych przestrzeniach – ale również wymiernych, powstało wszystko, co nas dziś otacza, i my sami, byty, które uzyskały świadomość własnego istnienia. Rozwój ten był logiczny i konieczny, skoro już się zaczął; trwa zresztą nadal, by doprowadzić – być może – do jakiejś wspólnoty kosmicznych inteligencji.

Trzeba przyznać, iż Ditfurth zdążył do takich wniosków z niesłychaną precyzją i logiką. Jest jednym z najlepszych przewodników podróży w nieznaną. Potrafi prowadzić tak prostymi drogami w labiryncie współczesnej wiedzy, iż cel – uchwycenie jakiegoś sensu wszechrzeczy – wydaje się bliski i niezbyt trudny do osiągnięcia. Konstruuje wywód tak pięknie i przekonująco, że z największą łatwością przyjmujemy tezy tej zadziwiającej książki za swoje własne. Powiedzmy sobie szczerze: Ditfurth trafia na podatny grunt. Jego wywody i konkluzje wychodzą naprzeciw najpowszechniejszym i najpowszedniejszym nadziejom, jakie większość ludzi żywi wobec nauki. Przecież oczekujemy, że nauka odpowie na niektóre przynajmniej pytania fundamentalne, dotyczące naszego życia, że nada sens i cel procesom, które zdają się bezsensowne i bezcelowe.

Zadaniem nauki jest jednak poszukiwanie tak zwanych obiektywnych prawdy, nie zaś rozpraszenie naszych rozterek. Co naturalnie nie oznacza, iż stwierdzenia nauki nie mogą być pomocne w rozwiązywaniu kwestii natury pozanaukowej, na przykład w szukaniu odpowiedzi na pytanie "po co?".

Zmierzam do tego, żeby ostrzec Czytelnika: urzekające logiką wnioski Ditfurtha oparte są na przesłankach naukowych, ale czasami wykraczają poza sferę, którą dzisiejsze nauki ściśle uznają za swój teren. Fundamenty są trwałe (choć, jak zobaczymy dalej, i w nich poczynają się rysować jakieś pęknięcia) – wszakże na takich fundamentach można budować różne konstrukcje.

Być może, przedstawiona w tej książce wizja świata jest prawdziwa. Na razie jednak możemy się tylko spierać, czy jest mniej, czy bardziej prawdopodobna.

Ditfurth wprowadza nas na szlaki, którymi od najdawniejszych czasów krążyła myśl ludzka: zaczyna od poszukiwań prapoczątku i pramaterii.

Anaksymander z Miletu, Grek żyjący w VI wieku przed naszą erą, uważany jest za twórcę pojęcia "arche" – zarazem początku i głównej zasady wszechrzeczy. Pojęcie zaś pierwotnej materii, z której miało ukształtować się wszystko – "ylem" – przewija się przez całą historię filozofii przyrody. Zresztą we wszystkich starożytnych kosmogoniach, również spoza kręgu śródziemnomorskiego, występuje zwykle jakaś jedna przasada, różnie ujmowana, ale mająca wyjaśniać istnienie Wszechświata i wypełniających go bytów. Szukanie początków, rzeczy najpierwotniejszych, jest zapewne istotną właściwością umysłu ludzkiego i tym samym naszą trwałą potrzebą.

Tak się składa, że współczesna kosmologia w pewnym zakresie potwierdza koncepcje zrodzone kiedyś z rozmyślań nad przyrodą. W każdym razie z przyjmowanego dziś wyjaśnienia zjawiska "przesunięcia ku czerwieni" (dokładnie i jasno przedstawi je dalej Ditfurth) wynika wniosek, iż znany nam Wszechświat musiał "zacząć się" – i nawet można obliczyć, jak dawno nastąpił ów początek. Pewne obserwowane przez astronomów procesy w połączeniu z analizami teoretycznymi wskazują zgodnie, iż wszystko zaczęło się przed trzynastoma-piętnastoma miliardami lat Notabene, ostatnio

wysunięto hipotezę, iż jeszcze wcześniej – przed dwudziestoma miliardami lat! Wszakże oceny ilościowe mogą się zmieniać, istotą rzeczy jest zaś fakt, że nasz świat miał w ogóle początek.

Co było na początku? Hoimar von Ditfurth przedstawia najpowszechniej dziś przyjętą teorię "wielkiego wybuchu" (ang. Big-Bang theory): obecnie istniejący Wszechświat powstał wskutek gigantycznej eksplozji i dotychczas się rozszerza. Nie próbujmy pytać o cokolwiek więcej. Specjaliści, którzy nie zechcą opuścić stałego gruntu nauk ścisłych, odpowiedzą tylko tyle: na początku był wybuch, ale nie wiemy, czego to był wybuch i dlaczego nastąpił – i, być może, nigdy nie będziemy tego wiedzieli. "Zamiast pytać o przyczynę Wszechświata uczonego pyta o przyczynę obecnego stadium Wszechświata" – napisał swego czasu filozof Hans Reichenbach.³ Tak więc nasze pytania o to, co było przedtem i dlaczego się wszystko zaczęło, współcześni uczeni uznają za "niesensowne", najwyżej dodadzą coś jeszcze bardziej niezwykłego: w "chwili początkowej" (albo "chwili zero") nie istniał ani czas, ani przestrzeń i nie obowiązywały znane nam prawa przyrody, nic więc dziwnego, że nie możemy sensownie rozważać tego stanu. A nadto Wszechświat nie rozszerza się "w przestrzeni" – to sama przestrzeń się rozszerza...

Nie jest zresztą wykluczone, że po długim czasie rozszerzania nastąpi coś w rodzaju "wielkiego kurczenia", przestrzeń wraz z materią powrócą do "osobliwości początkowej", by znowu wybuchnąć... i tak dalej i dalej. Byłby to model Wszechświata cyklicznego (albo oscylującego), być może nawet dla ludzkich umysłów łatwiejszy do przyjęcia – ale ten ostatni взгляд, naturalnie, nie może być powodem wybrania tego właśnie modelu spośród innych.

Na razie pozostaje nam oczekiwać na odkrycie dalszych faktów weryfikujących – to znaczy potwierdzających albo podważających daną teorię. W tej sytuacji jest i tak godne najwyższego podziwu, iż nauka potrafi z dużym prawdopodobieństwem określić, co działo się zaraz po rozpoczęciu "naszego" wybuchu (przy założeniu, że wydarzenie to rzeczywiście nastąpiło). Kiedy więc od początku upłynęły zaledwie tysięczne części sekundy – zaczęły się pojawiać przeróżne elementarne cząstki i antycząstki materii. W następnych tysięcznych owej pierwszej sekundy powstały jądra helu i wodoru. Po upływie kolejnej chwili tworzyły się głównie atomy wodoru – i tak już miało się dziać przez dłuższy czas. Dopiero dużo, dużo później z wodoru zaczęły się tworzyć pozostałe pierwiastki, a z nich – wszystko, co dziś mieści się w Kosmosie, razem z nami oczywiście.

Na początku był więc wodór i historia Wszechświata jest zarazem "naturalną historią wodoru".

Wszystko pięknie, ale Ditfurth tak prowadzi swój wywód, jakby teoria wybuchającego Wszechświata była zweryfikowana ostatecznie. Jest to rzeczywiście teoria najlepiej tłumacząca liczne zaobserwowane fakty, więcej, potwierdzona nawet przez odkrycie przewidywanego przez nią zjawiska – promieniowania resztkowego (tj. promieniowania pozostałego po wybuchu). To bardzo dużo, nie można nawet więcej wymagać od teorii, wszakże... zaczęły już pojawiać się pewne kłopotliwe trudności.

Koronnym obserwacyjnym dowodem rozszerzania się Wszechświata jest "przesunięcie ku czerwieni". Od pięćdziesięciu lat tłumaczy się to zjawisko właśnie ucieczką galaktyk i w istocie nie ma na razie lepszego tłumaczenia. Trzeba przecież dodać (o czym nie mógł jeszcze wiedzieć Ditfurth w czasie pisania tej książki), że na sympozjum Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Paryżu w roku 1976 grupa wybitnych kosmologów przedstawiła 21 argumentów, przemawiających na rzecz innego wyjaśnienia. Znany fizyk szwedzki Hannes Alfvén (laureat nagrody Nobla z roku 1970) posunął się nawet do stwierdzenia, że teoria "wielkiego wybuchu" "jest tylko wspaniałym mitem". Istnieje też ciekawa hipoteza niedawno zmarłego wybitnego polskiego elektronika Stanisława Bellerta: "przesunięcie ku czerwieni" jest wynikiem pewnych właściwości samej przestrzeni, nie zaś efektem ucieczki galaktyk.

Nie mogą tu przedstawiać nowych argumentów ani tym bardziej oceniać ich prawomocności (dodam, że spotkały się z silnym oporem zwolenników teorii klasycznej). Niemniej Czytelnik tej książki powinien sobie zdawać sprawę z pewnej możliwości. Otóż, gdyby jednak udowodniono, że "przesunięcie ku czerwieni" nie jest wywołane ucieczką galaktyk (czyli rozszerzaniem się Wszechświata), całą kosmologię trzeba by budować na nowo, a być może oznaczałoby to również rewolucję w fizyce. Co ciekawe, sam odkrywca "przesunięcia", Edwin Hubble, nie wykluczał takiej możliwości, był bowiem prawdziwie wielkim uczonym.

Na razie – powtarzam – teoria "wielkiego wybuchu" dalej święci triumfy, nie wykluczone, że poradzi sobie w końcu z argumentami przeciwników. Możemy więc spokojnie kontynuować z Ditfurthem naszą podróż w czasie.

Oto długa ewolucja pierwotnych obłoków wodoru doprowadziła między innymi do ukształtowania

się u krańców Galaktyki – Układu Słonecznego i Ziemi. Spośród trzydziestu teorii wyjaśniających, jak to się stało, Dittfurth przedstawia dwie najpowszechniej dziś przyjmowane. Dla porządku wspomnę, że w roku 1977 pojawiły się dwie nowe hipotezy. Amerykanie Wil-liam Herbst i George Assousa (Carnegie Institution w Waszyngtonie) dowodzą, iż układy planetarne we Wszechświecie mogą być efektem wybuchów gwiazd supernowych w obłokach materii kosmicznej. Jeśli hipoteza powyższa zyska potwierdzenie, wesprze chyba koncepcję o wielości układów planetarnych, a tym samym i myśl Dittfurtha: nasz układ jest obiektem raczej typowym, zatem nie powinien się niczym specjalnym wyróżniać w Kosmosie.

Anglik Michael Woolfson powraca natomiast do starej i – zdawało się – całkowicie już przekreślonej koncepcji swego rodaka Jamesa Jeansa. Woolfson opublikował pewne nowe dane, wskazujące na możliwość katastrofy kosmicznej – nasze Słońce miałoby niegdyś "wyrwać pasmo materii" z przypadkiem blisko mijającej je "zimnej" gwiazdy (Jeans sądził, że smuga materii wyrwana została ze Słońca, nie zmienia to jednak istoty rzeczy). Z tego pasma powstały później planety. Zdaniem znawców, hipoteza powyższa dość dobrze tłumaczy pewne nie wyjaśnione dotąd osobliwości Układu Słonecznego. Znowu jednak wprowadza na arenę przypadek i wspiera przez to założenie, iż układy planetarne są rzadkością (bo przecież katastrofy kosmiczne nie mogą być regułą). Wówczas rzadkością w Kosmosie – niemal jakimś wybrykiem natury – musiałyby być również białkowe życie...

Rozumiemy, jak dużo znaczy wyjaśnienie przyczyny powstania i mechanizmu ewolucji Układu Słonecznego. Jest osobliwością współczesnej astronomii, iż w gruncie rzeczy jej stwierdzenia na temat całych galaktyk i najodleglejszych gwiazd są właściwie pełniejsze i pewniejsze niż wiedza o rozwoju najbliższych nam planet.

Zatem istnieje już Słońce, są planety i wśród nich – Ziemia. Pora na pojawienie się życia. Niezwykle sugestywnie pokazuje Dittfurth ewolucję materii martwej i powolne wyłanianie się życia. Odważnie i zręcznie brnie między rafami konieczności i przypadku...

Nie trzeba przypominać, że spór na temat roli przypadku (spór o charakter determinizmu w przyrodzie) toczy się od dawna i nie jest jednoznacznie rozstrzygnięty. "Wszechświat nie był brzemienno życiem, podobnie jak biosfera nie była brzemienno człowiekiem. Po prostu nasz numer wypadł w ruletce w Monte Carlo. Cóż w tym dziwnego, że podobnie jak ktoś komu udało się wygrać milion, odczuwamy niezwykłość naszej sytuacji" – napisał wybitny biolog francuski, laureat nagrody Nobla Jacques Monod.⁴ Jego zdaniem życie wprowadzić mogło się pojawić, ale bynajmniej nie musiało, więcej nawet – prawdopodobieństwo powstania życia było znikome, bliskie zeru. I stąd już wniosek: tak niezwykle, nieprawdopodobne zdarzenie mogło mieć miejsce najwyżej raz w ciągu miliardów lat trwającej historii Ziemi i zapewne raz tylko w całej historii Wszechświata.

Pogląd Monoda krytykowany jest przez wielu współczesnych biologów, również Dittfurth (jak wiemy, jest on profesorem neurologii, ma wykształcenie biologiczno-medyczne) rozwija koncepcję absolutnie odmienną: życie jest nieuniknioną konsekwencją ewolucji materii martwej i w związku z tym ma "uniwersalną siłę urzeczywistniania się" (s. 128). Skoro zaś tak, jest najpewniej rozpowszechnione w Kosmosie.

Monod z jednej strony, Dittfurth zaś z drugiej – reprezentują opinie dość skrajne. Pogląd Dittfurtha bliższy jest materializmowi dialektycznemu w tym sensie, iż uznaje w rozwoju materii obiektywną prawidłowość, nie absolutyzuje przypadku. Można wszakże odnieść wrażenie, iż w rozważaniach na temat ewolucji życia autor nie rozdziela wystarczająco wyraźnie pewnych odrębnych kwestii.

W pytaniu, czy pojawienie się życia jest efektem pewnego szczególnego zbiegu warunków, wydarzeń takich właśnie, jakie miały miejsce na Ziemi – zawarte jest założenie, iż życie nierozłącznie związane jest z formami białkowymi, znanymi nam z autopsji. Do takiego założenia uprawnia nas w pełni dzisiejsza wiedza, ale odpowiedź twierdząca na powyższe pytanie oznacza, iż sednem rzeczy staje się ocena ilościowa występowania we Wszechświecie układów planetarnych podobnych do Układu Słonecznego. Bowiem tylko w takich miejscach mogły się ewentualnie pojawić istoty białkowe.

Ale nasze pytanie możemy sformułować dużo ogólniej: czy powstanie życia jest zawsze koniecznym etapem samorzutnego komplikowania się struktur materialnych? Odpowiedź twierdząca oznacza w tym wypadku "większe możliwości" dla życia, bo "sposób jego istnienia" nie miałby zasadniczej wagi. Mogłyby istnieć formy życia absolutnie nam obce, niewyobrażalne i wobec tego nie moglibyśmy ograniczać ich obecności określonymi warunkami.

Otóż Dittfurth zdaje się odpowiadać twierdząco na oba pytania, ale "dowód prawdy" przeprowadza tylko dla odpowiedzi "tak" na pytanie pierwsze. Jest to zrozumiałe, bo weryfikacja drugiej hipotezy jest

nieporównanie trudniejsza.

Przy okazji więc tylko przypomnę: fizykochemik Ilya Prigogine (uczony belgijski pochodzenia rosyjskiego, laureat nagrody Nobla z roku 1977) przedstawił w roku 1971 "termodynamiczną teorię struktur", wedle której w odpowiednich warunkach tzw. układy otwarte samorzutnie wytwarzają bardziej skomplikowane nowe układy. Mówiąc prościej, Prigogine dowiódł, iż odpowiednio złożone struktury zgodnie z prawami fizyki muszą przekształcać się; w bardziej złożone, jeśli tylko spełnione zostaną pewne warunki w ich otoczeniu. Rozwój "w stronę złożoności" byłby więc niejako "obowiązkiem" materii. Być może, za wcześnie jeszcze na wyciąganie z termodynamicznej teorii struktur zbyt daleko idących wniosków. Niemniej może ona być pierwszym krokiem do tiznania odpowiedzi "tak" na nasze drugie pytanie za odpowiedź zgodną z rzeczywistością.

Na razie musimy się trzymać Ziemi – dosłownie i w przenośni. Nie odrzucając możliwości istnienia w Kosmosie zupełnie odmiennych form życia, wróćmy jeszcze do pytania o możliwość występowania poza naszym globem komórkowych istot białkowo-nukleinowych. Ditfurth sądzi, że Wszechświat jest właściwie pełen takich istot. Nauki przyrodnicze dostarczają różnych argumentów pośrednich za i przeciw. Na przykład bardzo rozbieżne są oceny liczby systemów planetarnych. Choćby byłoby dziwne i właściwie niezrozumiałe, gdyby Układ Słoneczny okazał się w Kosmosie wyjątkiem, to jednak bezpośrednich dowodów na istnienie licznych systemów planetarnych nauka jeszcze nie zdobyła. Trzeba też pamiętać o dość szczególnych cechach Ziemi jako planety. Z drugiej jednak strony niemal każdy miesiąc przynosi ostatnio odkrycia w dalekiej przestrzeni złożonych substancji biogenicznych (tj. takich, jakie na Ziemi służą do syntezy podstawowych cząsteczek układów biologicznych). W obłokach międzygwiazdowych rozpoznano już około czterdziestu substancji, m.in. wodą, amoniak, formaldehyd, hydrocjanyd, cianoacetylen, alkohol. W roku 1971 wykryto w obłokach kosmicznych związek pokrewny chlorofilowi i hemoglobinie, a w roku 1972 złożony węglowodan – celulozę, podstawowy składnik błon komórkowych ziemskich roślin! W meteorytach wykryto liczne związki węglowe, m.in. adeninę i gwaninę – ważne składniki substancji genetycznej DNA. Nie ma wprawdzie na razie żadnych dowodów, iż kosmiczne związki azotowo-węglowe mają coś wspólnego z żywymi organizmami, ale jest też pewne, że na Ziemi ewolucja życia korzystała z takich właśnie związków.

W roku 1977 dwaj uczeni brytyjscy, słynny kosmolog Fred Hoyle i nie mniej wybitny astronom Chandra Wickramasinghe, wystąpili z hipotezą, że zarodki życia krążą swobodnie we Wszechświecie i przenoszone są na ogromne odległości przez komety (powtórzenie starej teorii panspermii Svante Arrheniusa, jednak w postaci zmodyfikowanej i tym razem lepiej umotywowanej). Hoyle uważa, że organizmy z Kosmosu mogły przed miliardami lat zasiedlić Ziemię i przybrać znane nam formy. I nie tylko – inwazje obcych ustrojów na nasz glob miałyby zdarzać się wielokrotnie do dziś – większość ginie, niszczona natychmiast przez życie ziemskie, niektóre jednak... wywołują epidemie. (Taka była przyczyna – zdaniem Hoyle'a – m.in. wielu epidemii średniowiecznych.)

Najnowsza (nie zweryfikowana!) hipoteza Hoyle'a i Wickramasinghe'a wspiera zatem koncepcję Ditfurtha.

Z kolei wybitny genetyk radziecki Nikołaj Dubinin uważa, że ewolucja substancji martwych musiała wprawdzie przygotować podłoże dla rozwoju życia, ale istoty żyjące mogły pojawić się tylko jeden jedyny raz i tak właśnie zdarzyło się na Ziemi. Ewolucja życia nie jest automatycznym przedłużeniem ewolucji materii – musi ją zainicjować jakiś "zapłon" – szczególny czynnik (oczywiście natury materialnej), którego jeszcze nie znamy. Dubinin skłonny jest istnienie życia wiązać przede wszystkim z Ziemią i uznać to zjawisko za zdarzenie raczej przypadkowe, choć występujące w koniecznym ciągu zjawisk. Znakomity astronom radziecki Josif Szkłowski powiada wręcz: "aprioryczne prawdopodobieństwo powstania życia na jakiegokolwiek odpowiedniej ku temu planecie Galaktyki może być dowolnie małe".⁵

Zatem wśród twórców współczesnej nauki istnieją całkowicie różne zdania w kwestii życia we Wszechświecie, pasjonującej ludzi od czasów najdawniejszych.

U początków był wodór – ale ukoronowaniem ewolucji wodoru jest pojawienie się istot obdarzonych świadomością i inteligencją. Społeczności takich istot musi być we Wszechświecie dużo. Wobec tego następnym etapem rozwoju będzie połączenie wszystkich kultur Drogi Mlecznej "w jeden potężny galaktyczny nadorganizm, wyposażony w świadomość..." (s. 442). Owa "supergalaktyczna" świadomość musi być koniecznym efektem "tego wszystkiego, co się działo w minionych trzynastu miliardach lat" (s. 419).

Taka jest końcowa teza Ditfurtha, jej uzasadnieniu poświęca ostatni rozdział książki. Jest to niewątpliwie teza piękna i optymistyczna, wychodząca naprzeciw nadziei, którą żywi większość ludzi. Musimy sobie jednak zdawać sprawę, że tym razem autor zboczył ze szlaków wytyczonych przez

nauki ścisłe – wyprowadza nas na szeroki gościniec fantastyki naukowej. Chciałbym być dobrze zrozumiany: nigdy nie uważałem, że idee, pomysły czy wizje, zrodzone przez naukową fantazję, są niegodne zastanowienia. Przeciwnie – sądzę, że są źródłem ożywiającym umysł, wskazują perspektywy, których nauka instytucjonalna zwykle nie może, a czasem nie chce dostrzegać. Jednakże zawsze bardzo ważne jest ścisłe rozróżnienie granicy między obszarem zdobytym już przez naukę a rozległą krainą fantastyki naukowej.

"Nieświadomość kosmiczna" jest w ujęciu Ditfurtha pewną poetycką przenośnią – chodzi o nawiązanie fizycznej łączności z innymi cywilizacjami w Kosmosie. Taka stała łączność pozwoli wymienić doświadczenia, poglądy, informacje, przede wszystkim zaś – pozwoli zespolić możliwości intelektualne dla osiągnięcia postępu. Powyższa uwaga wydaje mi się potrzebna, ponieważ pojęcie zespolonej "nadświadomości", noosfery, występowało już w historii myśli ludzkiej. Najpełniej – w ujęciu idealistycznym – wyraził je w swym systemie filozoficznym w latach pięćdziesiątych Pierre Teilhard de Chardin, wybitny filozof i paleontolog. Ditfurthowi przecież – jak się zdaje – chodzi o coś innego, o pewną konkretną działalność istot świadomych, mającą na celu całkowite opanowanie Kosmosu, stworzenie "cywilizacji wszechgarniającej".

Na temat możliwości życia rozumnego we Wszechświecie pisze się ostatnio i mówi coraz więcej. Czytelnicy tej książki należą do pierwszego pokolenia ludzkości, które podjęło konkretne techniczne próby nawiązania łączności z obcymi, planuje odebranie i zrozumienie ich ewentualnych sygnałów. Przyszłość pokaże, czy są to próby bezowocne; nie ulega jednak wątpliwości, że sprawa ta ma dla nas znaczenie zupełnie wyjątkowe. Gdyby rzeczywiście udało się nawiązać kontakt z rozumnymi istotami spoza Ziemi, fakt ten musiałby w sposób istotny wpłynąć na całą przyszłą historię ludzkości.

Gdyby... Na razie, korzystając z możliwości, jakie mają autorzy wstępów, z których uwagami autorzy książek nie mogą dyskutować, spróbuję wykazać pewne słabe punkty w rozumowaniu Ditfurtha. Tak więc samo założenie wyjściowe, podawane tutaj bez zastrzeżeń – o powszechności w Kosmosie istot rozumnych – oparte jest na wciąż niepewnych podstawach. Nie mamy jeszcze pewności, czy poza Ziemią występuje życie w ogóle – cóż dopiero życie obdarzone świadomością. Nie znaleziono dotąd żadnych dowodów empirycznych, które chociażby pośrednio mogły zaświadczyć o istnieniu we Wszechświecie innych cywilizacji (mam na myśli dowody uznane przez współczesną naukę).

W gruncie rzeczy istnieje tylko jeden, główny argument za – i ciekawe, jest to argument bardzo dawno już wysuwany, przewijający się stale w historii rozważań na ten temat. Wydaje mi się bardzo istotny, bo sprzeciwia się geocentryzmowi i antropocentryzmowi. W III wieku przed naszą erą tak go sformułował epikurejczyk Metrodoros: "uważać Ziemię za jedyny zasiedlony świat w bezgranicznej przestrzeni byłoby nonsensem równie oczywistym, jak twierdzić, że na ogromnym zasianym polu mógłby wyrosnąć jeden kłos pszeniczny". A w XX wieku naszej ery sławny amerykański astronom Harlow Shapley pisał: "Liczby kosmiczne są dostatecznie wielkie, a czas kosmiczny wystarczająco długi na to, by nawet skrajnie rzadkie zjawiska zdarzały się powszechnie."⁶

Dla Szklowskiego, na którego opinię raz się już powoływałem, argumenty tego typu nie mają wielkiego znaczenia. W cytowanym artykule pisze: "Wniosek, że jesteśmy sami, jeśli nie w całym Wszechświecie, to przynajmniej w lokalnym systemie galaktyk, uzasadniony jest nie gorzej, lecz znacznie lepiej niż tradycyjna koncepcja wielości zamieszkałych światów." Josif Szklowski znany jest polskim Czytelnikom z wydanej u nas pięknej książki *Wszechświat, życie, myśl*⁷, poświęconej omówieniu problemów życia poza Ziemią. W pracy tej – jak pamiętamy – autor prowadził do nieuchronnego wniosku: prawdopodobieństwo istnienia bytów rozumnych we Wszechświecie, poza Ziemią, jest bardzo duże. Wydaje się ciekawe, iż ten uczyony, niegdyś jeden z gorliwszych obrońców idei wielości cywilizacji pozaziemskich, w ostatnich latach tak radykalnie zmienił pogląd na tę sprawę!

Nie przytaczam opinii licznych uczonych będących zwolennikami tezy, której broni Ditfurth. Moim celem jest tylko zwrócenie uwagi na istotną rozbieżność poglądów także i w tej kwestii.

Jeśli przecież zgodzimy się z założeniem o wielości cywilizacji kosmicznych, w koncepcji "wspólnoty kosmicznej" pozostanie niestety jeszcze jeden słaby punkt. Mianowicie – w problemie technicznej realizacji łączności między ośrodkami życia rozumnego. Utworzenie wspólnej "superkultury" wymaga stałej wymiany informacji. Nośnikiem tej informacji muszą być fale elektromagnetyczne, bo szybszego posłańca nie znamy. Ale nawet ich gigantyczna szybkość jest za mała wobec rozmiarów przestrzeni kosmicznej. Rozmowa, w której wymiana myśli trwa tysiące lat (bo większość hipotetycznych cywilizacji może być od siebie wzajem odległa o tysiące i więcej lat świetlnych⁸) przestaje mieć sens. W każdym razie traci sens dla istot, których życie trwa najwyżej 100 lat, a cała historia ich cywilizacji liczy około 10 tysięcy lat.

Z naszego punktu widzenia możliwe jest więc przechwycenie sygnału od innych istot rozumnych i wysłanie własnego sygnału do nich. Można też liczyć, że w "rozsądnych" odległościach od Słońca znajduje się choć jedna obca inteligencja – mimo że nadzieja taka ma bardzo kruche podstawy. Ale niemożliwa jest normalna, stała łączność z wieloma cywilizacjami, jaka byłaby konieczna dla stworzenia ditfurthowskiej kultury międzygalaktycznej.

Chyba że znajdziemy zupełnie inne możliwości przekazywania sygnałów... To wszakże musiałoby oznaczać odkrycie nowych, nie znanych jeszcze praw fizyki.

Ditfurth należy do tych popularyzatorów nauki, którzy mają indywidualny, charakterystyczny styl pisarski. Stylem tym przekazuje w sposób jasny najbardziej zawiłe sprawy z zakresu współczesnej wiedzy o przyrodzie. Przedstawia też własne, niekiedy bardzo oryginalne przemyślenia tych spraw, własne wnioski i pomysły. Nie musi trzymać się wyłącznie tych interpretacji, które obecna wiedza przyjmuje za obowiązujące, nie musi też przywoływać tysięcy zastrzeżeń – książka ta nie jest podręcznikiem ani pracą naukową. Wszakże powinienem zwrócić uwagę Czytelników na sformułowania autora, które wydają się dyskusyjne, zbyt daleko idące czy po prostu niejasne (specjaliści znajdą zapewne takich sformułowań więcej).

Autor "historii naturalnej wodoru" dowodzi przekonująco, że prowadząca do powstania życia ewolucja materii odbywała się "samoczynnie, sterowana wyłącznie przez właściwości wynikające z atomowej budowy uczestniczących w tym procesie materiałów oraz przez prawa natury" (s. 121–122). Ditfurth – jak myślę – chce podkreślić, iż wyklucza w tym procesie udział jakichś czynników zewnętrznych, sprawczych. Ale powinniśmy sobie zdawać sprawę, że w tym miejscu (a i w niektórych innych) niebezpiecznie zbliża się do potępionego już w nauce "wulgarnego mechanicyzmu" czy – jak by delikatniej powiedzieli dzisiejsi filozofowie – do tzw. redukcjonizmu. Chodzi po prostu o to, iż zdaniem większości biologów, zjawiska i prawidłowości biologiczne nie dają się całkowicie sprowadzić (zredukować) do fizyki i chemii, nie dają się wyjaśnić do końca wyłącznie na gruncie prawidłowości fizykochemicznych.

Inne znowu ustępy książki skłaniają do wrażenia, jakby jej autor hołdował jakiemś "naukowemu pan-teizmowi", jakby obdarzył samą naturę swoistym rodzajem świadomości, rozumu. "Możliwość świadomości i inteligencji była założona i daje się stwierdzić na tym świecie od samego początku" – pisze we wstępie (s. 34). Albo:.....dążenie do celu i przystosowanie, uczenie się i dokonywanie prób, twórcza inwencja, a także pamięć i wyobraźnia – wszystko to istniało już dawno, zanim pojawiły się mózgi" (s. 31).

Nieporozumienie może wynikać z faktu, że Ditfurth nadaje tym wszystkim pojęciom nieco odmienne znaczenie niż to, w jakim przywykliśmy je używać. Właśnie dlatego nie powinien się nimi posługiwać w takim ujęciu. Lepiej w tym wypadku mówić o ewentualnych analogiach do funkcji i zachowań właściwych mózgowi, lepiej tego rodzaju terminy wyjaśnić na gruncie cybernetyki i teorii systemów. Stwierdzenie, iż "możliwe jest istnienie rozumu bez istnienia mózgu" (s. 29–30), jest stanowczo zbyt daleko idącą przenośnią – nie możemy się z nim zgodzić, nie chcąc opuścić obszarów nauki.

Oryginalną koncepcją Ditfurtha jest myśl, iż mózg ludzki jest czymś w rodzaju integratora inteligencji, wyobraźni, pamięci, które już istniały w przyrodzie przed mózgiem, że świadomość ludzka może być ujmowana jako kombinacje elementów już zastanych. Nie wydaje się to zbyt jasne – na pewno również autor nie docenia niesłychanie istotnej w rozwoju mózgu i świadomości roli zachowań i doświadczeń społecznych, w ogóle środowiska społecznego. "Świadomość" jako właściwość ludzkiego mózgu nie jest poza tym sumą czy kombinacją jakichś elementów – jest zasadniczo nową jakością, która na Ziemi pojawiła się – jak sądzimy – wraz z pojawieniem się Człowieka. Dyskusja na ten temat pozostaje oczywiście otwarta.

Z innych spraw: kiedy Ditfurth powiada, że "istotne i elementarne warunki naszego bytu zostały z góry ustanowione i zdecydowane już na początku świata" (s. 78) albo że "historia świata jest historią rozwoju tego, co w tym początku było założone" (s. 158) – brzmi to tak jak wykładnia skrajnego determinizmu i przypomina zarzuconą od wieków teorię preformacji (wedle której w jaju lub plemniku tkwi już całkowicie ukształtowany miniaturowy organizm; Wszechświat w pierwszych chwilach swego istnienia byłby więc takim "jajem", zawierającym wszystko, co się później pojawi). Jednakże, jak sądzę, sformułowanie to jest tylko niezręcznym wyrażeniem bardzo ważnej i bardzo trafnej idei, będącej osnową tej książki. Mianowicie idei, że zrozumienie dzisiejszego stanu przyrody (i nas, jako jej części) jest absolutnie niemożliwe bez poznania historii rozwoju przyrody, wszystkich etapów jej ewolucji.

Nauka zwykle zmierza do syntez. Współczesna nauka wytrwale zdąża ku syntezie najogólniejszej,

dającej jednolity obraz świata, w którym makrokosmos łączyłby się z mikrokosmosem, żywe z nieożywionym, przeszłość – z teraźniejszością i przyszłością. Wśród przyrodników przeważa dziś jednak pogląd, iż stworzenie nowych, uogólniających teorii mniej zależy od wykrycia jakichś nie znanych jeszcze faktów i prawidłowości, bardziej zaś od zmiany naszego sposobu myślenia o faktach już poznanych. Jednym słowem, zrozumienie rzeczywistości musi wiązać się z nowym spojrzeniem na rzeczywistość.

Sądzę, iż Hoimar von Ditfurth kieruje się takim właśnie przekonaniem i chce je uzasadnić. Dlatego ważną zaletą tej książki wydają mi się próby ukazania pewnych nawyków myślowych, do których jesteśmy z wielu względów przywiązani, a które utrudniają rozumienie najnowszych wyników nauki. Na przykład, ponieważ wiedza o rzeczywistości podzielona jest na liczne, nieraz bardzo wąskie segmenty (systemy nauczania utrwalają te podziały), mamy skłonność do rozdzielnego traktowania również samej rzeczywistości. Łatwiej na ogół przyswaja się "rozcłonkowany" i zarazem statyczny obraz świata; trzeba czasem sporego wysiłku, by dostrzec wielorakość powiązań, współzależność zjawisk i zmienność wszystkich rzeczy – a zwłaszcza ich historyczną naturę.

Ditfurth stara się pokazać, jak łatwo umysł poznający wpada w zasadzki antropocentryzmu, jak zawodne jest zaufanie do tzw. zdrowego rozsądku i do możliwości własnej wyobraźni. "Niewyobrażalność" cegokolwiek nie jest żadnym argumentem przeciw istnieniu "niewyobrażalnego". To prawda – w XX wieku postęp nauki zmusza do rozwoju również naszą wyobraźnię. Zaczynamy zdawać sobie sprawę, że w przyrodzie to, co uważamy za najbardziej dziwne i nieprawdopodobne, jest bardziej prawdopodobne od tego, co przywykliśmy uważać za "naturalne" i oczywiste.

Logika sterowanych prawami przyrody przemian Wszechświata jest dla autora tej książki źródłem "nieustającego podziwu i zachwytu". Żadna rzecz wyjaśniona w kategoriach wiedzy przyrodniczej nie przestaje być dla niego cudowna – przeciwnie, chciałby nas przekonać, iż dopiero zrozumienie ujawnia całą niezwykłość świata.

Dziwienie się toruje drogę poznaniu, poznawanie prowadzi do coraz większego zdumienia.

Maciej Ilowiecki

Mojej żonie

WSTĘP NOWA PERSPEKTYWA

Przed około dwudziestu laty genialny amerykański reżyser Orson Welles wyprodukował film przygodowy, który kończył się pointą najbardziej oryginalną, jaką kiedykolwiek widziałem w filmach tego typu. W czasie wielkiego "show-down", ostatecznej rozgrywki, superlotr – Orson Welles sam grał tę rolę – staje wobec swego śmiertelnego wroga w wygodnej odległości strzału, w jasny dzień, bez żadnej osłony, a pomimo to w praktyce jest nieosiągalny.

Scena rozgrywa się bowiem na terenie wesołego miasteczka, a dowcip na tym polega, że granemu przez Wellesa gangsterowi udaje się przywabić swego przeciwnika do gabinetu luster. Tam ścigany staje przed swoim prześladowcą, nieustraszony, w pełni widoczny, ale nie w jednej postaci, lecz wielokrotnie powtórzony w lustrzanych ścianach owego wyrafinowanego labiryntu optycznego.

Pojedynek kończy się tak, jak należało się spodziewać w tych okolicznościach. Prześladowca w beznadziejnej złości strzela raz za razem w odbicia swej ofiary. Wokół rośnie stos potłuczonego szkła, a rewolwer jego się opróżnił, zanim trafił w postać samą.

Pomysł scenariusza był nadzwyczajny i błyskotliwy. Trudno sobie wyobrazić bardziej wyrafinowany sposób kamuflażu. Gdy nie istnieje najmniejsza możliwość ukrycia się, gdy samemu nie można stać się niewidocznym, jedynym ratunkiem jest stworzenie dodatkowych pozornych celów dla przeciwnika. Od wieków stosuje się takie metody w formie uproszczonej na wojnie, odwracając uwagę wroga od celów prawdziwych przez atrapy, jak budowa upozorowanych lotnisk albo czołgów z tektury.

Gdziekolwiek natrafiamy na takie sztuczki, kiedykolwiek sami dajemy się nabrać przez taki manewr mylący, zakładamy, że przyczyną jest zachowanie kierowane inteligencją. Sądzimy, że wykombinowane i celowe posunięcia strategiczne tego i innego rodzaju mogą być jedynie wynikiem świadomego i bystrego rozmyślenia. Tymczasem rozumowanie to wywodzi się z pewnego przesądu. Ten przesąd zaś jest szeroko rozpowszechniony i ma podstawowe znaczenie, gdyż przesłania nam możliwość zrozumienia przyrody i otaczającego nas świata, a co za tym idzie, także roli, jaka nam w tym świecie przypada. W przyrodzie bowiem pojawiały się ślady działania rozumu już dawno, zanim istniały mózgi warunkujące świadomość.

Zacznijmy od przykładu służącego za dowód: w północno-wschodnich Indiach, w Asamie, żyje gąsienica motyla, która przekształcając się w poczwarkę chroni się przed swymi pożeraczami przez zastosowanie dokładnie tego samego triku, który stanowi pointę wzmiankowanego filmu. Mowa jest o gąsienicy atakusa Edwardsa, zwanego atlasem, a przez lepidopterologów – *Attacus edwardsii*. Podobnie jak większość gąsienic motyli, ta również osnuwa się oprzędem, gdy nadchodzi czas jej przepoczwarczenia. Ponadto owija się jeszcze liściem.

Już sam sposób, w jaki to robi, wydaje się świadczyć o podziwu godnej i świadomej celu zdolności przewidywania. Zielony soczysty liść bowiem jest niezbyt elastyczny i sprężysty, aby gąsienica potrafiła go zwinąć w kształt nadający się na powłokę ochronną. Rozwiązuje zatem pierwszy nasuwający się problem w sposób możliwie najprostszy i najbardziej celowy: przegryza ogonek liścia (jednakże przedtem osnuwa go, przymocowując starannie do gałęzi, aby nie odpadł!). Nieuchronnym skutkiem jest powolne wędnięcie liścia. Innymi słowy: liść usycha, a uschnięty zwija się. Dzięki temu gąsienica po kilku godzinach rozporządza znakomitą liściową rurką, do której może wpełznąć. Tymczasem tyle. Ale jest to dopiero początek całej opowieści, który przecież już jest dostatecznie zdumiewający.

Gdy się bowiem zastanowimy nad sytuacją, w jaką do tej pory wprowadził się owad, aby możliwie bezpiecznie przeżyć stadium poczwarki, natrafiamy natychmiast na pewien problem. Wprawdzie zwijęły liść jako "opakowanie" poczwarki chroni ją, czyniąc niewidzialną, ale jasne jest, że jeden suchy liść pośród pozostałych zielonych musi rzucać się w oczy. A ponieważ istnieją pewne drapieżniki, szczególnie ptaki, które przez cały dzień nie zajmują się prawie niczym innym, jak tylko poszukiwaniem pożywienia, zwłaszcza gąsienic motyli, całość mogłaby się właściwie kończyć tragicznie. Prędzej czy później jakiś ptak nieuchronnie zabierze się do zbadania takiego suchego liścia i natrafi na smakowitą poczwarkę. A że ptaki doskonale uczą się z takich doświadczeń, oznacza to, że odtąd drapieżnik będzie zwracał szczególną uwagę na zwijęte liście wiszące samotnie wśród zieleni.

Jakkolwiek sprytna byłaby sztuczka z wykonaniem liściowej rurki, wydaje się, że w końcu całość sprowadza jeszcze większe ryzyko dla uśpionej w swym motylim bycie poczwarki.

Co właściwie powinna zrobić gąsienica dla uniknięcia tej groźby, zanim w swojej kryjówce podda się odrętwieniu fazy poczwarczej? Przypuśćmy, że mogłaby się nas zapytać o zdanie; jakiej udzielilibyśmy jej odpowiedzi? Wydaje mi się, że większości z nas byłoby dosyć trudno służyć dobrą radą i znaleźć jakieś możliwe wyjście z tej sytuacji.

Tymczasem gąsienica atakusa także i tę trudność rozwiązała w sposób skuteczny i elegancki. Sedno zastosowanego przez nią rozwiązania sprowadza się do tej samej pointy, którą znalazł przed dwudziestu laty Orson Welles na zakończenie swego filmu. Gąsienica po prostu przegryza ogonki jeszcze dalszych pięciu czy sześciu liści i przytwierdza te liście obok tego, do którego sama chce się wprowadzić jako poczwarka. Tak więc w końcu na jednej gałęzi wisi sześć lub siedem suchych, zwiniętych liści obok siebie. Jeden tylko spośród nich zawiera poczwarkę jako potencjalną zdobycz, tamte są puste. Grają rolę atrapy.

Przyjmijmy teraz, że jakiś ptak zwróci uwagę na sześć zwisających obok siebie suchych liści i zaczyna je badać. Jego szansa znalezienia poczwarki przy pierwszej próbie wynosi 1 : 5. Tego rzędu ubezpieczenie od ryzyka stwarza dla unieruchomionej i pozbawionej przytomności poczwarki motyla decydującą wręcz przewagę w wielkiej grze o przetrwanie. Przy każdym następnym pustym liściu ptak coraz bardziej traci ochotę do zajmowania się w przyszłości zwiędłymi liśćmi.

Sztuczka naszej gąsienicy ma również duże znaczenie wówczas, gdy ptak przypadkowo już przy pierwszej próbie przez szczęśliwy traf natyka się od razu na właściwy liść. Taki sukces powinien bowiem zachęcić go do uporczywego przebadania pozostałych liści w poszukiwaniu zdobyczy. A wtedy ptak niezawodnie natrafi na nieprzerwany ciąg pustych liści. Można zatem sądzić, że gdy wreszcie opuści owo miejsce, uczyni to pod wrażeniem, że do celów pokarmowych suche liście w sumie jednak nie są wdzięcznym obiektem. W takim przypadku wprowadzie jedna poczwarka się zmarnowała, ale ptakowi na przyszłość przejdzie ochota do penetrowania zwiędłych liści, tak że pozostałe gąsienice atakusa, oczekujące pod osłoną podobnego kamuflażu przebudzenia w postaci motyli, nie będą już przez niego niepokojone.

Tego rodzaju wymądrkowana taktyka samoobrony nawet u człowieka wydawałaby się szczególnie wyrafinowanym fortem, zdradzającym pokaźny zasób inteligencji. Jak jest możliwe, że gąsienica potrafi się w ten sposób chronić, pomimo że budowa jej centralnego układu nerwowego, a także jej zachowanie każą wnioskować, że nie wykazuje ona inteligencji, że z całą pewnością nie ma umiejętności przewidywania ani wyciągania logicznych wniosków?

Nic dziwnego więc, że przyrodnicy starej daty wobec takich obserwacji wierzyli w "cud". Że sądzili, jakoby tutaj niczego nie można było wytłumaczyć ani zbadać, skoro najwyraźniej sam Pan Bóg wpoił swoim stworzeniom potrzebną wiedzę, troszcząc się ojcowsko o ich dobro. Jednakże takim postawieniem sprawy poddawali się jako przyrodnicy. Również nadzwyczaj modne słowo "instynkt" nie daje nam wyjaśnienia, pomimo że wielu ludzi tak uważa. Nie jest bowiem niczym więcej jak tylko uzgodnionym między naukowcami terminem fachowym służącym określaniu pewnych wrodzonych form zachowania.

Cóż właściwie oznacza, jeżeli po prostu powiemy – aby pozostać przy naszym przykładzie – że opisane zachowanie maskujące jest gąsienicy atakusa "wrodzone"? Sformułowanie jest niewątpliwie poprawne, wyrażamy nim także słuszny i znamieny stan faktyczny, że owo osiągnięcie, które nas tak zadziwia, nie pochodzi od samej gąsienicy. Ale przecież wiedzieć chcemy coś zupełnie innego. Wiedzieć chcemy, kto wpadł na ten zdumiewająco sprytny pomysł, że można się zamaskować przez skonstruowanie atrapy. W jakim mózgu zrodziła się niezwykle oryginalna myśl, aby osłabić zapał ptaków do poszukiwań przez tak przewrotne zredukowanie ich szansy znalezienia czegokolwiek.

Etolodzy, których przedmiotem studiów są wrodzone sposoby zachowania, w wielu wypadkach znaleźli już przekonywujące i zaskakująco wszechstronne odpowiedzi. Zajmiemy się nimi później szczegółowo w naszej książce. Obecnie wskażemy tylko na jeden wynik ich badań, dotyczący niezwykle ważnego rozpoznania: wiedzy o tym, że w przyrodzie ożywionej istnieje inteligencja nie związana z żadnym konkretnym organizmem, mówiąc inaczej, że możliwe jest istnienie rozumu bez istnienia mózgu, który byłby jego siedliskiem.

Nikt nie zaprzeczy, że sposób, w jaki gąsienica indyjskiego motyla sporządza pokrowce ochronne z liści, jest celowy i że zwierzę przez to przewiduje potrzebą ochrony dla nieruchomej poczwarki, w jaką się zamieni, potrzebę, która powstanie dopiero w przyszłości. Nie można również zaprzeczyć, że budowa atrapy zawieszonych obok zajętego przez gąsienicę miejsca uwzględnia z zadziwiającą

precyzją zarówno zachowanie się ptaków, jak i szczególne warunki, w jakich ptaki się uczą i nabierają doświadczeń.

Z drugiej strony nie ulega żadnej wątpliwości, że sama gąsienica, właściwie pozbawiona mózgu, nie jest istotą inteligentną. Niemniej zachowanie jej w opisanym przypadku wykazuje określone cechy, które słusznie uważamy za właściwe kryteria "inteligencji": celowość, przewidywanie przyszłych zdarzeń, uwzględnianie prawdopodobnej reakcji istot żywych odmiennego gatunku. Współcześni badacze sposobów zachowania, a wśród nich także laureat nagrody Nobla Konrad Lorenz, mówią przy takich okazjach mimochodem o zachowaniu "analogicznym do uczenia się" bądź "analogicznym do inteligencji".

Te nasze rozważania dotyczą oczywiście nie tylko tego wątkowanego przez nas przykładu ani też wszelkich innych przypadków maskowań i mimikry u zwierząt oraz roślin.¹ Wyłowiłem ten przykład, ponieważ demonstruje on szczególnie wyraźnie to, o co mi chodzi. Ale nasz przewód myślowy dotyczy również innych form biologicznego przystosowania, a nawet – jak jeszcze zobaczymy – w ogóle całej bez wyjątku dziedziny nie tylko ożywionej, ale i nieożywionej przyrody.

Wynika z tego niezwykle fascynujące rozpoznanie o ogromnym wprost znaczeniu; Będziemy się jeszcze niejednokrotnie nim zajmować, a obecnie pragnę je tylko zasygnalizować przez stwierdzenie, że najwyraźniej duch i rozum wcale nie weszły na scenę tego świata dopiero z człowiekiem. Wydaje mi się, że ten wniosek jest jedną z najważniejszych nauk, jakie możemy wyciągnąć z dorobku nowoczesnej wiedzy przyrodniczej. Chciałbym w tej książce szczegółowo udowodnić, że dążenie do celu i przystosowanie, uczenie się i dokonywanie prób, twórcza inwencja, a także pamięć i wyobraźnia – wszystko to istniało już dawno, zanim pojawiły się mózgi. Musimy przestawić nasze myślenie: inteligencja nie istnieje dlatego, że przyroda potrafiła rozwinąć mózgi, które by wreszcie umożliwiły powstanie zjawiska "inteligencji" na końcu długiego szeregu rozwojowego.

Gdy spojrzymy na dzieje powstania życia na Ziemi, na powstanie samej Ziemi i jej atmosfery, na rodzenie się warunków kosmicznych, stanowiących podłoże tego wszystkiego, gdy spojrzymy bez uprzedzeń na to, co obecna nauka objawia z coraz większą dokładnością, wówczas narzuca nam się zupełnie inna, właściwie wręcz przeciwna perspektywa:

Przyroda dlatego mogła wytworzyć nie tylko życie, lecz także mózgi i wreszcie naszą ludzką świadomość, że duch, wyobraźnia i dążenie do celu występowały w tym świecie już od zawsze, od pierwszej chwili jego istnienia.

Momentem decydującym jest to, że pewne zasady, które na ogół wydają nam się w sposób oczywisty przynależne do sfery "psychicznej", w rzeczywistości działają i dają się udowodnić już w świecie przed-świadomym, nawet już w świecie nieorganicznym – rozpoznanie to jest prawdopodobnie najbardziej znamienym rezultatem nowoczesnej wiedzy przyrodniczej. Wnioski wynikające z tego odkrycia stanowią pod pewnym względem rewolucję w zakresie ludzkiego samopoznania i poznania świata. Na marginesie zwracamy uwagę na to, jak w tym aspekcie wybija się humanistyczna ranga nauk przyrodniczych, czemu wciąż zaprzecza wielu ludzi wykształconych, jak z tej perspektywy całkowicie bezsensowny staje się sztuczny i nierealny podział wiedzy na nauki "humanistyczne" i "przyrodnicze".

Punktem ciężkości historii opowiedzianej w tej książce jest odkryty przez współczesną naukę fakt, że dawno przed powstaniem człowieka, dawno przed powstaniem jakiejkolwiek świadomości odnajduje się w świecie i w przyrodzie ślady ducha i inteligencji. Nie chodzi nam przy tym o aspekt ideologiczny (aczkolwiek rozpoznanie to na pewno pociągnie za sobą głęboko sięgające konsekwencje w dziedzinie poglądu na świat). Nie mamy także na myśli owego egzaltowanego i uproszczonego rozumowania, jakoby za porządkiem napotykanym wszędzie w przyrodzie krył się przenikający tę przyrodę i porządkujący ją duch. Wniosek taki może jest uzasadniony i nadaje się na temat dyskusji, ale w tym miejscu nie o tym mowa.

Dopiero gdy wykluczmy takie całkiem prawdopodobne nieporozumienie, widzimy, o co w istocie chodzi: nauce udało się obecnie zrekonstruować w istotnych zarysach przebieg historii świata. Im wyraźniejszy staje się obraz tego potężnego procesu, ciągnącego się przez miliardy lat, tym jaśniej pojmujemy, że zdolność uczenia się, zbieranie doświadczeń, wyobraźnia, wybiórcze próbowanie, spontaniczna inwencja i tym podobne kategorie od początku rządziły tym procesem. Tutaj znowu mamy na myśli nie tylko to, że ten skomplikowany przebieg wciąż od nowa jawi się obserwatorowi jako coś celowego, sensownego, rozumnego i przepojonego fantazją. Chodzi nam raczej o mało do tej pory uwzględniany fakt, że w dziejach tych owe wymienione zasady dają się konkretnie prześledzić we wszystkich szczegółach ważnych dla ich definiowania.

Okazuje się, że przesądem było nasze dotychczasowe mniemanie, jakoby zjawiska tego rodzaju wymagały istnienia mózgu, który byłby ich motorem. Przesądem było szczególnie, jakoby wyobraźnia, twórcza inwencja albo też przewidywanie przyszłych możliwości wymagały istnienia naszego, to jest ludzkiego mózgu. Obserwacje dokonane nad gąsienicą indyjskiego atakusa pouczają, że tego rodzaju osiągnięcia są na tym świecie o wiele starsze od najstarszych mózgów.

Przejawiamy niezłomną skłonność do uważania siebie za ośrodek, w którym koncentruje się wszystko. Badanie rzeczywistości i wiedza przyrodnicza krok za krokiem rozpraszają to złudzenie. Ta sama wiedza ongiś przekonała nas o tym, że nie żyjemy w środkowym punkcie tarczy i że kulista Ziemia krąży wokół Słońca, które nie jest centrum Wszechświata.

Jeszcze dzisiaj dla większości ludzi Ziemia jest duchowym centrum świata, wierzą bowiem głęboko w to, że jest ona w całym niewymiernie wielkim Kosmosie jedynym miejscem, w którym rozwinęły się życie, świadomość i inteligencja. Obecnie – w miarę obejmowania badaniami naukowymi obszarów położonych poza naszą Ziemią – z wolna, lecz nieustannie rozpowszechnia się rozpoznanie, że taki pogląd w rzeczywistości jest znowu tylko nową szatą, w jakiej ukazuje się nam stare urojenie antropocentryzmu.

Przy stawianiu każdego z tych kroków musieliśmy przełamać jakiś nawyk myślowy. W każdym przypadku nowe spojrzenie na rzeczywistość wydawało nam się z początku absurdalne, sprzeczne z tą rzeczywistością. Dawne pokolenia reagowały też odpowiednio. Giordano Bruno na stosie odpokutował za podstawowe odkrycie, wstrząsające do głębi świadomością ludzkości, że nasze Słońce jest tylko jedną z niezliczonych gwiazd w niewymiernie wielkim Wszechświecie.

Podobny los nie spotkał Karola Darwina tylko dlatego, że sto lat temu już nie tak skwapliwie rzucano na stos niepopularnych współczesnych. Jego znaczące odkrycie, że człowiek nie został wprowadzony do natury jako szczególny przypadek jak gdyby "z zewnątrz", lecz że stanowi jej część składową, że jest spokrewniony z wszystkim, co w niej pełza i lata i co wraz z nim w toku jednej i tej samej historii rozwoju powstało – owo radykalne odwrócenie perspektywy powoduje, że wielki angielski uczyony po dzień dzisiejszy jeszcze dla wielu jest podejrzany, a nawet przez wielu znienawidzony.

Dlatego też wydaje się nam zupełnie oczywiste i nie wymagające żadnego dalszego uzasadnienia, że pewne określone osiągnięcia, które nazywamy osiągnięciami "racjonalistycznymi" bądź "psychicznymi", mogą powstać tylko w naszych mózgach i że świat musiał obywać się bez nich w epoce, gdy nas nie było. Tymczasem historia przyrody nasuwa nam podejrzenie, że jest to znowu jakiś wyraz urojeń antropocentrycznych i zapatrzenia we własny pępek. W rzeczywistości bowiem wydaje się, iż dlatego tylko rozporządzamy świadomością i inteligencją, że możliwość świadomości i inteligencji była założona i daje się stwierdzić na tym świecie od samego początku.

W książce chcemy iść po tych śladach, rekonstruując historię powstania i rozwoju świata o tyle, o ile wyniki wiedzy już dzisiaj na to pozwalają. Jest to po prostu nie tylko opowieść podniecająca i fascynująca, lecz w toku jej dowiemy się także czegoś o nas samych, ponieważ tkwią tu od początku korzenie naszej własnej egzystencji.

1. A JEDNAK BYŁ POCZĄTEK

Była wiosna 1965 roku, gdy Arno A. Penzias i Robert W. Wilson pierwsi usłyszeli echo powstania Ziemi – choć o tym nie wiedzieli. Penzias i Wilson pracowali w komórce badawczej słynnej firmy "Bell Telephone" nad skonstruowaniem specjalnej anteny odbiorczej. Są to jeszcze czasy satelitów typu "echo", owych olbrzymich kul z cienkiej jak papier folii aluminiowej, których bieg po torze można było śledzić gołym okiem na nocnym niebie, ponieważ ich wypolerowana powierzchnia odbijała światło Słońca niczym lustro. "Echa" były, zgodnie ze swą nazwą, satelitami "biernymi". Same nie dokonywały żadnych pomiarów i nie przesyłały żadnych przekazów zwrotnych na Ziemię. Ważyły niewiele ponad 60 kilogramów, wystrzeliwane były w postaci złożonych paczuszek na wysokość 1500 kilometrów, gdzie gaz zawarty w nich wydymał je w kule o średnicy 30 metrów.

Te olbrzymie kule, dryfujące wysoko nad ziemską atmosferą, odbijały nie tylko światło słoneczne. Miały one przede wszystkim odbijać sygnały radiowe ku powierzchni Ziemi. Dzięki tym sygnałom można było najdokładniej wymierzyć tor satelitów i zbadać drobne odchylenia od normy wynikające z oporu najwyższych warstw stratosfery, występujących jeszcze na takiej wysokości. Według zasady tej w latach 1960–1966 badano przy użyciu modelu "echa" warunki panujące w najwyższych warstwach atmosfery ziemskiej.

Naukowcy zbudowali specjalne anteny do prze-chwytywania sygnałów radiowych odbijanych przez te balonowe satelity; anteny mogły odbierać nawet bardzo słabe sygnały i były tak skonstruowane, że w miarę możliwości eliminowały wszelkie zakłócenia. Zbudowana przez Penziasa i Wilsona antena wyglądała jak ogromny róg długości ponad 10 metrów: na jednym jej końcu rozwierał się z boku otwór o okazałym formacie 6 na 8 metrów, a drugi koniec zwężał się lejkowato, przechodząc we właściwą aparaturę pomiarową. Całość przypominała nieco owe staroświeckie trąbki, w które dawniej bywali wyposażeni ludzie upośledzeni słuchowo. Zresztą miała w zasadzie podobną funkcję.

Tym, co wiosną 1965 roku w trakcie wykonywania doświadczeń doprowadzało niemal do rozpaczki Penziasa i Wilsona, był pewien "excess radio noise", szum zakłócający w odbiorniku; pomimo wszelkich wysiłków obaj eksperci nie potrafili odnaleźć źródła tego szumu. Powinno im było to przyjść stosunkowo łatwo, wszystko bowiem przemawiało za tym, że przyczyna tkwi w samym przyrządzie. Jednakże jakkolwiek i w jakimkolwiek kierunku obracali swoją ruchomą antenę – szum się nie zmieniał. Wydawało im się wykluczone, aby zakłócenie to pochodziło z zewnątrz, a jednak w aparaturze odbiorczej żadnej wady znaleźć nie mogli.

Dzięki przypadkowi fizyk Robert H. Dicke usłyszał o trudnościach obu techników łączności. Dicke pracował na słynnym uniwersytecie Princeton i od lat zajmował się zagadnieniami kosmologii. W związku z tym w jego pracowni zbudowano nowoczesną aparaturę do badań i pomiarów promieniowania kosmicznego o częstotliwości radiowej. Stąd też Dicke był obeznany z problemami, którymi zajmowano się w komórce studiów firmy "Bell Telephone". Ponadto oba instytuty mieściły się niedaleko od siebie, pewnego dnia doszło więc do spotkania.

Skoro tylko Dicke dowiedział się pierwszych szczegółów o charakterze "szumu zakłócającego", który od miesięcy tak szarpał nerwy Penziasowi i Wilsonowi, zaalarmował natychmiast swoich współpracowników i pojechał z nimi do oddziału badawczego "Bell Telephone" w Holmdel. To co mu tam opowiedziano i co na miejscu zobaczył, od razu usunęło wszelkie jego wątpliwości: tajemniczy szum, który denerwował jego kolegów z Holmdel, pochodził jednak z zewnątrz. Był zjawiskiem kosmicznym, które on sam, Dicke, przepowiedział już przed wielu laty na podstawie teoretycznych rozważań.

Od lat już on i jego współpracownicy daremnie szukali szczegółowego dowodu na istnienie tego rodzaju promieniowania kosmicznego. Tymczasem Pen-zias i Wilson przez czysty przypadek natknęli się na odpowiednie zjawisko, ale do czasu przyjazdu zespołu z Princeton nie zdawali sobie w ogóle sprawy z tego, co im tu z nieba spadło. To co ich przyrządy odbierały na długości fal 7,3 cm, ów dziwny szum, który zdawał się napływać jednocześnie ze wszystkich kierunków z jednakową siłą, dokądkolwiek obracali swoje anteny, nie był "zakłóceniem". Był właśnie elektronicznym odbiciem potężnej błyskawicy, owego "prawybuchu", który przed mniej więcej trzynastoma miliardami lat był początkiem Wszechświata. Odkryte przez Penziasa i Wilsona "zakłócenie" było pierwszym uchwytnym punktem oparcia dla poglądu, że Wszechświat nie jest nieskończony ani w przestrzeni, ani w czasie.

Wskazania na to istniały już od ponad stu lat. Jednakże nikt ich nie rozumiał i nikt nie wyciągał

nasuwających się wniosków, myśl sama bowiem zdawała się nie do pomyślenia. Dziś jeszcze jesteśmy w podobnym położeniu. Któż wobec widoku nocnego gwiazdnego nieba nie postawił sobie kiedyś pytania, czy tam na górze to wszystko "ciągnie się w nieskończoność". Niełatwo sobie to wyobrazić, a już całkowicie niewyobrażalna wydaje się odpowiedź, że tam w górze, nawet w jakichś największych odległościach, "gdzieś się to urywa". Jakżeż mogłaby wyglądać taka kosmiczna granica, skoro wyłoniłoby się natychmiast pytanie o to, co znajduje się "poza nią"?

Przed tym samym dylematem myślowym stanęli nasi przodkowie, gdy podjęli naukowe rozważania nad wielkością i trwaniem Wszechświata. Przedtem, przez całe wieki, ludziom w ogóle pytania takie nie wpadały na myśl. W czasach starożytnych i długo jeszcze potem, w średniowieczu, uważano za zupełnie samo przez się zrozumiałe, że świat jest skończony. Zagadnienie jego granic było rozwiązywane bardzo prosto: zaraz za sferą planet i gwiazd stałych rozpoczyna się boskie niebo. Jego niewymierność jako siedziby Boga nie nasuwała żadnych problemów, wszak w powiązaniu z Bogiem wszystko było niewyobrażalne.

Próba odtworzenia sposobu myślenia dawnych epok kulturowych nasuwa wiele trudności. Sądzę jednak, że wolno nam się domyślać, iż ówczesni ludzie uważali skończoność świata nie tylko za coś koniecznego, ale za rzecz słuszną i sprawiedliwą. To, że królestwo boże, królestwo potężnego Stwórcy, musi być nieskończone, nie wymagało żadnego uzasadnienia. W tych warunkach równie właściwe zdawało się to, że ziemski świat człowieka, jako przeciwny biegun państwa bożego, musi być ograniczony, był przecież jedynie przejściowym miejscem pobytu śmiertelnych dzieci Boga.

Tylko na tym tle zrozumieć można gwałtowność i agresywność, jaką wzbudził i na siebie ściągnął Giordano Bruno swoim niebywałym duchowym odkryciem. Myśl sama, że każda gwiazda na niebie jest słońcem, jak nasze, dzisiaj jeszcze przyprawia nas o zawrót głowy. Rozumowanie prowadzące do wniosku, że liczba tych słońc, przekraczająca wszelkie granice naszych możliwości obserwacyjnych, musi we wszystkich kierunkach być nieskończenie wielka w nieskończenie wielkim Wszechświecie – dla współczesnych Bruna w końcu XVI wieku musiało stanowić ogromny szok. Załamało się dotychczasowe poczucie bezpieczeństwa w świecie, wprowadzie wielkim, ale w zasadzie dającym się jeszcze objąć zmysłami, w świecie chronionym i otulonym nieskończonością boskiej wszechmocy.

Przed wszystkim zarzucano heretykowi dominikaninowi, że odważył się przypisać Wszechświatu pewną właściwość, przysługującą według najgłębszego ówczesnego przekonania tylko Bogu, mianowicie nieskończoność w czasie i przestrzeni. Było to niewątpliwie bluźnierstwo. Sam Bruno musiał chyba podobnie odczuwać swój konflikt. W każdym razie latami uporczywie odmawiał wysłuchania mszy świętej. Trwał jednak niezłomnie przy swoim poglądzie, wierząc w słuszość swego rozpoznania. Był zatem w pełni przekonany, tak jak wszyscy jemu współcześni, że przez twierdzenie o nieskończoności Wszechświata stał się winny przestępstwa karanego w owych czasach śmiercią.

Nie umniejszała jego herezji teza, jakoby Kosmos w swej nieskończoności i wiecznej niezmienności stanowił formę, w jakiej wyraża się sam Bóg, jakoby Wszechświat właśnie dlatego musiał być nieskończony, że był Bogiem. (Zobaczmy zresztą zaraz, że argumenty użyte w tej dyskusji były zadziwiająco nowoczesne i nie straciły nic ze swej aktualności w świetle najnowszych odkryć przyrodniczych.)

Pomimo wysokiego poziomu umysłowego, na jakim rozgrywał się spór między Giordanem Brunem a współczesnymi mu teologami i filozofami, zdarzenia, które wreszcie doprowadziły do katastrofy, były groteskowe i niepotrzebne. W roku 1592 zbiegły filozof wykladał w Helmstedt (gdzie w 1576 roku powstał mały, ale bardzo ceniony uniwersytet, który istniał do roku 1809) i we Frankfurcie nad Menem. Tamże dotarło do niego zaproszenie od pewnego możnego pana z Wenecji. Dlaczego Bruno zaproszenie to przyjął – nie wiadomo. Widocznie zbyt późno spostrzegł, jak dziwaczny krył się za nim zamiar. Wenecjanin spodziewał się bowiem, że legendarny, osnuty tajemniczą famą uciekinier wprowadzi go w arkana czarnej magii. Skoro tylko gość zawiódł pod tym względem jego oczekiwania – oddał go czym prędzej w ręce inkwizycji. Po procesie trwającym lat siedem odszczepieńca spalono publicznie w Rzymie na stosie w dniu 17 lutego 1600 roku.

Los Giordana Bruna dziś jeszcze nie jest nam obojętny. Dziwnej siły symbolu nabiera fakt, że pierwszy człowiek, który wpadł na niebywały pomysł, jakoby Wszechświat, w jakim żyjemy, był nieskończenie wielki, został za to twierdzenie zgładzony przez swoich bliźnich. Jednakże, jakkolwiek tragiczny jest przebieg całej tej sprawy – przy czym w odniesieniu do surowości wyroku nie wolno nam zapominać, że ówczesne prawo karne jak na nasze dzisiejsze pojęcia było w ogóle bardzo okrutne – współczucie i szacunek dla niewiarygodnego męstwa tego niezłomnego męczennika wiedzy nie mogą nam przesłaniać faktu, że w końcu Giordano Bruno nie miał racji.

Przy użyciu radioteleskopów i obserwatorów satelitarnych astronomowie przeprowadzają obecnie

dowód na to, że w istocie nieskończoność w czasie i przestrzeni nadal stanowi przywilej boski – bez względu na to, czy się chce w Boga wierzyć, czy też nie. W każdym razie na tym świecie nieskończoność nie spełnia się w żadnej formie i w ogóle nie jest możliwa. Dotyczy to również Wszechświata jako całości. Nadzwyczajne znaczenie odkrytego przypadkowo w 1965 roku przez Penziasa i Wilsona "szumu zakłócającego" polega właśnie na tym, że – jak potwierdzają wszystkie do tej pory w związku z tym wykonane badania – stanowi pierwszy konkretny tego dowód. Aby zrozumieć, dlaczego tak jest, musimy rozejrzeć się nieco szerzej.

Także Immanuel Kant w półtora wieku po Giordanie Brunie uważał za oczywiste, że świat jest nieskończenie wielki i wiecznie niezmienny. Wielu zna słynnego królewianina tylko jako filozofa. Tymczasem jego wydana w 1755 roku *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* (Ogólna historia, naturalna i teoria nieba) jest dysertacją astronomiczną jeszcze dzisiaj godną czytania (oczywiście abstrahując od nużącego i skomplikowanego stylu pisarskiego owych czasów). Kant wyłożył w niej teorię powstania układów planetarnych – tak zwaną "hipotezę meteorytów" – która obecnie, po przeszło dwóch wiekach, zaczyna się potwierdzać jako prawdopodobnie prawidłowe rozwiązanie. W tej samej pracy znajdujemy także stronicę, na których Kant pierwszy opisuje istnienie i domniemany wygląd naszej Drogi Mlecznej i na podstawie tylko jemu dostępnych rysunków obserwatorów nieba wyciąga logicznie słuszny wniosek, że poza zasięgiem naszej własnej Drogi Mlecznej musi występować niezliczona ilość podobnych układów gwiazdowych.

Ale i ten genialny człowiek, podobnie jak Giordano Bruno, sądził, że Wszechświat jest nieskończenie wielki, pomimo że – jak zaraz wykażemy – stosunkowo łatwo udowodnić, iż tak nie jest. Kant również wierzył w nieskończoność świata, zresztą znamienne jest dobitne uzasadnienie tego argumentem, że świat jest dziełem Boga, musi więc być również nieograniczony jak on. "Z tego powodu dziedzina objawienia boskich właściwości jest równie nieskończona jak one same", pisze Kant. Innymi słowy, porzuca on w tym miejscu nagle czysto przyrodniczą argumentację, skutkiem czego wnioski jego są, jak dzisiaj wiemy, mylne.

To, że rzecz nie tak się miała, zaświtało po raz pierwszy w głowie pewnemu lekarzowi, Wilhelmowi Olbersowi, który w początkach ubiegłego stulecia praktykował w Bremie. Olbers był zapewne bardzo dobrym lekarzem, sądząc po tym, że otrzymał ufundowaną przez Napoleona pierwszą nagrodę za najlepszą pracę na temat "krupu błoniastego" (tak wówczas nazywano błonicę). Wszystkie swoje wolne chwile z pasją poświęcał astronomii. Również w tej dziedzinie Olbers odnosił nieprzeciętne sukcesy. Odkrył nie mniej niż sześć komet i dwie spośród pierwszych czterech planetoid (Pallas i Westa). Ponadto zasłynął w środowisku astronomów z tego, że opracował nową metodę obliczania orbity komet.

Ten wszechstronny i pełen inicjatywy człowiek pewnego dnia zadziwił się nad całkiem codziennym i nie budzącym wątpliwości zjawiskiem, nad tym, że w nocy zapada ciemność. W toku swych astronomicznych rozważań Olbers natknął się na osobliwą sprzeczność, której widocznie nikt przed nim nie zauważył¹: jeżeli Wszechświat jest nieskończenie wielki i jeżeli ów nieskończenie wielki Wszechświat wszędzie jest równomiernie wypełniony gwiazdami, to właściwie całe niebo powinno i po zachodzie Słońca świecić tak samo jasno jak Słońce.

Tok rozumowania naszego lekarza z Bremy był mniej więcej taki: nieskończenie wiele gwiazd wytwarza nieskończenie wielką jasność. Co prawda jasność gwiazdy dosyć szybko maleje w miarę oddalania się, a mianowicie w kwadracie odległości. Oznacza to więc, że nasze Słońce z dwukrotnie większej odległości oświetlałoby i ogrzewało nas tylko siłą jednej czwartej obecnej siły, a także, że każda gwiazda, w rzeczywistości równie jasna jak Słońce, ale tysiąc razy odeń dalsza, miałaby dla nas już tylko jedną milionową część siły światła naszego Słońca.

Dotąd wszystko wydaje się w najlepszym porządku. Wygląda na to, że nieskończenie wielka jasność wytworzona przez nieskończoną liczbę gwiazd nie może nas w ogóle osiągnąć wskutek wzrastającej odległości gwiazd. Tymczasem Olbers wykazał, że twierdzenie takie jest błędne. Ów uśmierający nasze niepokoje wniosek nie może być poprawny, ponieważ liczba gwiazd wzrasta jednak w miarę wzrostu odległości o wiele szybciej, aniżeli maleje ich jasność, mianowicie nie w kwadracie, lecz w trzeciej potęgze odległości.

Spróbujmy teraz przedstawić poglądowo, co to znaczy. Przyjmijmy więc dla przykładu zupełnie dowolnie, że wokół Ziemi w zasięgu 10 lat świetlnych występuje 100 gwiazd, rozjaśniających nasze noce swym łagodnym światłem. A teraz pójdźmy krok dalej i weźmy pod uwagę wszystkie gwiazdy do odległości dwukrotnie większej, to znaczy 20 lat świetlnych. Te gwiazdy, które teraz nam przybyły i są przeciętnie dwa razy bardziej od nas odległe, mają dla nas przez tę dwukrotnie większą odległość już tylko jedną czwartą jasności owych 100 gwiazd, które stanowiły nasz punkt wyjścia. Jednakże – a jest

to sprawa decydująca – do dwukrotnie większej odległości, gdy założymy równomierny rozdział gwiazd w przestrzeni, jest ich nie dwukrotnie ani czterokrotnie, lecz aż ośmiokrotnie więcej, a zatem – 800. Jeżeli znowu podwoimy odległość i będziemy rozpatrywać kulistą przestrzeń o średnicy 40 lat świetlnych otaczającą Ziemię, okaże się, że wprawdzie jasność wprowadzonych do naszego rozumowania gwiazd maleje do jednej szesnastej (kwadrat czterokrotnej odległości), ale jednocześnie łączna liczba gwiazd wzrasta gwałtownie, bo 64-krotnie (to jest do trzeciej potęgi czterokrotnej odległości!).

I tak dalej przy każdym zwiększeniu się odległości. Liczba gwiazd rośnie o wiele szybciej, aniżeli maleje jasność poszczególnych gwiazd. A wynika to po prostu z tego, że objętość kuli, którą w naszym modelu myślowym otoczyliśmy Ziemię, szybciej wzrasta niż jej powierzchnia, która jest dla nas powierzchnią rzutu geometrycznego tych gwiazd.

Zatem Olbers rozumował logicznie, że gdzieś kiedyś, nawet w największej odległości, musi wreszcie istnieć jakaś granica, od której począwszy nadwyżka wzrostu liczby gwiazd nie tylko wyrówna, lecz poniekąd "nadrobi" spadek ich jasności. Ponieważ w nieskończenie wielkim Wszechświecie z pewnością musi nastąpić przekroczenie tej odległości granicznej, całe niebo powinno właściwie świecić w nocy tak jasno jak w dzień.

Na szczęście możemy problem, który tak nękał doktora Olbersa, sformułować znacznie prościej: wystarczy sobie wyobrazić, że gdyby Wszechświat istotnie zawierał nieskończoną liczbę gwiazd (mówimy wyraźnie: nie niewyobrażalnie wiele, lecz nieskończenie wiele!) – wówczas w każdym najmniejszym nawet punkcie nieba nieskończenie wiele gwiazd musiałoby mieścić się jedna za drugą, a nieskończenie wiele gwiazd w każdym punkcie nocnego nieba musiałoby stworzyć nieskończenie wielką jasność, która i na Ziemi musiałaby być nieskończenie wielka, bez względu na to, na jakich odległościach gwiazdy te są równomiernie rozmieszczone.

"Z tego wniosek – oświadczył Olbers – że w nocy właściwie nie powinien w ogóle zapadać mrok." Nie było nikogo, kto mógłby mu się sprzeciwić. Jego rozumowanie, wnioski i obliczenia były nie do odparcia. Ale naturalnie nie było również nikogo – nie wyłączając samego Olbersa – kto mógłby zaprzeczyć temu, że pomimo przeprowadzenia tego niezbitego dowodu co wieczór zapadają ciemności. Innymi słowy, Olbers takim postawieniem zagadnienia ujawnił klasyczny paradoks.

Z tej dziwnej i dla naukowców nieco żenującej sytuacji usiłowano wybrnąć przez hipotezę, że Wszechświat może nie jest idealnie "przezroczysty". Myśl ta w zasadzie była uzasadniona. Jak nam dzisiaj wiadomo, istotnie we Wszechświecie występują ogromne masy pyłu, które – w postaci rozległych ciemnych obłoków bądź też bardzo drobno rozproszonego tak zwanego pyłu międzygwiazdowego – zdecydowanie tłumią, a nawet całkowicie pochłaniają światło daleko położonych gwiazd. Zdawało się więc, że taka koncepcja całkowicie usuwa wszelkie wątpliwości. Jeżeli bowiem światło gwiazd nie może do nas w pełni dotrzeć, wówczas założenia doktora Olbersa, tak teoretycznie przekonujące, po prostu nie potwierdzały się w praktyce.

Tym samym więc wydawało się, że przywrócony został stary ład i porządek. Ale było to złudzenie. W rzeczywistości taki wybieg niepostrzeżenie wplątał naukę w nowy paradoks. O ile bowiem korzenie postawionego przez Wilhelma Olbersa problemu tkwiły w nieskończenie wielkim rozmiarze przestrzennym Wszechświata, o tyle omawiana hipoteza, która miała problem rozwiązać, była niezgodna z założeniem o wiecznym trwaniu Kosmosu.

Jeżeli bowiem we Wszechświecie występują ciemne obłoki pochłaniające światło gwiazd, w takim razie światło to (takie byłoby dzisiaj nasze rozumowanie) dawno już musiałoby owe ciemne obłoki rozgrzać tak silnie, że świeciłyby równie jasno jak gwiazdy. Energia wypromieniowana przez gwiazdy musi się przecież gdzieś podziać. We Wszechświecie nic nie ginie. Jeżeli energia ta nie dociera do nas, bo przechwytyją ją obłoki pyłu, znaczy to, że pozostaje w tych obłokach. I nawet jeżeli energia ta byłaby bardzo słaba, obłoki gromadzące ją przez nieskończenie długi czas musiałby niewątpliwie prędzej czy później świecić same równie jasno jak gwiazdy; problemu Olbersa nie posunęliśmy więc ani o krok dalej.

Obecnie wiemy już, gdzie tkwi błąd. Otóż Wszechświat nie jest ani nieskończenie wielki, ani nieskończenie dawny. Tym samym odpada decydująca przesłanka paradoksu Olbersa: sednem logicznego rozumowania genialnego astronoma amatora z Bremy było pojęcie krytycznej "odległości granicznej". Przypominamy: Olbers na podstawie dokonanych przez siebie obliczeń wnioskował zupełnie słusznie, że zmniejszanie się jasności gwiazd od pewnej określonej odległości począwszy musi być wyrównane przez ponadproporcjonalny w miarę rosnącej odległości wzrost liczby gwiazd.

Tę odległość graniczną można obliczyć. Wynosi ona mniej więcej 1020 bądź – wyrażając to inaczej

– 100 kwadrylionów lat świetlnych. Wobec tej liczby rozumiemy natychmiast, dlaczego w nocy jest ciemno. Wszechświat jest o wiele mniejszy, aniżeli sądzili Olbers i jego współcześni. Wszechświat nie tylko nie jest nieskończenie wielki, ale jest stanowczo zbyt mały na to, aby ponadproporcjonalny wzrost liczby gwiazd mógł się w ogóle dać odczuć w sensie przez Olbersa obliczonym. Największa realna dla nas odległość kosmiczna mieści się w rzędzie wielkości 13 miliardów lat świetlnych. A stanowi to tylko około jednej dziesięciomiliardowej części odległości granicznej Olbersa. (Będziemy jeszcze szczegółowo mówić o tym, dlaczego dziś sądzimy, że obecnie Wszechświat takie ma właśnie rozmiary.) W każdym razie jedno jest pewne, że co wieczór, gdy się ściemnia, przeżywamy namacalny dowód tego, że Wszechświat nie jest nieskończony ani w przestrzeni, ani w czasie.

Znaleźliśmy się więc znowu w intelektualnym potrzasku, który był naszym punktem wyjściowym na początku tego rozdziału. Jeżeli świat nie jest nieskończenie wielki, jakie właściwie są jego granice? Jak można sobie wyobrazić takie ograniczenie świata, nie stawiając natychmiast pytania o to, co się dzieje poza tą granicą? Innymi słowy, jak należy rozwiązać zagadnienie jakiejś ostatecznej granicy, obejmującej bez wyjątku wszystko, co istnieje w taki sposób, że nie ma już żadnego "zewnątrz"? Niewyobrażalność takiej granicy stała się przecież przyczyną tego, że nasi przodkowie, skoro tylko zaczęli się zastanawiać nad tymi sprawami, z taką oczywistością przyjęli pogląd, jakoby świat był nieskończony. Widzieliśmy, że odnosiło się to nawet do Olbersa, pomimo że natrafił on na bezsporny dowód przeciwny.

Kolejnym doświadczeniem naukowców było, że niewyobrażalność bywa argumentem bardzo niewłaściwym i problematycznym tam, gdzie w grę wchodzi zbadanie świata jako całości. Odkrycie tego jest nieocenionym dziełem Alberta Einsteina. Ową oczywistość, z jaką do chwili tego wysoce pouczającego odkrycia ludzie zawsze zakładali, że otaczające ich świat i natura aż do samego dna swych głębi i tajemnic muszą być nie tylko zrozumiałe, ale ponadto tak ukształtowane, aby poddawały się wyobraźni zdolności naszego mózgu, ową oczywistość – z dzisiejszej perspektywy – musimy także uważać za wyraz pewnego urojenia egocentryzmu. Dotyczy to również uporczywości, z jaką wciąż instynktownie skłonni jesteśmy odrzucać jako mylne wszelkie zmysłowo niepostrzegalne wyjaśnienia pewnych właściwości świata, tylko dlatego że nas nie zadowalają.

W gruncie rzeczy świadczy to o bezgranicznej naiwności, jeżeli oczekujemy, że cały świat, jaki zastajemy wokół nas, z całym jego bogactwem i wszystkimi ukrytymi w nim przyczynami, musi mieścić się akurat w objętości naszego mózgu. Nie wpadlibyśmy na ten niesłychany pomysł w odniesieniu do nikogo innego poza nami. Doskonale rozumiemy, że w stosunku do wszystkich innych znanych nam form życia jest to całkowicie wykluczone.

Nie dziwi nas, że mrówka nie wie nic o gwiazdach. Wydaje się nam także zgodne z naturą, iż nawet rzeczywistość przeżywania małpy jest niewyobrażalnie uboższa od rzeczywistości otaczającego ją świata. Gdy się uważnie obserwuje małpę, trudno co prawda obronić się przed dziwnie melancholijnym uczuciem na myśl, jak blisko, a jednocześnie jak beznadziejnie zwierzę to w swoim rozwoju duchowym zatrzymało się bezpośrednio przed umiejętnością inteligentnego rozumowania. Ale nikomu z nas nie wpada na myśl uważać to za jakąś sprawę zagadkową, wymagającą wyjaśnienia. Akceptujemy fakt jako coś całkowicie naturalnego.

Taki sam stosunek mamy do własnych przodków czy też innych form "przedczłowieka". Człowiek neandertalski nic nie wiedział ani o kodzie genetycznym, ani o istnieniu atomów, nie mówiąc już o złożonej ich budowie. A przecież ani molekularny mechanizm dziedziczenia, ani struktura atomu nie powstały dopiero wtedy, gdy odkryliśmy je w wiele dziesiątków tysięcy lat później. Bez kodu genetycznego także neandertalczyk nie byłby się mógł rozmnażać. Właściwości materiałów, z jakich tworzył swoje prymitywne narzędzia, już za jego życia były określane zróżnicowaną budową atomów, z których się już podówczas składały.

Tymczasem człowiekowi neandertalskiemu nie śniło się jeszcze o takich dziedzinach otaczającego go świata ani o wielu jeszcze innych, które są dzisiaj dla nas sprawą codzienną. Nie dlatego, że na nie nie natrafił, nie dlatego, że zainteresowania człowieka kopalnego szły w innym kierunku. Raczej możemy z dostateczną pewnością sądzić, że mózg neandertalski nie był jeszcze dość wysoko rozwinięty, aby uchwylić fragmenty rzeczywistości tak głęboko ukryte za fasadą tego, co widoczne. Bez trudu rozumiemy, że wielkie dziedziny świata nie mogły w ogóle jeszcze istnieć w przeżywaniu tego przedczłowieka, ponieważ mózg jego po prostu nie potrafił ich sobie przyswoić.

Podobne rozpoznanie staje się naraz niezmiernie trudne, gdy chodzi o nas samych. Nagle zachowujemy się tak, jak gdyby całe miliardy lat dotychczasowego rozwoju służyły tylko i wyłącznie ukształtowaniu nas na naszym obecnym szczeblu rozwojowym. Argumentujemy wówczas tak, jak gdyby akurat właśnie w tej epoce, która przypadkowo jest nam współczesna, mózg nasz osiągnął

najwyższy spośród wszystkich możliwych stopni rozwoju, charakteryzujący się tym, że świat cały, ze wszystkimi swoimi właściwościami i prawidłami, mógłby się w nim zawrzeć.

Prawdą natomiast jest, że położenie nasze w porównaniu z sytuacją człowieka neandertalskiego w gruncie rzeczy nie zmieniło się w stopniu godnym uwagi. Niewątpliwie możemy odnotować znaczny postęp naszej wiedzy o właściwościach Kosmosu. Mózg nasz od tego czasu z pewnością się rozwinął, a nagromadzone w ciągu wieków wyniki prac tysięcy badaczy umożliwiły nam pierwszy wgląd w niektóre aspekty świata, niedostępne gołym okiem. Ale ten postęp ostatnich stu tysięcy lat jest bardzo nikły w porównaniu z niebywałymi rozmiarami Kosmosu oraz niewyobrażalnym skomplikowaniem i obfitością obserwowalnych w nim zjawisk.

Dopiero gdy dzięki takim rozważaniom uporządkujemy sobie nieco odpowiednie skale, ujrzymy, jaką bezgraniczną naiwnością jest oczekiwać, że świat we wszystkich swoich częściach stanie się dla nas zrozumiały i zmysłowo postrzegalny. Łatwiej będzie nam uświadomić sobie, że tak być nie może zwłaszcza tam, gdzie nasze badania odrywają się szczególnie drastycznie od warunków znanego nam codziennego otoczenia. Nie jest więc wcale dziwne, że to, co się dzieje wewnątrz atomu, a także na zewnętrznych obrzeżach Wszechświata, jest dla nas niewyobrażalne bądź "nieprzedstawialne". Prawdziwie zdumiewa raczej, że w ogóle potrafimy sensownie zastanawiać się także nad tymi obszarami Kosmosu, aczkolwiek musimy pogodzić się z tym, że udaje nam się to tylko przy użyciu duchowych protez, jakimi są abstrakcyjne formuły i niepoprzedzone symbole.

Odkrycie, że świat jako całość jest odmienny od tego, co jest zgodne z naszymi przyzwyczajeniami i zdolnością naszej wyobraźni – oto jedyne w swoim rodzaju osiągnięcie Alberta Einsteina. Wynikiem jego rozmyślań jest legendarna teoria względności, w której nazwie wszystko nieomal jest mylące. Przede wszystkim nie jest już teorią. Co najmniej od owego dnia w sierpniu 1945 roku, w którym nastąpiła zagłada Hiroszimy, ponieważ bez odkrytej przez Einsteina identyczności materii i energii nie istniałaby możliwość skonstruowania bomby atomowej. Niezależnie od tego, od początku o tyle nie była w ogóle teorią, że – wbrew temu, co wielu ludzi dzisiaj jeszcze mniema – nie była to jakaś śmiała spekulacja wymyślona przy biurku. Przeciwnie, punktem wyjściowym były wyniki doświadczeń, a więc fakty, których nie można było zrozumieć przy pomocy znanych do tej pory praw natury. Najważniejszym punktem wyjścia był całkowicie zagadkowy podówczas rezultat pewnego doświadczenia, przeprowadzonego w roku 1881 w Chicago przez amerykańskiego fizyka Alberta Michelsona.

Michelson skonstruował przyrząd optyczny, który dzięki określonej ustawieniu zwierciadeł umożliwiał mu pomiar prędkości światła pochodzącego od Słońca – raz prostopadle względem orbity Ziemi, a drugi raz w takim położeniu, że prędkość ruchu orbitalnego Ziemi powinna zsumować się z prędkością światła. Prędkość światła wynosi 300 000 kilometrów na sekundę, a prędkość Ziemi względem źródła światła, to jest Słońca, tylko 30 kilometrów na sekundę. Dlatego też wynik w pierwszym przypadku powinien wynieść właśnie 300000, a w drugim 300030 kilometrów na sekundę. Różnica była bardzo mała. Jednakże Michelson tak znakomicie zbudował swój przyrząd, że różnica ta musiała dla niego być bezspornie wyznaczalna.

Historyczne znaczenie tego doświadczenia polega na tym, że nie dało ono oczekiwanego wyniku. W obu przypadkach Michelson otrzymywał tę samą wartość 300 000 kilometrów na sekundę. Jakkolwiek Amerykanin obracał swój cenny przyrząd, prędkość własna Ziemi po prostu nie pozwalała się dodać do prędkości światła. Ponieważ doświadczenie było stosunkowo proste i przejrzyste, wynik wydawał się całkowicie zagadkowy, trudno było przecieżyć wątpić w realność obiegu Ziemi wokół Słońca.

W następnych latach niejednokrotnie powtarzano doświadczenie z tym samym (negatywnym) rezultatem; dla fizyków była to nierozwiązalna łamigłówka. Dopiero Einstein w 1905 roku wpadł na wyjaśnienie, wyglądające zrazu na absurd, które jednak w końcu doprowadziło go do opracowania słynnej "teorii". Można rzec, iż Einstein dlatego rozwiązał problem doświadczenia Michelsona, że za punkt wyjścia nie wziął wcale oczekiwanego przez wszystkich wyniku, lecz przyjął za podstawę swoich rozważań otrzymywany rezultat – aczkolwiek dziwaczny – jako fakt, pomimo że zdawał się on uragać wszelkim zasadom, logiki.

Powszechnie oczekiwano, jako rzeczy zupełnie oczywistej, że prędkość Ziemi może być dodawana do prędkości światła. Sytuacja byłaby zatem równie prosta, jak na przykład człowieka, który spaceruje sobie korytarzem wagonu jadącego pociągu pośpiesznego. Jeżeli założymy, że pociąg jedzie z szybkością 100 kilometrów na godzinę, a podróżny idzie 5 kilometrów na godzinę w kierunku jazdy, wówczas pieszy porusza się w stosunku do terenu, przez który pociąg jedzie, z prędkością 105 kilometrów na godzinę. Można to zmierzyć i wynik będzie właśnie taki. W opisanej sytuacji obie

poszczególne prędkości, pociągu i spacerującego w nim podróżnego, sumują się. Wynik odpowiada więc znanej z klasycznej mechaniki zasadzie dowolnego sumowania prędkości, która wydaje się całkowicie sama przez się zrozumiała.

W świetle tej zasady zupełnie niezrozumiałe było więc, dlaczego tego wyniku dodawania nie otrzymuje się przy Michelsonowskim doświadczeniu. Prawda, że jedna z dwóch dodawanych prędkości – prędkość światła – była w tym doświadczeniu niewspółmiernie większa od obu prędkości w przykładzie z pociągiem pośpiesznym. Ale zdawało się, że różnica ta nie może zaważyć na zasadzie doświadczenia ani na oczekiwanym wyniku.

Genialny pomysł Einsteina polegał na hipotezie, że rzędy wielkości owych prędkości w obu doświadczeniach mogłyby może jednak mieć coś wspólnego z zasadą tych doświadczeń – chociaż wydaje się to zupełnie niezwykle i niewyobrażalne. Może świat w zasięgu tak bardzo wielkich prędkości jak prędkość światła jest inny aniżeli to, co znamy przykładając skalę naszego świata codziennego?

W trakcie tych rozważań zrodziła się ponadto u Einsteina wzrastająca nieufność wobec pozornej logiki zasady dowolnego sumowania prędkości. Wprawdzie na pierwszy rzut oka zasada ta była przekonująca i zdawała się nie wymagać żadnych wyjaśnień. Ale gdy się ją konsekwentnie przemyślało do końca, prowadziła w przypadkach krańcowych do wyników nasuwających duże wątpliwości. Dowolne dodawanie oznacza przecież, że w zasadzie można do siebie dodawać poszczególne prędkości tak długo, że w końcu dochodzi się do prędkości nieskończenie wielkiej. Tymczasem w rzeczywistości nie powinny właściwie istnieć prędkości nieskończenie wielkie, rozumował Einstein dalej, gdyż oznaczałoby to, że wszystkie, największe nawet odległości w przestrzeni Wszechświata mogą zostać pokonane bez żadnego nakładu czasu, "mamentalnie" (to jest właśnie z nieskończenie wielką prędkością), a jest to wyraźny absurd. Tym samym znaleziony został punkt wyjścia do decydującego kroku, który pierwszy postawił Einstein: jeżeli nie istnieją nieskończenie wielkie prędkości, to istnieć musi jakaś największa prędkość, najwyższa prędkość graniczna, której nie może przekroczyć nikt i nic, żadna materia i żadne promieniowanie.

Jeśli tak jest, to wyjaśnienie niezrozumiałego do tej pory rezultatu doświadczenia Michelsona leżało jak na dłoni. Wyniku jego w ogóle już nie trzeba było tłumaczyć. Wystarczyło przyjąć, że właśnie prędkość światła jest ową największą, niczym innym w Kosmosie nie dającą się przewyższyć prędkością. W takim razie jasne się stało, dlaczego nie można już było do niej dodawać żadnej innej prędkości. Einstein zakończył swoje rozważania stwierdzeniem, że doświadczenie Michelsona można zrozumieć tylko przy założeniu, że nic – nawet samo światło – nie może się poruszać prędzej niż około 300 000 kilometrów na sekundę. W toku naszych badań nad przyrodą w ciągu ostatnich stuleci musieliśmy się wciąż od nowa oswajać z tym, że rzeczywistość nie jest taka, jak sądziliśmy. Dowiedzieliśmy się, że grom i błyskawica nie są tworem zagniewanych bogów, lecz niewidzialnych i niewyobrażalnych pól elektromagnetycznych. Przyzwyczailiśmy się do tego i wyciągnęliśmy stąd pewne korzyści. Przykłady takie można dowolnie mnożyć, począwszy od odkrycia kulistego kształtu Ziemi aż do nieoczekiwanego stwierdzenia, że Wszechświat jest skończony.

W żadnym z tych przypadków nie zastanawialiśmy się dłużej nad tym, dlaczego tak jest. To samo powinno dotyczyć sprawy prędkości światła. Nikt – nawet sam Einstein – nie odpowie nam na pytanie, dlaczego prędkość światła jest najwyższą z wszystkich możliwych prędkości. Po prostu tak jest. Dowodem tego doświadczenie Michelsona, a nam nie pozostaje nic innego, jak fakt ten przyjąć, nawet gdyby jego skutki miały być najbardziej sprzeczne z naszymi utartymi wyobrażeniami. Nawet gdyby były sprzeczne z naszą logiką. Nasza logika bowiem i siła naszej wyobraźni są ludzkie. Prędkość światła natomiast i jej osobliwości są cechami Wszechświata. A rzeczy te wcale nie muszą sobie wzajemnie odpowiadać.

Rozpoznanie to jest decydującym przełomem wywołanym przez teorię względności. Kto je zrozumie, ten uchwycił znaczenie tej rewolucyjnej teorii. Od czasu Einsteina pewne jest, że odpowiedź na pytanie, co wewnątrznie spaja świat, wygląda inaczej, niż ludzie oczekiwali przez dziesiątki wieków: odpowiedź ta jest niepogładowa. Nikt nie może powiedzieć, dlaczego prędkość światła w pozbawionej powietrza przestrzeni wynosi właśnie 299 792,5 kilometrów na sekundę (taka jest obecna najdokładniejsza wartość) i dlaczego akurat ta wartość określa największą prędkość możliwą na tym świecie.² Musimy się pogodzić z tym, że tak jest. To samo dotyczy wszystkich konsekwencji nieuchronnie wynikających z tego odkrycia.

Konsekwencje te tworzą właściwą treść teorii względności. Nie możemy tu szczegółowo rozpatrywać każdej z nich. Ponieważ są zmysłowo niepostrzegalne, byłoby to możliwe tylko z pomocą skomplikowanych wzorów matematycznych. Pragnę więc na jednym jedynym przykładzie wykazać w

najprostszej formie, dlaczego fakt, że prędkość światła jest największą prędkością, ma tak brzemienne w skutki znaczenie: otóż jeżeli we Wszechświecie nie ma możliwości szybszego nawiązywania kontaktów bądź dokonywania obserwacji, to na przykład pojęcie "jednoczesności" staje się bezsensowne.

Mówiąc dokładnie, astronomowie nasi na niebie obserwują właściwie zjawy. Ciała niebieskie, które oglądają bądź fotografują swymi przyrządami, ściśle biorąc, w ogóle już nie istnieją. W związku ze skończonością prędkości światła bowiem widzimy odległą od nas na przykład o 10 lat świetlnych gwiazdę, taką jaka była 10 lat temu. Dla praktyki obserwacji astronomicznych jest to zwykle bez znaczenia. Ale przecież w gruncie rzeczy ma to ogromne znaczenie, że ani tej, ani wszystkich innych gwiazd nigdy w żaden sposób nie będziemy mogli ujrzeć w takiej postaci, jaką mają naprawdę w chwili obserwacji.

Załóżmy sobie teraz, że dzięki przypadkowi u nas na Ziemi, a "jednocześnie" na jednej z planet owej o 10 lat świetlnych od nas oddalonej gwiazdy następują wielkie wybuchy wulkaniczne. Co oznacza wtedy właściwie owo "jednocześnie"? Ani my, ani żaden hipotetyczny obserwator na dalekiej planecie nie moglibyśmy przeżyć tych wybuchów jednocześnie. Obraz eksplozji potrzebuje 10 lat do przebycia odległości między planetami, a skoro prędkość światła jest największą prędkością w ogóle możliwą, nie ma niczego, co mogłoby nas lub tamtego obserwatora poinformować w czasie krótszym o tym, że i kiedy u partnera nastąpił wybuch.

Jeżeli sobie raz głęboko przemyślimy tę sytuację, zobaczymy, że ona sama już powoduje, iż pojęcie "jednoczesności" staje się bardzo blade i właściwie sztuczne. Naturalnie można wstecz, na podstawie znanej odległości między obiema planetami, z pozycji każdej z nich sprawdzić, czy erupcje sprzed dziesięciu lat nastąpiły istotnie w tym samym czasie. Ale nigdy, z zasady, nie można tego przeżyć czy też bezpośrednio obserwować. Szansę taką miałby tylko przypadkowy obserwator oglądający wybuchy wulkaniczne z jakiegoś trzeciego ciała niebieskiego, znajdującego się dokładnie pośrodku drogi między obiema planetami. Obserwator taki mógłby rzeczywiście ujrzeć eksplozję obu wulkanów jednocześnie, chociaż on również nie przeżyłby tego jednocześnie z zajściem obu tych wydarzeń, lecz – zgodnie ze swą środkową pozycją – dopiero w pięć lat później.

Zanim przedwcześnie pogodzimy się z ową ograniczoną "jednoczesnością", powinniśmy wiedzieć, że wiąże się z tym jeszcze jedna zasadnicza komplikacja. Załóżmy, że koło owej planety z naszym trzecim obserwatorem, położonej w środku drogi, przelatuje bardzo szybki statek kosmiczny. W tej samej chwili, w jakiej obserwator na planecie widzi "jednocześnie" oba wybuchy wulkaniczne (jak mówiliśmy – z pięcioletnim opóźnieniem), statek kosmiczny właśnie także mija tę środkową planetę. Pilot jego znajduje się więc w tym momencie także dokładnie w środku między Ziemią a daleką planetą. Leci on nieomal z prędkością światła z powrotem ku Ziemi i również obserwuje oba "zdarzenia". I cóż widzi?

Pomimo że pilot w czasie swego lotu kosmicznego w tym momencie czyni obserwacje z tego samego miejsca, co jego kolega na planecie będącej w spoczynku – nie widzi on wcale obu wybuchów wulkanicznych jednocześnie. Wskutek bowiem zawrotnego tempa, w jakim pędzi w kierunku ziemskiego wulkanu, wychodzące stamtąd promienie światła trafiają do jego oczu zdecydowanie wcześniej niż promienie tamtego wulkanu, od jakiego się oddala z tą samą prędkością. Teraz powstał już zamęt straszliwy. Kto więc teraz ma "rację"? Obserwator na planecie w spoczynku czy też pilot w swoim pędzącym statku kosmicznym? Pierwszy twierdzi, że widział jednoczesny wybuch obu wulkanów. Pilot gwałtownie mu zaprzecza i gotów jest nawet udowodnić zdjęciami filmowymi, że wulkan na Ziemi wybuchnął wyraźnie wcześniej od tamtego. Który z nich ma rację? Który z nich relacjonuje prawidłowo "rzeczywistą sytuację"?

Einstein udzielił salomonowej odpowiedzi: "obaj". Nie można uznać żadnego z obu miejsc obserwacyjnych za uprzywilejowane, za "jedynie właściwe". Nie istnieje żadne kryterium, które uprawniałoby nas do takiej decyzji. Jedyny możliwy w tym przypadku logiczny wniosek polegać może wyłącznie na stwierdzeniu, że w rzeczywistości "jednoczesność" nie istnieje, w każdym razie, gdy w grę wchodzi bardzo wielkie odległości i bardzo wielkie prędkości. Jednoczesność dwóch zdarzeń zależy od tego, czy i z jaką prędkością porusza się obserwator. Czas zależy więc tutaj od "stanu przestrzennego" (a mianowicie od prędkości) obserwatora. W związku z tym wszystkie wypowiedzi o czasie muszą uwzględniać te warunki przestrzenne. Innymi słowy: czas jest powiązany z przestrzenią ("względność"). Stąd nazwa teorii względności. Czas i przestrzeń są wzajemnie od siebie zależne. Konsekwentne kroczenie raz obraną drogą doprowadziło Einsteina do odkrycia, że czas przy prędkościach zbliżonych do prędkości światła płynie wolniej i że materia w rzeczywistości jest tylko pewną formą stanu energii. A w dziesięć lat później, w 1915 roku, doszedł do przekonania, że przestrzeń również, tak jak czas, nie może być uważana za "absolutną". Podobnie jak czas zależny

jest od przestrzeni, tak samo cechy przestrzeni określane są (i podlegają zmianom) przez zawartą w niej materię. Ponieważ zaś Wszechświat wszędzie jest wypełniony dosyć równomiernie materią, musi być "zakrzywiony" odpowiednio do ilości i rozdziału tej materii.

Dlaczego tak jest, można znowu udowodnić tylko trudnymi wzorami matematycznymi. Nam wystarczy, gdy powiemy, że obecnie na całym świecie nie ma już żadnego poważnego fizyka ani matematyka, który by jeszcze wątpił w te wyniki teorii względności. Kto musi się przyznać, że mu się nie udaje wyobrazić sobie czegokolwiek pod pojęciem "zakrzywionej przestrzeni", niechaj się nie obawia, że jest to objaw braku inteligencji czy wykształcenia. Einstein też nie był lepszy. Nie ma człowieka, który mógłby sobie wyobrazić zakrzywienie przestrzeni. Ale wzory matematyczne wykazują, że przestrzeń jest zakrzywiona.

Wzory matematyczne mają wiele podobieństwa do sond kosmicznych wystrzelanych przez naukowców, którzy dotarli do granicy wydolności naszej wyobraźni i żywią nadzieję, że sondy przyniosą im sensowną odpowiedź na pytanie dotyczące prawdy o naszym świecie, prawdy znajdującej się poza tą granicą. Gdy Einstein spróbował za pomocą swoich wzorów dowiedzieć się czegoś o całkowicie niewyobrażalnym sposobie, w jaki Wszechświat – nie będąc nieskończony – może być ograniczony, otrzymał odpowiedź, że przestrzeń tego Wszechświata jest zakrzywiona i dlatego żadnych granic nie potrzebuje.

Aczkolwiek wynik ten jest całkowicie zmysłowo niepostrzegalny, jest on nadzwyczaj zadowalający. Dlaczego tak jest, można sobie przynajmniej w tym przypadku uprzytomnić na podstawie pewnego porównania. Istnieje bowiem na kolejnym niższym poziomie w pełni analogiczna i zmysłowo postrzegalna sytuacja przestrzenna: jest nią powierzchnia kuli. Powierzchnię kuli można uważać za płaszczyznę dwuwymiarową, tak zakrzywioną w kolejnym wyższym (to jest trzecim) wymiarze, że jest ona powierzchnią zamkniętą w sobie. Wskutek tego zakrzywienia powierzchnia kuli nie jest nieskończenie wielka, pomimo że nie ma żadnych granic. Jakkolwiek połączenie tych dwóch właściwości może się w pierwszej chwili wydawać paradoksalne, każdy zdoła się łatwo przekonać, że tak właśnie jest, patrząc na zwyczajny globus.

Z wzorów Einsteina wynika, że zupełnie podobnie nasz trójwymiarowy Wszechświat jest zakrzywiony w kolejnym wyższym (a w tym przypadku byłby to czwarty) wymiarze, tak że jest zamknięty w sobie, nie mając żadnej granicy. Ten wynik dlatego jest tak zadowalający, że wreszcie uwalnia nas z owego umysłowego potrzasku, o jakim tylokrotnie już wspominaliśmy. Pomimo że sobie tego nie umiemy wyobrazić, możemy jednak obecnie przynajmniej wiedzieć, że Wszechświat może być jednocześnie nieograniczony, a zarazem nie być nieskończenie wielki. Wielu ludzi odczuje zmysłową niepostrzegalność takiego rozwiązania jako przykrość. Ale po tym wszystkim, cośmy tymczasem rozważyli, nie powinno nas to już tak bardzo zdumiewać. Mówiąc o zagadnieniu granic Wszechświata obracamy się przecież naprawdę już na samych krańcach zdolności pojmowania naszych mózgów, wyhodowanych w warunkach ziemskich.

Stąd też musimy wystrzegać się tego, aby chcieć wyczytać jeszcze więcej z owego porównania, za pomocą którego usiłowaliśmy wytłumaczyć sobie informację naszej "matematycznej sondy kosmicznej". Z pewnością kusi nas, aby przykład ten uważać za dowód realności czwartego wymiaru. Jeżeli nasz trójwymiarowy Wszechświat ma być zakrzywiony "w kolejnym wyższym wymiarze", to należałoby sądzić, że ten "kolejny wyższy wymiar" chyba musi naprawdę istnieć. Niemniej trzeba tu zachować dużą wstrzeźliwość. Porównaniem z powierzchnią kuli wytłumaczyliśmy sobie niezrozumiałą dla nas informację wzoru, ale nikt nie wie, czy tym samym już nie wypaczyliśmy oryginalnego przekazu. Stąd niestuszne byłoby sądzić, że z owej przetłumaczonej na zrozumiały język wiadomości, a więc modelu myślowego powierzchni kuli, można będzie jeszcze odczytać dalsze prawidłowe informacje. Doszliśmy bowiem chyba definitywnie do pewnej nieprzekraczalnej dla naszych mózgów, granicy, poza którą nawet dostarczone przez matematykę "sondy" nie wniosą już żadnej informacji do znanego nam swegoświata.

Muszę się przyznać, że niekiedy przyłapuję się na dziwnej myśli, że może jednak jakiś obserwator z czwartego wymiaru przygląda się temu, jak darninie się trudzimy, aby sobie wyobrazić "zakrzywioną przestrzeń", i jak przy tym raz po raz objamy się wcale nie o granice Wszechświata, lecz – naszego własnego mózgu. Może wówczas jego również nachodzi uczucie melancholii, gdy sobie uświadamia, jak blisko, a jednocześnie jak beznadziejnie zatrzymaliśmy się w naszym rozwoju umysłowym bezpośrednio przed możliwością wyobrażenia sobie także i czwartego wymiaru.

Tak więc po upływie ponad trzystu lat od gwałtownej śmierci Giordana Bruna (którego miejsce kaźni dawno, bo w 1889 roku, uczczono postawieniem pomnika) nauka ludzka znalazła odpowiedź na pytanie, jak zbudowany jest Wszechświat jako całość: jest zamknięty w sobie, więc nieograniczony,

lecz skończony.³

W związku z taką budową Wszechświata jakiś wymagowany statek kosmiczny, który mógłby dostatecznie długo lecieć przed siebie dokładnie po prostej, po upływie bardzo długiego czasu (prawdopodobnie po 25 do 30 miliardów lat) niewątpliwie powróciłby znowu do swego miejsca startowego. Nawet gdyby pilot i kapitan sterowali zawsze najdokładniej prosto przed siebie, wynik nie uległby żadnej zmianie z tej samej przyczyny, dla której na powierzchni kuli, na przykład na naszym globie, jeśli się idzie dostatecznie dokładnie prosto przed siebie, nie można uniknąć tego, aby powrócić do punktu wyjścia.

Pasażerowie owego utopijnego statku kosmicznego, dokądkolwiek by lecieli, nie czuliby nigdy jakiegokolwiek skrępowania swobody ruchu. Z każdego punktu swej podróży widzieliby podobny obraz: nieprzebraną liczbę gwiazd i dróg mlecznych równomiernie rozdzielonych w przestrzeni we wszystkich kierunkach, dokąd tylko sięgałyby ich możliwości obserwacji. Pasażerowie nie zauważyliby tego, że w toku swej podróży, wskutek szczególnych właściwości przestrzeni, jaką przemierzają, lecieliby zawsze tylko na trasach, które w czwartym wymiarze są zakrzywione i biegną z powrotem do punktu wyjścia. Mózgi ich bowiem nie potrafią uchwycić takiego "zakrzywienia przestrzeni".

Wszystkie problemy zdawały się więc rozwiązane w sposób zadowalający, wszelkie sprzeczności usunięte. Einsteinowska odpowiedź na prastare pytanie jest jednym z najwspanialszych osiągnięć ducha ludzkiego. Jest ona tym bardziej podziwu godna, że znajduje się właściwie prawie już poza zasięgiem naszego rozumu. A jednak istniał pewien drobny szczegół, który drażnił Einsteina. Gdy zajmował się nowym językiem wzorów, pozwalającym na opisanie zakrzywienia Wszechświata, za każdym razem przy dokładniejszym rozpatrzeniu wynikało, że Wszechświat ten właściwie nie może być stały. Jakkolwiek by liczył, rezultat był zawsze taki sam. Wzory wskazywały na to, jakoby zakrzywiony w opisany sposób Wszechświat nie mógł być trwały. Matematyczne symbole zawierające zakodowane właściwości Wszechświata mówiły, że albo ten skończony i zakrzywiony Wszechświat musi się zapaść w sobie, albo rozlecieć na wszystkie strony.

Jest to naprawdę niebywała rzecz, że informację tę można było wyczytać już z wzorów Einsteina, zanim istniała najmniejsza nawet wskazówka na to, że tak może być istotnie. Gdy się zna dalszy przebieg sprawy, wówczas ten historyczny fakt staje się oszałamiającym przykładem niesamowitej wręcz skuteczności, z jaką "matematyczne sondy kosmiczne" mogą przebadać dziedziny niedostępne naszej wyobraźni.

Sam Einstein w owym czasie nie miał jeszcze pełnego zaufania do swoich wzorów. Uzyskana informacja wydawała mu się nazbyt nieprawdopodobna. Wolał do równań swoich sztucznie wstawić dodatkową liczbę, którą świadomie dobrał tak, aby usunąć informację, która mu przeszkadzała. Liczbę tę, wprowadzoną pomiędzy liczne człony swoich skomplikowanych równań, nazwał "członem kosmologicznym" (kosmologia to jest to, o czym tutaj cały czas mówimy, nauka o budowie Wszechświata). Wszystkim jego kolegom po fachu manipulacja ta wydawała się przekonywująca i dopuszczalna. Przecież nie można było chyba wątpić w stałość i ciągłość Wszechświata. Musiała więc istnieć jakaś siła przyrody, odpowiadająca wprowadzonemu dodatkowo przez Einsteina "członowi kosmologicznemu", siła, która jest przyczyną, że Wszechświat pomimo swego zakrzywienia jest trwały. Przyjdzie czas, że siła ta zostanie odkryta.

Po tym wszystkim, cośmy tutaj mówili, nie pozbawiony pikanterii jest fakt, że wielki Einstein wstawił dodatkowo do swego wzoru "człon kosmologiczny" po prostu dlatego, że – wstyd to nawet głośno powiedzieć – nie potrafił sobie "wyobrazić", że świat nie jest trwały. Miałoby się wręcz ochotę powiedzieć, że to, co nastąpiło zaraz potem, było karą za tę niekonsekwencję.

Krótko przed końcem pierwszej wojny światowej w Mount Wilson w Kalifornii odbyło się, po dziesięcioletnim okresie budowy, poświęcenie nowo skonstruowanego teleskopu zwierciadlanego. Przyrząd ten miał zwierciadło o średnicy 2,5 metra i był przez trzydzieści lat największym teleskopem na Ziemi. Dzięki niemu w 1926 roku udało się szefowi obserwatorium Edwinowi P. Hubble'owi "rozłożyć" mgławicę Andromedy na pojedyncze gwiazdy. Był to pierwszy w dziejach nauki przeprowadzony dowód, że owe niewidzialne gołym okiem tak zwane spiralne mgławice, pojawiające się w niezliczonych ilościach na fotograficznych płytach astronomów, są systemami dróg mlecznych (galaktykami), położonymi daleko poza naszą własną Drogą Mleczną.

Nic dziwnego, że w następnych latach uwaga astronomów dysponujących nowym olbrzymim teleskopem skierowana była przede wszystkim na owe obiekty niebieskie. I znowu właśnie Hubble dokonał kolejnego sensacyjnego odkrycia, wysuwając twierdzenie o słynnej "ekspansji Wszechświata".

Już od 1912 roku gromadziły się pewne obserwacje przemawiające za tym, że linie widmowe mgławic spiralnych ogólnie przesunięte są chyba zbyt daleko w kierunku fal dłuższych, a więc czerwonej części widma. Obecnie Hubble i jego współpracownicy w trakcie systematycznych badań przeanalizowali szczegółowo owo przesunięcie linii widmowych ku czerwieni. Potwierdziło się przy tym, że w praktyce można je zaobserwować w widmach wszystkich mgławic spiralnych. Jednakże najważniejszy moment w odkryciu Hubble'a polegał na udowodnieniu, że przesunięcie linii widmowych ku czerwieni jest tym wyraźniejsze, im większa jest odległość badanej mgławicy. Z tego rezultatu długoletnich badań Hubble wyciągnął wreszcie w 1929 roku jedyny możliwy i do tej pory obowiązujący wniosek: przesunięcie ku czerwieni, zgodnie z tak zwanym zjawiskiem Dopplera, należy uważać za przejaw ruchu ucieczki wykonywanego przez wszystkie mgławice.⁴ Zatem wszystkie mgławice spiralne z wielkimi prędkościami oddalają się od siebie we wszystkich kierunkach. A prędkość ich jest w stosunku do siebie tym większa, im bardziej są od siebie odległe.

W przypadkach krańcowych owe prędkości ucieczki są niewiarygodnie wielkie. Przy tym najbardziej od nas oddalone obiekty od wielu lat nie są już wcale żadnymi mgławicami spiralnymi, lecz dosyć tajemniczymi tak zwanymi "kwazarami". Kwazar jest to utworzona z angielskiego skrótu ("Quasar") sztuczna nazwa, która ma w zasadzie wyrazić, że w grę wchodzi "ciało emitujące promienie o częstotliwości radiowej", z wyglądu podobne do gwiazdy. Kwazary z pewnością nie są gwiazdami, natomiast do tej pory nie wiadomo, jaki to może być rodzaj ciał niebieskich. Niektórzy astrofizycy przypuszczają, że natrafiliśmy tutaj, "na krańcu świata", na galaktyki w bardzo wczesnym stadium rozwoju. Dla nas ważne jest tylko, że owe kwazary emitują tak ogromnie silne promieniowanie o częstotliwości radiowej, że można wykazać ich obecność w odległościach o wiele większych aniżeli najdalsze nawet mgławice spiralne, wytopione na płycie fotograficznej naświetlanej przez długie godziny.

Najbardziej odległe mgławice spiralne, jakie się jeszcze zaznaczają na płycie fotograficznej, są od nas oddalone mniej więcej o jeden do dwóch miliardów lat świetlnych. Prędkość ich oddalania się wynosi już jakieś 50 000 do 60 000 kilometrów na sekundę. Jakkolwiek prędkość ta wydaje nam się zupełnie fantastyczna, prędkość kwazarów jeszcze znacznie ją przewyższa. Wszelkie rekordy bije pewne quasi-gwiazdowe źródło radiowe odległe od nas o jakieś 8 miliardów lat świetlnych. Jego prędkość ucieczki wynosi 80 procent prędkości światła, to jest 240 000 kilometrów na sekundę.

Gdy zechcemy podsumować obraz naszego Wszechświata w świetle odkrycia Hubble'a, ujrzymy widok potężnej eksplozji, przekraczającej swym rozmiarem wszelkie możliwości wyobraźni. Einstein, gdy usłyszał o odkryciu Hubble'a, bez słowa usunął "człon kosmologiczny" ze swych równań. Korekta ta bowiem nie była potrzebna. Jego wzory głosiły prawdę: Wszechświat nie tylko nie jest nieskończony, nie jest także trwały. Nie tylko nie zajmuje nieskończonej przestrzeni, ale nie trwa wiecznie.

Nie potrzeba przecież uzasadniać tego, że eksplodujący bądź, jak mawiają astronomowie w nieco sztywnym języku naukowców, "ekspandujący" Wszechświat jest przeciwieństwem Kosmosu stabilnego, że właściwości jego zmieniają się w każdej upływającej chwili, chociażby tylko to, że materia w nim zawarta wskutek szybko wzrastającego rozprzestrzeniania stale się rozrzedza. Tym bardziej nie potrzeba uzasadniać, że ruch eksplozji Wszechświata nie może trwać od dowolnie długiego bądź nieskończonego czasu. Innymi słowy: naukowcy natknęli się na fakty, które musiały nasunąć myśl, że świat miał swój początek.

Możliwość ta wydała się wielu ludziom nauki tak rewolucyjna, tak "nienaukowa" albo – aby użyć ulubionego określenia wielu uczonych – tak "szczególna", że powstało mnóstwo teorii dla ominięcia owej sensacyjnej konsekwencji, przypominającej prastare mity i przekazy religijne. My tutaj wcale nie musimy się wdawać we wszystkie te, nieraz bardzo skomplikowane teorie i "modele świata", ponieważ tymczasem opisane przez nas odkrycie Penziasa i Wilsona raz na zawsze rozstrzygnęło problem. Świat naprawdę kiedyś się zaczął.

Teraz rozumiemy, dlaczego odkryte w 1965 roku w laboratorium "Bell Telephone" promieniowanie o dziwnych właściwościach wywołało taką sensację wśród naukowców. Wystarczy pomyśleć o metodzie rachunkowego określania stanów z przeszłości na podstawie dotychczasowych pomiarów ruchów ucieczki poszczególnych mgławic spiralnych. Dokonano tego w setkach przypadków. Przypomnijmy sobie: mgławice najbliższej położone są najpowszechniejsze, im większe ich oddalenie, tym większa jest także ich prędkość.

Może jest tak po prostu dlatego, że najszybsze mgławice od początku miały największą prędkość i dlatego najdalej poleciały? Skoro tylko powzięto taki pomysł i dokonano odpowiednich obliczeń na podstawie odległości i prędkości poszczególnych mgławic, natychmiast okazało się, że obraz eksplozji

należy istotnie rozumieć dosłownie. Przed mniej więcej trzynastoma miliardami lat wszystkie te mgławice, cała w tym Wszechświecie zawarta materia (a z nią i przestrzeń samego Wszechświata), musiały być skoncentrowane w jednym punkcie. Wraz z wychodzącą z tego punktu potężną eksplozją, której dalszy ciąg przeżywamy jeszcze dzisiaj w formie opisanej przez nas ekspansji Wszechświata, przed jakimiś trzynastoma miliardami lat świat zaczął istnieć.⁵

Do 1965 roku była to jeszcze teoria. Co prawda wszystkie szczegóły były cudownie do siebie dostosowane i składały się na jednolity, zamknięty w sobie obraz. Później można było powiedzieć, że wynikająca z wzorów Einsteina prognoza tego, że Wszechświat kiedyś musi bądź zapaść się, bądź rozciągnąć, stanowić może również dobitne wsparcie słuszności teorii "prawybuchu" (czyli "Big-Bangu", jak naukowcy angielskiego obszaru językowego onomatopeicznie nazwali to dramatyczne wydarzenie). Pomimo to poszukiwano bezpośredniego dowodu. Wymyślić sobie można dużo rzeczy. Ale nawet to, co jest sensowne i logiczne, niekoniecznie musi naprawdę istnieć. Zaznaczamy na marginesie, że jest to punkt widzenia, który często nie dociera do wielu ludzi zajmujących się z amatorstwa rozważaniami filozoficzno-przyrodniczymi. A szkoda, często nie rozumieją bowiem, dlaczego ich teorie i konstrukcje myślowe nie znajdują aprobaty zawodowych kapłanów wiedzy.

Łatwo to wytłumaczyć. Nie dzieje się tak dlatego, że – jak wielu sądzi – naukowcy są zanadto zarozumiali, aby uznać zasługi outsidera. Sprawa polega raczej na tym, że każdy uczony wie z własnego, nieraz gorzkiego doświadczenia, jak bardzo daremne jest mozolne ustanawianie teorii i wznoszenie budowli myślowych, które same w sobie są logicznie zwarte i bezsporne.

W niektórych przypadkach bywa wręcz tragiczne, że tyle czasu i energii zużywa się na opracowanie "teorii" o tajemnicy życia, powstaniu materii i tym podobnych problemach. Naturalnie, każda teoria musi sama w sobie być wolna od sprzeczności i przekonująca. Ale to, czy posiada jakąkolwiek wartość, zależy wyłącznie od tego, czy w otaczającym nas świecie istnieje jakiś fakt, jakieś obserwowalne zdarzenie, które może stanowić dla niej oparcie, albo też, czy można z niej wyprowadzić taką prognozę, która da się sprawdzić doświadczalnie.

Dlatego też, pomimo przesunięcia linii widmowych ku czerwieni, pomimo wzorów Einsteina, naukowcy nie byli zadowoleni. Wszystko wprawdzie wskazywało na to, że świat nasz w potężnej błyskawicy powstał z niczego, ale któż mógł być całkowicie pewny, czy przesunięcie linii widmowych ku czerwieni pochodzące od mgławic spiralnych istotnie brało się ze zjawiska Dopplera, a nie miało innej, nie wyjaśnionej jeszcze przyczyny? A może Einstein jednak miał rację, kiedy włączył do swoich równań "człon kosmologiczny"? Potrzebowano więc koniecznie jakiegoś dowodu.

Gdy się chce coś znaleźć, trzeba przede wszystkim wiedzieć, czego należy szukać. Jak mógłby wyglądać dowód realności prawybuchu sprzed 13 miliardów lat? Jednym z fizyków zajmujących się intensywnie tym zagadnieniem był Robert H. Dicke z Princeton. Próbował on obliczyć warunki, które musiały panować w pierwszych sekundach istnienia świata. Następnie usiłował stąd wyprowadzić charakterystykę jakichś objawów, które dałoby się dzisiaj jeszcze odnaleźć.

Dicke doszedł wreszcie do wniosku, że z błyskawicy owego wybuchu musiało do tej pory jeszcze pozostać promieniowanie termiczne, charakterystyczne dla temperatury około 3 stopni Kelvina. Równa się to tylko 3 stopniom powyżej absolutnego zera, to znaczy minus 273,15 stopni Celsjusza. "3 stopnie więcej aniżeli nic." Niezależnie od tej temperatury promieniowanie – zgodnie z osobliwością swego powstania – powinno być izotropowe. Innymi słowy: powinno ono wypełniać cały obecny Wszechświat całkowicie równomiernie, a dla obserwatora pozornie dobiegać jednocześnie ze wszystkich kierunków.⁶

Możemy już w tym miejscu zrozumieć, jak Dicke doszedł do tej drugiej prognozy. Nie wolno nam tylko poddać się kuszącemu paralogizmowi, jakoby gdzieś dzisiaj we Wszechświecie istniał punkt, z którego świat rozdał się do swych obecnych rozmiarów. Chociaż jest to dla nas i zawsze pozostanie niewyobrażalne, nie wolno nam zapominać, że w owym czasie Kosmos sam był tylko punktem i że to właśnie ten punkt się rozciągnął. Dlatego też Dicke twierdził, że Wszechświat musi jeszcze teraz być wypełniony całkowicie równomiernie pozostałym po wybuchu promieniowaniem.

W konkretnych warunkach obserwacji musi to oznaczać, że przyrządy powinny wykazywać promieniowanie ze wszystkich kierunków i o jednakowym natężeniu. W zasadzie zjawisko to powinno być dokładnie takie samo w każdym dowolnym miejscu Wszechświata; Dicke jeszcze dodał, że – rozumując logicznie – dla takiego promieniowania pochodzącego od początków świata nie powinno w całym Kosmosie być żadnego uprzywilejowanego punktu. Teoretycznie również było to całkowicie poprawne. Brzmiało co prawda nieco akademicko, ponieważ wniosku tego – jak się zdawało – nigdy nie będzie można sprawdzić. Tak więc intensywność odpowiadająca 3 stopniom Kelvina i opisana izotropowość stanowiły list gończy poszukiwanego promieniowania. Trudności techniczne były

ogromne. W Princeton niebawem rozpoczęto budowę odpowiednich anten. I właśnie w tym czasie Dicke przypadkowo dowiedział się o dziwnym zakłócającym szumie, z jakim męczył się zespół w "Bell Telephone". Ciąg dalszy jest nam znany. Penzias i Wilson – nie wiedząc o tym i nie zamierzając tego – odkryli poszukiwane promieniowanie.

Cała sprawa nie była aż tak przypadkowa, jak by się mogło wydawać. Przypadek nie polegał na tym, że pracownicy "Bell Telephone" swymi aparatami przechwycili resztkowe promieniowanie prawybuchu, lecz na tym, że wiadomość o tym dotarła do Dicke'a, który mógł im powiedzieć, o co chodzi. Ostatecznie nie jest aż tak trudno wytropić owo resztkowe promieniowanie. Wiemy obecnie, że powoduje ono nawet część tego "optycznego szumu", tego "opadu śnieżnego", jaki widzimy na ekranie naszych telewizorów, wówczas gdy po zakończeniu programu aparat pozostaje włączony i jest jak gdyby "na jałowym biegu". W takiej postaci więc echo powstania świata dotąd jeszcze przenika do naszych domów.

W ubiegłych latach astrofizycy potrafili zresztą odnaleźć tę równomierność, izotropowość owego promieniowania odpowiadającego temperaturze 3 stopni Kelvina, w bardzo rozmaitych miejscach Wszechświata, potwierdzając tym samym ostatnie przewidywanie Dicke'a, które wydawało się czystą teorią. Udało im się udowodnić obecność cząsteczek cyjanu w obłokach gazowych odległych o setki lat świetlnych i przebadać fizyczny stan tych cząsteczek na podstawie analizy widmowej prześwitującego światła gwiazd znajdujących się poza nimi. Dotyczy to obecnie co najmniej ośmiu różnych i daleko od siebie położonych kosmicznych obłoków gazowych. We wszystkich przypadkach bez wyjątku analizowane cząsteczki były w stanie wzbudzenia odpowiadającym promieniowaniu charakterystycznemu dla temperatury dokładnie 3 stopni Kelvina.

Od 1965 roku wiemy więc, że świat nasz miał swój początek, od którego minęło prawdopodobnie mniej więcej trzysta miliardów lat. Według tego, co wiemy, w czasie tym powstał Kosmos w błyskawicy tak potężnej, że naukowcy dzisiaj jeszcze mogą "usłyszeć" jej echo. Jakie były przyczyny tej błyskawicy i co było przedtem?

Niektórzy uczeni liczą się z możliwością, że obecne rozprzestrzenianie się świata przebiega w sposób hamowany. Wiele przemawia za tą wersją zmniejszania się szybkości ekspansji, po prostu jako skutku wzajemnego przyciągania wszystkich mas znajdujących się w Kosmosie. Jakkolwiek nikła byłaby siła przyciągania na tak wielkich odległościach, jej działanie w ciągu bardzo, długich okresów bezsprzecznie daje się odczuć.

Stąd próbuje się teraz przy użyciu największych radioteleskopów uzyskać wgląd w przeszłość dla stwierdzenia, czy może prędkość ucieczki mgławic w pierwszych miliardach lat istnienia świata nie była jednak większa niż dzisiaj. Taki wynik stanowiłby dowód hamowanego przebiegu ekspansji. Badania te są w zasadzie łatwiejsze do przeprowadzenia i mniej tajemnicze, aniżeli się w pierwszej chwili może zdawać. Trzeba tylko w tym celu sięgnąć dostatecznie daleko w przestrzeń. Znajdujemy tam bowiem mgławice i kwazary wykazujące właściwości sprzed dwu, sześciu lub więcej miliardów lat, to jest z czasu, gdy wysłały one światło, które dzisiaj odbieramy. Badania tego rodzaju prowadzi przede wszystkim Martin Ryle i jego współpracownicy w Anglii. Ich wyniki nie są jeszcze jednoznaczne. Zależą one w dużym stopniu od możliwie precyzyjnego określenia odległości mgławic, a właśnie w odniesieniu do tych najdalszych obiektów jest to obecnie jeszcze sprawa bardzo niepewna.

W przypadku hamowanej ekspansji ruch ucieczki powoli, w ciągu wielu miliardów lat musiałby wreszcie ustać, po czym rozpocząłby się proces w kierunku przeciwnym. Od tej chwili pod wpływem samego tylko ciężenia wszystkie masy w całym Wszechświecie zaczęłyby wpadać na siebie z rosnącą prędkością. Tym samym po ekspansji nastąpiłaby kontrakcja Wszechświata. W fazie tej astronomowie przy badaniu widma bardzo daleko położonych galaktyk stwierdzaliby nie przesunięcie linii widmowych ku czerwieni, lecz pozorne skrócenie długości fal, a więc przesunięcie linii widmowych ku fioletowi.

W ciągu tej kontrakcji prędkość zderzających się ze sobą mas stale by się zwiększała. W końcu wszystkie niezliczone galaktyki Wszechświata, każda złożona ze stu lub więcej miliardów słońc, każda z nich zawierająca milionkrotne życie w niewyobrażalnej różnorodności form, stopiłoby się ze sobą w toku jednej olbrzymiej kolizji. Cały Wszechświat zginąłby w gigantycznej implozji.

Jednakże znowu w kilka miliardów lat później, gdy z rozbitej potęgą eksplozji materii kosmicznej powstaną nowe gwiazdy na nowym niebie, a na nich z kolei życie i nowe kultury – ta sama błyskawica zostałaby odkryta przez astronomów owych kultur i zinterpretowana zupełnie inaczej: nie jako upadek dawniejszego-go świata, lecz jako początek własnego Kosmosu.

Czy może rzeczywiście tak jest? Czy przed "Big-Bangiem" istniał już kiedyś inny Wszechświat? A my zagospodarowaliśmy się na gruzach jego kłęski? Czy gruzy naszego świata w jakiejś niewyobrażalnie dalekiej przyszłości służyć będą za materiał wyjściowy nowego Kosmosu, którego jeszcze nie ma?

Naukowcy sądzą, że taki model "pulsującego Wszechświata" jest prawdopodobny. Trwanie jego pulsacji oceniają na mniej więcej 80 miliardów lat. Byłby to czas upływający między dwoma wybuchami kosmicznymi, byłby to w pewnym sensie czas trwania poszczególnego, "indywidualnego" Wszechświata. Nie widzimy żadnego powodu, dla którego nie miałyby się tak ciągnąć bez końca, dlaczego Wszechświat z Wszechświatem nie miałyby sobie na tym świecie w ten sposób podawać rąk w nie kończącym się łańcuchu aż do kresu wszelkiego czasu. Może istotnie tak jest.

Tym samym jednak nasze pytanie o początek znowu zostało odsunięte bez odpowiedzi. Jeżeli przed naszym światem istniał inny świat, od którego dzieli nas nieprzekraczalna bariera prawybuchu, a przed nim jeszcze inny i tak dalej – wówczas wydaje się, że przyczynowy łańcuch biegnący ku początkowi zagubił się w nieskończoności. Może jednak jest tak, że żadnego początku nie było. Co prawda po tym, czegośmy się na ten temat w tym, rozdziale dowiedzieli, straciliśmy nieco zaufanie do pojęcia nieskończoności. A jak będzie ono wyglądać, gdy spróbujemy sięgnąć myślą wstecz, wzdłuż szeregu przyczyn aż do pierwszego początku pierwszego świata – tego nikt nam. powiedzieć nie może. Tutaj pytania nasze gubią się całkowicie w nieznanym.

Tymczasem pytanie o początek dla każdego z nas ma jeszcze jedno zupełnie inne znaczenie. Wiedzieć chcemy nie tylko, kiedy i w jaki sposób powstał świat, wiedzieć chcemy także, dlaczego powstał. "Dlaczego w ogóle coś istnieje?" bądź, mówiąc inaczej: "Dlaczego nie jest tak, że jest nic?"

Gdy o to zapytamy przyrodnika, usłyszymy lakonicznie, że na pytanie to nie ma odpowiedzi. Gdy będziemy nalegać, zapytany może stać się nawet niegrzeczny. Od jego temperamentu zależy, czy zbędzie nas oświadczeniem, że pytanie jest "bez sensu", czy nas wyśmieje, czy wyprosi sobie dalsze pytania ze strony takiego laika. Reakcja ta związana jest z pewną chorobą zawodową, na którą cierpi większość przyrodników naszego pokolenia i którą należy uważać za dalszy skutek ich wielowiekowych zacieklej walk z teologami i filozofami.

Gdy bowiem rozmawiamy z przedstawicielami nauk przyrodniczych na takie tematy, musimy pamiętać o minionych dziejach badań nad przyrodą. Giordano Bruno i Galileusz nie są jedynymi, lecz tylko najsłynniejszymi uczonymi, którzy swymi badaniami ściągnęli na siebie zagrożenie życia. Niebezpieczniejsza, nie dla badaczy osobiście, lecz dla rozwoju ich wiedzy, jest tkwiąca jeszcze dzisiaj w ludziach pewna skłonność, objawiająca się w toku dyskusji o zagadnieniach przyrodniczych, wobec każdej napotykaną większą przeszkodą intelektualną; jest nią skłonność do rezygnowania z dalszego myślenia na rzecz jakiegoś pozornego, metafizycznego lub nadprzyrodzonego, rozwiązania.

Przez całe wieki chemicy, nie zastanawiając się głębiej, żywili przekonanie, że do powstania substancji organicznych (w odróżnieniu od związków nieorganicznych, minerałów itp.) niezbędna jest tajemnicza, naukowo nieuchwytna "siła życiowa", obecna tylko w organizmach żywych. Trwało to, dopóki Fryderyk Wohler w swoim laboratorium w 1828 roku po raz pierwszy nie zsyntetyzował związku organicznego – mocznika.

Przykładów jest mnóstwo. Czy będzie to wyrafinowana mimikra indyjskiej gąsienicy, o której była mowa we wstępie, czy też problem powstania życia na Ziemi, którym będziemy się jeszcze zajmować – zawsze przy takich i podobnych problemach czai się pokusa uniknięcia wysiłku dalszego myślenia, konieczności cierpliwego oczekiwania na wyniki dalszych mozolnych badań w sposób nadzwyczaj prosty, przez uznanie owych problemów za "nie do wyjaśnienia na drodze naukowej" i zadowolenie się jakimś "wyjaśnieniem" nadprzyrodzonym.

Ponieważ przyrodnicy także są ludźmi, oni również nie byli nigdy uodpornieni na taką pokusę. Toteż raz po raz jej ulegali. Z czasem jednak zauważyli, że z reguły największych odkryć udało im się dokonać wtedy, gdy nie ustępowali, gdy nie rezygnowali zbyt prędko, gdy – przeciwnie – cierpliwie dalej szukali przyczyn właśnie w takich przypadkach, kiedy "cud" zdawał się jedyną odpowiedzią. Tylko tym tłumaczyć można uporczywość i wyrobioną przez całe pokolenia samodyscyplinę, dzięki którym konsekwentnie wyćwiczyli się wreszcie w tym, aby nie ufać żadnemu "cudowi" i odrzucali każde nadprzyrodzone wyjaśnienie. Zbyt wiele mieli gorzkich doświadczeń w przeszłości.

Stąd całkowicie zrozumiałe jest, że jedną z cech metody przyrodniczej jest postawa Wyrażająca się w tym, aby udawać, jakoby istniały tylko rzeczy obiektywnie wymierne, i próbować, jak daleko można dzięki nim zejść. Od kiedy naukowcy przybrali konsekwentnie taką w gruncie rzeczy prostą (choć naturalnie ludzkiej raczej z urodzenia obcą) postawę, przekonali się, że osiągnęli tym bardzo

wiele, o wiele więcej, aniżeli się im samym kiedykolwiek śniło.

Jednakże doprowadziło to do tego, że takie nastawienie u wielu z nich stało się rodzajem idee fixe, pewną "profesjonalną nerwicą", chorobą zawodową. Także i poza środowiskiem naukowym ten historyczny rozwój odbił się na postawie wielu "nowoczesnych" wykształconych ludzi, bez świadomości, gdzie tkwią korzenie tego ich nastawienia. Większość dawno zapomniała, że pierwotnie ta wewnętrzna postawa była wyrazem świadomej metody pracy, obranej ze zrozumiałych przyczyn. Reagują oni niechęcią lub drwiną, gdy stawia się ich wobec spraw i problemów spoza zasięgu rzeczy wymiernych i wyważalnych, wierzą bowiem, że muszą głosić pogląd, iż takie obszary rzeczywistości w ogóle nie istnieją.

Na pewno słuszne jest, że rozważania metafizyczne nie powinny płatać się wśród przyrodniczych badań naukowych. Przyrodnik, który łamie tę zasadę, staje się zwykłym gadułą. Ale wiedza o przyrodzie nie ogarnia jeszcze całej rzeczywistości. A Albert Einstein rozpoznanie to wprowadził do nauki nawet jako zasadę.

Stąd też każdy ma prawo sam wyrobić sobie własne zdanie o tym, dlaczego istnieje świat, a nie po prostu – nic. Nauki przyrodnicze tego już nie rozwiążą. A jeżeli ktoś z bezspornego faktu, że świat istnieje, chce wyciągnąć wniosek o przyczynie tego istnienia – założenie takie w żadnym punkcie nie jest sprzeczne z naszą wiedzą naukową. Żaden uczony nie rozporządza ani argumentem, ani faktem, które mogłyby być sprzeczne z tym założeniem. Nawet wtedy gdy w grę wchodzi przyczyna, która – jakżeż mogłoby być inaczej – najwyraźniej znajduje się poza tym naszym trójwymiarowym światem.

Nieważne więc, z jakiego powodu, faktem jest, że świat ten istnieje. Istnieje już tak dawno, że tutaj na Ziemi – podobnie jak niewątpliwie na niezliczonych innych ciałach niebieskich – powstać mogły życie i świadomość, a wreszcie – kultura. Kultura właśnie w naszej epoce wzniosła się na szczyty, który pozwala nam po raz pierwszy świadomie rozpoznać ten przebiegający od miliardów lat proces rozwoju. Po niewyobrażalnie długich okresach nieświadomości jesteśmy – w każdym razie na tej planecie – pierwszymi istotami żyjącymi, które odkryły siebie jako tymczasowy produkt końcowy potężnych dziejów. Jesteśmy pierwszymi ludźmi, którym dana została możliwość zrekonstruowania wstecz aż do początku świata – co najmniej w zarysie – tego, co za nami, w celu poznania warunków, jakim my sami i nasze środowisko zawdzięcza swoje powstanie.

Otwiera to przed nami zupełnie nową drogę do samozrozumienia. Do tej pory próbowaliśmy poznać istotę człowieka zawsze tylko na podstawie przebiegu tego, co zwykło się bezmyślnie nazywać "historią", a nawet "historią świata". Innych źródeł nie było. Odkrycie historii przyrody z jej niesłychanym rozwojem od prawybuchu do powstania naszej świadomości ujawnia nam, obecnie, jak bardzo nikły był ten wycinek, z którego dotąd wyciągaliśmy wnioski o całości.

Historia nie jest to tylko następowanie kolejno po sobie dynastii, wypraw wojennych i kultur. Prawdziwa historia sięga daleko szerzej. Rozpoczyna się od "Big-Bangu", powstania wodoru i pierwszych ciał niebieskich, i stąd przebiega spójnie i logicznie przez tworzenie się planet z ich atmosferą, powstanie życia i mózgowi aż do pojawienia się świadomości i inteligencji, do powstania historii w rozumieniu konwencjonalnym i do powstania nauki. Nie rozpoznany jeszcze przez historyków zadaniem przyszłości jest nawiązanie zakresu ich badań do biegu dziejów w tym przyrodniczym sensie, a także dokonanie próby wyprowadzenia z tej prawdziwej historii świata podstawowych prawideł rozwojów historycznych.

Owa wszechogarniająca "historia naturalna" – tak pragnąłbym ją nazwać – zawiera bowiem korzenie naszego bytu, a więc i klucz do jego zrozumienia. To, co się wtedy, przed niewyobrażalnie dawnymi czasami, gdy nie istniała jeszcze myśl, a cóż dopiero myśl o człowieku, rozegrało, wówczas już stworzyło podłoże i ramy wszystkiego, co później miało się z tego początku wyłonić. To, co stało się wtedy, tworzy formę, która wycisnęła piętno na nas i naszym środowisku. Niestuszenie wierzyliśmy przez wieki całe, że znaleźliśmy się na tym świecie jak gdyby zupełnie gotowi, zapięci na ostatni guzik. Przeciwnie, świat ten zrodził nas w procesie swego powstawania jako jedna ze swych części.

Z tej przyczyny istotne i elementarne warunki naszego bytu zostały z góry ustanowione i zdecydowane już na początku świata. Gdy w obłoku eksplozji "Big-Bangu", w pierwszych minutach po początku, protony i elektrony połączyły się w atomy wodoru, owej tak cudownie zdolnej do rozwoju pramaterii wszystkiego, co miało nadejść, już było pewne, że stałość i trwanie nie będą z tego świata. Nieustająca zmiana i rozwój, cechy przypisane temu wśród eksplozji rozwijającemu się Wszechświatowi, siłą rzeczy musiały dotyczyć wszystkiego, co ten nowo narodzony Wszechświat kiedykolwiek wytworzy.

Świat, który sam jest skończony i ciągle się zmienia, nie może wszak mieścić w sobie ani

nieskończoności, ani trwałości.

2. NASZE MIEJSCE PRZY SŁOŃCU

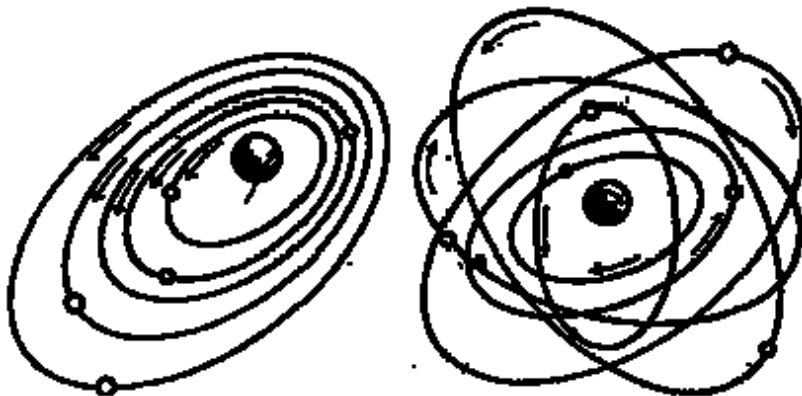
Nie wiemy dokładnie, jak powstała Ziemia. Jest to stwierdzenie, które u wielu ludzi wywoła zdumienie. I słusznie. Nauka, która bądź co bądź dojrzała do tego, że obecnie potrafi już obserwacjami tropić ślady początku świata, powinna była dowiedzieć się jeszcze znacznie więcej o tej małej planecie, na jakiej sama siedzi. Pomimo to początek Ziemi, podobnie jak w ogóle powstanie Układu Słonecznego, wciąż jeszcze w znacznym stopniu ginie w mroku niewiedzy i jest niezrozumiały.

Brzmi to paradoksalnie, ale główne trudności w rozwikłaniu problemu powstania naszej planety związane są właśnie z tym, że na niej siedzimy i że pozostałe planety naszego Słońca znajdują się stosunkowo blisko nas, są więc łatwo dostępne dla naszej aparatury. Stąd znamy doskonale wszystkie ich bardzo różnorakie właściwości. Teoria powstania tych ciał niebieskich musi więc uwzględnić i wyjaśnić wszystkie te cechy. Można by zrazu sądzić, że mnogość danych i szczegółów o ciałach niebieskich położonych najbliżej nas musi oznaczać równie wielką mnogość wskazówek o sposobie, w jaki powstały.

Tymczasem wcale tak nie jest. Nasz Układ Planetarny jest bowiem jedynym, jaki znamy. Planety nie świecą same z siebie, lecz – podobnie jak nasz Księżyc – tylko padającym na nie i odbijanym światłem Słońca. Poza tym nawet największe spośród nich są co najmniej dziesięć razy mniejsze od samoświecącej gwiazdy stałej, jaką jest Słońce. Jest to powód, dla którego do tej pory jeszcze nie potrafimy najczulszym nawet przyrządem obserwacyjnym zbadać układów planetarnych innych gwiazd. Właściwie to w tych warunkach musimy się przyznać, że dotąd nie potrafimy bezpośrednio udowodnić, że w ogóle istnieją inne gwiazdy, okrążane – podobnie jak nasze Słońce – nie rozżarzonymi planetami.

W zasadzie byłoby więc zupełnie możliwe, żeby nasz Układ Planetarny był nie tylko jedynym, jaki znamy, ale w ogóle jedynym układem występującym w Kosmosie. Z drugiej strony stara i wypróbowana praktyka naukowców każe w bardzo małym tylko stopniu zakładać prawdopodobieństwo "niepowtarzalności" jakiegoś obserwowanego zjawiska. Czyli inaczej – jest jak najbardziej nieprawdopodobne, aby Słońce nasze zajmowało taką szczególną pozycję pośród miliardów gwiazd stałych naszego Układu Drogi Mlecznej – nie mówiąc już wcale o niezliczonych innych układach dróg mlecznych, czyli galaktykach.

W tej sytuacji badacze, wobec tych niezliczonych znanych im faktów dotyczących planet naszego Słońca, nie mogą sobie pozwolić na żadne "wypowiedzi statystyczne". Oznacza to, że nie wiedzą nigdy, czy jakaś liczba albo jakiś inny fakt, stwierdzany przez nich w Układzie Słonecznym jest właśnie "typowy dla układu planetarnego", czy też jest raczej jakimś przez czysty przypadek powstałym stanem rzeczy, występującym wyłącznie w naszym Układzie Słonecznym. W pierwszym przypadku – odkryta właściwość stanowiłaby przydatny kamyczek do mozaiki jakiejś teorii powstania. Natomiast w drugim przypadku, przeciwnie, należałoby strzec się przed wbudowaniem jej do teorii, ponieważ występuje jedynie przypadkowo, niekoniecznie musi więc być związana z prawami prowadzącymi do powstania układu.



Tak więc obfitość wszelkich danych i zjawisk jest dla astronomów raczej źródłem zamętu aniżeli wskazówką w sprawie powstania Ziemi i wszystkich innych planet. Stosunkowo znacznie więcej

wiemy w tej mierze o naszym Układzie Drogi Mlecznej, chociaż jest niewyobrażalnie o tyle większy i chociaż o tyle mniej znamy dotyczących go szczegółów. Jednakże astronomowie mogli sfotografować i najrozmaitszymi metodami przebadać oraz przeanalizować niezliczone tysiące takich układów dróg mlecznych. Daje im to możliwość ujmowania galaktyk w grupy, porównywania ich właściwości i nakreślenia wiarygodnego obrazu tego, jak wygląda "typowy" układ drogi mlecznej i jakie prawa stanowią podłoże jego właściwości.

Skonstatujmy najpierw kilka faktów wymagających wyjaśnienia, zanim zabierzemy się do zbudowania teorii powstania Układu Słonecznego, a tym samym naszej Ziemi. Najważniejszym zjawiskiem jest niewątpliwie to, że wszystkie znane nam dziewięć planet, od Merkurego począwszy, a na Plutonie skończywszy, okrąża Słońce w tym samym kierunku i że tory, jakie przy tym zarysowują w przestrzeni, wszystkie leżą w tej samej płaszczyźnie (zob. rysunek po lewej). Zgodnie z tym, co dzisiaj wiemy o prawach mechaniki nieba, teoretycznie równie dobrze byłoby możliwe, aby planety obiegały Słońce w najróżniejszych płaszczyznach i w rozmaitych kierunkach (zob. rysunek po prawej). Skoro tak nie jest i jeżeli ponadto wspólna płaszczyzna wszystkich ich torów jest prawie całkowicie zbieżna z równikiem Słońca – trudno uwierzyć, aby to było sprawą przypadku.

Wszyscy naukowcy zgodni są co do tego, że wytłumaczyć można to tylko hipotezą, iż Słońce samo swoim obrotem w decydującym stopniu przyczyniło się do powstania Układu Planetarnego, który je obecnie otacza. W tym miejscu zaczynają się piętrzyć trudności. Przecież wydaje się, że kolejną, logicznie stąd wynikającą hipotezą powinno być, że Słońce i planety powstały w toku tego samego procesu z ogromnego obłoku gazu i pyłu międzygwiazdowego, obłoku kurczącego się pod działaniem własnej grawitacji. Ponieważ kurczący się w taki sposób obłok siłą rzeczy wpada w coraz szybszy obrót – z tych samych powodów, dla których łyżwiarka przy piruecie przyciska do siebie ramiona – powstają odpowiednio wielkie siły odśrodkowe, które z wolna, ale niezawodnie przekształcają coraz prędzej wirujący twór w obracający się dysk.

Pozornie nic łatwiejszego do zrozumienia jak ciąg dalszy: dzięki tej samej sile odśrodkowej od zewnętrznego obrzeża olbrzymiego dysku odrywa się z czasem gazowa materia. Oderwane części po oddzieleniu poruszają się nadal, wszystkie w tym samym kierunku i w tej samej płaszczyźnie. Innymi słowy, zaczynają w opisany sposób obiegać punkt środkowy dysku, kurczącego się wciąż w centrum układu. One również kurczą się coraz bardziej ku własnemu punktowi ciężkości, tworząc w ten sposób zarodki przyszłych planet, podczas gdy główna masa dysku w końcu staje się Słońcem.

Chociaż opis ten brzmi nadzwyczaj pięknie i przekonująco – musi być całkowicie błędny. Wśród wielu bowiem znanych nam właściwości naszego Układu Słonecznego występują niestety także takie, których absolutnie z tą teorią pogodzić nie można. Najważniejszą jest tak zwany "paradoks momentu pędu". Astronomowie nazwą tą określają trudny, z punktu

widzenia mechaniki nieba, do wytłumaczenia fakt, że Słońce ze swym olbrzymim rozmiarem wprawdzie stanowi prawie 99,9 procent łącznej masy całego Układu Słonecznego, zawiera natomiast zaledwie 2 procent jego momentu pędu.

Przyjrzyjmy się bliżej, o co tu chodzi, aby zrozumieć, dlaczego jest to tak ważny argument przeciwko uprzednio naszkicowanej, a tak przekonującej teorii powstania. Sprawa jest w gruncie rzeczy bardzo prosta. Gdy pod działaniem siły odśrodkowej od jakiegoś wirującego dysku stopniowo odrywają się okruchy masy, to zgodnie z prawami mechaniki prędkość obrotu centralnego dysku – na zasadzie wspomnianego efektu piruetu – musi być większa od prędkości obiegu oderwanych okruchów. One bowiem w chwili oderwania się nabrały prędkości właściwej dla ich miejsca na zewnętrznej krawędzi dysku. Nie znamy żadnych sił, które mogłyby później spowodować wzrost prędkości ich obrotu. Tymczasem główna, centralna masa układu, a więc dysk, z którego zgodnie z omawianą teorią miałyby w końcu powstać Słońce, także po oderwaniu się poszczególnych planetowych zarodków podlega dalszej koncentracji. Prędkość jego obrotu powinna się zatem dalej zwiększać. W wyniku końcowym moment pędu ciała środkowego, to znaczy Słońca, powinien więc znacznie przewyższać moment pędu wszystkich planet na ich rozmaitych orbitach.

Niestety w przypadku Układu Słonecznego dzieje się wręcz przeciwnie. Powiadamy "niestety", gdyż tym samym tak przekonująca i prosta teoria o wspólnym powstaniu z zamkniętego wirującego praobłoku, bez żadnego wpływu z zewnątrz – została obalona. Astronomowie obliczyli, że gdyby rozwiązanie to było poprawne, Słońce musiałoby obracać się co najmniej dwieście razy prędzej, aniżeli jest w istocie.

Jak powstał więc «Układ Słoneczny? Istnieje obecnie ponad 30 (trzydzieści!) przeróżnych teorii próbujących odpowiedzieć na to pytanie. Sama liczba jest dobitnym wyrazem panującej tu bezradności. Mnogość poglądów zaś wynika stąd, że każda spośród tych teorii usiłuje wyjaśnić jedną

określoną osobiwość naszego Układu. Z zasady wynik zaprzecza z kolei innej jakiejś właściwości, dla której wytłumaczenia tworzy się znowu nową teorią i tak dalej. Do tej pory żadna z tych prób nie potrafiła dać przekonującego i jasnego wytłumaczenia całości.

Pomimo to musimy tutaj krótko omówić dwie z owych teorii. Pierwszą dlatego, że swego czasu była żywo dyskutowana, nie tylko w środowisku fachowym, i dotąd w szerokim kręgu uznawana jest za obowiązującą. Fakt, że w rzeczywistości dawno już została odrzucona, wydaje mi się ważny dlatego, że pośrednio jest ona ściśle powiązana z pytaniem, czy w innych rejonach Kosmosu również powstało życie. Mowa jest o "teorii katastrof", opracowanej przez znanego angielskiego astronoma Jamesa Jeansa.

Jeansowi zależało przede wszystkim na wyjaśnieniu "nadwyżki" momentu padu planet. Ponieważ – jak widzieliśmy – przebieg wydarzeń w samym Układzie nie uzasadnia tego zjawiska, wydawało się logiczne, że poszukiwać należy jakiejś siły, która mogłaby pochodzić z zewnątrz. W rachubę wchodziła właściwie tylko inna gwiazda stała. Takie rozumowanie naprowadziło Jeansa na pomysł, że może kiedyś, przed wielu miliardami lat, jakieś obce słońce w czasie swego lotu przez Kosmos przypadkowo tak bardzo przybliżyło się do naszego Słońca, że wzajemna siła przyciągania obu gwiazd wyrwała z ich ciał rozżarzone masy. Wskutek impetu takiego spotkania masy te mogły zostać wyrzucone wszystkie w tym samym kierunku, na orbitę wokół Słońca, a następnie, po ochłodzeniu, zgęścić się w dzisiejsze planety.

Jak widzimy, "hipoteza spotkania" Jeansa bardzo elegancko rozwiązuje paradoks momentu pędu. Tym, co wybuchającym ze Słońca masom gazowym, które potem staną się planetami, nadaje dodatkowy rozpęd, jest po prostu impuls dany przez pędzącą obcą gwiazdę i przeniesiony jej siłami przyciągania. Teoria ta doskonale wyjaśnia także zbieżny kierunek obiegu wszystkich planet wokół Słońca, jak również to, że wszystkie tory planet znajdują się w tej samej płaszczyźnie. Nawet fakt, że oś obrotu Słońca pochylona jest mniej więcej o sześć stopni w stosunku do płaszczyzny torów planet, w świetle tej teorii jest bardziej zrozumiałe aniżeli bez zakłócającego działania z zewnątrz. Jakkolwiek nachylenie to jest bardzo niewielkie, nie powinno ono właściwie występować wcale, gdyby masy późniejszych planet były z bryły Słońca po prostu wyrzucane na zewnątrz przez siły odśrodkowe.

Nic więc dziwnego, że hipoteza Anglika cieszyła się w latach trzydziestych powszechnym zainteresowaniem. Ożywiona w związku z tym dyskusja dotyczyła jednocześnie także dalszego wniosku, nieuchronnie z hipotezy tej wynikającego. Jeżeli Jeans miał rację – a świat cały podówczas wierzył, że prawdopodobnie tak jest – w takim razie może w całym Kosmosie życie istnieje tylko w naszym Układzie Słonecznym. Poszczególne gwiazdy są we Wszechświecie tak bardzo od siebie odległe, że takie kosmiczne "prawie zderzenie" może nastąpić wyjątkowo rzadko. Obliczenia astronomów wykazywały, że obca gwiazda musiała nieomal otrzeć się o nasze Słońce, aby móc wyłamać zeń dostateczną ilość materii na dostatecznie dużą odległość. Wobec ogromnych odstępów pomiędzy gwiazdami takie "spotkanie po stycznej" zająć mogło w całej naszej Drozdzie Mlecznej z jej 200 miliardami gwiazd najwyżej zaledwie kilka razy od czasu istnienia Wszechświata, a może w ogóle tylko ten jeden jedyny raz.

Jeżeli więc tylko takim zdarzeniem można było wytłumaczyć istnienie "typowego" układu planetarnego, to nasz Układ byłby rezultatem całkowicie nieprawdopodobnego przypadku. Może jest w ogóle jedyny w całym Kosmosie. (Niechaj nam wolno będzie tutaj wtrącić, że nawet przy tak krańcowo pesymistycznej perspektywie musiałyby istnieć co najmniej dwa układy planetarne: oprócz naszego jeszcze układ planetarny owej gwiazdy, która przed niewiadomym czasem miała wejść w tak bliski kontakt z naszym Słońcem, gdyż przy tym spotkaniu musiałyby z nią stać się to samo, co z naszym centralnym ciałem niebieskim.) A ponieważ życie możliwe jest tylko na planetach składających się ze stałej zimnej materii, nigdy zaś na płonącym atomowym żarem obłoku gazowym gwiazdy stałej – wydawało się, że Jeans całkowicie niechcący dostarczył jednocześnie swoim wyjaśnieniem przekonującego dowodu, że egzystencja nasza w Kosmosie – a przynajmniej w naszej Galaktyce – jest jedyna w swoim rodzaju.

Dzisiaj wiadomo nam, że teoria spotkania Jeansa także jest błędna. Budzi wiele różnych zastrzeżeń. Podamy dwa najważniejsze spośród nich: dokładne przeliczenie sił i wzajemnych oddziaływań występujących w trakcie założonej kosmicznej katastrofy dawno wykazało, że nasz Układ Planetarny, gdyby był swój zawdzięczał przejściu obcej gwiazdy, musiałby być znacznie mniejszy. Mógłby sięgać zaledwie poza tor Merkurego, tymczasem najdalsza planeta, Pluton, obiega Słońce w odległości około stokrotnie większej.

Drugie zastrzeżenie jest nie mniej ważne. Materia wyrwana ze Słońca musi mieć temperaturę Słońca. Temperatury na Słońcu są bardzo różne, zależnie od tego, na jakiej głębokości się je mierzy.⁷

W środkowym punkcie Słońca, a więc w centrum płonącego tam ognia atomowego, wynoszą one niewyobrażalne 15 milionów stopni. Na powierzchni Słońca zaś jest "tylko" od 5000 do 6000 stopni. Ponieważ temperatura niezwykle szybko wzrasta tuż pod powierzchnią, gazowa materia, wyrwana ze Słońca przez działające od zewnątrz siły ciężenia, musiałaby mieć temperaturę co najmniej jakichś 100 000 stopni.

Tak gorący obłok gazowy zaś nie może być trwały w wolnym Wszechświecie. Nie miałby najmniejszej nawet szansy skurczenia się do postaci planety. Zanim bowiem zdążyłby się w tym celu dostatecznie ochłodzić – ulotniłby się w próżnię na wszystkie strony.

Stabilne w takich lub wyższych jeszcze temperaturach może być dopiero ciało gazowe o rozmiarze Słońca, kiedy przy nagromadzeniu tak potężnych mas własna siła ciężenia jest dość wielka, aby oprzeć się ciśnieniu promieniowania napierającemu na zewnątrz.

Z teorii spotkania także więc nic nie wyszło, jakkolwiek liczne umysły przez pewien czas ogromnie nią były zajęte. Wobec tego uczeni zaczęli teraz od nowa interesować się teorią, której załóżkę przed dwustu laty stworzył Immanuel Kant i której nadano trochę niezrozumiałą nazwę "hipotezy meteorytów". Naszkicujemy ją teraz pokrótce w tej formie, w jakiej dzisiaj jest omawiana przez fachowców, a więc z nowoczesnymi uzupełnieniami i zmianami, które do niej wprowadzono, przede wszystkim dzięki pracom C. F. von Weizsackera, Rosjanina O. J. Szmidta i Anglika Freda Hoyle'a.

Zupełnie odmiennym punktem wyjściowym tej teorii jest założenie, że Ziemia, podobnie jak wszystkie inne planety, powstała "na zimno". Nie jest jeszcze wyjaśnione, czy gazowe i pyłowe cząstki, z jakich się utworzyła, przez jakieś zdarzenie zostały oderwane od Słońca, czy też stanowią jak gdyby resztki pozostałe po powstaniu Słońca, czy wreszcie – jak przypuszcza radziecki astrofizyk Szmidt – pochodzą z głębi Kosmosu i zostały tylko przez Słońce przechwycone. W każdym razie tym, z czego wytworzyły się równolegle i jednocześnie Słońce i planety, byłby – zgodnie zresztą z wersją teorii sformułowaną przez Kanta – chaotyczny praobłok gazowego wodoru i cząstek pyłu.

Przed wszystkim skład chemiczny Ziemi wyraźnie przemawia za tym, że powierzchnia naszej planety w ciągu całej historii swojego żywota nigdy nie mogła mieć temperatury wyższej aniżeli kilkaset stopni Celsjusza. Zarodkiem naszej Ziemi był więc gaz i pył. Przy czym gaz – prawie wyłącznie wodór – w znacznej mierze ulotnił się w przestrzeń Wszechświata na zasadzie zwykłej dyfuzji, tak że z czasem coraz bardziej zwiększał się względny udział stałego pyłu, składającego się z najrozmaitszych pierwiastków.⁸ Dlatego też coraz częściej zdarzało się, że cząstki pyłu przypadkowo się zderzały, a następnie "zlepiły". Gdy w taki sposób powstało już kilka większych okruchów, działać zaczęła siła przyciągania, co spowodowało, że proces ten znacznie się przyspieszył.

Całe to wydarzenie mogło się rozegrać jakieś pięć–sześć miliardów lat temu. Bardzo trudno ocenić, jak długo trwało. Rząd wielkości na pewno jest zbliżony do "wielu milionów lat". Natomiast faza końcowa, "zbieranie" ostatnich powstałych okruchów przez największy spośród nich, który miał się stać zarodkiem późniejszej Ziemi, była – jak na pojęcia astronomiczne – dość krótka, trwała może tylko przez 80 000 do 100 000 lat.

Zdaniem amerykańskiego astronoma Harolda C. Ureya, wszyscy możemy dzisiaj jeszcze na własne oczy ujrzeć ślady tej ostatniej fazy powstania Ziemi: na Księżycu. Urey już na długo przed pierwszymi lotami na Księżyc twierdził, że kraterzy na Księżycu są efektem uderzeń okruchów materii pozostałych po narodzinach Ziemi. Obecnie wiemy, że większość księżycowych kraterów rzeczywiście nie jest, jak dawniej sądzono, pochodzenia wulkanicznego, lecz jest skutkiem kosmicznych trafień. Ponadto otworzyły się tymczasem możliwości określania wieku skał na powierzchni Księżyc; ku zdumieniu ekspertów (którzy liczyli się z mniej więcej dziesięciokrotnie niższymi wartościami) okazało się, że zalegające Księżyc rumowiska skalne wykazują dokładnie ten sam wiek co Ziemia. Może więc Urey, którego poglądy swego czasu natrafiły na gorący sprzeciw, miał jednak rację.

C. F. Weizsacker w dosyć skomplikowanej teorii uzupełniającej potrafił uprawdopodobnić sposób, w jaki przez powstawanie wirów oraz efekt tarcia, pomimo niezależnego od siebie tworzenia się poszczególnych planet, mogły w końcu powstać wspólne kierunki obiegu na tej samej płaszczyźnie torów. A Fred Hoyle niedawno opracował zaczątki hipotezy, dzięki której może w przyszłości uda się zrozumieć, jak wymieniona już przez nas "nadwyżka" momentu pędu planet, jeszcze we wczesnej fazie gazowej naszego Układu, została przeniesiona przez potężne pola magnetyczne ze Słońca ku zewnętrznym rejonom.

W związku z tym wszystkim istnieją może widoki na to, że w niedługim już czasie będziemy dysponowali modelem myślowym, który pozwoli nam zrozumieć, jak przed około sześciu miliardami lat powstał nasz Układ Słoneczny, ze swymi dziewięcioma planetami. W tej chwili wszystko jednak jest w

toku formowania się, nie można więc jeszcze wykluczać dużych niespodzianek w przyszłości. Jedyne, co wydaje się definitywnie już rozstrzygnięte, to odrzucenie wszystkich dawnych domysłów, jakoby we wczesnym okresie naszej Ziemi istniał "odcinek życia gwiazdo-podobny", a więc rozżarzone stadium początkowe naszej planety. Zobaczymy jeszcze, że okoliczność ta ma decydujące znaczenie dla naszego obecnego samopoczucia, mówiąc ściślej: dla możliwości zasiedlenia Ziemi.

W gronie swego planetarnego rodzeństwa Ziemia niewątpliwie otrzymała miejsce uprzywilejowane. Jest ona zlokalizowana w najkorzystniejszym miejscu naszego Układu. Może należałoby dla sprawiedliwości dodać, że dotyczy to również obu jej sąsiadów, Marsa i Wenus. Co prawda, jak na nasze pojęcia, warunki na obu tych planetach nie są szczególnie miłe. Na żadnej z nich nie moglibyśmy żyć nawet przez krótki czas bez zastosowania kosztownych urządzeń ochronnych. Nie możemy jednak stanowczo twierdzić, aby życie na tych planetach z zasady i raz na zawsze było wykluczone. Musimy przecież pamiętać, że nasza ziemská miara nie jest w żadnym razie obowiązującą miarą kosmiczną. To co nam wydaje się nieznośne, dla organizmu o odmiennej konstrukcji może być nie tylko całkowicie znośne, ale wręcz bardzo korzystne.

Trzeba jednak w tym miejscu zakreślić pewne granice naszej fantazji, jeżeli nie mamy się całkowicie zgubić w nie kontrolowanych spekulacjach. Rozsądek każe nam zakładać, że życie, w każdej formie, nawet zupełnie obcej nam i niewyobrażalnej, związane jest z przemianą materii. Jakkolwiek by się definiowało pojęcie życia, wyobrazić je sobie można tylko jako formę wyrazu bardzo skomplikowanej materialnej (cielesnej) struktury, w której – bądź w powiązaniu z nią – rozgrywają się nieustannie liczne procesy i przemiany. Taka skomplikowana struktura zakłada trwałość odpowiednio wielkich cząsteczek o odpowiednio złożonej budowie. Tym samym zostaje ustalona co najmniej górna granica temperatury. Przy bardzo wysokich temperaturach wszystkie cząsteczki rozkładają się znowu na poszczególne składniki atomowe.

Na podstawie podobnych rozważań można również uzyskać pewną wskazówkę co do najniższej temperatury granicznej. Jak mówiliśmy, życie zakłada możliwość stałych przemian, ciągłą zmianę stanów cielesnych. Zatem życie w wyobrażalnej dla nas formie związane jest wyraźnie z wodą ciekłą jako rozpuszczalnikiem, jako ośrodkiem, w którym przebiegać mogą owe ciągle, przede wszystkim chemiczne, procesy. Aby więc wnieść ze sobą życie, a przede wszystkim aby je w ogóle kiedyś móc zrodzić, planeta musi stworzyć wpraw "środowisko temperatury", w jakim – przynajmniej niekiedy (na przykład w określonych porach roku albo w pewnych fazach rozwoju geologicznego) – występuje woda w stanie ciekłym.

W dalszym ciągu tej historii, którą tu próbujemy zrekonstruować, będziemy jeszcze musieli uporać się z problemem, jak mogło powstać życie na Ziemi i czy stało się to w sposób naturalny, czy nadprzyrodzony. Zajmiemy się wtedy także okolicznościami, w jakich życie mogłoby się rozwinąć w warunkach innych aniżeli ziemskie.

Teraz, gdy chodzi o rekonstrukcję tego Układu, który jest naszą kosmiczną ojczyzną, mamy prawo za podstawę przyjmować tylko szczególne warunki, ważne dla nas. Oznacza to, że aby możliwe było życie, wymagana temperatura musi się mieścić, mówiąc z grubsza, gdzieś między punktem zamarzania a punktem wrzenia wody. Jedynym wchodzącym w rachubę źródłem ciepła jest znajdująca się w centrum Układu gwiazda, którą ochrzciliśmy imieniem "Słońce".⁹ Ponieważ promieniowanie jej od wielu miliardów lat pozostaje nieomal niezmiennie, jak między innymi wykazują skamieniałe ślady w skorupie ziemskiej, temperatura przede wszystkim zależy od odległości pomiędzy Słońcem a jego rozmaitymi planetami, a prócz tego także od atmosfery danej planety.

Gdy pod tym kątem widzenia pozwolimy poszczególnym członkom naszego Układu przedefiniować przed nami, zrozumiemy wyraźnie, jak idealne jest miejsce, w którym znajduje się Ziemia. Niechaj w takim powiązaniu ta uprzywilejowana lokalizacja właśnie naszej planety nie budzi nieufności wobec rozumowania, w które się tutaj zapuszczamy. Skoro już istniejemy, może jako jedyni, przynajmniej jako jedyna wyższa forma życia w naszym Układzie, skoro powstaliśmy na Ziemi, sytuacja tej planety w Układzie Słonecznym musiała od początku być uprzywilejowana. W przeciwnym razie bylibyśmy się rozwinęli na innej planecie albo też nie mielibyśmy obecnie w ogóle okazji do zastanawiania się nad tym zjawiskiem.

Zacznijmy nasz krótki przegląd od najbardziej wewnętrznej planety, położonej najbliżej Słońca, od Merkurego. Biegnie on po orbicie utrzymującej średni odstęp od Słońca nie większy niż 58 milionów kilometrów. W porównaniu z tym jesteśmy na Ziemi oddaleni od Słońca prawie trzykrotnie, mianowicie mniej więcej 150 milionów kilometrów. Odpowiednio "wysoka jest także temperatura na słonecznej stronie Merkurego. Wynosi ona między 300 a 400 stopni Celsjusza. Ponieważ planeta ta jest ponadto za mała (tylko półtora raza większa od Księżyca), aby utrzymać atmosferę tłumiącą wahania

temperatury, ciepłota na jej stronie nocnej spada gwałtownie aż do minus 120 stopni. Takich barbarzyńskich wahań nie wytrzymałby nawet astronauta wyposażony w najnowocześniejsze ubranie ochronne.

Co prawda na naszym "wewnętrznym" sąsiedzie, na planecie Wenus, panują również temperatury wysokości co najmniej 400, a prawdopodobnie ponad 500 stopni. Pomimo wielkiej odległości od Słońca – około 100 milionów kilometrów – temperatura podnosi się do tego stopnia wskutek istnienia bardzo gęstej atmosfery, wywierającej na powierzchnię Wenus ciśnienie mniej więcej stu atmosfer. Ołów, ze swą temperaturą topnienia 327,5 stopni Celsjusza, występowałby więc na powierzchni Wenus w stanie ciekłym.

W tych warunkach nie może być mowy o lądowaniu jakiegokolwiek załogi – w każdym razie nie za naszego życia. A w przyszłości byłoby to chyba także bez sensu. W tak skrajnym środowisku rzeczywiście wyjątkowo roboty miałyby chyba lepsze możliwości prowadzenia badań aniżeli najbardziej nawet chroniony człowiek. Człowiek musiałby się bowiem skryć w tak grubym, izolującym termicznie pancerzu, że obserwowałby obce otoczenie Wenus tylko pośrednio, za pomocą sztucznych zmysłów. A to możliwe jest równie dobrze i bez żadnych ograniczeń przez system łączności odpowiednio zbudowanej sondy-roboty. Nie ma więc właściwie żadnego powodu, dla którego człowiek miałby dążyć do tego, aby stopą dotknąć powierzchni tej planety.

Pomimo tego piekielnego środowiska nie wolno nam jednak teraz, kiedy rozpatrujemy możliwość powstania życia w znanej nam postaci, zaszeregować Wenus do planet wrogich życiu i raz na zawsze wyłączonych z wszelkiej szansy zasiedlenia. Jak jeszcze zobaczymy, Ziemia nasza w swojej fazie początkowej prawdopodobnie przeżyła bardzo podobny etap rozwoju. Wiele przemawia za tym, że Wenus należy uważać jak gdyby za "zdolną do zapoczątkowania życia planetę w stadium zarodkowym". Zakładając niczym nie zakłócony rozwój, można odważyć się na przepowiednie, że także w tym miejscu naszego Układu Słonecznego w przeciągu dalszych jednego-dwu miliardów lat mogą rozwinąć się żywe organizmy.

Jest to co prawda okres bardzo długi. A prawdopodobnie taki przedbiologiczny układ w rozwoju Wenus jest szczególnie podatny na zaburzenia powodowane biologicznymi zanieczyszczeniami z zewnątrz. Przy tym Wenus ma wyjątkowo pechowe położenie w sąsiedztwie planety już zasiedlonej przez rasę szczególnie aktywną i żądną wiedzy. Są to przyczyny, dla których na powierzchni Wenus szansa nie zakłóconego rozwoju przez potrzebny do tego bardzo długi okres jest bardzo niska. Zanim planeta ta, w odległym jeszcze czasie, będzie mogła osiągnąć swój teoretycznie możliwy cel, ziemskie sondy przestrzenne, automaty badawcze i różne egzobiologiczne doświadczenia doprowadzą niechybnie do czegoś w rodzaju "kosmicznego poronienia".

Na powierzchni naszego "zewnątrznego" sąsiada, Marsa (średnia odległość od Słońca 228 milionów kilometrów), temperatury na równiku wahają się od plus 25 do minus 70 stopni Celsjusza. To brzmi już stosunkowo znośnie. Co prawda atmosfera jest nadzwyczaj rzadka. Ciśnienie jej odpowiada ciśnieniu atmosfery ziemskiej na wysokości od 30 do 40 kilometrów. (Od jakichś 4 kilometrów wzwyż alpiniści potrzebują maski tlenowej.) Jest to wystarczający powód, dla którego na Marsie nie moglibyśmy oddychać, nie mówiąc o tym, że atmosfera jego prawie wcale nie zawiera tlenu, lecz w przeważającej mierze dwutlenek węgla i (prawdopodobnie) azot.

Jednakże w sumie warunki są tu znacznie mniej skrajne aniżeli na przykład na Księżycu, na którym przecież ludzie już kilkakrotnie przebywali i zachowywali się aktywnie. Naturalnie, na Marsie w grę wchodziłby również tylko pobyt przejściowy dla celów rozpoznawczych, pod ochroną skomplikowanego ubioru kosmicznego z zamkniętymi układami klimatyzacyjnymi i oddechowymi.

Nie wolno nam z tego w żadnym razie wyciągać wniosku, że nie utworzyły się 'tam jednak jakieś samodzielne marsjańskie formy życia. Sami zostaliśmy tak precyzyjnie dostosowani do zupełnie szczególnych warunków ziemskich w toku niesłychanie mozolnego biologicznego procesu rozwoju, że jesteśmy skłonni każde najmniejsze odchylenie od tych warunków z góry uznać za niekorzystne dla wszelkiego życia. Tymczasem jest to usankcjonowane nawykami, lecz błędne uprzedzenie. O tym, czy na Marsie istnieje życie, dowiemy się może, gdy pierwsza bezzałogowa sonda wyląduje na tej planecie i przekaże nam wyniki automatycznych badań gleby bądź też – w dalszym etapie – przywiezie próbki tej gleby na Ziemię [autor pisał to przed wylądowaniem pierwszego pojazdu kosmicznego na Marsie (przyp. red. poi.)].

W tym miejscu wtrącimy pewne wyjaśnienie, nie wszyscy bowiem rozumieją, dlaczego badania próbek marsjańskiej gleby stanowią mogą skuteczną metodę znalezienia wskazówek co do istnienia jakichś form życia na Marsie. Według tego, co nam wiadomo, żaden gatunek organizmów nie może powstać i przetrwać w izolacji. Przestrzeń życiowa, w jakiej egzystuje, musi być stała i oferować

zawsze podobne warunki życiowe, pomimo że poszczególne organizmy same podlegają nieustannie ożywionemu procesowi przemiany materii i wciąż od nowa powstają i giną. To zaś jest możliwe tylko wtedy, gdy tworzą się wielkie zamknięte obiegi, w których powstaje wciąż nowy pokarm, a organiczne substancje martwych jednostek, ulegając rozpadowi, rozkładają się na poszczególne składniki budulcowe i w ten sposób służyć mogą budowie nowych jednostek. Do utrzymania skomplikowanego łańcucha takich obiegów konieczna jest nieomal nieprzebrana mnogość rozmaitych gatunków istot żywych. Na Ziemi łańcuchy te od roślin począwszy, przez zwierzęta roślinożerne i mięsożerne, a następnie reducentów – gnilne bakterie glebowe – ciągną się właściwie nieprzerwanie, aż do najdalszych zakątków dostępnej życiu przestrzeni.

Jeżeli zatem na Marsie występują jakiegokolwiek formy życia, podlegające chociażby w najmniejszym stopniu tym prawom, jakie obowiązują znane nam ziemskie istoty żyjące, to w każdej próbce marsjańskiej gleby, pobranej w odpowiednim miejscu, powinny się znajdować przynajmniej mikroorganizmy. A ponieważ nawet owe mikroorganizmy byłyby zdane na obecność biologicznych obiegów w swoim środowisku – pozytywny wynik badań takiej próbki gleby przemawiałby za tym, że przy dokładniejszych badaniach Marsa, inną już metodą, możemy spodziewać się pewnych rewelacji.

Negatywny wynik badań natomiast nie świadczyłby jeszcze o niczym. Aczkolwiek jest to dla nas całkowicie nie do wyobrażenia, nikt nie może zaprzeczyć, że istnieje możliwość, aby na Marsie powstały żywe istoty, podlegające zupełnie innym prawom niż te, które zna nasza ziemska biologia. W takim przypadku może śladów tego życia wcale nie należy poszukiwać w glebie Marsa. Samo już oczekiwanie na przyszłe rozstrzygnięcie pytania, na które nawet najbystrzejsze rozumowanie nie może dać odpowiedzi, o to, czy forma biologiczna, jedyna, jaką znamy obecnie, jest wyłącznie możliwą formą, czy też stanowi tylko ziemski przypadek szczególny – samo to powoduje, że przyszła ekspedycja na Marsa może stać się przygodą intelektualną nie dającą się z niczym porównać. Ostatecznej odpowiedzi udzieli nam dopiero loty załogowe, zaplanowane na nadchodzące dziesięciolecie.

Niczego nie dowodzi, że na fotografiach Marsa, przekazanych przez dotychczasowe sondy, nie odkryliśmy śladów życia. Słusznie wskazywano dla porównania na dostarczone przez "Nimbusa", "TIROS-a" i wszystkie inne satelity meteorologiczne fotografie powierzchni Ziemi. Wśród wielu tysięcy zdjęć sporządzonych taką metodą jest zaledwie kilka, na których doświadczony fachowiec może znaleźć informację, że Ziemia ewentualnie mogłaby być zamieszkała, a przecież trudno o większe przekształcenie powierzchni tej planety aniżeli to, jakiego dokonała nasza cywilizacja.

Gdy zapytujemy, gdzie w Układzie Słonecznym poza naszą Ziemią mogłoby istnieć życie, jedyne dwie rozsądne odpowiedzi, jakie obecnie możemy podać, brzmią: w niewyobrażalnie dalekiej przyszłości – może na Wenus, oraz z bardzo małym prawdopodobieństwem już teraz – na Marsie. Gdy bowiem sięgamy poza Marsa do Jowisza, to warunki panujące tam, w odległości ponad 770 milionów kilometrów od Słońca, są tak skrajne, że życie, nawet w postaci najdalej spokrewnionej z naszym, staje się niemożliwe. Ta największa spośród planet otoczona jest gęstą, nie-przenikalną dla naszych przyrządów atmosferą, której najwyższe warstwy oziębione są do minus 120 stopni i prawdopodobnie składają się przeważnie z oziębionego amoniaku i metanu. To samo w zasadzie dotyczy następnych planet: Saturna, Urana, Neptuna i Plutona (ten ostatni oddalony jest o blisko 6 miliardów kilometrów od Słońca, które z jego perspektywy wygląda już tylko jak jasna gwiazda).

Tak więc na miejscu numer 3 licząc od środka, w przyjemnej i odpowiedniej odległości 150 milionów kilometrów od punktu ciężkości powstającego Układu, uformowała się przed jakimiś pięcioma–sześcioma miliardami lat z mas pyłu międzygwiazdowego planeta, na której dzisiaj żyjemy. W pierwszej fazie swego bytu była ona tylko słabo spojona piłką, wielokrotnie większą od dzisiejszej Ziemi. Tymczasem wzrastający ciężar powodował nie tylko coraz większe zapadanie się, a przy tym gęstnienie. Wzrost ciśnienia wywoływał jednocześnie coraz silniejsze rozgrzewanie, któremu sprzyjał również rozpad radioaktywnych pierwiastków zawartych w tym zrazu chaotycznym skupieniu masy.

Skutkiem rozgrzania bywa zwykle nieporządek. W tym wypadku wyjątkowo działa się przeciwnie. Gdy bowiem materia powstającej planety rozgrzewała się coraz silniej, aż we wnętrzu stała się wreszcie rozżarzona i płynna, siła ciężkości zaczęła segregować rozmaite substancje zawarte w tej olbrzymiej piłce według ich ciężaru. Tłumaczy to, dlaczego Ziemia ma jądro z metali ciężkich. Stopniowe, ale gruntowne przemieszanie wszystkich rozmaicie porzucanych części składowych nastąpić musiało wówczas nie tylko we wnętrzu nowego ciała niebieskiego, ale podobnie również we wszystkich innych jego warstwach, które znalazły się w zasięgu jego siły przyciągania i przez to przyczyniły do jego powstania.

To samo dotyczyło jego powierzchni. Wprawdzie – jak wspominaliśmy już – w zestalonej skorupie

ziemskiej występuje wiele związków chemicznych, które nie byłyby mogły się ostać, gdyby temperatury tutaj również osiągnęły takie wartości jak te, które dzisiaj jeszcze panują w największych głębiach Ziemi. Z drugiej strony jednak istniejące struktury geologiczne wykazują, że i najbardziej zewnętrzne warstwy Ziemi przynajmniej przejściowo musiały być tak gorące, że miały postać gęstej cieczy, którą chyba najłatwiej wyobrazić sobie przez porównanie do świeżo wypływającej lawy.

Jakże jest poruszające, gdy sięgając myślą wstecz, uświadomimy sobie, że każdy z tych czynników miał doprawdy decydujące znaczenie dla przyszłego rozwoju. Odległość od Słońca wynosząca 150 milionów kilometrów. Rozmiar, który wskutek wynikającego zeń rozgrzania umożliwił powstanie metalicznego jądra Ziemi. Zawartość pierwiastków radioaktywnych, która przyczyniła się do rozgrzania właśnie w takim stopniu, aby części składowe skorupy ziemskiej mogły stopić się w spójną powierzchnię. Z drugiej strony udział tych pierwiastków był dostatecznie mały, aby powstające tu związki chemiczne w wyniku nadmiernego rozgrzania nie rozpadły się bez reszty na swoje części składowe.

Dlaczego właśnie ten ostatni punkt jest tak ważny, zrozumiemy natychmiast, gdy pomyślimy, że przecież do tego momentu rozwoju Ziemia nie mogła wyciągnąć najmniejszych nawet korzyści z przypadającego jej uprzywilejowanego miejsca w Układzie Słonecznym. To, co spróbowaliśmy dotąd zrekonstruować w grubych zarysach, to powstawanie planety o kształcie zbliżonym do kuli, o jako tako wygładzonej i przemieszanej wskutek procesów stapiania powierzchni, złożonej ze skalistych mas bazaltu i granitu.

Jednakże zawieszona w najkorzystniejszym nawet miejscu wolnej przestrzeni kula o powierzchni z gołych skał nie tylko jest jałowa, ale pozostaje taka. Tym, czego Ziemi jeszcze brakowało, była, atmosfera. Skąd miała się wziąć? Odpowiedź jest równie prosta jak zaskakująca: Ziemia ją wypociła.

3. EWOLUCJA ATMOSFERY

Fakt, że Ziemia w tym momencie swego rozwoju, do jakiego doszliśmy w naszej opowieści, nie mogła jeszcze mieć atmosfery, widać jak na dłoni. Wszystkie gazowe składniki ulotniły się prawie bez reszty w wolnej przestrzeni, podczas gdy niezliczone cząstki pyłu w ciągu długich milionów lat skupiły się w ciało wielkości planety. W ten sposób – prócz bardzo nieznacznych śladów – wszystkie lżejsze pierwiastki w ogóle zaginęły, jeśli – a jest to punkt najistotniejszy – nie zostały przytrzymane przez chemiczne związanie się z pierwiastkami cięższymi.

Najprawdopodobniej jest to najprostsze wytłumaczenie tego, że udział pierwiastków cięższych w przypadku Ziemi jest o wiele wyższy aniżeli przeciętny rozkład w Kosmosie. Na przykład przeszło połowa masy Słońca to wodór, a prawie 98 procent to wyłącznie dwa najlżejsze pierwiastki – wodór i hel. Tylko mniej więcej 2 procent jego łącznej masy pozostaje dla wszystkich innych pierwiastków. W odróżnieniu od tego samo jądro Ziemi, złożone z metali ciężkich, prawdopodobnie przede wszystkim z żelaza i niklu, wielkością odpowiada mniej więcej połowie średnicy ziemskiej.

Również w skorupie ziemskiej, a także – obecnie – w morzach i atmosferze udział pierwiastków lekkich i najlżejszych jest znaczny. Istnieje przy tym jeden znamienity wyjątek. Są nim gazy szlachetne.

Ich najważniejszą właściwością jest niemożność łączenia się w związki chemiczne z innymi pierwiastkami. Stosunkowo rzadkie występowanie gazów szlachetnych stanowi zatem pośredni dowód na opisaną przez nas powstanie Ziemi "w sposób zimny". Ponadto potwierdza nam dzisiaj również fakt, że w tej fazie rozwoju Ziemi wszystkie lżejsze pierwiastki mogły utrzymać się tylko dzięki połączeniu z pierwiastkami cięższymi. (Jest to szansa, która nie była dana gazom szlachetnym.) Przetwać zaś tego rodzaju związki mogły tylko wtedy, gdy temperatury, przynajmniej w skorupie ziemskiej, utrzymywały się w granicach umiarkowanych. Rozważania te naprowadzają nas teraz na obraz Ziemi, której wnętrze w końcu osiągnęło stan płynnego rozżarzenia, podczas gdy granicząca z pustą przestrzenią skorupa ziemską zaczęła już z wolna stygnąć. Obraz ten opiera się dzisiaj na wiarygodnych podstawach. Między innymi także dlatego, że opis taki zgodny jest z obecnym stanem rzeczy. Zewnętrzna część jądra Ziemi do tej pory jest rozżarzona i płynna. A głębokie warstwy skorupy ziemskiej wciąż jeszcze są dosyć gorące, aby wykarmić liczne wulkany, rozrzucone po całej powierzchni Ziemi.

Ziemia w zasadzie aż po dzień dzisiejszy zawdzięcza swoje ciepło nie tylko Słońcu. Żar jej wnętrza, rozgrzanego przez ciśnienie i radioaktywność, wytwarza obecnie jeszcze strumień ciepła sięgający powierzchni. Nawet więc bez istnienia Słońca temperatura na powierzchni Ziemi nie spadłaby do chłodu przestrzeni Wszechświata. Oczywiście, niewiele by nam to dało, gdyż ciepło własne Ziemi jest znikome. Ocenia się, że jej promieniowanie wynosi najwyżej około jednej milionowej kalorii na centymetr kwadratowy powierzchni w ciągu sekundy. Tę stratę 3000 razy, średniobowo, przewyższa pobór ciepła dostarczanego przez promieniowanie Słońca. W sumie więc dla bilansu cieplnego na powierzchni Ziemi miarodajna jest jednak wyłącznie moc Słońca.

Tymczasem to ciepło własne Ziemi miało ongiś, podobnie jak dzisiaj, pewną znacznie ważniejszą konsekwencję, a mianowicie wulkanizm. Działalność wulkanów znamy obecnie już tylko jako atrakcję turystyczną bądź z meldunków prasowych o katastrofach. Stąd wielu może zaskoczyć stwierdzenie, że Ziemia nigdy nie byłaby mogła pokryć się życiem, gdyby od początku nie miała wulkanów.

To, co wyrzucają "plujące ogniem góry", to nie tylko rozżarzone masy lawy, lecz także, dawniej i teraz, wielkie ilości pary wodnej, a prócz tego azot, dwutlenek węgla, tlen, metan i amoniak. Innymi słowy: wulkany były jak gdyby porami, którymi planeta nasza dosłownie wypociła przytrzymane w skorupie ziemskiej lżejsze pierwiastki, tak bardzo wtedy potrzebne na powierzchni oziębiającej się Ziemi. Bez wulkanów Ziemia nie byłaby nigdy otrzymała atmosfery z lekkich substancji gazowych, bez wulkanizmu nie byłoby także oceanów. Ilości materii transportowane przez wulkanizm z wnętrza Ziemi są większe, aniżeli sobie to wielu ludzi uświadamia. Geolodzy oceniają terażniejszą liczbę aktywnych wulkanów na mniej więcej pięćset, a ilość skał rocznie przez nie przenoszonych na powierzchnię – na ponad 3 kilometry sześciennie. W ciągu owych czterech do czterech i pół miliarda lat, które prawdopodobnie upłynęły od stwardnienia skorupy ziemskiej, tworzy to w sumie ilość odpowiadającą łącznej objętości wszystkich kontynentów. Podobny rząd wielkości odnosi się do wulkanicznej produkcji gazów. Ponieważ składają się one w 97 procentach z pary wodnej, opadającej z biegiem

czasu w wielkie zagłębienia powierzchni Ziemi, nietrudno wyobrazić sobie powstanie oceanów w taki właśnie sposób. Wolno przy tym założyć, że liczba wulkanów i ich aktywność w owych pradawnych czasach, gdy Ziemia była znacznie gorętsza, była o wiele większa aniżeli dzisiaj.

Para wodna, uchodząca z tych wentylów wolno oziębiającej się skorupy, zwanych wulkanami, opadała więc w wielkie zagłębienia powierzchni ziemskiej, tworząc w ten sposób pierwsze praoceany. Proces ten, który na pewno musiał trwać kilkadziesiąt tysięcy lat, należy sobie prawdopodobnie wyobrazić jako wydarzenie dosyć dramatyczne. Gdy bowiem para wodna pierwotnej atmosfery zaczęła się kondensować, a wreszcie nawet spadać w postaci kropli, temperatura skorupy wynosiła jeszcze wiele ponad 100 stopni Celsjusza. Kiedy więc w historii Ziemi po raz pierwszy padał deszcz, Ziemia jeszcze wcale wskutek tego nie zmokła: spadające krople przy zderzeniu z powierzchnią, podobnie jak się dzieje na gorącej płycie kuchennej, przemieniały się natychmiast znowu w parę wodną, która ponownie unosiła się ku górze. W ten sposób zawarte wciąż w skorupie ziemskiej ciepło było transportowane jeszcze skuteczniej i szybciej niż dotąd do górnych warstw atmosfery, skąd mogło wypromieniowywać w wolny Wszechświat. Korzystając z tej uciekającej z wulkanów pary wodnej, planeta nasza w tej fazie dziejów przyspieszyła swoją historię, a więc swoje ochłodzenie.

Gdyby w owej przejściowej epoce cała istniejąca dzisiaj na powierzchni ziemskiej woda znajdowała się, pod postacią pary wodnej, w atmosferze, ciśnienie powietrza na Ziemi wynosiłoby prawie 300 atmosfer, a zatem trzysta razy więcej aniżeli obecnie. Trzeba z tego jednak coś skreślić, gdyż wody musiało jeszcze • wówczas być mniej aniżeli teraz. Mimo wszystko, gdy próbujemy wyrobić sobie pogląd na stan powierzchni ziemskiej w tej epoce, otrzymujemy obraz koszmarny: niewiarygodnie gęsta atmosfera, której ogromna zawartość pary wodnej nie pozwala na przeniknięcie nawet śladu światła słonecznego. Trwające nieprzerwanie tysiącami lat oberwania chmur, których siły nie możemy sobie wyobrazić. Do tego temperatury powyżej 100 stopni Celsjusza, a powierzchnia Ziemi nieustannie otulona gorącą parą wodną. Jedynym źródłem światła są błyskawice szalejących bez przerwy burz. Astronauta, który kiedykolwiek natrafiłby na planetę, gdzie takie panują warunki, ominąłby ją z daleka. Nie tylko wystrzeżałby się lądowania, lecz na pewno skreśliłby taki obiekt z listy planet nadających się do zamieszkania.

Tymczasem to właśnie jest stan, w którym planeta zamierza pokryć się życiem. W przypadku Ziemi – jak wiemy – istotnie tak się stało, a liczne zbieżności pozwalają nam raz jeszcze powrócić do tej myśli, że sąsiadująca z nami Wenus znajduje się w tym właśnie stadium przygotowań.

Droga prowadząca do życia jest długa i wymaga miliardów lat. Ale przyrodzie się nie śpieszy. Liczba czynników, które muszą się zbiec, aby można całą tę drogę przebyć do końca, liczba "szczęśliwych przypadków" nawet do tego momentu, do którego prześledziliśmy dotychczasowe dzieje Ziemi, urosła do pokaźnych rozmiarów: odpowiedni odstęp od gwiazdy będącej dostarczycielem energii, która sama na okres kilku miliardów lat musiała osiągnąć stadium stabilizacji. Dalej, orbita nie zanadto ekscentryczna (a zatem mniej więcej kolistą) dla zapewnienia jakiegoś minimum jednolitych warunków na powierzchni. Wreszcie – rozmiar nie za mały, aby umożliwić rozgrzanie bryły planety, ale też i nie za duży, gdyż zbytne rozgrzanie spowodowałoby utratę większości pierwiastków lżejszych, które później tak ważną odegrają rolę.

Jak zobaczymy, liczba niezbędnych czynników, zawiłość układów i warunków, jakie muszą zostać spełnione, aby rozwój mógł postępować poza tę fazę, wzrasta teraz gwałtownie, a w końcu wręcz zawrotnie.

Gdy obecnie, podejmując od nowa wątek naszej historii, zastanowimy się nad składem atmosfery, którą Ziemia krótko po narodzinach produkowała przez swoje wulkany, uderza nas, że atmosfera ta nie mogła zawierać wolnego tlenu. Para wodna, gazowy wodór, azot, dwutlenek węgla, metan, amoniak, prawdopodobnie także dwutlenek siarki – oto wszystkie gazy, które z rozżarzonych głębi Ziemi wydobywały się na powierzchnię, aby utworzyć pierwszą powłokę powietrzną naszej planety. Wolnego tlenu wśród nich nie było.

Atmosfera o takim składzie wydaje nam się dzisiaj nie tylko śmiertelna, lecz nawet absolutnie życiu wroga. Tymczasem początek przy innych warunkach startu nie był w ogóle możliwy. W rzeczywistości bowiem właśnie brak wolnego tlenu w ziemskiej praatmosferze był jednym z wielu i jednym z pozornie dowolnych warunków, które musiały zostać spełnione, jeżeli miało dojść z czasem do rozwinięcia się życia. My, ludzie dzisiejsi, nie potrafilibyśmy przeżyć ani jednej chwili w atmosferze złożonej z azotu, dwutlenku węgla i metanu. To samo dotyczy innych różnorodnych form życia, które wraz z nami istnieją na Ziemi. Ale historia życia nie jest – jak do niedawna nawet nauka wierzyła – historią jakiegoś pierwszego, prymitywnego załka życia, na przykład jakiejś prakomórki, coraz bardziej się rozwijającej na scenie planety, której powierzchnia przypadkowo "sprzyjałaby życiu" i

która w ciągu całego procesu pozostawałaby nadal nie zmieniona.

"Sprzyjanie życiu" jest pojęciem bardzo względnym i zmiennym. Nie wolno nam ciągle popełniać tego błędu, aby za sprzyjające życiu uważać wyłącznie to, co nam służy, a każde najmniejsze nawet odchylenie zaraz uznać za zasadnicze pogorszenie sytuacji. Ponadto obecny stan Ziemi jest przecież w każdym swoim szczególe rezultatem pewnego rozwoju, w którego toku od początku życia i ziemskie środowisko wzajemnie się warunkowały, zmieniały i na siebie oddziaływały w nieustającym sprzężeniu zwrotnym, jak gdyby według prawideł gry w ping-ponga.

W wyniku tego nie tylko dostosowanie wszystkich znanych nam form życia do otoczenia wypadło optymalnie. Na skutek tegoż działania powierzchnia Ziemi została przekształcona przez zrodzone na niej procesy biologiczne w ten sposób i w takim wymiarze, który dopiero teraz stopniowo zaczyna się odsłaniać oczom naukowców. Ziemia, taka jaką znamy, produkt tego rozwoju, oddaliła się prawdopodobnie od stanu "naturalnego", w jakim znajdowała się przed początkiem historii życia na jej powierzchni, nie mniej niż którakolwiek z wielu istniejących na niej wielokomórkowych istot żyjących – od organizmu kambryjskiego, który był jej przodkiem w prostej linii. Samo życie w zdumiewającym stopniu potrafi aktywnie stworzyć warunki sprzyjające jego rozwojowi. Będziemy jeszcze szczegółowo o tym mówili.

"Sprzyjanie życiu" nie jest więc, jak większość sądzi, żadną właściwością albo raczej żadną określoną kombinacją określonych właściwości, jakie planeta wykazuje bądź nie. Kombinacje czynników środowiskowych umożliwiających życie są, gdy nie mamy na myśli wyłącznie znanych nam form życia, prawdopodobnie o wiele liczniejsze, aniżeli kiedykolwiek śniło się naszej ziemskiej fantazji.

Mówiąc inaczej: w toku naszej opowieści natrafimy jeszcze na znaki, które otworzą nam oczy na to, że zdolność przystosowania zjawiska zwanego życiem nawet do warunków środowiskowych, które nam wydają się skrajne i zwichrowane, w fantastycznym wręcz stopniu przekracza wszystko, co do tej pory uważaliśmy za możliwe.

Z tych wszystkich przyczyn sądzę, jakoby beztlenowa, składająca się z dwutlenku węgla, metanu i wodoru atmosfera nieożywionej jeszcze pra-Ziemi była trująca i życiu wroga, byłby przedwczesny i błędny nawet wówczas, gdybyśmy wtórnie nie wiedzieli najdokładniej, że planeta, na której ongiś panowały takie warunki, zrodziła potem niezmierne bogactwo życia'. Faktem jest, że stosunkowo świeże odkrycie, iż ziemską powłokę powietrzną pierwotnie nie mogła zawierać znaczniejszych ilości tlenu, umożliwiło biochemikom rozwiązanie starego paradoksu i jednocześnie udzieliło odpowiedzi na pewne podstawowe pytanie z dziedziny badań nad życiem, które od wieków było przedmiotem ożywionych dyskusji.

Paradoks polegał na następującej, wydawałoby się, nierozwiązalnej, sprzeczności: wszystkie ziemskie istoty żyjące (z wyjątkiem niektórych pasożytów i nielicznych gatunków bakterii) są w swej przemianie materii zdane na tlen niezbędny przy produkcji energii. Z drugiej strony wszelka nieożywiona substancja organiczna jest przez wolny tlen (właśnie wskutek jego nadzwyczaj wysokiej aktywności chemicznej) utleniana, a więc niszczona. Jak wobec tego w takich okolicznościach mogło w ogóle powstać życie? Jakkolwiek próbowano wyobrazić sobie naukowo ten proces, w każdym przypadku powstanie pierwszego żywego organizmu musiała poprzedzać długa epoka "abiotycznej genezy organicznych makrocząsteczek", mówiąc zwyczajnie: okres, w którym powstały wszystkie owe złożone i wrażliwe cząsteczki organiczne, co w postaci jak gdyby kamyków budulcowych utworzyły podłoże powstania pierwszych, jeszcze bardzo prymitywnych żyjących struktur.

Jak zatem te złożone cząsteczki, aminokwasy i polipeptydy, kwasy nukleinowe i porfiryny, mogły pozostać stabilne i przetrwać do chwili, w której na następnym, nie mniej zagadkowym etapie połączyły się wreszcie w żywe organizmy? Według wszelkich zasad chemii wolny tlen ziemskiej powłoki powietrznej powinien był rozłożyć je prędzej, aniżeli mógł je wytworzyć jakikolwiek niebiologiczny proces.

Odpowiedź znalazła się w wyniku badań bardzo starych pokładów kruszców. Geologom udało się odkryć w tego rodzaju złożach ślady wietrzenia. Głęboko pod powierzchnią były więc ślady, które bezspornie świadczyły o tym, że badane próbki przed bardzo dawnymi czasami musiały być wystawione na swobodne działanie sił klimatycznych na powierzchni Ziemi. A jednak skały te, które przed dwoma czy trzema miliardami lat na skutek procesów łamania się skorupy ziemskiej dostały się do głębin i tam spoczywały odcięte od dopływu powietrza – nie wykazywały takich zmian chemicznych, jakie w podobnych warunkach, w związku z obecnością tlenu w dzisiejszej atmosferze, powinny były natychmiast zajść. Na przykład tlenek żelaza obecny w tych skałach, które kiedyś znajdowały się na powierzchni, zawierał dwuwartościowe żelazo. Teraz jeden z pierwszych procesów wietrzenia polega na tym, że związek taki przemienia się w tlenek trójwartościowego żelaza. To samo stwierdzono w

niektórych innych związkach, na przykład minerałach zawierających żelazo i siarkę.

W taki sposób przed paru laty został odkryty całkowicie nieoczekiwany fakt, że obecna atmosfera naszej Ziemi wcale nie jest atmosferą pierwotną. Dalsze badania i rozważania naukowe doprowadziły z czasem do rozpoznania, o którym już mówiliśmy, a mianowicie, że atmosfera ta powstała dzięki wulkanizmowi.

Teraz wreszcie zrozumiano, jak było możliwe, że potrzebne do rozwoju życia wielkie cząsteczki mogły powstać, a przede wszystkim przetrwać. Teraz wreszcie biochemicy mogli dać odpowiedź na odwieczne pytanie, dlaczego pomimo usilnych poszukiwań nigdzie na Ziemi nie można było znaleźć śladów wskazujących na to, jakoby dzisiaj jeszcze, na naszych oczach odbywały się "pranarodziny", a więc powstawanie prymitywnych organizmów z nieorganicznych kamyków budulcowych, a nie przez dzielenie się żywych komórek.

Niemożność wykazania takich ciągłych pranarodzin w teraźniejszości wprowadzała biologów przez długi czas w niemałe zakłopotanie. Jeżeli bowiem przy tym zjawisku wszystko odbywało się w sposób przyrodzony, a zatem nie nadprzyrodzony, jeżeli więc wszelka żyjąca substancja na Ziemi powstała pod działaniem praw natury, nie było właściwie żadnego powodu, dla którego nie miałyby się to nadal nieustannie wydarzać. Teraz wreszcie poznano przyczynę, dla której tak nie jest: tlen w obecnej atmosferze ziemskiej raz na zawsze uniemożliwia powtórzenie się tej fazy ewolucji żywej materii.

Wiemy dzisiaj także, że cały zawarty w naszej atmosferze tlen został wytworzony w miarę upływu historii Ziemi przez rośliny zielone drogą fotosyntezy; zatem nikt inny, lecz życie samo, skoro tylko zakorzeniło się na Ziemi, odcięło w ten sposób wszelką możliwość jakiegoś innego nowego początku, jakiegoś powtórnego startu do życia na zasadzie jakiejś, kto wie, może zupełnie innej koncepcji biologicznej. Tak jak gdyby zależało mu na tym, aby ewentualnym konkurentom czy rywalom uniemożliwić pojawienie się w zarekwirowanym już środowisku. Odtąd wszystkie inne biologiczne warianty nie będą miały już na Ziemi żadnych szans. Posługując się metaforą – w czasie tym Kain po raz pierwszy zabił Abla.

Mówiłem już, że rozkwit życia, "ewolucja biologiczna", był niezwykle ściśle spleciony z przebiegającą jednocześnie i równolegle ewolucją środowiska, w jakim życie zaczynało się rozprzestrzeniać. To, że ewolucja, rozwój życia, jest w dużej mierze równoznaczna z przystosowaniem wszystkich istniejących w danym momencie organizmów do różnorodnych możliwości i konieczności ich otoczenia, z przystosowaniem nabierającym stopniowo coraz więcej zróżnicowań i odcieni – to obecnie jest dla biologa truizmem.

Natomiast dotąd jeszcze nie tak powszechnie przyjęte jest przekonanie, że zachodzi tu, w każdym razie w odniesieniu do wczesnej fazy rozwoju życia, również proces przeciwny: w tym najpierwszym okresie ewolucji środowisko także – nie można tego wyrazić inaczej – dostosowało się w sposób zdumiewający do wymagań życia właśnie wstępującego na scenę. Nie chodzi mi tutaj w żadnym razie tylko o owe bardzo wyraźne zmiany, jakie życie w tym pierwszym rozdziale swoich dziejów spowodowało w środowisku, nadając mu taką formę, która dlań stwarzała lepsze możliwości rozwoju. O tym będzie jeszcze mowa później.

Ważniejsze natomiast i bardziej znamienne jest to, że dawno już na powierzchni pra-Ziemi, na pewno wieśset milionów lat przed wystąpieniem pierwszych organicznych struktur mogących uchodzić za żywe, rozpoczął się pewien ciąg rozwojowy, przy czym wydaje się, że przebiegał on tak, aby nie tylko umożliwić powstanie życia, ale uczynić je wręcz nieuniknionym.

W tym miejscu musimy nakazać sobie najdalej idącą ostrożność. Nie ma większego przestępstwa wobec naukowego myślenia jak teleologiczna interpretacja jakiegoś stanu faktycznego. "Teleologiczny" znaczy tyle co "skierowany na cel". Byłoby to porzucenie gruntu argumentacji naukowej, gdybyśmy pod uwagę brali taką możliwość, że zmiany na jeszcze nieożywionej pra-Ziemi nastąpiły po to, aby spowodować powstanie życia na Ziemi, gdybyśmy wierzyli, że możemy je "wyjaśnić" mówiąc, jakoby powstanie życia było ich "celem".

"Wyjaśnić" w nauce znaczy zawsze: sprowadzać coś do przyczyn, wyprowadzać coś z tych przyczyn. Przyczyny zaś zawsze i bez wyjątku wyprzedzają w czasie oddziaływanie z nich wynikające. Stąd przyczyna wprawdzie może mieć skutek, jednakże żadna siła na świecie nie potrafi nigdy wyrzucić wpływu na związek pomiędzy oddziaływaniem a przyczyną stanowiącą jego podłoże. Droga prowadzi zawsze i wyłącznie od przyczyny do oddziaływania. Nie ma powiązania w odwrotnym kierunku. Głoszą to niewzruszalnie prawidła logiki. Zatem przyczyna nie "wie" nic o oddziaływaniu, które powoduje. Dlatego nigdy nie można "wyjaśnić" żadnego procesu przez wywołany przezeń rezultat. Na tym polega cała wielkość, ale także ograniczoność wiedzy przyrodniczej, że – przy użyciu

tak uformowanej aparatury pojęciowej – zadaniem jej jest wyjaśnianie przyrody, w której występuje życie. A więc wyjaśnianie takiej przyrody, w której ewolucja przebiega jako proces, w jego toku zaś – jak widzimy spoglądając wstecz – z bezbłędną logiką powstają coraz bardziej złożone struktury organiczne z coraz bardziej wydajnymi funkcjami i wzrastającą samodzielnością wobec nieożywionego otoczenia. Zieje tu przed nami pewna sprzeczność, którą będziemy się jeszcze niejednokrotnie zajmowali.

Najpierw musimy sobie jednak w pełni uzmysłwić samo zjawisko jako takie. Jak już mówiliśmy, pozorne sprzeczności nie pojawiają się dopiero w związku z rozkwitem życia. Przedtem jeszcze został uruchomiony pewien proces rozwojowy, bez którego nigdy ewolucja biologiczna nie byłaby mogła się rozpocząć. Szczególnie wyraźnie wskazuje na to zjawisko, które uczeni od kilku lat określają jako "ewolucję atmosfery". Zobaczmy, co się pod tym pojęciem kryje, a potem spróbujmy je zrozumieć.

Historię, o której traktuje ta książka, musimy teraz podjąć w tym miejscu, w którym była mowa o rozwoju Ziemi w fazie podobnej do obecnej fazy Wenus. Nikt nie wie, jak długo planeta nasza pozostawała w tym stanie. Możliwe, że była to tylko stosunkowo krótka faza przejściowa. Niektórzy geolodzy, a wśród nich Francuz Andre Cailleux i A. Dauvillier, oceniają trwanie tej epoki na 100 000, może nawet tylko 60000 lat.

Po tym okresie ochłodzenie skorupy ziemskiej posunęło się o tyle, że woda spadająca w postaci deszczu z przesyconej parą wodną atmosfery już nie wyparowywała od razu. Zaczęła gromadzić się w formie ciekłej, tworząc praociany. Gdy ten proces się skończył, Ziemia, przed jakimiś czterema i pół miliardem lat, miała już z grubsza wygląd podobny do obecnego obrazu naszej planety, widzianego z dużej odległości, na przykład na fotografiach dostarczanych w ostatnich latach przez nasze sondy kosmiczne.

Atmosfera była teraz czysta i przejrzysta. Na niebieskim niebie pojawiały się chmury. Oceany i kontynenty miały rozmiary podobne do dzisiejszych. Oczywiście, że suchy ląd był wówczas zupełnie inaczej rozmieszczony na powierzchni ziemskiej, aniżeli ukazują nam to obecne nasze mapy i globusy. Między innymi nie rozpoczęła się wtedy jeszcze "wędrownica kontynentów". Życia nie było. Ląd ciągle jeszcze składał się w zasadzie z- ostygniętych mas Ziemi pochodzenia wulkanicznego, nagich skał granitu i bazaltu. Wichry i deszcze właśnie rozpoczęły swoje dzieło rozmywania, erozji i wietrzenia, które z wolna przemieniało powierzchnię pierwotnych skał w pył i piasek.

Jak już udowodniliśmy, w atmosferze nie mogło być tlenu. Miało' to swoje znaczenie nie tylko – jak również już wyjaśniliśmy – dla możliwości życia pierwszych organicznych kamyków budulcowych. Prawdopodobnie stanowiło to w ogóle nieodzowny warunek ich powstania. Tlen jest bowiem najskuteczniejszym filtrem atmosferycznym, ochroną przed pochodzącym od Słońca promieniowaniem nadfioletowym.

Promieniowanie to, o falach krótszych od fal światła widzialnego, jest szczególnie bogate w energię. Gdyby powierzchnia ziemską dzisiaj nie była w znacznym stopniu odeń izolowana przez naszą obfitującą w tlen atmosferę, nie moglibyśmy tutaj wcale' wyżyć. Jak wiadomo, to co powoduje bolesne oparzenia słoneczne, gdy nie jesteśmy przyzwyczajeni do napromieniania przez Słońce, to właśnie ów stosunkowo bardzo nieznaczny udział tych promieni, które mimo wszystko jeszcze do nas przenikają. Wiemy także z doświadczenia, że to ryzyko jest znacznie większe w wysokich górach, co podkreśla jeszcze znaczenie atmosfery jako filtra promieniowania nadfioletowego.

Jeśli chodzi o prehistorię życia, to promieniowania nadfioletowego, które może być odfiltrowane przez tlen, dotyczy podobna reguła jak samego tlenu. Promienie nadfioletowe są tak niebezpieczne dla wszystkich organizmów zbudowanych z białka (a innych nie znamy), że w salach operacyjnych i pewnych laboratoriach mikrobiologicznych używa się z dobrym skutkiem lamp nadfioletowych do dezynfekcji, a zatem do niszczenia mikroorganizmów bakteryjnych.

Tymczasem w pradziejach Ziemi właśnie ta część promieniowania słonecznego była zrazu niezbędna. Tylko ona mogła dostarczyć energii potrzebnej do powiązania zawartych w ówczesnej atmosferze nieorganicznych związków w owe wielkie cząsteczki, które później tworzyły kamyki budulcowe żywych organizmów.

Mówiąc krótko: promieniowanie nadfioletowe było potrzebne jako źródło energii do budowy pierwszych organicznych kamyków budulcowych życia. Jednakże z chwilą, gdy już istniały, należało je natychmiast uwolnić spod wpływu tegoż promieniowania, które w przeciwnym razie byłoby je w następnej chwili ponownie rozłożyło. Przykład ten znowu wykazuje bardzo dobitnie, jak nadzwyczaj skomplikowane i ostre były warunki już w tym stadium rozwoju, długo przed pojawieniem się na Ziemi pierwszych śladów życia.

Dzięki próbom rekonstrukcji prowadzonym przez nowoczesną naukę możemy przeżywać fascynujące zjawisko, jak martwa materia na powierzchni pra-Ziemi, nie kierowana żadnymi innymi siłami poza prawami natury, rozwijała się spełniając wszelkie wymagane warunki. Przyjrzyjmy się teraz szczegółowo, jak się to odbyło w tym momencie, do którego doszliśmy.

Nadfioletowe promieniowanie Słońca padało prawie bez przeszkód na powierzchnię Ziemi, a więc również na powierzchnię praoceanów. Natychmiastowe konsekwencje tego były dwojakie. Obficie występujące w atmosferze i zawierające węgiel, azot oraz tlen cząsteczki metanu, dwutlenku węgla i amoniaku, podobnie jak kilka innych jeszcze prostych związków, dawno już były obecne w dosyć dużych stężeniach we wszystkich wodach stojących, to znaczy w oceanach i morzach. Częściowo dostały się tam przez to, że wiatr i fale nieustannie mieszały wyższe warstwy wody z zalegającym nad nimi powietrzem. Głównie jednak zostały one zapewne wypłukane z atmosfery w czasie tysięcy lat oberwania chmur w poprzedniej epoce historii Ziemi.

Promieniowanie nadfioletowe Słońca mogło docierać aż kilka metrów w głąb wzbogaconej o owe cząsteczki wody. W warstwie o takiej grubości dało to wymienionym cząsteczkom bodziec do łączenia się w większe kamyki budulcowe. Jednakże ta sama energia, która to działała, w następnej chwili rozkładała znowu wielkie cząsteczki na ich składniki początkowe. Tak został uruchomiony proces krążenia, nie kończące się budowanie i rozpad, który niewątpliwie rozgrywał się u powierzchni wszystkich wód.

Tego rodzaju zamknięty obieg jest właściwie klasycznym przykładem sytuacji bez wyjścia. Według obecnego stanu wiedzy istnieją dwie przyczyny, dzięki którym w tym szczególnym przypadku rozwój nie stanął w miejscu i wyjść mógł poza to stadium. Przede wszystkim krążenie, jak wspominaliśmy, przebiegało tylko w pobliżu powierzchni wody, w warstwie o grubości może dziesięciu, na pewno nie więcej niż piętnastu metrów. Na większych głębokościach promieniowanie nadfioletowe nie mogło już oddziaływać z dostateczną siłą, ponieważ warstwy wody znajdujące się powyżej zaczynają odgrywać rolę skutecznego filtra.

Wobec tego część wielkich cząsteczek powstałych na skutek 'działania promieni nadfioletowych zawsze mogła się schronić w tych głębszych rejonach wód. Mówiąc ściślej, nie do uniknięcia było, aby część z nich, zanim doszło do rozpadu, nie została przez normalne ruchy wirowe wody przepędzona w głąbiny, do których promieniowanie nadfioletowe już nie sięgało. Niezależnie więc od krążeniowego charakteru procesu ich powstawania, rozgrywającego się na najwyższym piętrze, owe wielkie cząsteczki, tak ważne dla dalszego rozwoju, prawdopodobnie wciąż dalej nagromadzały się poniżej warstw wody poddanych działaniu promieniowania nadfioletowego.

Drugi proces natomiast, inicjowany jednocześnie przez promieniowanie nadfioletowe również na powierzchni wody, był przyczyną, że cząsteczki nie były skazane na pozostanie raz na zawsze w owych głębiach. Energia tych krótkofalowych promieni jest tak wielka, że potrafi rozłożyć nawet cząsteczki wody na ich części składowe. Stąd prawdopodobnie na powierzchni mórz i oceanów pra-Ziemi musiało nastąpić to, co naukowcy określają mianem fotodysocjacji (dosłownie: "rozpad pod działaniem światła") wody: związek H_2O został rozszczepiony na wolny wodór i wolny tlen.

Uwolniony wodór, najlżejszy z wszystkich pierwiastków, unosił się właściwie bez przeszkód w górne warstwy atmosfery, aż się w końcu gubił w wolnym Wszechświecie. Tlen pozostał. Jest on jednak, jak już mówiliśmy, szczególnie skutecznie działającym filtrem promieni nadfioletowych. Dlatego też proces dysocjacji nie przebiegał ani w sposób ciągły, ani jako część pewnego cyklu, lecz według zasady sprzężenia zwrotnego: ulegał samorzutnemu zahamowaniu, z chwilą gdy atmosfera osiągała określoną zawartość tlenu, zawartość dostateczną do odparcia promieniowania nadfioletowego w takim stopniu, że dalsze wytwarzanie tlenu drogą fotodysocjacji ustawało.

Samoregulujący charakter tego procesu doprowadził ponadto do tego, że wynikający z niego udział tlenu w atmosferze prawdopodobnie ustalił się z dużą dokładnością na pewnej określonej wartości. W pewnym momencie produkcja tlenu wygasła. Skoro tylko stężenie tlenu spadało ponownie poniżej tej wartości (na przykład przez procesy utleniania na powierzchni, co pozbawiało atmosferę tlenu), było to oznaką, że skuteczność nadfioletowego filtra ustaje. Natychmiast rozpoczynała się w związku z tym foto-dysocjacja wody. Utrzymywała się ona tak długo, dopóki ponownie nie zostało osiągnięte dokładnie to samo pierwotne stężenie tlenu.

Ten wzorcowy przykład sprzężenia zwrotnego naukowcy nazwali "efektem Ureya" na cześć amerykańskiego chemika, laureata nagrody Nobla Harolda C. Ureya, który odkrył ten decydujący etap ewolucji atmosfery ziemskiej.

W tym miejscu wtrąćmy może parę słów na temat sposobów, jakimi prowadzi się obecnie badania

nad procesami, które dokonały się przed czterema i więcej miliardami lat w powietrznej powłoce naszej planety. Pomimo lotności tego ośrodka rozwój pozostawił pewne ślady, głównie w okruchach skalnych ówczesnej powierzchni ziemskiej, częściowo zachowanych w warstwach osadowych w wielkich głębinach mórz. Opowiadaliśmy już, w jaki sposób dzięki temu odkryto całkowicie nieoczekiwany fakt, że atmosfera nasza pierwotnie w ogóle nie zawierała tlenu. Dalsze wnioski wyprowadza się pośrednio z przebiegu ewolucji biologicznej, która się wkrótce (operując miarą okresów geologicznych) rozpoczęła. Jak zobaczymy za chwilę z opisu, jest ona tak ściśle związana z ewolucją atmosfery, że pewne osobliwości jej przebiegu pozwalają na wyciąganie wniosków o składzie atmosfery.

Wszystkie ustalenia wykraczające ponad to, a więc także odkrycie efektu Ureya, są rezultatem teoretycznego rozumowania. Formułowane zatem do tej pory przez naukowców sądy o wydarzeniach z tych niewyobrażalnie dawnych czasów (a spróbuję je teraz łącznie opisać), w wielu szczegółach może błędnie albo niedokładnie, oddają to, co się rzeczywiście podówczas działo. Błąd może jednak dotyczyć naprawdę tylko szczegółów, nie naruszających zasadniczego biegu zdarzeń. Uzyskaliśmy przecież dotąd już kilka zupełnie uchwytnych śladów. W związku z tym rozporządzamy pewnymi stałymi liczbami i danymi jako punktem wyjściowym. Wreszcie wiemy, co z tego długiego procesu rozwoju do tej pory wynikało.

Cała sprawa sprowadza się więc do zrekonstruowania, posłusznej prawom natury, ewolucji – od tego, co na pewno wiemy o przeszłości, do terażniejszości. Jest to zadanie trudne i mozolne. Jednakże wobec tego, co się dotąd udało w tej mierze osiągnąć, okazja do popełnienia jakichś zasadniczych błędów nie jest zbyt wielka. Wielorakie aspekty i podziemne nurty rozwoju były od początku nazbyt skomplikowane i nazbyt ze sobą splecione, aby ich przebieg dopuszczał wiele dowolnych i różnych interpretacji. Zatem tam, gdzie nauka po cierpliwych poszukiwaniach i przemyśleniach w ogóle znalazła wyjaśnienie jakiegoś odcinka procesu rozwojowego, mamy prawo zaufać, że jest to wyjaśnienie właściwe.

Powracamy zatem do "ewolucji atmosfery". A więc w wyniku efektu Ureya oddziaływanie promieniowania nadfioletowego na powierzchnię ziemską pręcej czy później samo się wykluczyło. Od tej chwili począwszy powstałe dotąd w wodzie makrocząsteczki były chronione przed ponownym rozpadem pod wpływem części promieniowania słonecznego o tej częstotliwości. Faza cyklicznego procesu budowania i rozpadu była skończona. Co było dalej?

Następny krok, wynikający znowu z powstałej sytuacji związanej z właściwościami istniejącego obecnie "materiału" i jego reakcji na prawa przyrody – w konsekwencjach swoich jest wręcz oszałamiający. Po raz pierwszy zmusza nas do wyjścia poza zasięg poznania naukowego i do zajęcia pozycji filozoficznych.

Geofizycy Lloyd V. Berkner i Lauriston C. Marshall z uniwersytetu Dallas w Teksasie przed kilku laty podjęli trud przełożenia mechanizmu efektu Ureya na konkretne liczby. Sam Urey bowiem ograniczył się do stwierdzenia nieuchronności faktu, że w istniejących warunkach musiał się pojawić samohamujący mechanizm sprzężenia zwrotnego. Zarówno dla niego, jak dla jego współpracowników oczywiste było również, że przez ów mechanizm samoregulacji zawartość tlenu w atmosferze musiała oscylacyjnie ustalić się na określonej wartości. Jednakże nikt nie wiedział, jak wyraża się ta wartość w konkretnych liczbach i procentach, zresztą wydawało się, że nie ma to żadnego zasadniczego znaczenia.

Dopiero Berkner i Marshall zabrali się za pomocą komputerów do skomplikowanych obliczeń tej wartości. Nie obiecywali sobie zresztą żadnego emocjonującego olśnienia po ujawnieniu tej liczby. Po prostu potrzebowali jej. Obaj amerykańscy uczeni są twórcami teorii ewolucji atmosfery ziemskiej w takiej formie, w jakiej ją tutaj przedstawiamy i jaka jest obecnie przyjęta przez większość naukowców. Dla stworzenia tak szeroko zakrojonej teorii wymieniona liczba stanowiła naturalnie nieocenioną pomoc. Miała ogromne znaczenie jako stały punkt wyjścia do dalszych rozważań i do sprawdzenia wewnętrznej spójności całej konstrukcji myślowej.

Obliczenia wykazały, że efekt Ureya musiał w praatmosferze doprowadzić do stężenia tlenu wynoszącego dosyć dokładnie 0,1 procent, a więc około jednej tysięcznej wartości stężenia obecnego. Nikt się nie dziwił, że było to tak mało. Fotodysocjacja wody nie jest bardzo wydajnym źródłem tlenu. Poza tym tlen jest tak skutecznym filtrem promieniowania nadfioletowego, że niewielkie nawet stężenia wystarczały do zahamowania jego dalszej produkcji. Także sama liczba zrazu nie wydawała się szczególnie osobliwa. Niespodzianka nastąpiła dopiero wtedy, gdy dwaj Amerykanie na podstawie otrzymanego wyniku przystąpili do obliczania profilu częstotliwości powstałego-go filtra atmosferycznego promieni nadfioletowych.

Chodzi tu o rzecz następującą: promieniowanie nadfioletowe nie składa się tylko z fal o jednej długości, ale z fal odpowiadających nawet dosyć szerokiemu pasmu częstotliwości. Długość fal świetlnych mierzy się w nauce w angstrmach. Jeden angstrom odpowiada jednej dziesięciomilionowej milimetra. Zakres światła widzialnego w obrębie całego widma promieniowania elektromagnetycznego stanowi stosunkowo bardzo wąskie pasmo. Widzimy tylko takie fale elektromagnetyczne, które mają długość co najmniej 4000 angstratów (fale takiej długości odbieramy jako fioletowe). Najdłuższe fale, sygnalizowane nam przez nasz wzrok jako światło, nie są nawet dwukrotnie dłuższe, liczą sobie bowiem 7000 angstratów i postrzegamy je jako ciemną czerwień.

Wysokoenergetyczne i krótkofalowe promieniowanie nadfioletowe, niewidoczne już dla naszych oczu, sąsiaduje z falami, które odbieramy jako fioletowe (stąd jego nazwa), i rozciąga się stąd przez znacznie szersze pasmo fal, sięgające tylko do długości 100 angstratów. Z kolei następuje teraz płynne przejście do promieniowania rentgenowskiego o falach jeszcze krótszych.

Promieniowanie nadfioletowe nie jest więc formą energii absolutnie jednolitą. Na przykład pszczoły przy próbach tresury doskonale rozróżniają rozmaite zakresy częstotliwości. Musimy się zatem domyślać, że zwierzęta te mogą postrzegać różnorakie częstotliwości położone w obrębie widma promieniowania nadfioletowego w jakiś zróżnicowany sposób, odpowiadający naszemu odbieraniu barw. Tymczasem promieniowanie nadfioletowe o rozmaitych częstotliwościach wywiera zupełnie różny wpływ na rozmaite cząsteczki. Wspomniana przez nas już niejednokrotnie fotodysocjacja wody dokonuje się na przykład głównie pod działaniem promieniowania nadfioletowego o zupełnie innej długości fal aniżeli – dajmy na to – zniszczenie cząsteczek białka albo określonego związku chemicznego. Mówiąc inaczej, chemiczne skutki działania promieniowania nadfioletowego zależą, więc ostatecznie od tego, jakie częstotliwości przeważają w danym promieniowaniu.

Rozumiemy zatem doskonale, dlaczego Berknerowi i Marshallowi tak bardzo zależało na tym, aby dowiedzieć się, z jaką siłą przekształcona wskutek efektu Ureya pierwotna atmosfera odpierała pochodzące od Słońca promieniowanie nadfioletowe we wszystkich jego rozmaitych zakresach fal (to właśnie rozumiemy pod pojęciem "profil częstotliwości" jakiegoś filtra). Odkrycie tego bowiem stanowiłoby decydujący krok naprzód w pracy nad ich teorią. Wiedzieliby, które z wielkich cząsteczek nagromadzonych w pramorzach i atmosferze były nadal najsilniej zagrożone przez przenikające, choć w mniejszych dawkach, promieniowanie nadfioletowe. A także – przeciwnie – interesowało ich zbadanie, jakie częstotliwości promieniowania nadfioletowego najpewniej były odpiwane, gdyż można by z tego od razu odczytać, jakie związki chemiczne w tej fazie rozwoju miały największe szansę na "pomnożenie", to jest chemiczne wzbogacenie się – z tej prostej przyczyny, że były najskuteczniej chronione.

Możemy sobie dzisiaj wyobrażać, że obu amerykańskim uczonym serca zaczęły bić mocno, gdy ich komputery wreszcie wyrzuciły z siebie rezultat. Okazało się bowiem, że wytwarzany automatycznie i nieuchronnie przez efekt Ureya tlen, w stężeniu 0,1 procent obecnej wartości, wspólnie z pozostałymi panującymi w ówczesnej atmosferze warunkami, stworzył filtr, który stanowił najsilniejszą i najbardziej skuteczną osłonę w zakresie długości fal między 2600 a 2800 angstratów. A nie jest to jakaś dowolna wartość. Są to liczby, z jakimi każdy współczesny chemik organik czy też biochemik jest doskonale obeznany. Jest to bowiem dokładnie zakres promieniowania, na który białka (proteiny) i kwasy nukleinowe (które w jądrze komórki magazynują plan budowy organizmu, czyli kod genetyczny) są najbardziej wrażliwe.

Trzeba sobie teraz dobrze zdać sprawę, co to znaczy. Od tego momentu dziejów, do jakiego dotarliśmy w naszym opisie, powstanie Ziemi, jej ustalenie się w mniej więcej obecnej formie, jest już odległe o jakiś miliard lat. Materiał, który służył jej powstaniu, pochodził z głębi Kosmosu. Składał się z konglomeratu związków nieorganicznych, zawierających jednak wszystkie pierwiastki, dzisiaj jeszcze występujące na Ziemi. Pierwiastki te zaś były pochodnymi pra-pierwiastka, wodoru, pierwszego i najlżejszego spośród wszystkich pierwiastków. Jemu należy się rola pramaterii, ponieważ według tego, co nam wiadomo, wodór był pierwszym i jedynym pierwiastkiem wyłonionym z początkowego "Big-Bangu". Wszystko zaczęło się od wodoru, od olbrzymich obłoków wodorowych, które pod działaniem własnego ciężaru skupiły się w gwiazdy pierwszego pokolenia. W środku tych słońc pierwszej, dawno minionej generacji gwiazd powstawały krok za krokiem w ciągu niewiarygodnie długich okresów wszystkie cięższe pierwiastki przez łączenie się jąder lżejszych atomów. Potężne katastrofy, w których część owych starych gwiazd wreszcie uległa zagładzie w wybuchach supernowych, zwróciły te pierwiastki znowu wolnemu Wszechświatowi w postaci drobnego pyłu.

Od "Big-Bangu" przeminęło dziesięć miliardów lat, aż z pyłu tego utworzyło się nasze Słońce i jego planety, a więc także Ziemia, na której osiągnęliśmy obecnie szczyt rozwoju pozwalający nam zastanawiać się nad tym, jak się to wszystko stało. Po powstaniu Ziemi warunki dalszego rozwoju

natychmiast bardzo się ograniczyły i wyspecjalizowały. Teraz istniało już ciało niebieskie o pewnej masie, którego siła grawitacyjna, przez tę masę ustanowiona, pod określonym ciśnieniem zgniatała powłokę gazową otulającą jego powierzchnię. Ustalony już odstęp tej nowej planety od Słońca i jego widmo, rozmiar oraz produkcja energii doprowadziły na niej do zupełnie określonych warunków temperatury i promieniowania. Decydującą rolę odgrywał także skład chemiczny powłoki atmosferycznej, która wytryskiwała z wulkanów oziębionej skorupy ziemskiej: tyle a tyle pary wodnej, tyle a tyle dwutlenku węgla, taka ilość metanu i taka też, ściśle określona, dawka amoniaku.

Wszystkie te proporcje były stałe. Stanowiły niezmiennie odtąd skutki długiej historii, która do tej pory upłynęła. Nie dająca się teraz już zrekonstruować liczba przypadków narzuciła w tym momencie taką, a nie inną wartość, ten, a nie inny ściśle określony rząd wielkości. Wszystko to odbyło się samoczynnie, sterowane wyłącznie przez właściwości wynikające z atomowej budowy uczestniczących w tym procesie materiałów oraz przez prawa natury.

Teraz wszystkie te w najrozmaitszy sposób ze sobą splecione łańcuchy wydarzeń, rozegranych przez nieświadomą i martwą materię, sterowanych przypadkiem i prawami natury, spowodowały w pierwotnej atmosferze Ziemi efekt Ureya. I nagle okazało się, że wszystkie te wielorakie warunki, przypadki i wpływy w toku współdziałania, którego już obecnie nie potrafimy przeanalizować, wytworzyły pewną liczbę, a mianowicie 0,1 procent zawartości tlenu (w stosunku do wartości obecnej), nie więcej i nie mniej. Liczbę, która działając w powiązaniu ze szczególnymi właściwościami naszego Słońca (gwiazdy stałe również mają swoje charakterystyczne cechy indywidualne) oznaczała, że teraz na Ziemi zapanowały warunki stwarzające jednoznaczne uprzywilejowanie dla dwóch najważniejszych elementów budulcowych wszelkiego późniejszego życia, dla białka i kwasów nukleinowych. Ważne jest, abyśmy jednocześnie pamiętali, że w tym momencie historii Ziemi owe dwa niezbędne dla życia budulce, wyrażając się naukowo – owe biopoli-mery, w ogóle jeszcze nie istniały. Nie było nawet jeszcze ich bezpośrednich prekursorów.

Aby wyrazić to jeszcze dobitniej: opisaną tutaj fazę rozwoju zrozumiemy w całym jej znaczeniu dopiero wtedy, gdy sobie uzmysłowimy, że oba te podstawowe polimery, białko i kwasy nukleinowe, nie miały do tej chwili najmniejszej nawet szansy na to, aby kiedykolwiek powstać w dostatecznych ilościach. Są one tak skomplikowane, a jednocześnie struktura ich jest tak wysoce wyspecjalizowana, że czysto przypadkowe ich namnożenie byłoby całkowicie, wręcz astronomicznie nieprawdopodobne. Byłoby wprost nie do pomyślenia.

Mamy więc przed sobą konkretny przykład owego wspomnianego już krótko paradoksu, na jaki przyrodnik nieustannie natrafia przy badaniu procesów życia. Zarazem jest to przykład jednego z typowych, aż do znudzenia powtarzanych zarzutów ze strony wielu, którzy z góry odrzucają możliwość, że wiedza przyrodnicza wyjaśni, jak powstało życie. Ich prawdziwe motywy są bardzo różne. Zwykle w grę wchodzi utrwalony przez długą tradycję przesąd, jakoby możliwość naukowego i przyczynowego wyjaśnienia problemu życia i człowieka musiała obalić koncepcję "duszy" w sensie religijnym, a ponadto także istnienie jakiegoś Boga, tym samym sens religijności w ogóle.

Zastanawiające jest, jak wielu ludzi na podłożu tej prawie zupełnie nieświadomej obawy (zwykle pokrywanej innymi motywami) wręcz odmawia bliższego zajmowania się pewnymi faktami i dowodami, jednocześnie namiętnie potępiając ich rzekomą "bezduszość", niedoskonałość i "tendencję materialistyczną". Przy niezliczonych okazjach stale przekonywałem się, że tacy ludzie, którzy używając powyższych argumentów odrzucali na przykład darwinizm, w rzeczywistości wcale tego, co było przedmiotem ich ataków, nie znali dostatecznie dobrze, aby sobie w ogóle móc wyrobić własne zdanie. W każdym przypadku okazywało się, że po prostu skwapliwie przyswoili sobie negatywne w stosunku do sprawy przesady i powtarzali je bez żadnego własnego uzasadnienia.

Aczkolwiek ich poczucie zagrożenia jest nawet dopuszczalne i zrozumiałe, reakcja taka zdumiewa. Dziw tylko, że ci ludzie sami nie zadają sobie pytania, co mogą być warte tajemnica czy "cud", które tylko tak długo pozostają tajemnicą, jak długo nie przyjmuje się do wiadomości żadnej próby przyrodniczego jej wytłumaczenia. Najbardziej zaskakująca przy tym jest oczywistość, z jaką tylu ludzi uważa, że zjawisko przyrody, które udało się wyjaśnić w sposób naukowy, od tej chwili nie może już być przedmiotem podziwu i zachwytu.

Czyż źródłem nieustającego podziwu i zachwytu nie może być samo bogactwo wielostronnych powiązań i nieogarniona liczba zjawisk przyrody, o których nie śniłoby się nam do tej pory bez wielowiekowych wysiłków naszych uczonych? Od rozmiarów Kosmosu i prawideł ewolucji gwiazd aż do budowy atomów i tajemniczych związków między materią a energią, od procesów zachodzących w komórkach, w których zmagazynowany jest plan budowy żywego organizmu, do odkrycia przebiegów elektrycznych w naszych własnych mózgach – liczba przykładów podziwu godnych zjawisk

przyrodniczych, jakie poznaliśmy dzięki rezultatom badań naukowych, nie ma końca. Nie bacząc na te fakty, zadziwiająco wielu ludzi nie przestaje powtarzać wciąż bezsensownej formułki, że nauka pozbawia świat czaru i odziera go z cudowności. A przecież tylko nauka odstąpiła nam w ogóle zdumiewającą pełnię tego, czym jest natura.

Ideologiczni przeciwnicy myślenia w kategoriach przyrodniczych chciwie wprost rzucają się na każdy argument, który wydaje się dowodzić niemożności naukowego wyjaśnienia jakiegokolwiek zjawiska. Ulubionym przykładem – a przy obecnym stanie wiedzy także trafnym – jest statystyczna niemożliwość czysto przypadkowego powstawania żywych struktur. Istotnie, wobec nadzwyczajnego wyspecjalizowania budowy każdej cząsteczki białka i jej funkcji biologicznej nie sposób wyjaśnić, jego powstania przez przypadkowe spotkanie się wielu pojedynczych atomów, z których się składa; musiałyby one wszystkie natrafić na siebie we właściwej kolejności, we właściwym momencie, w stosownym miejscu i charakteryzować się przy tym odpowiednimi cechami elektrycznymi i mechanicznymi.

Jak widzieliśmy, w końcu duża liczba przypadków w pewnej chwili wykluczyła dalsze ślepe działanie przypadku. Pomimo ogromnych braków i tymczasowości naszego naukowego rozpoznania przebiegu tych dziejów, które usiłuję tutaj opisać, odkrywamy nagle w tym miejscu historii rozwoju pewien układ, który pozwala nam się domyślać, w jaki sposób przyroda pokonała wielki paradoks powiązania przypadku z rozwojem: przed mniej więcej czterema miliardami lat powstała na powierzchni Ziemi sytuacja jednostronnie korzystna właśnie dla powstania obu najważniejszych elementów budulcowych życia, a tym samym wręcz prowokująca do coraz większego gromadzenia się ich na powierzchni Ziemi.

Co należy sądzić o tej zaskakującej konsekwencji dotychczasowego przebiegu wydarzeń? Czy ją wytłumaczyć? Wydaje mi się, że istnieją tutaj trzy zasadnicze możliwości, nie przeczące w niczym temu, czego do tej pory dowiedzieliśmy się o świecie na drodze naukowej. Zatem każdemu pozostawia się swobodę akceptowania tego wyjaśnienia, które zdaje mu się najbardziej przekonujące. Kolejno podam krótko wszystkie trzy możliwości. Postaram się uczynić to jak najbardziej obiektywnie, ale pragnę zaraz zaznaczyć, że mam wśród nich swoją ulubioną koncepcję, a wybór mój chciałbym potem uzasadnić.

Pierwsza możliwość to zadowolenie się tym, aby również i konsekwencję czysto przypadkowego od tego momentu przebiegu historii świata i Ziemi uznać za przypadkową. Jakkolwiek w najwyższym stopniu nieprawdopodobny byłby taki układ, który każe spojrzeć na powstanie białka i kwasów nukleinowych jako na rzecz prawie nieuniknioną, Wszechświat jest tak ogromny, że nawet i tej koncepcji nie można zdecydowanie wykluczyć. Liczba planet w Kosmosie jest tak olbrzymia, że przypadek taki kiedyś, raz mógł się być wydarzyć gdzieś we Wszechświecie po dziesięciu czy więcej miliardach lat. Nawet jeśli rozważania statystyczne stanowiąc przemawiają przeciwko takiemu wyjątkowi, statystyka nie może w zasadzie wykluczyć jednego jedynego przypadkowego wydarzenia tego rodzaju.

Jeżeli tak jest, konsekwencje widać jak na dłoni. Ziemia byłaby wówczas prawie na pewno jedynym ożywionym ciałem niebieskim wśród wszystkich występujących we Wszechświecie miliardów układów dróg mlecznych z setkami miliardów słońc w każdym z nich. Przypadek powstania białka i kwasów nukleinowych byłby bowiem tak bardzo nieprawdopodobny" że w całym Kosmosie, nawet tak ogromnym, jaki jest, nie mogłoby się to chyba już więcej powtórzyć. Uczni zresztą niejednokrotnie wyciągali taki właśnie wniosek. Co prawda obraz tej niewyobrażalnej, bezgranicznej samotności i tego wyizolowania w olbrzymich głębiach Kosmosu musi przerażać nas swym zimnem i budzić lęk. Ale nie jest to poważny argument. Przyroda nie kieruje się naszymi życzeniami. To, że historia powstania Ziemi przebiegała we wszystkich szczegółach właśnie tak, a nie inaczej, że powstanie złożonego budulca żywych organizmów musiało przy tym nastąpić jak gdyby w pewnym stopniu przymusowo, można sobie – po drugie – oczywiście wytłumaczyć również bezpośrednią ingerencją jakiejś siły nadprzyrodzonej. Można bezsprzecznie przyjąć jako założenie, że owo tak cudownie przewidujące przystosowanie warunków na powierzchni Ziemi do potrzeb życia, które pojawiło się dopiero o tyle później, nastąpić mogło tylko dzięki temu, że jakiś stojący poza przyrodą wszechmocny stwórca powziął zamiar, aby pozwolić powstać życiu na Ziemi. Nikt, żaden uczyony, nie może zaprzeczyć, że jakiś Bóg miałby władzę ukształtowania rozwoju zgodnie z tym swoim zamiarem.

Chociaż te dwie koncepcje wydają się z gruntu odmienne, jednakże wynikają obie z tych samych przesłanek. W obu przypadkach zakłada się, że polimery, których powstaniu w warunkach pra-Ziemi sprzyjał efekt Ureya i jego skutki, są jedynym budulcem, dzięki któremu mogłoby się później na Ziemi zakorzenić życie. Przecież cały problem, cały ten paradoks przełomowego momentu historii Ziemi, o którym tak obszernie tu mówimy, powstaje jedynie i tylko przez i to, że do tej pory przyjęliśmy

milcząco, jakoby życie bez podstawowych kamyków budulcowych, białka i kwasów nukleinowych, było nie do pomyślenia. Tylko dlatego przecież ogarnia nas zdumienie nad tym, że rozwój wśród wszystkich możliwych dróg poszedł właśnie tą, która najbardziej uprzywilejowała te dwa budulce, a nie jakiegokolwiek inne spomiędzy kombinacji atomów występujących w nieomal nieograniczonej liczbie.

Nie wyobrażamy sobie i nie znamy życia nie zbudowanego na białku i nie posługującego się do rozmnażania związkami kwasów nukleinowych, które przenoszą plany budowy żywych struktur z pokolenia na pokolenie. Ale czy jest to argument dostatecznej wagi? Czy nie jest to znowu klasyczny przykład interpretacji antropocentrycznej? W chwili, w której na to pytanie odpowiemy twierdząco, zaświta nam, że istnieje jeszcze trzecie wyjaśnienie.

Może ta osobliwa sytuacja w dziejach Ziemi, która wynikała z efektu Ureya, wcale nie jest tak nieprawdopodobna, wcale nie jest tak "skierowana na cel", jak sądziliśmy dotąd? Wszystkie problemy i paradoksy rozwiązują się w momencie, w którym uwolnimy się od jednostronnej perspektywy stanowiska antropocentrycznego i porzucimy nasz ziemski punkt widzenia, co wmawia nam, że życie możliwe jest jedynie, gdy rozporządzamy białkiem i kwasami nukleinowymi jako materialnym budulcem. Wtedy bowiem nagle natrafiamy na przekonujące i bardzo proste wytłumaczenie, które jednakże pociąga za sobą poważne konsekwencje.

Tym razem do wytłumaczenia nie potrzeba ani żadnej "celowej" nadprzyrodzonej ingerencji, ani niezadowolającej hipotezy przypadkowości, której wprawdzie nie można obalić żadnym dowodzeniem, ale która jest krańcowo nieprawdopodobna. Owo najprostsze wyjaśnienie polega na skromnym poglądzie, że w tym przypadku również wszystko odbyło się w sposób naturalny: skoro tylko przed czterema miliardami lat sytuacja na Ziemi tak się rozwinęła, że sprzyjało to formowaniu się białka i kwasów nukleinowych – oba te polimery nieuchronnie musiały nadal powstawać w nieprzeciętnej mnogości. A gdy potem na Ziemi rozpoczęło się życie, budowało się ono z tego budulca tylko i jedynie dlatego, że były to jedyne dwa rodzaje cząsteczek dostatecznie złożonych, a tym samym dostatecznie zdolnych do przekształcania się, które istniały w wystarczającej ilości.

W takim ujęciu nie ma nic paradoksalnego ani niezrozumiałego, gdy jeszcze dodatkowo powiemy, że życie mogło być w swoim rozwoju uczynić taki sam krok, wykorzystując szereg innych cząsteczek (dostatecznie złożonych i zdolnych do przemian). Taki pogląd jest co prawda obcy naszej wyobraźni, jest jednak o wiele bardziej przekonujący i mniej brutalny aniżeli założenia, które musieliśmy przyjąć przy obu poprzednich próbach wyjaśniania.

Jeżeli na całość problemu spojrzymy od tej strony, odpada konieczność wyjaśniania, jak się to stało, że rozwój na powierzchni pra-Ziemi poszedł w takim kierunku, który doprowadził akurat do powstania owych "niezbędnych" kamieni budulcowych – białka i kwasów nukleinowych. Sam fakt rozwoju tych dwóch cząsteczek i jego przyczyny opisaliśmy już szczegółowo. Nie ma w tym nic tajemniczego ani paradoksalnego. Życie po prostu dlatego posłużyło się tymi dwoma elementami, że żadnymi innymi nie rozporządzało.

Znamienna konsekwencja tego wyjaśnienia, niewątpliwie najbardziej zadowolającego i prawdopodobnego, wypływa z odwrócenia naszego rozumowania. Powiemy więc, że Ziemia najoczywiej pokryła się życiem nie dlatego, że akurat w tym miejscu i o ile możliwości tylko w tym miejscu Kosmosu spełnione zostały, na skutek nieprawdopodobnego splotu przypadków, szczególne warunki, może jedyne w swoim rodzaju, stwarzające przyjazne życiu środowisko. Jest raczej tak, że najwidoczniej życie na Ziemi dlatego istnieje, że samo zjawisko życia posiada tak uniwersalną siłę urzeczywistniania się, iż ewolucja biologiczna mogła się rozpocząć nawet w tak skrajnych i jedynek w swoim rodzaju warunkach, jak te, które panowały na pra-Ziemi, gdzie jako punkt wyjścia służyć mogły tylko dwie odpowiednie cząsteczki, właśnie białko i kwas nukleinowy. Zanim ostatecznie porzucimy ten temat, musimy jeszcze krótko uzasadnić, dlaczego ostatecznie przytoczone wyjaśnienie jest w oczach przyrodnika bardziej prawdopodobne i zadowolające aniżeli druga możliwość interpretacji tych powiązań. W wyniku pewnej od wieków trwającej jednostronności naszego ideału wykształcenia, zrodzonej z przypadków w dziejach naszego ducha, społeczeństwo wykazuje dzisiaj taki stan świadomości, który i w tej sprawie każe znowu obawiać się powstania pewnego nieporozumienia; grozi ono na każdym kroku temu, kto zechce poruszać się na pograniczu między nauką a filozofią przyrody.

Dlatego pragniemy teraz wyraźnie wypowiedzieć to, co wydaje się samo przez się zrozumiałe: ostateczne wyjaśnienie przewyższa w oczach przyrodnika wymienioną na drugim miejscu możliwość bynajmniej nie dlatego, że pozwala wykluczyć myśl o istnieniu Boga i Stworzyciela świata. Oczywiście, wielu jest przyrodników, którzy w Boga nie wierzą. Jednakże trudno byłoby udowodnić, że liczba ich jest wyższa aniżeli niewierzących filologów klasycznych czy też uczniów szkół średnich.

Ostatnie wytłumaczenie jest po prostu dlatego bardziej zadowolające z punktu widzenia przyrodniczego, że nie potrzebuje żadnych faktów nadprzyrodzonych (a więc nie dających się udowodnić). Nauka przyrody jest przecież próbą tego, jak daleko można doprowadzić zrozumienie świata i natury, posługując się przy wyjaśnianiu tylko uchwytymi i wymiernymi procesami oraz wpływami, które można obiektywizować.

Jednakże przez to nic nie zostało powiedziane – także ze stanowiska przyrodnika – o tym, czy może za tymi procesami i wpływami, za tym, co naturalne, nie kryje się jakaś rzeczywistość, na przykład jakiś Bóg, który w ogóle dopiero umożliwia wszystkie zjawiska naturalne i uzasadnia wszelkie prawa, według których one na naszych oczach przebiegają.

Możemy przytoczyć jeszcze trzeci argument przemawiający za ostatnio podaną koncepcją. Jeżeli się wierzy w Stwórcę świata i przedstawia go jako wszechmocnego, nie wolno zakładać, że jest skazany na "szachrowanie". Mówiąc inaczej: wydaje się trudne do pogodzenia z religijnym przekonaniem o wszechmocy Stwórcy świata, jeżeli się sądzi, iż stworzony przez tego Boga świat jest tak niedoskonały, że aby należycie funkcjonować, musi być zdany na jego nieustającą ingerencję. Nikt nie może dzisiaj już wątpić w to, że gwiazdy, Ziemia i atomy powstały w toku naturalnego rozwoju i według rozumnych prawideł. Czy wobec tego właśnie w oczach wierzącego nie wyglądałoby na jakiś błąd konstrukcyjny świata, gdyby akt stworzenia nie mógł wyjść poza to stadium rozwojowe bez ponownego bodźca "z zewnątrz"?

Ciągle jeszcze jesteśmy skłonni uważać nieożywioną, nieorganiczną przyrodę za prostszą, łatwiej zrozumiałą i mniej tajemniczą aniżeli dziedzina tego, co żyje. W naszym naiwnym wyobrażeniu świat przedstawia się zawsze jako rodzaj sceny, na której ludzkość, otoczona statystującą jej pozostałą przyrodą ożywioną, odgrywa dramat swoich dziejów. Któż wątpi w to, że mechanika kulis jest prymitywniejsza i łatwiejsza do poznania aniżeli życie duchowe tych, których działanie tworzy właściwy tok akcji?

Tymczasem obraz ten jest fałszywy. Zniekształca prawdę naszej pozycji w przyrodzie. Im głębiej nauka przenika naturę, tym wyraźniej okazuje się, jak wadliwa jest pozornie przekonująca metafora o scenie i działających na niej aktorach. Im bardziej wzrasta nasza wiedza o przyrodzie, tym dobitniej nas poucza, że to, co uważaliśmy za bierną scenę, w swojej strukturze i swoich funkcjach jest nie mniej złożone niż my sami. Właściwości cząstek elementarnych i prawa, pod których wpływem one stwarzają wszystko, co składa się na nasz świat, łącznie z własnym naszym ciałem, są równie tajemnicze i trudne do zbadania jak budowa żywej komórki.

Nie tylko to. Także pod innym względem musimy przyzwyczać się do nowej perspektywy, do innej hierarchii spraw. Jak zaznaczyliśmy na początku tej książki, jedną z jej myśli przewodnich jest rozpoznanie, że decyzje o pewnych swoistych formach życia, a także o wielu innych sprawach, które zdają się nam charakterystyczne dla naszego ludzkiego jestestwa, zapadały o wiele wcześniej, niż myśleliśmy dotąd. W niewiarygodnym wręcz stopniu nie docenialiśmy wpływu owego rozwoju, który w ciągu miliardów lat wytworzył życie, a wreszcie także świadomość – wpływu na to, co rozwój ów stworzył. Musimy się dopiero nauczyć spoglądania na siebie jako na rezultat tej ewolucji. Jej prawa i jej historyczny przebieg stanowią formę, która wycisnęła piętno na nas i naszym świecie aż do najdrobniejszych szczegółów.

Przed chwilą poznaliśmy zarówno nieoczekiwany, jak przekonujący dowód wspierający ten pogląd. Sądz, jaki wyrobiliśmy sobie o konsekwencjach efektu Ureya w pierwotnej atmosferze, sprowadza się przecież do stwierdzenia, że atmosfera pierwotna już setki milionów lat temu, zanim rozpoczęła się ewolucja biologiczna, przez sam swój skład zadecydowała o tym, z jakich kamieni budulcowych powstanie przyszłe życie. Przypadkowe warunki (skład chemiczny atmosfery jako skutek jej wulkanicznego pochodzenia oraz opisane wzajemne oddziaływanie fotodysocjacji i uwolnionego przez ten proces tlenu) przesądziły o wyborze spośród prawdopodobnie bardzo licznych możliwych cząsteczek – jedynych dwóch obecnie nam znanych po prostu dlatego, że zredukowana została w drastyczny sposób szansa powstania jakichkolwiek innych polimerów.

Za chwilę, przy końcu tego rozdziału, gdy krótko wspomnimy o innych funkcjach spełnianych przez atmosferę ziemską, natrafimy jeszcze na dalszy wyrazisty przykład tych powiązań. Podziwu godne jest, jak wiele zadań rozwiązuje ta stosunkowo przecież cieniutka powłoka gazowa naszej planety. W zestawieniu z prostotą jej składu i jej własności fizycznych mało znajdziemy w naszym otoczeniu elementów przewyższających ją swą wielostronnością.

Bez atmosfery Ziemia nie nadawałaby się do zamieszkania, nie tylko dlatego że jedynie atmosfera umożliwia nieustającą wymianę tlenu i dwutlenku węgla między nami i wszystkimi członkami świata zwierzęcego z jednej strony a światem roślinnym – z drugiej. Ten obieg tlenu stanowi źródło energii

dla nas i dla wszystkich żyjących obecnie form zwierzęcych, niezbędne do podtrzymania właściwej ciału przemiany materii. Zresztą jest jeszcze więcej powodów, dla których Ziemia bez atmosfery byłaby niezdatna do zasiedlenia przez życie w znanej nam formie.

Opisaliśmy już szczegółowo znaczenie atmosfery jako filtra promieni nadfioletowych. Możliwe od kilku lat, dzięki użyciu rakiet, badania nad składem promieniowania słonecznego w obszarach znajdujących się poza osłaniającą nas atmosferą wykazały, że energia, jaką Słońce wypromieniowuje w zakresie częstotliwości nadfioletowej, jest wystarczająca do całkowitego zniszczenia wszelkiego życia na Ziemi. Zatem bez atmosferycznego filtra tlenowego Słońce wysterylizowałoby powierzchnię ziemską ze skutkiem równym, temu, jaki w sali operacyjnej osiąga silna lampa nadfioletowa.

Zdjęcia powierzchni Marsa sporządzone przez dotychczasowe sondy planetarne przypominają nam dobitnie, jak niezbędna jest dostatecznie gęsta powłoka atmosferyczna dla ochrony przed uderzeniami meteorów. Astronomowie przypuszczają, że powierzchnie wszystkich ciał niebieskich naszego Układu Słonecznego, zbliżonych do naszej Ziemi pod względem wielkości i gęstości, ale nie otoczonych atmosferą, są w podobny sposób poznaczone trafieniami meteoroidów. Oprócz naszego Księżyca i Marsa dotyczyłoby to więc Merkurego i Plutona, a prawdopodobnie również większości spośród dwudziestu dziewięciu księżyców krążących wokół wielkich planet, Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna.

Pomimo swej zwiewności atmosfera nasza jest nadzwyczaj skuteczną tarczą ochronną nawet przeciwko masywnym okrucynom meteorów, ponieważ pociski kosmiczne, w związku ze swą dużą prędkością wlotową, jak wiadomo, tak silnie rozgrzewają się przez tarcie powietrza, że z małymi wyjątkami spalają się już wysoko ponad Ziemią.

Ponadto atmosfera nasza (podobnie jak oceany) jest najlepszym urządzeniem klimatyzacyjnym Ziemi. Działa przede wszystkim jak potężny bufor cieplny, który potrafi dużą część ciepła wypromieniowanego przez Słońce w ciągu dnia zmagazynować na czas nocnych ciemności. Bez tego efektu różnicy temperatury między stroną dzienną a stroną nocną Ziemi byłyby równie jaskrawe jak na Księżycu. Ale atmosfera przenosi również ciepło na powierzchnię, tam i z powrotem. W ten sposób przebiegające w niej prądy termiczne, czyli wiatry, nieustannie wyrównują nadmierne różnice temperatur w rozmaitych rejonach Ziemi. Owe prądy termiczne oprócz tego transportują na wielkie odległości potężne masy wody, a mianowicie parę wodną wznoszącą się, pod działaniem promieniowania słonecznego z oceanów i wilgotnych terenów, aby im potem w innym miejscu pozwolić opadać w postaci deszczów. Bez atmosfery nie byłoby deszczów, nie byłoby w ogóle zjawiska pogody.

Tymczasem wiatry i pogoda są z kolei najważniejszymi przyczynami erozji, procesów wietrzenia. Z perspektywy dnia codziennego wietrzenie widzimy tylko jako proces rozkładu, nieunikniony, pociągający za sobą jedynie skutki ujemne. A przecież bez trwającego od milionów lat dzieła erozji powierzchnia ziemską byłaby jeszcze dzisiaj, podobnie jak w chwili ostygnięcia przed czterema-pięcioma miliardami lat, nagą skałą wulkaniczną. Co najwyżej jej wierzchnie warstwy zostałyby zmielone na drobny pył przez erozyjne działanie trwającego od zarania dziejów bombardowania przez najmniejsze meteoroidy; znamy przecież taki obraz z Księżyca. Tymczasem gleba, piasek, glina i wszystkie inne odmiany gruntu, które dopiero spowodowały to, że Ziemia jest żyznym, bogatym w życie ciałem niebieskim – są produktem wiatrów i pogody, są w ogóle możliwe wyłącznie jako skutek istnienia atmosfery i jej dynamicznych właściwości.

Gdy więc w ten sposób zestawimy wszystko, do czego przyczynia się atmosfera ziemską, a co stanowi nasze codzienne, swojskie otoczenie, otrzymujemy zdumiewająco obszerną listę jej zasług. A musimy jeszcze na zakończenie poszerzyć ten spis o pewien niezwykle ważny fakt zupełnie innego rodzaju, związany z naszym codziennym przeżywaniem w sposób jeszcze o wiele bardziej bezpośredni i "bliższy ciału". Jednakże właśnie dlatego musimy w tym miejscu sięgnąć nieco dalej i pójść przez chwilę drogą okrężną. Te rzeczy bowiem, które znamy z naszego codziennego doświadczenia, tylko pod niezwykłym kątem widzenia mogą się nam ukazać w takim dystansie, jaki jest potrzebny do rozpoznania ich osobliwości. W tym przypadku chodzi o zaskakujący zapewne dla wielu fakt, że atmosfera ziemską i jej szczególny skład zdeteminowały również mierniki naszego przeżywania estetycznego.

Dlaczego tak jest, uzmysłowi nam najlepiej pewien przykład świeżej daty, dostarczony przez współczesne badania przestrzeni kosmicznej. Na myśli mam nie rozpoznany właściwie dotąd fakt, że do dzisiaj nie wiemy, jaką barwę ma powierzchnia Księżyca.

Znamienne jest, że stwierdzenie to nie straciło na aktualności, pomimo że w ostatnich latach sporządzone były przez najróżniejsze bezzałogowe sondy niezliczone barwne fotografie Księżyca, a

ponadto także ludzie wielokrotnie go oglądali. W tym miejscu musimy jednak uczynić pewne zastrzeżenie (jak potem zobaczymy, nie tak bardzo wyświechtane, jak by się zdawało), że owo oglądanie powierzchni Księżyca nie mogło być aż tak bardzo bezpośrednie. Promieniowanie słoneczne uderza bowiem z taką siłą w pozbawioną atmosfery powierzchnię naszego satelity, że widoku jej nie może znieść oko nie chronione.

Astronautów zabezpiecza się więc przed tym filtrami słonecznymi wbudowanymi do hełmów kosmicznych. Trzeba było także w znacznym stopniu obniżyć czułość błon, na których fotografowano powierzchnię Księżyca. Lecz oba te środki zaradcze rzutują także w rozmaity sposób na odtworzenie barw, zależnie od stosowanej metody i od stopnia zredukowania czułości.

Wynik tej nieuniknionej "pośredniości", z jaką musimy się pogodzić przy obserwowaniu Księżyca, jest nam wszystkim znany. Gdy przy oglądanej w jakimś czasopiśmie serii kolorowych fotografii odnieśliśmy wrażenie, że skały na Księżycu mają barwę niebiesko-zielonkawą, następane publikowane zdjęcia mogą nas całkowicie zbić z tropu. Na nich bowiem nagle ten sam obiekt ukazuje się w kolorze ochry, a może białawo-szarym.

Nie staniemy się ani trochę mądrzejsi, gdy – aby wreszcie sprawę wyjaśnić – zabieramy się do protokołów zawierających ustne relacje astronautów. Jeden z nich opisuje jako "zielonawe jak ser" to samo, co drugi nazywa niebieskoszarym, a inny znowu żółtawobiałym. Absolutnie nie wiadomo, co z tych różnic w przeżywaniu barw w owym pozaziemskim środowisku należy przypisać filtrowi świetlnemu, a co jest subiektywnym wynikiem różnicy w przeżywaniu kolorów, określanym w nieznanym, obcym oświetleniu bez możliwości porównania z barwami znanego, swojskiego otoczenia.

Jednakże do tego momentu wciąż jeszcze nie poruszyliśmy właściwego problemu. Nadal, pomimo tych wszystkich drobnych niedorzeczności, nie wątpimy w to, że powierzchnia Księżyca, obiektywnie biorąc, musi mieć jakiś "prawdziwy" wygląd, jakąś "prawdziwą" barwę. Z opisanych uprzednio powodów ciągle jeszcze istnieją dla nas w tej dziedzinie jakieś drobne niezgodności. Wierzmy jednak, że w zasadzie muszą się one dać usunąć i że w zasadzie obiektywne stwierdzenie "właściwej" barwy skał księżycowych powinno być możliwe.

Ale jak tu wykryć tę "prawdziwą" barwę, jak ją zdefiniować? Jaka błona byłaby do tego celu "właściwa", jaki filtr pozwoliłby ludzkim oczom, które nie chronione nie wytrzymują tego widoku, ujrzeć ją nie sfalszowaną? To, że problem ten jest o wiele bardziej zasadniczy, niżby się zdawało, będziemy musieli sobie uświadomić najpóźniej z chwilą, gdy dla rozwiązania wszelkich trudności wpadniemy wreszcie na pozornie tak prosty pomysł, jak zbadanie tu na Ziemi jednego z kamieni przywiezionych z Księżyca.

Kto jednak przez chwilę głębiej pomyśli nad tą możliwością, musi ze zdumieniem przyznać, że znowu niq nam to nie da. Wprawdzie teraz możemy wreszcie bezpośrednio oglądać gołym okiem kamień z Księżyca. Ale przecież tutaj na Ziemi widzimy go w świetle pewnego słońca, przefiltrowanym przez naszą atmosferę, a więc w warunkach krańcowo różnych od naturalnego środowiska owego kamienia na Księżycu. Atmosfera bowiem odfiltrowuje określone długości fal światła 'z rozmałą siłą, a są to długości fal, które ten sam kamień na pozbawionym atmosfery Księżycu również by odbijał, które więc w jego naturalnym otoczeniu także "należą" do jego wyglądu.

Powiem krótko: jeżeli konsekwentnie przemyślimy cały ten problem, dochodzimy do zupełnie nieoczekiwanego przekonania, że nigdy nie będziemy wiedzieli, jak kamień z Księżyca "naprawdę" wygląda. Ostateczną przyczyną tej niemożności jest to, że oczy nasze, rozwijając się w ciągu setek milionów lat, przystosowały się optymalnie, a tym samym tak ściśle, do warunków świetlnych panujących na powierzchni Ziemi, że tylko w warunkach ziemskich mogą one dostarczyć nam obrazu "właściwego".

Znaczenie tego można sobie bardzo łatwo uzmysłowić za pomocą małego doświadczenia. Prawie u każdego człowieka skala barw, w obrębie której oczy i mózg przekładają rozmaite fale elektromagnetyczne widzialnego światła na nasze przeżywanie, nie jest w obu oczach dokładnie tak samo "wycechowana". Aby się o tym przekonać, wystarczy wziąć zwykłą kartkę białego papieru i przy dostatecznym oświetleniu oglądać ją na przemian najpierw jednym, a potem drugim okiem. Przy uważnym wykonywaniu doświadczenia stwierdzimy, że ten sam papier widziany jednym okiem ma jakby inny ton (może nieco czerwony) aniżeli oglądany drugim okiem (kiedy wydaje się na przykład troszeczkę bardziej niebieskawy). Można sobie teraz długo i całkowicie bezowocnie łamać głowę nad tym, które z oczu "poprawnie" oddaje "prawdziwy" ton papieru.

Przyczyną braku odpowiedzi na to pytanie jest to, że barwy, a szczególnie pojęcie "białości", istnieją tylko w naszym postrzeganiu. To, że pomieszenie wszystkich barw tęczy wytwarza łącznie

wrażenie "bieli", a więc przeżycie "bezbarwności", wynika stąd, że nasze oczy w ciągu procesu samego powstawania jak gdyby "zdecydowały się" na to, aby przeciętne oświetlenie na powierzchni ziemskiej, wytworzone przez światło słoneczne w warunkach naszej atmosfery, interpretować jako "neutralne pod względem ubarwienia". Wszystko to sprowadza się jak gdyby do ustalenia pewnego punktu zerowego. Pod względem biologicznym jest to niezwykle uzasadnione. Oznacza bowiem, że jako barwa, a tym samym jako dodatkowa informacja o otoczeniu, zostaje nam zasygnalizowane tylko to, co odbiega od owego oświetlenia przeciętnego. Ale jest to uzasadnione tylko dotąd, dopóki warunki środowiska pozostają nie zmienione. Już na Księżycu, w świetle tego samego Słońca, ale nie podlegającym tutaj wpływowi filtra atmosfery ziemskiej z jej przez przypadek i historię uformowanym składem, punkt zerowy naszego optycznego układu postrzegania przestaje obowiązywać.

Całe to rozumowanie wskazuje na to, że nasze przeżywanie barw, wraz ze wszystkimi uczuciowymi i estetycznie wartościującymi reakcjami związanymi dla nas nierozłącznie z kolorem, pośrednio odzwierciedla osobliwość jedynej w swoim rodzaju składu naszej atmosfery. Ściślej trzeba by powiedzieć, że na naszej zdolności widzenia piętno swoje wycisnęły optyczne warunki panujące na powierzchni ziemskiej w związku ze szczególnym składem widmowym światła słonecznego i działaniem atmosferycznego filtra.

Gdy sobie przypomnimy to, co mówiliśmy o wyglądzie skał księżycowych, możemy posunąć się jeszcze o krok dalej; nie tylko nigdy nie będziemy wiedzieli, jak kamień z Księżyca "naprawdę" wygląda. To, czego nauczyliśmy się na naszym przykładzie, nie dotyczy wyłącznie obiektów pozaziemskich. W rzeczywistości nie wiemy także nawet, jak sami "naprawdę" wyglądamy. Jedyne, co znamy, i jedyne, co kiedykolwiek znać będziemy, to nasz wygląd w świetle pewnej gwiazdy stałej o typie widma G 2 V, której maksimum jasności położone jest w żółtym zakresie widma i która oświetla nas z odległości 150 milionów kilometrów poprzez filtr atmosfery.¹⁰

Na zakończenie jeszcze ostatnia uwaga o stosunku pomiędzy widzialnym światłem a atmosferą naszej Ziemi. Znaczna większość fal całego widma słonecznego zatrzymuje się w gazowej powłoce naszej planety. Stąd w ogóle dokładniej znamy promieniowanie krótkofalowe naszego Słońca, jego produkcję energii w zakresie promieni gamma i rentgenowskich dopiero od czasu, kiedy nowoczesna technika raketowa umożliwiła nam prowadzenie badań ponad naszą atmosferą.

Promieniowanie słoneczne zostaje w dużej mierze powstrzymane także w długofalowej części widma. Para wodna tworzy w atmosferze najskuteczniejszy filtr dla promieniowania cieplnego graniczącego z zakresem widma promieniowania widzialnego; wiemy to znowu z codziennego doświadczenia: chmury przecież wyraźnie powstrzymują ciepło pochodzące od Słońca silniej aniżeli jasność słoneczną. Jednakże tutaj, w zakresie długich fal, istnieje pewien wyjątek, pewne "okno" w atmosferze, otwarte dla promieni spoza widzialnego zakresu. Wyjątek ten dotyczy ultrakrótkich fal radiowych. Przenikają one bez przeszkód przez naszą atmosferę, również przez zawartą w niej parę wodną. Jest to przyczyna, dla której możemy swobodnie przeprowadzać w tym zakresie długości fal badania radioastronomiczne także przy zaciągniętym chmurami niebie.

Abstrahując od tego wyjątku, zadziwiająco mała wiązka widzialnego światła jest jedyną częścią widma słonecznego, która może docierać przez atmosferę aż do powierzchni Ziemi. Zdanie to jest bezspornie poprawne. A pomimo to takie sformułowanie stawia rzeczywistą sytuację na głowie. Oczywiście należałoby tutaj posłużyć się sformułowaniem wręcz odwrotnym: nie jest tak, że akurat widzialny wycinek widma słonecznego może promieniami przenikać naszą atmosferę. Naturalnie jest wręcz przeciwnie, tak, że ten stosunkowo bardzo mały wycinek szerokiego zakresu częstotliwości promieniowania słonecznego, który przypadkowo może przenikać atmosferą ziemską, właśnie z tego powodu stał się dla nas widzialnym zakresem tego widma, to znaczy światłem.

W tej jedynej sytuacji tak wyjątkowo wyraźnie przed oczami mamy ową dziwną dwuznaczność tych tak licznych "przypadków", od których roi się w prehistorii życia na Ziemi, że wręcz niepodobna nie dostrzec jedynej słusznej interpretacji stanu faktycznego. W tej sytuacji nikt nie mógłby chyba wpaść na niezrozumiały – zda się – pomysł, aby zadziwić się nad zupełnie niewiarygodnym przypadkiem, że atmosfera ziemska wykazuje akurat taki skład, który prawie wyłącznie przepuszcza widzialne dla nas światło słoneczne. Nikt nie odczuje również potrzeby tłumaczenia nieprawdopodobnej przypadkowości tak celowego zrzędzenia działaniem nadprzyrodzonym czy też w ogóle jakąś dodatkową hipotetyczną konstrukcją.

Tutaj także obowiązuje zasada, że cudu należy szukać tam, gdzie jest. A polega on, w tym wypadku na tym, że życie potrafiło urządzić się w owych warunkach specjalnych, które były ustalone na Ziemi od setek milionów lat, długo przedtem, zanim pojawił się pierwszy jego załazek.

Ważutkie tylko pasmo całego zakresu widma słonecznego może przeniknąć atmosferę. Dlatego

więc życie, niezliczone miliony lat później, posłużyło się tą częścią promieniowania słonecznego, aby stworzeniom swoim dostarczyć orientujących informacji optycznych o ich środowisku. W taki sposób powstało "widzenie".

Wolno nam więc chyba przykład ten uznać za dodatkowe jeszcze potwierdzenie tego, że interpretacja, na jaką zdecydowaliśmy się w odniesieniu do oddziaływania efektu Ureya, jest naprawdę najbardziej przekonująca. Kto się dziwi, że efekt ten uprzywilejował "akurat" białka i kwasy nukleinowe, ten widzi sprawy z niewłaściwej perspektywy.

4. CZY ŻYCIE SPADŁO Z NIEBA?

Pogląd, że życie na Ziemi mogłoby pochodzić z nieba, niewątpliwie zasługuje na rozważenie. Nie chodzi w tym wypadku o wyjaśnienie powstania życia na Ziemi w sensie metafizycznym, lecz absolutnie dosłownym. Od kilku lat bowiem naukowcy z NASA, amerykańskiej agencji do spraw astronautyki, zastanawiają się poważnie nad tym, czy życie ziemskie nie stanowi jak gdyby odnogi pozaziemskich form życia. W tym miejscu musimy zaraz zapobiec pewnemu nieporozumieniu. Nie tylko nie zajmujemy się żadnymi wyjaśnieniami metafizycznymi, lecz nie zamierzamy również popierać niedopuszczalnej fantastyki pewnych zręcznych producentów bestsellerów, takich jak Charroux czy jeszcze zręczniejszy jego plagiator Daniken. Jakkolwiek "teorie" o prehistorycznym skrzyżowaniu się naszych przodków z pozaziemskimi kosmonautami mogą prezentować się atrakcyjnie w literaturze rozrywkowej, nie wolno takich bzdur brać poważnie.¹ Abstrahując od wszystkich biologicznych sprzeczności, tego rodzaju spekulacje nie wniosłyby w tym miejscu naszej książki niczego do zagadnienia powstania życia na Ziemi. Zakładają one przecież z góry istnienie co najmniej jakichś prymitywnych praludzi.

Myśl, że życie mogłoby pochodzić z nieba, mówiąc ściślej: z otchłani Kosmosu, stała się co prawda od nowa aktualna w związku z doświadczeniami balonowymi i raketowymi, które przed kilku laty przeprowadzili amerykańscy mikrobiolodzy. Zleceniodawcą była NASA, między innymi odpowiedzialna za to, aby zorganizowane przez nią doświadczenia kosmiczne nie pociągnęły za sobą żadnego "międzyplanetarnego skażenia" zarazkami bądź innymi mikroorganizmami.

Zagrożenie, jakie można by wywołać takim międzyplanetarnym "zawleczeniem zarazków", ma dwojaki charakter. Powracająca rakieta czy sonda planetarna, która wykonując swe zadanie miękko lądowała na innym ciele niebieskim, na przykład na Marsie, mogłaby przywieźć stamtąd mikroskopijnie drobne organizmy, o ile na obcej planecie istnieją samoistne formy życia.

Prawdopodobieństwo, aby organizmy te wywołały na Ziemi jakąś epidemię, jest bardzo nikłe. W odniesieniu do możliwości zakażenia ziemskich form życia przez pozaziemskie zarazki przytoczyć można w zasadzie podobne zastrzeżenie jak to, które doprowadza do absurdu tezę Danikena o skrzyżowaniu rozmaitych planetarnych ras. Właśnie ze względu na swoją pozaziemską "inność" taki pozaziemski zarazek zapewne nie byłby groźny dla tutejszego życia. Najprawdopodobniej nie mógłby się w ogóle osiedlić i rozmnażać w tak bardzo obcym mu ziemskim organizmie, obojętne, zwierzęcym czy roślinnym. A to wszak byłoby warunkiem szerzenia się epidemii.

Jednakże to, co w odniesieniu do wyższych form życia jest całkowicie niemożliwe – skrzyżowanie między obcymi gatunkami – w przypadku mikroorganizmów jest co najwyżej tylko w bardzo znacznym stopniu nieprawdopodobne, jak poucza nas między innymi nadzwyczajnie plastyczna przystosowawczość ziemskich gatunków wirusów. Jakkolwiek małe byłoby ryzyko, musi ono być poważnie brane pod uwagę przez odpowiedzialne instytucje, gdyż skutki zakażenia przez pozaziemski zarazek byłyby przypuszczalnie straszliwe.

Fakt, że dzisiaj jeszcze istnieją na Ziemi ludzie, zwierzęta i rośliny, pomimo że w naszym środowisku roi się od niezliczonych mikroskopijnie małych zarazków, bierze się wyłącznie z tego, że wszystkie istoty wyższe dawno już rozwinęły mechanizmy obronne (zdolność do reakcji immunologicznych), chroniące je przed wszelkimi możliwymi zarazkami. Tymczasem dla pozaziemskiego wirusa, który by się tutaj mógł osiedlić, ziemskie formy życia stanowiłyby pożywkę, wystawioną całkowicie bezbronią na przenikanie zarazków. Wielkie epidemie średniowiecza, dżuma i cholera, byłyby dziecięcą zabawką w porównaniu z tym, co by się wówczas działo.

Jak wiadomo, właśnie taka – pomimo że bardzo nieprawdopodobna – możliwość skłoniła NASA do trzymania przez kilka tygodni w ścisłym odosobnieniu astronautów powracających z pierwszych lotów na Księżyc, pomimo że z góry było właściwie prawie zupełnie wykluczone, aby na Księżycu istniały mikroorganizmy. Przy oczekujących nas lotach na Marsa środki ostrożności będą na pewno jeszcze o wiele surowsze.

Drugim aspektem międzyplanetarnego zawleczenia zarazków jest znacznie groźniejsze niebezpieczeństwo zakażenia pozaziemskich przestrzeni życiowych przez ziemskie mikroorganizmy. Niebezpieczeństwo to jest groźniejsze po prostu dlatego, że i w tym wypadku wiadomo z całą pewnością, iż zarazki, jakie mogłyby zostać zawleczone, rzeczywiście istnieją. Wobec tej możliwości jedyna wątpliwość polega na tym, że nie możemy z góry wiedzieć, czy miejsca, do jakich w celach

badawczych kierujemy nasze międzyplanetarne sondy, są zasiedlone obcymi formami życia, czy też nie. Gdyby bowiem były, zagraża im zdziesiątkowanie przez niewidoczne, towarzyszące naszym sondom zarazki – z takich samych powodów, które wywołują obawę przed zawleczeniem w kierunku odwrotnym. Takiego ryzyka także nikt zbyt lekkomyślnie nie weźmie na siebie. Kto zechciałby stanąć cynicznie na stanowisku, że w tym wypadku niebezpieczeństwo nie dotyczy nas samych, co najmniej zapomina, że przecież w interesie badań kosmicznych nie leży zniszczenie, już przy pierwszym spotkaniu, owych form życia, których w najbliższych latach będziemy poszukiwać z tak niesłychanym nakładem i wysiłkiem.

Ale nawet wówczas, gdy w grę wchodzi przebadanie planet z całą pewnością nieożywionych, konieczna jest staranna sterylizacja używanych pojazdów. Przypominam raz jeszcze przykład Wenus i przyczyny, które przemawiają za tym, że owa sąsiadująca z nami planeta mogłaby się znajdować w jak gdyby embrionalnej fazie rozwoju. Przebadanie takiego planetarnego środowiska prebiotycznego miałyby niezwykle doniosłe znaczenie dla nauki i dla naszego samozro-zumienia. Uzyskalibyśmy przecież konkretny wgląd w warunki mogące doprowadzić do powstania życia i możliwość prześledzenia całego procesu ewolucji.

Mielibyśmy jedyną w swoim rodzaju szansę stwierdzenia przez obserwację, w jakich punktach rozwój ów odbiega od kierunku, w którym przebiegał tu u nas na Ziemi. Po raz pierwszy moglibyśmy się więc dowiedzieć, jakie etapy tego rozwoju są potrzebne i niezbędne, a jakie inne – dowolne, a zatem przypadkowe i historycznie uwarunkowane. Są to przecież pytania ważne i fascynujące. Gdybyśmy znali odpowiedzi na nie, mielibyśmy po raz pierwszy pewien punkt wyjścia do problemu, jak dalece życie w swoim rozwoju może odbiegać od form powstałych na Ziemi, jedynych, jakie dotąd znamy.

Tymczasem wszystkie te oszałamiające i urzekające perspektywy byłyby raz na zawsze utracone, gdyby chociaż jeden z Ziemi pochodzący zarazek miał się przedostać na Wenus. Jeżeli bowiem istnieje tam rzeczywiście jakieś "prebiotyczne" środowisko, jeżeliby więc tam na przykład już powstały wielkie cząsteczki organiczne, ale jeszcze nie organizmy wenusjańskie zdolne do reprodukcji – przybycie ziemskiego mikroorganizmu na Wenus równałoby się dokonaniu po-siewu na bulionowej pożywce. Ziemski zarazek zastałby tam do wyżywienia i rozmnażania się warunki optymalne i mógłby korzystać z nich bez żadnej obcej konkurencji.

W takiej sytuacji nie byłoby wątpliwości, że na Wenus rozwinie się życie (a w ciągu dalszych miliardów lat także wyższe jego formy). Jednakże równie niewątpliwe byłoby, że punktem wyjścia stałby się zawleczony z Ziemi zarazek ze wszystkimi biologicznymi właściwościami, charakterystycznymi dla ziemskiego organizmu. Wszystkie przyszłe wenusjańskie formy życia nie byłyby wówczas niczym innym jak organizmami ziemskimi w owej szczególnej formie przystosowania, jaką narzuciłoby im środowisko panujące na Wenus. Oczywiście, że to także byłoby niezwykle interesujące. Ale odsunęłoby możliwość udzielenia odpowiedzi na wymienione przed chwilą nieporównywalnie ważniejsze i bardziej fundamentalne pytania – prawdopodobnie aż do takiego bardzo odległego momentu, w którym uda się może kiedyś ludzkości opuścić nasz Układ Słoneczny i poszukiwać tych odpowiedzi na planetach jakiegoś obcego słońca.

Żywimy nadzieję, że są ludzie, którzy pragną zapobiec skażeniu powierzchni Wenus ziemskimi zarazkami nie tylko z tych powodów. To, czy naszymi doświadczeniami kosmicznymi zamkniemy drogę przyszłego rozwoju jakiejś pozaziemskiej formie życia znajdującej się w tym wczesnym stadium, czy też nie, powinniśmy bowiem uważać za problem moralny. Gdy się pomyśli, że już co najmniej dwa razy ziemskie sondy kosmiczne wylądowały na powierzchni Wenus, trudno nie martwić się o to. Według wszystkiego, co nam wiadomo, szansa, aby jakaś sonda kosmiczna mogła opuścić Ziemię w stanie naprawdę sterylnym, a więc wolnym od żywych zarazków, jest co najmniej wątpliwa.

Z omawianych przyczyn Amerykanie i Rosjanie przed każdym startem dezynfekują swoje sondy kosmiczne z najwyższą osiągalną starannością. W pierwszych latach prób kosmicznych Amerykanie czynili to nieraz tak gruntownie, że uważa się to nawet za przyczynę pewnych niepowodzeń. W każdym razie chodziły pogłoski, jakoby niektóre z wczesnych amerykańskich sond księżycowych dlatego zawiodły, że części ich elektronicznych urządzeń zostały uszkodzone przez poprzedzającą start sterylizację cieplną. Tymczasem owe choroby wieku dziecięcego zostały już opanowane. Możemy z pełnym zaufaniem przyjąć, że zarówno amerykańskie, jak i radzieckie sondy według wszelkich ludzkich możliwości pozbawione są zarazków, w chwili gdy startują z Przylądka Kennedy'ego lub z Bajkonuru. Czy stan taki utrzymuje się, gdy osiągają wolny Wszechświat i podążają ku swym kosmicznym celom – to już zupełnie inna sprawa.

Aby tam dotrzeć, muszą najpierw przebyć ziemską atmosferę. Jej jałowość zaś nie jest najlepsza.

Mówiliśmy już krótko o doświadczeniach balonowych i raketowych przeprowadzanych przez NASA; celem ich było zbadanie panujących tam warunków. Przy współpracy mikrobiologów skonstruowano "pułapki na bakterie", którymi systematycznie przeczesywano wyższe warstwy atmosfery ziemskiej. Rezultat tych łowów okazał się poniekąd niespodzianką nawet dla fachowców. We wszystkich rejonach stratosfery znaleziono najróżniejsze zarazki w liczbie znacznie większej, aniżeli sobie mógł wyobrazić jakikolwiek specjalista. Na wysokości 15 kilometrów w 1000 metrów sześciennych powietrza wykrywano średnio 100 rozmaitych mikroorganizmów. 25 kilometrów nad Ziemią było ich jeszcze 15. Wprawdzie w miarę wzrostu wysokości przeciętna liczba stale się zmniejszała, ale nawet na wysokości 50 kilometrów – jak udowodniły doświadczenia – atmosfera naszej planety jeszcze ciągle nie jest naprawdę jałowa.

Nikt dotąd nie wie, jak wielka jest groźba, aby opuszczający Ziemię człon rakiety w trakcie przebijania się przez atmosferę "pozbiere" kilka z tych zarazków. Nawet gdyby tak było, nie wiadomo wcale, czy zarazki mogłyby osadzić się na samej sondzie. Podczas startu znajduje się ona przecież w powłoce ochronnej i zostaje odstrzelona przez ostatni stopień rakiety dopiero poza ziemską osłoną powietrzną. Wobec tych wszystkich niewiadomych czynników nikt obecnie nie może powiedzieć z całą pewnością, czy istotnie nasza technika astronautyczna nie zanieczyszcza właśnie Układu Słonecznego ziemskimi bakteriami.

A może pytanie to wcale nie jest tak ważne, jak do tej pory sądzono? Może mikrobiolodzy z NASA łamią sobie głowy nad problemem, który w ogóle nie istnieje? Wyniki wspomnianych doświadczeń prowadzonych przy użyciu balonów stratosferycznych i rakiet sondażowych dopuszczają również możliwość, że ziemskie bakterie wcale nie są zdane na naszą technikę, aby dotrzeć do Marsa albo nawet do dalszych jeszcze planet. Wobec wyników owych doświadczeń musimy bowiem postawić pytanie, jak właściwie zarazki dostały się do górnych warstw stratosfery, aż na wysokość 50 i więcej kilometrów ponad powierzchnię Ziemi?

Zrazu pomyślano o skutkach wybuchów wulkanów albo prób atomowych. Związane z tym niezwykle silne prądy wstępujące powietrza mogły być wynieść mikroorganizmy na takie wysokości. Okazało się jednak, że nie można tym wyjaśnić w sposób zadowalający niezmiennych zawsze rezultatów wielu doświadczeń przeprowadzanych w najróżniejszych rejonach Ziemi. Wybuchy wulkaniczne czy atomowe byłyby doprowadziły do lokalnych koncentracji zarazków w górnych warstwach atmosfery. Tymczasem nie było o tym mowy. Gdziekolwiek się szukało, rozdział mikroorganizmów był zawsze podobny. Dotyczył równomiernie całej atmosfery aż do najwyższych jej warstw. Im dłużej prowadzono próby, tym silniejsze stawało się przeświadczenie zainteresowanych naukowców, że mikroorganizmy, których obecność stwierdzano w stratosferze, widocznie stanowiły "normalny" składnik tych najwyższych ziemskich warstw powietrznych.

Najwidoczniej wystarczają już normalnie istniejące wiry powietrzne i prądy atmosferyczne, "termiczne wiatry wstępujące", aby zawlec mikroskopijnie drobne i odpowiednio lekkie organizmy aż na stratosferyczne wysokości. Najwidoczniej są one nawet dość lekkie na to, aby gdy już raz dotarły, unosząc się utrzymywać tam przez czas dłuższy. Może zresztą na tym wcale się nie kończy ich podróż. Pewne jest, że bardzo drobna część atmosfery ziemskiej, najbardziej zewnętrzna, rozrzedzona warstwa gazowej powłoki naszej planety, stale dyfunduje w głąb wolnego Wszechświata. Niewielkie ślady naszej atmosfery gubią się tutaj nieustannie w pustej przestrzeni. Przy omawianiu zjawiska fotodysocjacji wspominaliśmy już, że powstający w tym procesie wolny wodór ulatnia się, a skutek jest taki, iż wolny tlen zaczyna gromadzić się w niższych warstwach atmosfery.

Wynika z tego nieuchronnie, że bardzo niewielka część mikroorganizmów również poddaje się temu najbardziej skrajnemu prądowi atmosferycznemu i także jest wypędzana w wolny Wszechświat. Co się tam z nimi dzieje? Pewien zespół uczonych niemieckich spróbował w ostatnich latach znaleźć na to odpowiedź. W tym celu pracownicy specjalnego instytutu do spraw aerobiologii z siedzibą w Graftschaf koło Kolonii wypuścili w roku 1968 rakiety badawcze w Afryce północnej. Naukowcy postarali się o kilka francuskich rakiet typu "Veronique" i przebudowali ich głowice na mini-laboratoria bakteriologiczne. Za pomocą tych rakiet wystrzelili bakterie, grzyby i zarodniki najróżniejszych gatunków roślin aż na wysokość ponad 350 kilometrów. Tam, daleko poza ostatnimi nawet resztkami ziemskiej atmosfery, w wolnym Wszechświecie, organizmy te były wystawione bez żadnej osłony na zimno, próżnię, promieniowanie kosmiczne i nie filtrowane światło słoneczne. Sens kilkakrotnie powtarzanych doświadczeń polegał na zbadaniu, czy owe mikroskopijne organizmy wytrzymują jeszcze tak drastyczne pozaziemskie warunki.

Mikroorganizmy wykazały w tych doświadczeniach znacznie większą wytrzymałość, aniżeli można się było spodziewać. Większości z nich lodowaty chłód przestrzeni kosmicznej – minus 150 stopni i mniej jeszcze – nie przeszkadzał wcale. Nie było to niespodzianką. Doświadczenia laboratoryjne na Ziemi

dawno już wykazały, że niektóre mikroorganizmy mogą przetrzymać bez szkody ochłodzenie prawie aż do granic absolutnego zera (minus 273 stopnie Celsjusza). Zapadnia one wówczas w stan śmierci pozornej. Ich przemiana materii zdaje się wygasać. Gdy się je po dniach, tygodniach czy też miesiącach przenosi z powrotem w korzystne warunki środowiska, rosną i rozmnażają się od nowa.

Tymczasem obiekty doświadczalne badaczy z Graftschafft znosiły bez uszczerbku także próżnię przestrzeni kosmicznej, a częściowo również nawet nie filtrowane promieniowanie nadfioletowe Słońca. Skrajnie krótkie promienie nadfioletowe stanowiły z pewnością najpoważniejsze zagrożenie. Jednakże niektóre ze sprowadzonych z powrotem na Ziemię organizmów potrafiły obronić się także przed tym niebezpieczeństwem przez rodzaj "odruchu udawanej śmierci". Nie jest całkiem wyjaśnione, jaki trik z dziedziny przemiany materii wchodzi tutaj w grę. Bakterie, które pod wpływem promieniowania nadfioletowego popadły w stan "śmierci pozornej", utrzymywały się w nim jeszcze po powrocie na Ziemię. Do ponownego życia zbudziły je pewne zabiegi, a mianowicie tym razem krótkie napromieniowanie w zakresie długości fal 3800 angstromów. Ale potem zachowywały się już tak, jak gdyby nigdy nic się nie stało.

Wszystkie te doświadczenia razem wzięte dowodzą, że w górnych warstwach stratosfery obficie występują mikroskopijne organizmy najróżniejszych gatunków, spośród których wiele potrafi przetrzymać nie chroniony pobyt w przestrzeni kosmicznej. Ponieważ należy przyjąć, że mała liczba ich stale odpływa z najbardziej skrajnych warstw powłoki powietrznej w wolną przestrzeń, ciąg dalszy jest już tylko zadaniem rachunkowym. Bakterie i inne mikroorganizmy potrafią być tak małe i tak lekkie, że skoro tylko raz opuściły atmosferę, zostają dalej popędzane ciśnieniem światła słonecznego.

Jeżeli spojrzymy na nasz Układ Słoneczny oczami mikrobiologa, Ziemia wyda się ogniskiem zakażenia, które nieustannie "rozsiewa". Ten rozsiew zarazków zaś, jak wspominaliśmy, podtrzymywany jest przez światło Słońca. Prawdopodobnie zatem nie dokonuje się równomiernie na wszystkie strony, lecz zawsze w kierunku od Słońca. Wenus jest więc, podobnie jak Merkury, jako planeta – patrząc od nas – "wewnętrzna", zabezpieczona przed tym mechanizmem infekcji kosmicznej. Jest to jeszcze dodatkowo powód, dla którego należy istniejące może na niej "prebiotyczne" środowisko bronić przed zakażeniem ze strony naszych doświadczalnych lotów kosmicznych.

Mars natomiast i wszystkie inne planety mogłyby być objęte tym z Ziemi płynącym prądem zarazków. Obliczenia dokonane w związku z tym przez naukowców z NASA ujawniły zdumiewający rezultat. Dotyczy on teoretycznie możliwego trwania kosmicznego przenoszenia zarazków. Lot kosmiczny mikroorganizmów napędzany światłem bije o wiele długości konstruowane przez ludzi rakiety. Podczas gdy nasza nowoczesna sonda kosmiczna, na przykład typu "Mariner", przy przecież stosunkowo znacznej bliskości Marsa, potrzebuje ośmiu miesięcy do osiągnięcia zewnętrznie sąsiadującej z nami planety, mikroorganizmy mogą pokonać tę samą trasę w ciągu kilku tygodni. Jest zatem zupełnie prawdopodobne, że cały nasz Układ Słoneczny, z wyjątkiem jedynie Wenus i Merkurego, dawno już jest zasiedlony przez mikroorganizmy ziemskie w tych wszystkich miejscach, w których w ogóle możliwe jest życie.

Dr Carl Sagan, współpracownik NASA, obliczył jeszcze inną możliwą trasę podróży mikroorganizmów, która w związku z naszym tematem musi nas szczególnie interesować. Jeżeli rozmiar owych najmniejszych istot żyjących wynosi tylko pięć tysięcznych milimetra albo mniej, to ciśnienie światła słonecznego powinno wystarczyć, aby je całkowicie wyrzucić z naszego Układu i pozwolić im dryfować ku obcym układom planetarnym. Czas takich podróży naturalnie wzrasta gwałtownie odpowiednio do różnicy między odległościami międzyplanetarnymi a odległościami międzygwiazdowymi. Nie liczyłoby się go już w tygodniach i miesiącach, lecz w tysiącach lat. Nikt nie może powiedzieć, czy mikroorganizmy przeżyłyby również i to. Jakkolwiek nieprawdopodobne by się to mogło wydawać, uczeni tego nie wykluczają.

Dla nas jest to dlatego tak ważne, że kosmiczny lot I owych organizmów, jeżeli się odbywa, nie przebiegałby oczywiście tylko w jednym kierunku. Jeżeli pochodzące z Ziemi zarazki mogą dzięki opisanemu mechanizmowi rzeczywiście lądować na planetach obcych słońc, to naturalnie Ziemia także mogłaby stanowić cel końcowy dla zarazków z Wszechświata.

Czy więc przed trzema i pół miliardem lat życie właśnie w taki sposób dotarło na Ziemię? Czy była to inwazja kosmicznych jednokomórkowców, które zajęły Ziemię w prebiotycznej fazie jej rozwoju i stanowiły zawiązek całego późniejszego życia, a także powstania nas samych? Czy więc życie ziemskie podówczas naprawdę dosłownie spadło z nieba?

Możliwość taka od pewnego czasu stanowi znowu przedmiot poważnej dyskusji między

naukowcami. Myśl sama nie jest nowa. Po raz pierwszy powziął ją w pierwszych latach naszego stulecia słynny szwedzki naukowiec Svante Arrhenius. Były to czasy owego pokolenia uczonych, które jeszcze nie przyszło do siebie po wstrząsie spowodowanym odkryciami wielkiego Francuza Ludwika Pasteura, związanymi z zagadnieniem samoródtwa. Pasteurowi w toku mozolnych i cierpliwych badań udało się udowodnić, że we wszystkich tych przypadkach, w których do tej pory dyskutowano nad możliwością powstania prymitywnych jednokomórkowców z nieożywionej gnijącej materii, już przed rozpoczęciem doświadczenia w naczyniach znajdowały się mikroskopijne zarodniki bądź też że w toku doświadczenia dostały się tam z powietrza.

Wielu uczonych, pod wrażeniem tych sensacyjnych doświadczeń, zważyło więc w ogóle w istnienie "samoródtwa". Z drugiej strony było już także zupełnie pewne, że Ziemia nie mogła być od zawsze pokryta życiem. Skąd więc życie to mogło się wziąć? Z tego dylematu Arrhenius wybrał hipotezę o zasiedleniu młodej Ziemi przez mikroorganizmy z Kosmosu.

Od czasu badań biologów z NASA i niemieckiego zespołu z Graftschafth wiadomo, że ta śmiała spekulacja myślowa była czymś więcej aniżeli fantastycznym pomysłem. Dane uzyskane przez badaczy Kosmosu mówią wprawdzie tylko o tym, że to, co sobie wymyślił szwedzki uczyony, jest teoretycznie możliwe. Czy jego przypuszczenie zgodne jest z rzeczywistością – to już inna sprawa. Bardzo poważne argumenty przemawiają przeciwko temu. Zobaczmy w dalszym ciągu, że wydaje się, jakoby Kosmos, głębie Wszechświata istotnie uczestniczyły w powstaniu ziemskiego życia. Ale z wielu różnych przyczyn jest prawie zupełnie wykluczone, aby przed trzema i pół miliardem lat życie, jak gdyby całkowicie gotowe, w postaci w pełni rozwiniętych nawet najbardziej prymitywnych jednokomórkowców spadło z nieba.

Przede wszystkim nie wolno pominąć tego, że teoria szwedzkiego chemika oczywiście nie rozwiązuje problemu samoródtwa, lecz jedynie go odsuwa w czasie. Nawet zgodnie z tą teorią, jeżeli nie na Ziemi, to przecież gdzieś kiedyś musiało to życie powstać po raz pierwszy. Nic więc nie zmieniało się w samym problemie, gdy się go zgodnie z propozycją Arrheniusa odpowiednio przenosiło na daleką planetę jakiegoś nieznanego słońca.

Ale nawet zupełnie niezależnie od tego pogląd, że kiedyś jakaś rozwinięta forma życia w postaci takiego kosmicznego zawiązku mogła osiedlić się na Ziemi jako zaczątek wszystkich późniejszych istot żywych – jest mało przekonujący w świetle przebiegu ewolucji. Trudno obecnie wątpić w to, że takie zasiedlenie z głębi Wszechświata jest w zasadzie nie do pomyślenia. Może na wielu planetach Kosmosu rzeczywiście w taki sposób powstał pierwszy załazek życia. Jednakże wszystko przemawia przeciwko temu, aby tak miało być w przypadku naszej Ziemi.

Jak na to bowiem, cała dotąd przez nas opisana historia nazbyt gładko i logicznie przechodzi w epokę powstania życia. Wszystkie objawy, wszystkie znaleziska i argumenty wciąż od nowa potwierdzają, że nie był to nagle występujący proces, który by bez żadnego przejścia pozwolił pojawić się na powierzchni Ziemi zupełnie nowemu zjawisku. Powstanie życia na Ziemi rozegrało się raczej w formie pewnego przebiegu ewolucyjnego, postępującego niewyobrażalnie powoli, a jednocześnie nieskokowo i z niewiarygodną wręcz (oceniając retrospektywnie) logiką.

Co najmniej miliard lat, a może dwa upłynęły, zanim ewolucja chemiczna zamieniła się w ewolucję organiczną. Zanim ciągnące się krok za krokiem, szczebel po szczeblu powstawanie coraz większych i bardziej złożonych cząsteczek przeszło gładko i płynnie w fazę ewolucji coraz bardziej złożonych jednostek materialnych, które już musimy nazwać ożywionymi, ponieważ potrafiły się podwajać. Przejście następowało rzeczywiście tak stopniowo i gładko, że w świetle najnowszych badań zupełnie niemożliwe stało się już przeciągnięcie sensownej linii rozdzielającej tę fazę, która przebiegała jeszcze w sposób nieożywiony, od graniczącej z nią fazy właściwej ewolucji biologicznej.

Musimy się teraz nieco bliżej przyjrzeć temu, co się szczegółowo w tej epoce rozgrywało na powierzchni młodej Ziemi.

5. ELEMENTY BUDULCOWE ŻYCIA

W tej tak bardzo odległej przeszłości istniały już wszystkie pierwiastki, które obecnie znamy na Ziemi. Jednakże nie istniały one jak gdyby same dla siebie, w formie czystej i wyizolowanej. Znajdowały się natomiast w bardzo licznych, najróżnorodniejszych związkach chemicznych. Kilka z nich wymienialiśmy już, a mianowicie gazowe składniki pierwotnej atmosfery: amoniak, metan, dwutlenek węgla i woda. Ponadto występowały jeszcze niezliczone minerały samej skorupy ziemskiej; wymieniamy tutaj tylko drobną część, jak krzemiany i węglany glinu, żelaza i magnezu, związki siarki i azotu.

Ważne jest, abyśmy pamiętali o tym, że nie jest to tak samo przez się zrozumiałe, jak by nam się z przyzwyczajenia mogło zdawać. Nie wiemy przecież, dlaczego wyłoniona z prawybuchu materia miała tak silną tendencję do łączenia się w bardziej kompleksowe, mniej proste struktury, a jednocześnie do przekształcania coraz to nowymi sposobami swych ujawniających się na zewnątrz: właściwości. Po prostu tak jest. Teoretycznie nie byłoby żadnej sprzeczności w tym, gdyby materia tej zdolności nie miała. Gdyby pierwszy z wszystkich pierwiastków, wodór, był pozostał stały i niezmienny. Gdyby więc historia Kosmosu aż po wsze czasy ograniczała się do mechanicznych zmian obłoków wodoru wypełniających całą przestrzeń kosmiczną, do ich zbijania się pod wpływem własnego ciężaru, do podobnego jak u gwiazd rozżarzania się w wyniku wzrostu ciśnienia wewnętrznego, wreszcie do następującego potem rozplynięcia się w nie kończącym się obiegu zamkniętym.

Właśnie w związku z tym musimy sobie przypomnieć, że wszystko zaczęło się od wodoru. A wodór zawierał w sobie nieoczekiwane możliwości. Istotnie, wszystko, o czym do tej pory mówiliśmy w tej książce, a także wszystko, co będziemy jeszcze rozpatrywać aż do ostatniej jej strony, w gruncie rzeczy nie jest niczym innym jak tylko historią przemian i przekształceń, jakim pod wpływem praw natury zaczął ulegać wodór, po tym, jak "Big-Bang" wyrzucił go we Wszechświat.

Istniała więc przestrzeń, istniał czas i istniały prawa natury. Najbardziej podziwu godnym spośród wszystkich faktów na tym zadziwiającym świecie jest, że starczyło owych warunków, aby wodór poddać ciąglemu procesowi przemian, z jakiego z biegiem czasu wyłoniło się wszystko, co wokół nas postrzegamy, nie wyłączając nas samych. To, że ten cudowny, choć stosunkowo skromny zestaw warunków wyjściowych – wodór plus czas plus przestrzeń plus prawa natury – wystarczył na to, aby powstać mógł cały świat, jest najbardziej podstawowym i najbardziej wzruszającym odkryciem całej dotychczasowej nauki. Że początek ten był możliwy, jest największą spośród wszystkich tajemnic.

Historia świata jest historią rozwoju tego, co w tym początku było założone. Wiedza przyrodnicza daje się urzeczywistnić, ponieważ wszystko, co się do tej pory działo, zrodziło się z owej naprzemiennej gry, przebiegającej od początku wszelkich czasów pomiędzy wodorem a różnorodnymi wytworami jego przekształceń w czasie i przestrzeni i pod -wpływem praw natury. Wiedza przyrodnicza dlatego potrafi dzisiaj przeświecić tę dwustronną grę i zaczyna ją obecnie krok za krokiem rekonstruować, że całość odbywała się zgodnie z ustalonymi regułami.

Jednakże na czym same te reguły się opierają, dlaczego są one takie, a nie inne i jak się to dzieje, że pozornie tak prosto zbudowany atom wodoru zawierał w sobie możliwości całego Wszechświata – na te pytania wiedza przyrodnicza już odpowiedzieć nie może. Jest to równie niemożliwe jak to, abyśmy mogli odpowiedzieć na pytanie, co czuliśmy przed naszym urodzeniem. Wiedza przyrodnicza bowiem stała się możliwa dopiero w chwili powstania tych reguł, nie może więc stawiać pytań o ich przyczynę. W tym konkretnym uchwytym punkcie świata nauki przyrodnicze natrafiają na rzecz z zasady nie do wyjaśnienia. Atom wodoru i prawa natury są już obiektami niedostępnymi wiedzy przyrodniczej. Patrząc na sprawę bezstronnie, są one widomą oznaką tego, że świat nasz ma zaczątki, które w nim samym tkwić nie mogą.

Z punktu widzenia chronologii pierwszą konsekwencją zdumiewających właściwości atomu wodoru było powstanie co najmniej dziewięćdziesięciu jeden dalszych (cięższych i bardziej złożonych) pierwiastków. Możemy tutaj pominąć, że później powstało przejściowo jeszcze kilka stosunkowo niestabilnych pierwiastków o bardzo dużej masie atomowej i odpowiednio krótkim żywocie. Jak doszło do powstania tych dziewięćdziesięciu jeden pierwiastków, opisałem już szczegółowo w innym miejscu (zob. w tej sprawie także przypis na s. 88): proces przebiega w środku pierwszych słońc powstałych z wodorowych obłoków owego początku po prostu przez wychwyt masy. W ich wnętrzu etapami zespały się atomy pierwiastków cięższych, aby w końcu wskutek potężnych wybuchów gwiazd

powrócić ponownie do wolnej przestrzeni w postaci pyłu międzygwiazdowego. Z tego pyłu, który ostatecznie zawierał wszystkie istniejące dzisiaj pierwiastki, po nieskończone długich okresach rozwoju powstały wreszcie układy planetarne, a więc słońca, okrążane przez bardzo liczne mniejsze oziębione ciała niebieskie.

Wszystko to odtwarzamy tutaj w krótkich hasłach, ponieważ w tym miejscu naszych rozważań bardzo jest istotne, abyśmy pamiętali, że ten rozwój także nie jest niczym innym, jak skutkiem wynikającym "całkowicie naturalnie" z właściwości wodoru. "Naturalnie" zaś oznacza, że to co powstało pod działaniem praw natury, powstać musiało. Dotyczy to również dalszych dziejów, aż do uformowania się pra-Ziemi, dotyczy zarówno oziębienia jej skorupy, jak rozgrzania jej wnętrza i wynikającego stąd wulkanizmu. Te etapy z kolei pociągnęły za sobą nieuchronny skutek, to jest powstanie pierwotnej atmosfery i pra-oceanów.

Jakkolwiek w owym stadium obraz powierzchni pra-Ziemi jest bardzo różnorodny i skomplikowany – z wodą i lądem, wiatrami i pogodą, ze zmianą pór roku spowodowaną ukośnym ustawieniem ziemskiej osi obrotu, z rytmem dni i nocy – nikomu nie wpadłoby na myśl domagać się jakiegoś nadprzyrodzonego wyjaśnienia tego zdumiewającego umiaru i porządku, tej złożonej zazębiającej się struktury, powstałej i unoszącej się tam, w wolnej przestrzeni. Każdy krok ewolucji aż do owego stadium wynika jednoznacznie z poprzedniego, z chwilą gdy stosuje się doń "reguły gry", a więc prawa natury. Skoro się raz założy wodór z jego zadziwiającymi właściwościami i doda do tego prawa natury, dalszy przebieg wydaje się wręcz konieczny, pod warunkiem istnienia dostatecznego czasu i przestrzeni. "Cud" zawarty jest w warunkach wyjściowych, sam przebieg jest "naturalny".

Gdy sobie uzmysłowimy rozmiar tego porządku, skomplikowanie owych struktur i zjawisk na powierzchni pra-Ziemi (przypomnijmy sobie jako jedyny przykład raz jeszcze chociażby efekt Ureya!) – spokój i obojętność, z jaką na ogół przyjmujemy ten rodzaj "naturalności", musi wywołać zdumienie. Tym bardziej że wciąż jeszcze w odniesieniu do następnego kroku rozwojowego większość ludzi daje się przekonać, upierając się zaciekle przy tym, że w tym miejscu wszelkie "naturalne" wyjaśnienie jest całkowicie wykluczone. Tymczasem ten następny krok rozwoju nią jest niczym innym jak dalszym ciągiem łączenia się małych jednostek materii w struktury, które wykazują właściwości pozwalające określać je jako "ożywione".

Wcale niełatwo jest wyjaśnić, dlaczego dla tylu ludzi aż tyle trudności wiąże się z tym – równie koniecznym – dalszym ciągiem rozwoju. Czy dlatego, że pojawia się tutaj coś zasadniczo nowego, właśnie owo zjawisko, które nazywamy "życiem"? Ale przecież to samo, tylko w postaci mniej złożonej, pojawia się na każdym z poprzednich etapów. Bo czyż ktokolwiek z nas naprawdę potrafi sobie wyobrazić, że woda jest związkami wodoru i tlenu? Jedno i drugie jest niewidocznym gazem. W nich również – na podstawie szczególnych cech budowy elektronowych powłok atomów, z jakich się składają – tkwi tendencja do niepozostawania w izolacji, do łączenia się ze sobą. Elektryczne właściwości powłok tych atomów są takie, że za każdym razem łączą się dwa atomy wodoru z jednym atomem tlenu.

Reakcja następuje bardzo gwałtownie, a towarzyszy jej wydzielanie ciepła. Gotowość, szczególnie tlenu, do łączenia się w tej formie z wodorem jest tak wielka, oba pierwiastki są chemicznie tak aktywne – jak powiada naukowiec – że reakcję wywołuje nawet stosunkowo mały dopływ energii. Całość jest po prostu spalaniem, czyli utlenieniem wodoru. Rezultat, a więc jak gdyby popiół będący skutkiem tego procesu spalania, jest czymś całkowicie nowym, nie mającym w naszym wyobrażeniu i dla naszego zmysłowego przeżywania już nic wspólnego z obiema substancjami wyjściowymi. Jest nim woda.

Powróćmy jednak do konkretnej sytuacji związków chemicznych zawartych w atmosferze i w oceanach pra-Ziemi. One także nie były wcale końcowym etapem rozwoju. Jak miał wykazać dalszy przebieg, możliwości nowych, jeszcze bardziej skomplikowanych połączeń dalekie były od wyczerpania. Co było więc potem?

Aż do połowy lat pięćdziesiątych całe pokolenia uczonych głowiły się bezskutecznie nad tym zagadnieniem. Wypróbowywali oni najróżniejsze sposoby skomplikowanych syntez chemicznych i dyskutowali jeszcze bardziej skomplikowane hipotezy. Pomimo to nikt nie miał trafnego poglądu na to, jaki mógł naprawdę być dalszy ciąg dziejów. Problem polegał na wyjaśnieniu, jak z prostych substancji podstawowych, a więc metanu, amoniaku, wody i dwutlenku węgla (zob. najwyższy rząd rysunku na s. 164–165) mogły powstać ciała białkowe i kwasy nukleinowe oraz wszystkie inne złożone kamienie budulcowe życia, bez tego, aby istniały żywe istoty produkujące je.

Problemem było więc abiotyczne powstanie biologicznie niezbędnych polimerów. Wydawało się, że prawie nie ma rozwiązania. Wiadomo było, że owe biopolimery, jak je również nazywano, wytwarzane

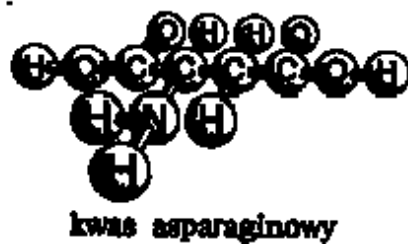
są obecnie wyłącznie przez istoty żyjące, zwierzęta i rośliny. Tutaj zaś koniecznie potrzebne było wyjaśnienie ich istnienia jako warunku powstania istot żyjących, których w ogóle jeszcze nie było.

Wszystko to razem tak bardzo przypominało sytuację bez wyjścia, że znaleźli się tacy naukowcy, którzy cofając się na poprzednie pozycje zaczęli znowu wątpić w samo założenie, na jakim oparte były te wysiłki, to znaczy w to, że musi istnieć naturalne wytłumaczenie i dla przejścia od materii nieożywionej do ożywionej.

W tych krytycznych okolicznościach decydujący krok uczynił w roku 1953 pewien student chemii z Chicago, Stanley Miller. Podszedł do zagadnienia z tak rozchełstaną beztroską, jaką mieć może tylko początkujący. Wbrew rozpowszechnionemu pogładowi taka postawa także w nauce prawie nigdy nie pozwala osiągnąć celu. Tymczasem Stanley Miller okazał się jednym z rzadkich wyjątków.

Wobec zawłości sprawy słynni biochemicy dosłownie prześcigali się w skomplikowaniu sposobów syntezy, jakimi usiłowali wyprodukować podstawowe biologiczne kamyczki budulcowe. Stanley Miller obrał drogę odmienną. Zebrał sobie najważniejsze składniki, które, jak mu powiedziano, miały być zawarte w atmosferze pierwotnej. Wziął więc metan i amoniak, nic więcej, wymieszał je na chybił trafił z wodą i zamknął roztwór w szklanej kolbie. Teraz potrzebne było mu już tylko źródło energii. Gdy się bowiem chce doprowadzić do powstania związku chemicznego, należy z reguły doprowadzić w jakiegokolwiek formie energię do reagentów, a więc do substancji, które mają połączyć się w związku. Zapalka także zapala się dopiero wtedy, gdy się ją potrze (doprowadzi ciepło tarcia jako energię).

Charakterystyczne jest, jakie rozważano do tej pory formy energii. Kalifornijski biochemik i laureat nagrody Nobla, Melvin Calvin – na przykład – podjął już w roku 1950 podobne doświadczenia, używając jako źródła energii jonizującego promieniowania z wielkiego akceleratora elektronów. Tym sposobem udało mu się w każdym razie uzyskać kwas mrówkowy i aldehyd mrówkowy (zob. drugi rząd rysunku na s. 164–165). Ale nie były to naturalnie jeszcze substancje ważne pod względem biologicznym. Poza tym doświadczenie jego nie dowodziło niczego, gdyż pra-Ziemia na pewno nie rozporządzała akceleratorami.



W najwyższym rzędzie tej podwójnej strony przedstawione są schematycznie najważniejsze cząsteczki zawarte w atmosferze ziemskiej, w najniższym rzędzie – kilka spośród pochodzących od nich kamyków budulcowych, w tym wytworzone sztucznie przez Stanleya Millera aminokwasy: glicyna, alanina i kwas asparaginowy. Rząd środkowy ukazuje niektóre etapy przejściowe rozwoju. Wszystkie cząsteczki składają się z czterech tylko różnych pierwiastków. Każda kulka odpowiada jednemu atomowi.

Nasz student Miller postanowił skopiować możliwie dokładnie autentyczną sytuację również i w wyborze źródła energii do uruchomienia swojej reakcji. (Całe założenie jego doświadczenia polegało po prostu na tym, aby odtworzyć warunki, które musiały podówczas panować na Ziemi, a potem czekać, co z tego wyniknie.) Jakie więc istniały w tym czasie na pra-Ziemi naturalne źródła energii? W grę wchodziło przede wszystkim nadfioletowe światło Słońca oraz wyładowania elektryczne

(błyskawice), które z opisanych już przez nas przyczyn musiały być zapewne szczególnie gwałtowne i długotrwałe. Miller zdecydował się na błyskawice. Przyłączył więc do swoich szklanych kolb przewodów wysokiego napięcia i postarał się o to, aby zawarta w nich mieszanina była trafiana iskrami silnych wyładowań, po czym pozostawił aparaturę swemu losowi, zamknął pracownię i poszedł spać.

Według tego, co wiemy, upłynęło co najmniej kilka tuzinów, prawdopodobnie kilka setek milionów lat, zanim w warunkach, jakie Stanley Miller spróbował naśladować w swojej małej kolbie szklanej, "cokolwiek się stało". Mamy prawo podejrzewać, że młody człowiek nie był o tym fakcie dostatecznie poinformowany. W przeciwnym razie trudno byłoby zrozumieć, że nie potrafił pohamować swojej niecierpliwości już po dwudziestu czterech godzinach. Po tym bowiem śmiesznie krótkim czasie Stanley Miller wyłączył generator wysokiego napięcia produkujący błyskawice. Następnie przelał do probówki swój doświadczalny roztwór, na który oddziaływały błyskawicami, i pełen nadziei zaczął szukać, co się w nim mogło wydarzyć.

W opisanych okolicznościach brzmi to zupełnie niewiarygodnie, ale poszukiwania Millera nie tylko były uwierzczone sukcesem – ich rezultat przekraczał najśmielsze oczekiwania. Doprowadzona sztucznymi błyskawicami energia pozwoliła powstać, w tak prostej mieszaninie amoniaku, metanu i wody, w ciągu zaledwie dwudziestu czterech godzin, poza szeregiem innych związków, od razu trzem najważniejszym aminokwasom: glicynie, alaninie i asparaginie (najniższy rząd zestawienia na s. 164–1(35)). A były to już trzy spośród łącznie tylko dwudziestu kamyków budulcowych, z jakich składają się wszystkie rodzaje biologicznego białka występujące na Ziemi.

Białko, jeszcze przed niewielu dziesiątkami lat uchodzące wśród biologów za tajemniczą "materię życia", składa się z długich łańcuchów powiązanych ze sobą aminokwasów. Liczba członów (aminokwasów), z których zestawione są owe łańcuchy, może wynosić od 100 do około 30 000. Zajmiemy się za chwilę dokładniej ich budową w nieco odmiennym kontekście. W tym miejscu pragniemy jeszcze podkreślić, że spośród wielu możliwych i dających się chemicznie wyprodukować aminokwasów tylko i jedynie dwadzieścia ma znaczenie biologiczne. Wszystkie rodzaje białek, występujące u ludzi, zwierząt i roślin, a jest ich wiele milionów, są zbudowane (abstrahując od rzadkich wyjątków) z tego samego zestawu owych dwudziestu aminokwasów. Wszystkie różnice pojawiające się pomiędzy różnymi rodzajami białek, a z nich biorą się także wszystkie różnice ich biologicznych właściwości, zależą tylko i wyłącznie od kolejności, w jakiej w długim łańcuchu cząsteczki danego białka, czyli proteiny, następują po sobie poszczególne – spośród zawsze tych samych dwudziestu – człony: aminokwasy.

Nikt nie wie, dlaczego jest właśnie dwadzieścia, ani więcej, ani mniej, aminokwasów, z których ziemska natura zbudowała swoje istoty żyjące. Może dałoby się jednak obecnie podać pewną przyczynę, dlaczego we wszystkich ziemskich organizmach znajdujemy stale właśnie owych dwadzieścia, a nie żadne inne. Nasze wnioski w świetle dotychczasowego przebiegu ewolucji, a także wynik Millerowskiego doświadczenia układają się nam tutaj w zupełnie określone przypuszczenie.

Zrazu wygląda to znowu na niebywały przypadek, że Miller w 1953 roku w trakcie swego słynnego już obecnie eksperymentu z miejsca otrzymał trzy aminokwasy, wszystkie należące do zestawu kamyków budulcowych natury. Jak należy sobie tłumaczyć to, że żaden z trzech, choćby dwa, choćby jeden z nich nie należał do kategorii o tyle liczniejszych aminokwasów, które w żywych organizmach nie występują? Ale i wobec tego "przypadku" wystarczy tylko zastosować znaną receptę, która tak często już była nam pomocna w podobnych sytuacjach. Także i ten aspekt doświadczenia Millera ukaże się nam natychmiast w innym świetle, skoro tylko wyjdziemy z prostego założenia, że glicyna, alanina i asparagina powstały w tym doświadczeniu po prostu dlatego, że prawdopodobieństwo, aby w danych warunkach z materiałów wyjściowych powstały właśnie te cząsteczki, było szczególnie duże.

Niekoniecznie trzeba być chemikiem, aby wiedzieć, że pewne pierwiastki łączą się szczególnie łatwo z innymi określonymi pierwiastkami, że więc powstanie pewnych związków chemicznych jest bardziej prawdopodobne aniżeli określonych innych związków. Jest to w pełni uzasadnione z punktu widzenia nauk przyrodniczych i wiąże się z pewnymi osobliwymi właściwościami struktury powłok elektronowych atomów reagujących ze sobą. "Chemicznie reagować" ze sobą, czyli "wchodzić ze sobą w związki chemiczne", nie oznacza nic innego jak to, że różnorodnie zbudowane powłoki elektronowe rozmaitych atomów jak gdyby się ze sobą splatają.²

Reakcja następuje szczególnie łatwo wtedy, gdy powłoki obu atomów, które mają się ze sobą związać, dobrze są do siebie dostosowane. W innych przypadkach reakcja przebiega bardzo powoli albo też tylko przy doprowadzeniu większych ilości energii z zewnątrz. (Jest to jedna z przyczyn, dla których nauczyciel chemii zwykle musi rozgrzewać probówkę nad palnikiem bunsenowskim, gdy chce

w klasie szkolnej zademonstrować reakcję chemiczną.) W atomach innych pierwiastków otaczające je powłoki elektronowe są tak całkowicie zamknięte, że w normalnych warunkach atomy te w ogóle nie mogą reagować z atomami innego pierwiastka.

Wszystko to, może inaczej wyrażone, każdemu z nas dobrze jest znane. Owe różnice w "gotowości do reakcji" rozmaitych pierwiastków stanowią na przykład kryterium, według którego dzielimy metale na szlachetne i nieszlachetne. Tak więc żelazo jest (stosunkowo) nieszlachetnym metalem, gdyż łatwo reaguje chemicznie z tlenem (rdzewieje). Srebro już o wiele trudniej wchodzi w reakcje. "Szlachetniejsze" od niego jest złoto, ale platyna jeszcze je przewyższa swoją odpornością na działanie związków i pierwiastków chemicznych. Innym przykładem byłyby gazy szlachetne (hel, neon, argon itp.), które przydomek swój również zawdzięczają temu, że z reguły nie wchodzi w związki z innymi pierwiastkami. To, że owa odporność nadaje pierwiastkowi charakter "szlachetny", sięga zresztą czasów średniowiecznej alchemii, przenikniętej w wysokim stopniu wyobrazeniami magicznymi. Określenie jest zrozumiałe, gdy się pomyśli, że pierwiastek nie reagujący chemicznie pozostaje z tego właśnie powodu "czysty" i stały (niezmienny).

Takie same różnice w gotowości do reakcji występują, z przyczyn w zasadzie podobnych, także w odniesieniu do całych związków atomów (cząsteczek), które mają reagować z innymi związkami atomów, czyli cząsteczkami. Tak więc na przykład powstanie trzech wyprodukowanych przez Millera aminokwasów odbyło się tak, że składniki wyjściowe, metan, amoniak i woda, przez wyładowania błyskawicowe zostały zniszczone, całkowicie rozłożone. Następnie okruchy tak powstałe łączą się ze sobą od nowa. Jednakże przy tym spotykają się ponownie w poprzedniej formie nie tylko dawni partnerzy reakcji (oczywiście, i to się dzieje). Ale z małej części okruchów powstają nowe związki, a pośród nich, ze stosunkowo niewielkiej części, również związki o wiele większe i bardziej złożone.

Od gotowości do reakcji rozmaitych okruchów cząsteczek, od ich wzajemnego "powinowactwa" wyłącznie zależy, jakie z tego powstaną rodzaje związków i z jaką częstością. Skoro w doświadczeniu Stanleya Millera pośród tych większych związków znalazły się także trzy "naturalne" aminokwasy, należy z tego wyprowadzić wniosek, że okruchy cząsteczek wyjściowych ze względu na swoją atomową i molekularną budowę wykazują szczególną skłonność do łączenia się właśnie w takie aminokwasy.

Wyniki badań radioastronomicznych ostatnich lat również dostarczają danych o tym, jak wielka i w jakim stopniu uniwersalna jest gotowość dziewięćdziesięciu dwóch występujących w Kosmosie pierwiastków do łączenia się właśnie w owe cząsteczki, o których tak obszernie tutaj mówimy. Systematyczne badania prowadzone w wolnym Wszechświecie (a więc nie w atmosferach obcych ciał niebieskich na przykład) ujawniły tam obecność przede wszystkim grupy OH (jako "szczątko" cząsteczki wody), następnie także amoniaku, metanu, co najmniej dwóch związków węglowo-siarkowych, a ostatnio nawet reprezentującego już następny po nich szczebel rozwoju – aldehydu mrówkowego.

Owe wyniki są nie tylko potężnym dowodem tendencji prawie wszystkich pierwiastków do łączenia się. Podkreślają one ponadto wysokie prawdopodobieństwo powstania omawianych przez nas szczególnych cząsteczek. Poza tym pozwalają również snuć pewne przypuszczenia, że może część zawartych w pierwotnej atmosferze cząsteczek dostała się do niej z głębi Kosmosu. Może niektóre z tych związków, tak ważnych dla późniejszego rozwoju życia, powstały w Kosmosie, a dopiero potem przydryfowały na Ziemię. Oznaczałoby to, że wprawdzie życie samo nie spadło z nieba, ale spadła stamtąd przynajmniej część tych związków chemicznych, z których życie wzięło swój początek.

Gdy się rozważa taką możliwość, nowego, dodatkowego znaczenia nabierają gigantyczne rozmiary Kosmosu, niewyobrażalne już i nie dające się przedstawić rozległości przestrzeni między poszczególnymi gwiazdami. Może ogromy te są jednym z koniecznych warunków powstania życia na powierzchniach planet. Wolno chyba sądzić, że dopiero takie przestrzenie są dostatecznie wielkie na to, aby stać się "glebą pod zasiew" – wystarczająco żyzną, by powstały niezbędne ilości owych cząsteczek potrzebnych do osiągnięcia opisanego tutaj etapu rozwoju. Może tylko w tej bezbrzeżnej międzygwiazdowej dali, pod działaniem promieniowania kosmicznego i energii z innych źródeł powstają odpowiednie ilości owych cząsteczkowych kamieni budulcowych.

Jakkolwiek cząsteczki te są niezwykle rzadko rozsiane w przestrzeni, ich absolutna ilość musi być niesamowicie wielka, zresztą stosownie do rozmiarów kosmicznych. Zagęszczenie ich do stężenia potrzebnego w dalszych reakcjach nie byłoby w żadnym razie jakąś zagadkową sprawą. Jasne jest, że cząsteczki muszą się coraz bliżej ku sobie przesuwać, w miarę jak w ciągu upływających milionów lat przyciąga je siła ciężenia planet ich otoczenia kosmicznego.

W tym procesie planety przejmowały więc rolę jąder kondensacji. Można sobie łatwo wyobrazić, jak

następuje nagromadzenie cząsteczek, gdy planeta stopniowo przyciąga do siebie i zbiera na swojej powierzchni wszystkie związki powstałe w przestrzeni opanowanej przez jej siłę przyciągania.

Od kilku lat radioastronomowie co parę miesięcy zawiadamiają o odkryciu nowych związków chemicznych, wytopionych w wolnym Wszechświecie przez ich gigantyczne teleskopy. Gdy zapoznajemy się z dotychczasowymi meldunkami, możemy śmiało przewidywać, że w najbliższych latach usłyszymy o odkrywaniu związków coraz bardziej złożonych. Doświadczenie to umocni przypuszczenia, że naszkicowany tutaj proces odegrał ważną rolę w prehistorii życia ziemskiego. Jakkolwiek rozwinęło się ono z pewnością w sposób niezależny i samodzielny, nie jest wykluczone, że bez tego molekularnego deszczu z Kosmosu życie nie byłoby mogło zagnieździć się na naszej planecie. Bez owego procesu "wzbogacania się" z kosmicznych przestrzeni powierzchnia Ziemi może nie byłaby zdolna w dostępnym jej czasie nagromadzić krytycznej ilości biologicznych polimerów, które musimy uważać za warunek następnego kroku rozwojowego.

W każdym razie pewne jest, że doświadczenie Stanleya Millera nasuwa bardzo wiele tematów do przemyślenia. Przede wszystkim wykazuje w sposób zdumiewający, jak w gruncie rzeczy prosto przebiegało w atmosferze pierwotnej owo do tej pory taką tajemnicą osłonięte abiotyczne powstanie niezbędnych do życia biopolimerów. Jednocześnie wypływa stąd także wniosek, że osobiwa gotowość, a więc "chemiczne powinowactwo" istniejących materiałów wyjściowych, sprzyjające łączeniu się w związki, które dzisiaj są nam znane jako elementy budulcowe życia, musiało być szczególnie duże. Wyrażając to samo inaczej: owe biopolimery najwidoczniej tylko dlatego stały się budulcem późniejszego życia, że pierwiastki będące progeniturą wodoru tak są uformowane, iż uprzywilejowują powstanie właśnie takich związków. Tworzenie się pierwszych kamyków budulcowych życia nie jest więc ani zagadkowe, ani niewytłumaczalne. Gdy jako dane przyjmujemy atom wodoru z jego cudowną zdolnością do rozwoju oraz prawa natury z ich faktycznymi właściwościami szczególnymi – a jakież inne stanowisko moglibyśmy zająć – wówczas rozwój taki staje się wręcz konieczny. Wyraźnie podkreśliły to wyniki najróżniejszych badań przeprowadzonych po ogłoszeniu rezultatów doświadczenia Stanleya Millera.

Można sobie doskonale wyobrazić, jaka była reakcja świata fachowców na to doświadczenie. W niezliczonych laboratoriach na całym świecie eksperci zabrali się do odtwarzania pozornie tak niebywale prostych warunków doświadczenia i do ponownego przeprowadzania eksperymentu młodego Amerykanina. Oczywiście, między badaczami wielu było takich, co mu nie wierzyli i doświadczenie powtarzali tylko dlatego, aby zaprzeczyć jego wynikom i wykazać Millerowi źródła jego błędów, których – jak im się zdawało – sam nie zauważył.

Stało się jednak> inaczej. Ani jeden spośród wielu sprawdzających nie trafił w próżnię, wszyscy zawiadamiali o powodzeniu doświadczeń. Wobec tego zaczęto wprowadzać różne zmiany. Wypróbowywano coraz to inne materiały wyjściowe i stosowano coraz nowe źródła energii. Rezultat był zawsze jednakowy: obok wielu jeszcze przypadkowych związków chemicznych powstawały aminokwasy, cukry, pochodne puryn i inne cząsteczki, od dawna znane biochemikom jako składniki istniejących obecnie istot żywych.

Im więcej wypróbowywano elementów wyjściowych, im dłużej wystawiano najrozmaitsze roztwory na działanie zastosowanej formy energii, tym większa była liczba związków powstających w wyniku tych prób. Już po paru latach można było wypełnić całe księgi ich wyliczaniem i opisywaniem. W pewnych określonych warunkach powstało ponad siedemdziesiąt rozmaitych aminokwasów w toku jednego doświadczenia prowadzonego przez kilka dni.

W szklanych kolbach tworzyły się cukry, adenina i inne budulce kwasów nukleinowych, nawet porfiry-ny (chemiczne szczeble wstępne zielonego barwnika liści, czyli chlorofilu, tak ważnego pod względem biologicznym)³, wreszcie kilku naukowców zgłosiło nawet abiotyczne powstanie kwasu adenylotryfosforowego, znanego każdemu biochemikowi pod skrótem ATP jako najważniejsze źródło energii wszystkich żyjących na Ziemi komórek. Gdy uczeni ciągnęli swoje doświadczenia przez czas dłuższy, znajdowali nawet pojedyncze polimery, a więc związki wielocząsteczkowe złożone z aminokwasów oraz z tak zwanych nukleotydów, elementów budulcowych kwasów nukleinowych. Nawet w tych skrajnie uproszczonych warunkach laboratoryjnych i w ciągu niezwykle krótkiego czasu, w jakim przeprowadzano doświadczenia, powstałe w sposób abiotyczny elementarne budulce wykazywały z kolei tendencję do łączenia się z podobnymi sobie w długie łańcuchy cząsteczek, czyli w polimery, z których składają się białka i kwasy nukleinowe.

Do tych wszystkich doświadczeń naturalnie używano zawsze jako reagentów, bez względu na wszelkie warianty w innym zakresie, tylko najprostszych materiałów wyjściowych, a więc substancji, których występowanie na powierzchni pra-Ziemi było bezsporne nawet dla sceptyków. Miller wziął

metan, amoniak i wodę. Jego następcy prowadzili doświadczenia z dwutlenkiem węgla, azotem, cyjanowodorem i innymi związkami nieorganicznymi. Wydawało się całkowicie bez znaczenia, jakich chwytało się materiałów wyjściowych. Najważniejsze było, aby mieszanina zawierała węgiel, wodór i azot, a więc te pierwiastki, które tworzą główne składniki wszelkiej żywej materii.

Także rodzaj źródła energii zdawał się zupełnie nieważny. Przy zastosowaniu światła nadfioletowego wynik był równie dobry jak przy użytych przez Millera wyładowaniach elektrycznych. Inni eksperymenci korzystali ze zwykłego światła, a i wtedy doświadczenia się udawały. Ten sam wynik osiągnęto przy użyciu promieni rentgenowskich albo po prostu wysokiej temperatury. Wymienione, a także bardzo liczne inne biologiczne budulce tworzyły się, nawet gdy uczeni na swoje roztwory reakcyjne oddziaływali ultradźwiękami. Jakimikolwiek środkami usiłowano naśladować warunki pierwotnej Ziemi, nieomal w każdym przypadku tworzyły się złożone cząsteczki, których abiotyczna geneza, to jest powstanie bez udziału żywych istot, wydawało się do tej pory tajemnicze i nie do wyjaśnienia – nie tylko wielu poprzedzającym pokoleniom badaczy, ale również tym, którzy teraz przeprowadzali omawiane doświadczenia. Sam fakt, że materia w ogóle jest taka, iż w znanych nam warunkach nieustannie się w ten sposób rozwija – pozostaje nadal czymś cudownym. A przy tym wszystko to, jak po raz pierwszy wykazało zdumiewające doświadczenie Millera, odbywa się całkowicie "naturalnie", przez co należy rozumieć, że procesy przebiegające w szklanych kolbach eksperymentatorów wywodzą się najoczywiściej z rządzących tym światem praw natury. Doświadczenia te stanowią szczególnie przekonujący przykład na to, że rzecz rozumiana i wyjaśniona w kategoriach wiedzy przyrodniczej w żadnym razie nie przestaje być cudowna, wbrew wszelkim bezmyślnym, a przy tym niestety rozpowszechnionym przesądom.

Należy przyznać, że w podobny sposób nie udało się do tej pory wytworzyć w laboratoriach wszystkich podstawowych składników chemicznych występujących w obecnych organizmach.⁴ Jednakże nie byłoby mądrze, aby z tego powodu wciąż jeszcze przeczyć, że w zasadzie taka abiotyczna geneza jest możliwa i że nie ma żadnej przyczyny, dla której nie miałoby to dotyczyć również innych związków chemicznych uczestniczących w powstaniu życia, nawet jeżeli nie zostało to jeszcze bezpośrednio udowodnione.

Możemy więc przyjąć, że powierzchnia pra-Ziemi w końcowym okresie tej epoki była pokryta złożonymi związkami chemicznymi, wśród nich także tymi, które obecnie znamy jako kamienie budulcowe substancji ożywionej. Niebawem pomiędzy nimi musiał się rozpocząć pewien proces, nazwany przed kilku laty przez naukowców "ewolucją chemiczną". Pojęcie ewolucji jest w tym miejscu o tyle uzasadnione, że wszystko za tym przemawia, iż już w owym stadium historii środowisko zaczęło dokonywać doboru, podobnego pod względem praw i oddziaływania do tej selekcji, która w nie dającej się wówczas jeszcze przewidzieć, nieprawdopodobnie odległej przyszłości miała posunąć naprzód przekształcenie i dalszy rozwój gatunków istot żyjących.

Nie należy bowiem wcale uważać za "celowy" faktu, że powstała tylko adenina i pochodne puryn, jako człony łańcucha przyszłych kwasów nukleinowych, albo tylko aminokwasy, z których znacznie później powstać miały rozmaite proteiny, czyli białka. Wszystkie te istniejące obecnie biocząsteczki – i wiele jeszcze innych – były wówczas prawdopodobnie zagubione pomiędzy znacznie pokąźniejszymi ilościami najrozmaitszych innych związków chemicznych. Zdecydowana większość tych związków nie odegrała już potem żadnej znaczniejszej roli w dalszym rozwoju prowadzącym do powstania życia.

O tym, jakie cząsteczki zapoczątkowały dalszy rozwój, a jakie odpadły w przedbiegach, decydowało już wtedy środowisko. Jest to właśnie proces, który nazywamy ewolucją: ciągły rozwój, którego kierunek i tempo określane jest przez to, że pewne warunki środowiska dokonują doboru spośród istniejącej oferty. Musimy się przyznać, że do tej pory niewiele znamy szczegółów przebiegu ewolucji chemicznej w tej tak bardzo odległej epoce historii Ziemi. I znowu musimy tutaj wystrzegać się głęboko zakorzenionego przesądu, który by kazał nam dziwić się teraz temu i zapytywać, jak się to mogło stać, że wśród niezliczonych związków chemicznych występujących na pierwotnej Ziemi właśnie te, które były decydujące pod względem biologicznym, najwyraźniej miały największą szansę powstania i reagowania ze sobą.

Jak pamiętamy, trzeba przyjąć wręcz odwrotny sposób rozumowania. Całość rozwoju, a także etap, o jakim mówimy, możemy ogarnąć prawdziwie i bez wypaczenia perspektywicznego tylko ze stanowiska przeciwnego owemu przesądowi. Pomimo daleko idącej swobody myśli fantazja ludzka jest widocznie tak uformowana, że nie potrafimy sobie wyobrazić czegoś, czego nie było. (Nawet najstraszliwsze legendarne potwory Hieronymusa Boscha przy bliższym poznaniu okazują się zestawione z części ciała realnych zwierząt.)

Nie mamy zatem najmniejszego wyobrażenia o tym, jakie inne cząsteczki istniejące na Ziemi przed

czterema miliardami lat mogły być równie dobrze posłużyć jako kamienie budulcowe życia. Nie możemy się także nawet domyślać, jakie formy przyjąłoby życie ludzkie (i jakie byłoby naznaczone tymi formami oblicze Ziemi), gdyby wyścig były wygrały inne biopolimery, a nie owe nam znane. Logika i prawdopodobieństwo przemawiają za tym, że od początku możliwość taka istniała.

Jednakże gdy w owej epoce coraz bardziej złożone związki zaczęły nagromadzać się na powierzchni Ziemi, nie wszystkie miały podobną szansę przetrwania.

Już wówczas nadzwyczaj zindywidualizowane właściwości ziemskiego środowiska uprzywilejowały jedne, a powodowały szybki rozkład innych. O szczegółach wiemy bardzo niewiele. W postaci efektu Ureya poznaliśmy jeden przynajmniej przykład mechanizmu powstałego z przypadkowego zbiegu okoliczności dziejowych, który w owym czasie rozpoczął selekcję na korzyść aminokwasów i pochodnych puryn.

Możemy więc teraz nieco ściślej sformułować, że przed mniej więcej czterema miliardami lat Ziemia nie tylko była po prostu pokryta najrozmaitszymi i po części bardzo kompleksowo zbudowanymi cząsteczkami. Cząsteczki te musiały ponadto jeszcze występować nadzwyczaj obficie. Czas powstania ich wynosił wiele setek milionów lat. W trakcie tego długiego okresu mogły przebiegać owe reakcje, które w doświadczeniu Stanleya Millera zdolne są wytworzyć w ciągu kilku zaledwie dni wymiennie ilości tego rodzaju związków. Doświadczenie to pozwala również domyślać się, że pewne cząsteczki, które potem nabrały znaczenia jako budulec życia, może od początku występowały w ilościach ponadprzeciętnych. Wydaje się, że istniejące podówczas na Ziemi warunki sprzyjały tendencji do łączenia się materii właśnie w owe związki.

Poza tym do nagromadzenia tych cząsteczek przyczynił się prawdopodobnie fakt, że mogły one same powstawać w wolnym Wszechświecie i najwidoczniej po dzień dzisiejszy nadal tam powstają. Od czasu narodzin naszej planety musiały więc ze wszystkich stron spadać na ziemską powierzchnię niczym żyzny deszcz kosmiczny.

Ale te molekularne opady nie tylko osiadały po prostu, łącznie ze związkami powstałymi samodzielnie, na powierzchni Ziemi. Od początku bowiem rozpoczął się dobór, który powodował relatywnie większy przyrost ściśle określonych cząsteczek. A były nimi, jakżeż mogłoby być inaczej, owe cząsteczki, które dzisiaj jako kamienie budulcowe życia odróżniamy od wszystkich innych istniejących i możliwych związków chemicznych. Gdy więc w taki sposób biocząsteczki mnożyły się coraz bardziej na skorupie pra-Ziemi, zwiększało się jednocześnie prawdopodobieństwo stykania się ich ze sobą.

Bardzo dużo czasu upłynęło od tej chwili. Od powstania świata minęło w tej fazie już prawie dziesięć miliardów lat, a od powstania Ziemi – prawie dwa miliardy lat. Po tym więc niezmiernie długim czasie przesiane przez ewolucję chemiczną aminokwasy, puryny, cukry i porfiryny zaczęły ze sobą wzajemnie reagować na powierzchni pierwotnej Ziemi. Gdy się pomyśli o tej ogromnej prehistorii toczącej się aż do tego momentu, czyż naprawdę potrzeba jeszcze wprowadzenia jakiegoś nadprzyrodzonego czynnika, aby zrozumieć, że rozwój nie mógł się nagle zatrzymać w tym miejscu?

6. W SPOSÓB PRZYRODZONY CZY NADPRZYRODZONY?

Nikt nie wie, jak wyglądała pierwsza na Ziemi powstała struktura molekularna, którą można by zakwalifikować jako "ożywioną". A co w ogóle rozumiemy przez ten przymiotnik? Wcale nie jest łatwo odpowiedzieć na to pytanie, co zdarza się często z definicjami rozgraniczającymi. Trudność taka występuje we wszystkich wypadkach, gdy próbujemy dokonać systematycznego podziału mnogości zjawisk przyrodniczych.

Nie podlega naturalnie dyskusji, że kamień jest martwy, ameba zaś, czyli pełzak, żywa. Jednakże z chwilą gdy zbliżamy się do obszaru granicznego pomiędzy oboma stanami, rozróżnienie zaraz zaczyna nasuwać komplikacje. Znanym szablonowym przykładem są wirusy. Czy wirus jest organizmem żywym, czy też należy zaliczać go do przyrody nieożywionej?

Wirusy są to przedziwne twory, składające się właściwie tylko z kłębka długiej nici, łańcuchowej cząsteczki kwasu nukleinowego, objętej otoczką białkową. Mówiąc inaczej: nic, tylko izolowany związek dziedziczny, gen, otoczony jedynie ochronną powłoką. Brak jakiegokolwiek ciała! Tak widziane, wirusy są jak gdyby najskrajniejszą abstrakcją tego, co żyje. Nie są zdolne do niczego, dosłownie do niczego więcej, jak tylko do rozmnażania się.

A są przy tym tak radykalnie zredukowane do tej jedynej i ostatecznej potrzeby, że – zupełnie bezcielesne – nie rozporządzają nawet w tym celu własnymi narządami. Jediną strukturą, jako tako podobną do narządu, którą można odkryć przy użyciu mikroskopu elektronowego, są haczykowate twory na ich białkowej powłoce, dziwnie przypominające kształty techniczne. One to umożliwiają wirusom przyczepienie się do żywej komórki i przewiercenie jej ścianki. Gdy to nastąpi, powłoka białkowa kurczy się i dzięki temu wstrzykuje zawartą w niej cząsteczkę kwasu nukleinowego do wnętrza zaatakowanej komórki.

W tym jednym jedynym dziele spełniony zostaje cały sens życia wirusa. Wstrzyknięty gen komórka wprowadza do swego aparatu rozrodczego. Ponieważ aparat ten nie odróżnia obcego genu od własnego, zaczyna, posłuszny swemu wrodzonemu programowi (w tym przypadku wręcz samobójczo), produkować gen wirusowy dopóty, dopóki zainfekowana komórka wskutek tego się nie udusi i nie rozpuści. Daje to nowo powstałym genom wirusowym (które przez komórkę wykonującą zawarty w nim nakaz zostają jeszcze wyposażone w powłokę białkową i urządzenia przyczepne) szansę zaatakowania następnej komórki – znowu wyłącznie i tylko w celu ponownego namnożenia się.

Zdolność rozmnażania się, wytwarzania identycznych kopii siebie samego, jest bez wątpienia swoistym kryterium tego, co żyje. Tymczasem wirusy ograniczyły się do tej jednej funkcji tak dalece, że ich samych nie można już określić mianem żywych. Potrafią się bowiem rozmnażać tylko z pomocą jakiejś komórki, ponieważ w sposób wręcz niezrównany zredukowały swoją egzystencję do tego stopnia, że muszą jak gdyby wypożyczać sobie od żywej komórki nawet służący temu rozmnożeniu mechanizm.

Wirusy nie są więc odpowiednim modelem, gdy usiłujemy sobie wyobrazić, jak mogły wyglądać pierwsze ziemskie formy życia. Jeszcze przed kilku dziesiątkami lat uważano za możliwe, że właśnie wirusy odegrały taką rolę i że mogłyby one dzisiaj jeszcze reprezentować istniejącą formę przejściową między materią ożywioną i nieożywioną. Ale gdy dowiedziano się bliższych szczegółów o ich dziwnie monotonnym "życiorys" i o warunkach potrzebnych do spełnienia jedynej funkcji, z jakiej się wirus składa, hipotezę tę trzeba było odrzucić. Wirusy w swoim pasożytniczym istnieniu zdane są na obecność żywych komórek. Nie mogą więc być same pierwotnymi formami życia. Raczej należy je uważać za wysoko wyspecjalizowane i w pewnym sensie ponownie zdegenerowane późne formy rozwojowe. Niemniej są one nadal nadzwyczaj pouczającym przykładem trudności związanych z definiowaniem pozornie tak jednoznacznej i prostej różnicy między "martwym" a "żywym"; przykład ten obowiązuje też w strefie pośredniej między tymi dwoma obszarami przyrody. Wirusy wykazują bardzo dobitnie, jak zawodne jest w tych okolicznościach specyficzne biologiczne pojęcie zdolności rozmnażania się.

Biolodzy w ostatnich latach uzgodnili pewne kryteria, aby doprowadzić jednak do obowiązującej definicji tego, co żywe. Jednym z nich jest zdolność "przekształcania energii w sposób uporządkowany", innym – zdolność "przenoszenia informacji o sposobie, w jaki dokonuje się uporządkowane przekształcanie energii na inny identyczny układ". Już sama forma tej definicji, tak

abstrakcyjna, skomplikowana i obca (podaję ją tutaj według publikacji amerykańskiego biochemika i laureata nagrody Nobla Melvina Calvina), świadczy wyraźnie o tym, jak trudne jest to zadanie. Właściwa przyczyna trudności jest w gruncie rzeczy dość czytelna: takie rozróżnienia, jak między "martwym" a "żywym", wytyczają granice, których w rzeczywistości w przyrodzie nie ma. Granice te są sztuczne. Należą do siatki pojęciowej, którą zarzuciliśmy na naturę, aby nie stracić panowania nad bogactwem jej zjawisk.

Wszystko to przypomina siatkę geograficzną na mapie, która ma nam w naszej pieszej wędrówce ułatwić orientację (a także wzajemne porozumiewanie się co do punktów krajobrazu, o jakie właśnie nam w danej chwili chodzi). Nikomu z nas nie wpadłoby na myśl, aby ten podział siatkowy uważać za cechę krajobrazu albo – więcej jeszcze – spróbować odnaleźć go w terenie.

Podobnie jest z różnicą między nieożywionym a ożywionym. Trudności, na jakie natrafiamy, gdy rozróżnienie między tymi pojęciami chcemy przeprowadzić w pobliżu przejścia z jednego stanu materii w drugi – tkwią w samej istocie rzeczy. Polegają one na tym, że po prostu nie ma tutaj wyraźnej granicy. Albo też, formułując inaczej: niemożność jednoznacznego i ogólnie obowiązującego zdefiniowania życia jest jeszcze jednym dowodem na to, że przez pojawienie się życia nie wyłoniło się na Ziemi nic zasadniczo nowego. Nic, czego szansę nie byłyby już założone w początkach. Życie jest zjawiskiem, którego powstanie przebiegało tak logicznie, tak koniecznie i tak bezskokowo, że nikt nie może dokładnie powiedzieć, w jakim punkcie "się zaczyna".

Niezależnie od tych trudności zasadniczych, o pierwszych formach życia istniejących na Ziemi wiemy tyle co nic. Najstarsze skamieliny, odkryte do tej pory, są to odciski i odbitki bezjądrowych jednokomórkowców podobnych do glonów. Liczą sobie ponad trzy miliardy lat. Aczkolwiek prymitywne, reprezentują już dosyć złożone i misternie zorganizowane formy życia. Pomiedzy nimi a powstałymi abiotycznie molekularnymi elementami budulcowymi, biopolimerami, w naszej wiedzy o ewolucji istnieje wciąż jeszcze luka. Nie znamy owych form rozwojowych, które musiały występować między tymi dwoma stadiami. Wydaje się, że nie zostawiły one żadnych śladów.

Zresztą w tych warunkach nie ma w tym nic nieoczekiwanego. Czas owych istot przejściowych jest od nas odległy o jakiejś cztery miliardy lat. Nic więc dziwnego, że trudno odnaleźć ich ślad, jeśli w ogóle jeszcze gdzieś istnieje. Z drugiej strony jednak właśnie ta luka działa na wielu ludzi z jakąś szczególną siłą przyciągania, widzimy bowiem, że nie mogą oprzeć się pokusie szukania "cudu" właśnie w niej, a więc dopatrywania się nadprzyrodzonej ingerencji, bez której – ich zdaniem – nie mogło się obejść przy powstaniu życia.

Temu, kto chciałby się kurczowo uczepić takiego przekonania, niepodobna zaprzeczyć posługując się faktami, ponieważ faktów dotyczących tego okresu przejściowego nie znamy. Gdy więc ktoś upiera się przy zdaniu, że właśnie dokładnie w czasie odpowiadającym owej przerwie w naszej wiedzy przestały przejściowo obowiązywać prawa natury, aby ustąpić miejsca powstaniu życia – przeświadczeniem jego trudno będzie zachwiać.

Tymczasem historia myśli ludzkiej poucza nas na bardzo licznych przykładach, jak wielkim błędem jest nadużywanie Pana Boga bądź spraw transcendentálnych jako winnych grzechu takich luk. Kilka spośród tych przykładów podaliśmy już w pierwszej części książki. Długa i smutna historia sporów między teologią a wiedzą przyrodniczą dlatego przede wszystkim tak silnie nadwątlila autorytet przedstawicieli Kościoła, że trzymali się oni przez całe wieki tej właśnie taktiki, z uporem, który z dalszej perspektywy wprost trudno zrozumieć.

Skoro tylko naukowcy wyjaśnili jakieś zjawisko przyrodnicze, teologowie mawiali: "Dobrze, dobrze, macie rację; ten szczegół, który zbadaliście, rzeczywiście wydaje się możliwy do wytłumaczenia w kategoriach racjonalnych, przyrodniczych. Ale spójrzcie, jak olbrzymi jest świat w całości. Nie możecie zaprzeczyć, że istnieje ogromna liczba zjawisk i powiązań, których my ludzie pomimo wszelkiego postępu w naukach nigdy nie potrafimy zrozumieć i wyjaśnić, a to dlatego, że świat jako całość nieskończenie przekracza zdolność pojmowania naszego rozumu, że ostatecznie opiera się na podłożu transcendentálnym."

Argumentacja jest o tyle słuszna, że rozum istoty, której zdolności są wyrazem wyspecjalizowanego przystosowania do warunków jednego tylko ciała niebieskiego, z pewnością nigdy nie potrafi całkowicie ogarnąć świata. Ale teolodzy popełniali zawsze ten sam błąd, że chwyтали się rzekomej niewytłumaczalności określonych zjawisk z dziedziny ogólnego doświadczenia ludzkiego jako dowodu prawdziwości istnienia Boga. A to nie mogło się skończyć dobrze.

Wiedza zawsze jest tylko tymczasowa. Dotyczy to oczywiście także wiedzy o tym, jaki w przyszłości może być i jaki będzie postęp nauki. Kto zatem opiera się na zasadniczej

niewytłumaczalności pewnych zjawisk przyrodniczych, musi liczyć się z ryzykiem, że prędzej czy później nauka może mu zaprzeczyć. To właśnie jest owo gorzkie doświadczenie, które w ostatnich wiekach raz za razem spotykać musiało teologów.

Nie pomógł im najbardziej nawet gwałtowny opór. Naukowcy bezbłędnie i wytrwale zmuszali ich do kolejnego poddawania wszystkich bastionów. Nie byłoby to zresztą taką katastrofą, gdyby teolodzy owych pozycji, których już nie mogli utrzymać, z tak wielkim naciskiem nie byli poprzednio ogłaszali jako nieodpartych dowodów obecności Boga na świecie.

Wszystko zaczęło się od twierdzenia, że niebo w dosłownym znaczeniu stanowi siedzibę Stwórcy świata. Myśl tę podejmowali niezliczeni teolodzy, filozofowie i pięknoduchy, którym "cuda przyrody" właśnie ze względu na swoją tak oczywistą niewytłumaczalność służyły za dowód istnienia Boga. Jednym z bardzo wielu przykładów jest opublikowana w 1713 roku rozprawa *Traite de l'existence de Dieu*. Autorem jej był Francois de Fenelon, liberalny teolog, członek Akademii Francuskiej. Fenelon nieustannie kieruje uwagę swoich czytelników na celowość wszystkich urządzeń w przyrodzie, na ruchy ciał niebieskich i wynikającą stąd dla człowieka zmianę dni i nocy, na budowę ciała zwierząt, tak zdumiewająco we wszystkich szczegółach dostosowaną do warunków, w jakich muszą one pędzić swój żywot, na dobroczynne właściwości wody spadającej z nieba w postaci deszczu, na zgrabność, z jaką rośliny dostosowują się do zmian pór roku, do lata i zimy. Wszystko to zdaje mu się tak cudowne i godne wyliczania, ponieważ najwidoczniej nie istnieje żadne naturalne wytłumaczenie tych zadziwiających harmonii i zrządeń. Fenelon zapytuje więc wciąż od nowa swych czytelników, czy można w ogóle znaleźć jeszcze wyraźniejsze ślady obecności Boga na świecie.

Od czasu napisania tego traktatu minęło dwieście pięćdziesiąt lat. Niemniej aż dziw bierze, dla ilu ludzi dzisiaj jeszcze jego wzruszająca argumentacja uchodzi za rozumną, pomimo wszystkich złych doświadczeń, które z nią mieli jej przedstawiciele, przede wszystkim teolodzy. Wszystkie te cuda bowiem, jedno po drugim, zostały przez przyrodników przebadane i wyjaśnione. Astronomowie udowodnili, że nie ma w niebie takiego miejsca, w jakim mógłby przebywać Bóg. Chemicy w swoich laboratoriach zaczęli sztucznie wytwarzać coraz bardziej złożone substancje organiczne. A wreszcie ewolucjoniści, z Karolem Darwinem na czele, potrafili nawet celowość naturalnego przystosowania żywych organizmów do ich środowiska wyjaśnić za pomocą tak stosunkowo prostych mechanizmów jak mutacja i selekcja.

Kto w tych warunkach, posłuszny autorytetom słynnych wzorców (albo po prostu dlatego, że tak go nauczono), nadal trwał przy swoim zdaniu, że cud jest identyczny z tym, co niewytłumaczalne i nieosiągalne dla wiedzy, a także przy tym, że tylko takie cuda mogą dowodzić istnienia Boga, ten stale znajdował się w odwrocie. "Cuda" jego ustępowały jeden za drugim pod – zda się – niepowstrzymanym naporem nauki. A ponieważ kościelne autorytety przedtem z takim naciskiem głosiły, że każdy z tych cudów świadczy o istnieniu Boga, musiało to budzić wrażenie, jakoby nauka swoimi wyjaśnieniami przystąpiła do wypędzania Boga z tego świata. W ten sposób teologowie sami założyli sobie na szyję stryczek, za który naukowcy zaczęli teraz pociągać.

Nie ma żadnej wątpliwości, że przypisywana jeszcze do tej pory nauce opinia o wrogim wobec wiary stanowisku w dużej mierze została wywołana nieszczęsną argumentacją samego Kościoła. Kto reprezentuje zgubny pogląd, jakoby Bóg był obecny tylko w nie wyjaśnionej i rzekomo nie dającej się wyjaśnić części świata, tego nauka będzie stale pouczać, że owa część Bogu pozostawiona zmniejsza się z roku na rok. Do tego sprowadza się złośliwe powiedzenie o "głodzie mieszkaniowym Boga", sformułowane podobno przez zoologa Ernsta Haeckla, zajadłego przeciwnika Kościoła.

Jakkolwiek argumentacja Kościoła była błędna, przyrodnicy zarazili się tym nieporozumieniem. Wielu z nich, może nawet większość popełniała ten sam błąd z tą samą uporczywością, tyle tylko, że z przeciwnym znakiem. Wraz z każdym nowym krokiem na drodze poznania, jaki udawało im się postawić, nabierali przekonania, że zmniejsza się prawdopodobieństwo istnienia jakiegoś Boga, możliwość tego, że w ogóle poza fasadą rzeczy widzialnych mogłaby się kryć jakaś transcendentalna rzeczywistość. Czyż teologowie sami nie zapewniali ich, że w Boga wierzyć należy dlatego, że cuda przyrody przekraczają rozum ludzki? Czyż nie wskazywali nawet na ściśle określone konkretne zjawiska, których niewytłumaczalność była poręczeniem obecności nadprzyrodzonej istoty? Jeżeli więc wszystkie te zjawiska okazały się dostępne dla naukowej analizy, to przecież wynikał stąd logiczny wniosek, że do wyjaśnienia ich Bóg stał się zbędny. "Sir, ta hipoteza nie była mi potrzebna" – z dumą odpowiedział Laplace, gdy Napoleon I zapytał go, dlaczego nie wspomniał o Bogu w swoim słynnym dziele o powstaniu Układu Planetarnego.

Ważne jest, abyśmy zwrócili uwagę na dwuznaczność tej odpowiedzi. Łapiące z pewnością miał rację w tym sensie, że jest nienaukowo i błędnie, gdy przy badaniu zjawiska przyrody, w celu

"wyjaśnienia" go, odwołuje się do nadprzyrodzonej ingerencji, zamiast cierpliwie doszukiwać się związków przyczynowych, stanowiących jego podłoże. Gdyby więc swoją wypowiedzią chciał tylko wyrazić to, że potrafi wytłumaczyć problem bez hipotezy o nadprzyrodzonej ingerencji – дума jego byłaby uzasadniona i słuszna.

Ale Francuz nadał oczywiście swojej odpowiedzi jeszcze zupełnie odmienny sens. Tylko dlatego słowa jego do tej pory zachowały się w pamięci. Łapiące, jak chyba większość uczonych w jego czasach, wierzył w zasadniczą wytłumaczalność całego Wszechświata. I to była przyczyna, dla której już nie wierzył w Boga. Teologom udało się przekonać jego i ludzi mu współczesnych, że jedno wyklucza drugie.

Taki wniosek jest dzisiaj jeszcze szeroko rozpowszechniony. Przed kilku laty angielski laureat nagrody Nobla Peter Medawar na zadane mu pytanie, czy wierzy w Boga, miał podobno odpowiedzieć: "Of course not, I am a scientist." Zrozumieć można bezgraniczną płytkość tej lakonicznej argumentacji tylko wtedy, gdy się uwzględni opisaną tutaj historię nieporozumienia, z którego wypływa taki wniosek.

A wszystko jest skwitowaniem tego, że dawno już minione pokolenie teologów zanadto chciało sobie ułatwić sprawę. Nawet jeśli podłożem była dobra wiara i jak najlepsze intencje, wszystko to okazało się nie tylko błędne, lecz wręcz fatalne. Nie trzeba być teologiem, aby zrozumieć absurdalność argumentacji sprowadzonej do twierdzenia, że świat jest rozszczepiony na dwie części, z których jedna jest przyrodzona, a druga nadprzyrodzona, tym bardziej gdy się jednocześnie bywa zmuszanym do uzależnienia przebiegu granicy między tymi dwoma obszarami natury od dziejowego przypadku, którym jest osiągnięty w danej chwili stan wiedzy przyrodniczej.

Kto uważa, że musi bronić swej wiary przed nauką przez to, że wycofuje się ze swymi przekonaniem i religijnymi na pole nie wyjaśnionych resztek świata, ten w gruncie rzeczy reprezentuje pogląd, że kompetencja Boga ogranicza się do tej nie wyjaśnionej części. Mnie ten argument w ustach wierzącego wydaje się bardzo dziwnym zacieśnieniem pojęcia boskiej wszechmocy. Dlaczego to, co rozum nasz potrafi objąć, ma się znajdować poza zasięgiem aktu stworzenia?

Czy nie jest to znowu tylko urojenie antropocentryzmu, które tutaj kusi niektórych do naiwnego identyfikowania granicy między jak gdyby świecką częścią Wszechświata a rzekomo zasadniczo odmienną, bo nadprzyrodzoną dziedziną, z granicą ustanowioną dla zdolności pojmowania naszego mózgu? Każdemu musi być pozostawiona decyzja o tym, czy za potrzebne uważa założenie przyczyny Wszechświata leżącej poza sferą naszych doświadczeń, czy też nie, jaką pragnie nazwę przypisać tej przyczynie i jakie wyciąga wnioski ze swej decyzji. Ale ten, kto raz już założył ową przyczynę, powinien chyba uznać ją za dotyczącą całego świata, niezależnie od wielkości obszaru, który ludzki mózg zdolny jest ogarnąć akurat dzisiaj, na przypadkowo osiągniętym szczeblu rozwoju.

Zresztą pierwotny zamysł naturalnie nie był taki. Wszystko jest, jak już mówiłem, skutkiem tego, że w przeszłości niektórzy teologowie chcieli sobie sprawę zanadto ułatwić. Że wobec ludzkości, którą dręczyła zaczęła niepewność wiary, usiłowali Boga nie tylko zwiastować, ale i udowodniać. Skutki są straszliwe. Przy wszystkich polemikach na tematy religijne zarówno zwolennicy, jak i przeciwnicy powołują się po dziś dzień na wiedzę jako koronnego świadka. Tymczasem żadna ze stron nie ma do tego najmniejszego prawa. Dla religijnego, wierzącego człowieka wyobrażenie, że postęp nauki rozciąga się także na dziedzinę stworzenia, nie powinno stanowić żadnych trudności. Dlaczegoż nie miałyby dotyczyć tej dziedziny? Jeżeli rzeczywiście istnieje stwórca świata, jak głoszą różne religie, to faktu jego istnienia nie może naruszać sprawa poziomu, jaki biologia molekularna na Ziemi przypadkowo akurat osiągnęła.

Jeżeli natomiast uczonej reprezentuje stanowisko ateistyczne, jest to jego słuszne i niezaprzeczalne prawo. Nikt nie ma w ręku niczego, co by mogło pogląd taki obalić. Ale jeżeli uczonej taki sądzi, że potrafi przekonanie to uzasadnić naukowym rozpoznaniem, wówczas – nawet jeśli jest laureatem nagrody Nobla – pada ofiarą owego błędu myślowego, o jakim mówimy.

O tym wszystkim pamiętać powinien każdy, kto skłonny jest węszyć jakąś tajemnicę kryjącą się za ową luką w naszej wiedzy o pierwszych ziemskich formach życia. Nauka współczesna na pewno jeszcze nie doszła do swego kresu. Jeżeli uwzględnimy, że od początku nieprzerwanej historii ludzkości minęło zaledwie kilka tysięcy lat i że w toku tej historii naukowy sposób myślenia wykształcił się stopniowo dopiero w ciągu ostatnich stuleci, wolno nam nawet reprezentować pogląd, że nauka, a tym samym wiedza o nas samych i otaczającym nas świecie, tkwi jeszcze w swoich początkach. Zatem jest zupełnie zrozumiałe, że wiedza ta jest niepełna i że występują w niej luki. Oczywiście nie można nikomu przeszkodzić w wypełnianiu tych luk fantazją i spekulacjami odpowiadającymi jego założonym z góry poglądom, a jednocześnie potwierdzającym pozornie jego przesady. Kto jednak

rozpatruje dotychczasowe dzieje nauki bez uprzedzeń, tak jak uczyniliśmy na tych ostatnich stronach, będzie się wystrzegał takiej pułapki.

Z drugiej strony nasza ignorancja w omawianej sprawie nie jest znowu tak całkowita. Jakkolwiek wiedza nasza jest jeszcze bardzo młoda, jednak w ostatnich latach ujawniła pewne wstępne informacje o owej mglistej fazie dalekiej przeszłości, w której odbyło się przejście od nieożywionej do ożywionej materii. W świecie tym nic nie ginie. Nic, co się kiedykolwiek wydarzyło, nie przeszło bez pozostawienia chociażby nikłych śladów. Chodzi o to, aby ślady te odnaleźć i nauczyć się je odczytywać. A w tej sztuce nauka w ostatnim czasie miała kilka zdumiewających sukcesów.

Tak więc – na przykład – uczeni w ostatnich latach odkryli między innymi pierwsze ślady tego tak słusznie interesującego nas szczebla wczesnego rozwoju życia sprzed trzech i pół miliarda lat. Ponadto udało im się także ze śladów tych wyprowadzić pewne wiadomości o przebiegu owego tak ważnego etapu. Pierwszym echem tej zamierzchłej przeszłości, które dzięki najnowszym pracom zaczyna do nas docierać, jest odgłos bezlitosnej rozgrywki. Technika, jaką posługują się badacze dla przechwycenia tego echa, jest fascynująca. Ale jeszcze bardziej rewelacyjne jest miejsce, w jakim odnaleziono ślad: to my sami. Każdy z nas, podobnie jak każda inna istniejąca dzisiaj żywa istota, bez wyjątku, nosi w sobie ślad tego, co działo się na Ziemi podówczas, przed prawie czterema miliardami lat.

7. ŻYWE CZĄSTECZKI

Na amerykańskim wybrzeżu wschodnim w stanie Maryland leży mała miejscowość o ślicznej nazwie Silver Spring. Mieszka tam Margaret Dayhoff, tuż po pięćdziesiątce, żona fizyka i matka dwóch dorastających córek. Ktokolwiek zetknie się przelotnie z tą kobietą, która promieniuje atmosferą macierzyńską, ulegnie może jej ciepłemu czarowi, ale na pewno nie wpadnie mu na myśl, że oto ma przed sobą jednego z najbardziej oryginalnych uczonych amerykańskich. Pani Dayhoff jest profesorem biochemii i pracuje na stanowisku zastępcy kierownika naukowego w słynnej Narodowej Fundacji do Badań Biochemicznych amerykańskiego centrum naukowego Bethesda.

Niezwykłe jest także wyposażenie laboratorium, w jakim pracuje pani profesor Dayhoff. Ani ona, ani nikt z jej współpracowników nigdy nie bierze do ręki żadnej probówki. W pracowniach kierowanego przez panią Dayhoff wydziału biochemii nie ma ani odczynników, ani preparatów biologicznych. Jedynymi narzędziami pracy jej zespołu są: znakomity nowoczesny komputer i zestaw dodatkowych urządzeń obliczeniowych. Niezwykła atmosfera tej niezwykle pracowni biologicznej jest wynikiem sensacyjnego pomysłu jego kierowniczkę: pani Dayhoff bada nie żywe zwierzęta, lecz przemianę materii dawno wymarłych organizmów środowiska.

Zrazu zakrawa to na zupełną fantazję, tymczasem jest to czysta prawda, którą należy nawet rozumieć całkowicie dosłownie. Nowoczesne elektroniczne aparaty obliczeniowe pozwoliły włączyć do dziedziny poważnych badań naukowych owe problemy, których przed kilku laty żaden realnie myślący uczony nie odważyłby się wziąć na warsztat. Warunkiem stał się oczywiście oryginalny twórczy pomysł wykorzystania do tego celu elektronicznych narzędzi, których szybkość liczenia przekracza wszelkie ludzkie skale i możliwości. Pani Dayhoff przed kilku laty na taki pomysł wpadła. Od tej pory pracuje ona z kilkoma osobami nad tym pozornie fantastycznym zadaniem, z uporem, a obecnie już także z powodzeniem. Specjaliści na całym świecie z rosnącą uwagą rejestrują jej wyniki.

Rozwiązanie zagadki nazywa się "analizą sekwencji swoistych ciał białkowych". Brzmi to bardzo zawile. Istotnie, taka analiza sekwencji w laboratorium chemicznym wymaga niezwykle wysokiego poziomu sztuki eksperymentatorskiej. Jednakże samą zasadę bardzo łatwo zrozumieć. Możemy w tym celu śmiało nawiązać do pewnego pojęcia, mianowicie do pojęcia "lenistwa reakcji", właściwego większości procesów chemicznych.

Owo lenistwo reakcji jest dla nas o tyle szczęśliwe, że bez niego świat nasz nie mógłby być stały. Gdyby żelazo rdzewiało w ciągu paru sekund, gdyby tlen w każdym przypadku i bez dopływu energii mógł się wiązać z wodorem, gdyby wszystkie pierwiastki chemiczne i cząsteczki, które istnieją, mogły w każdej chwili bez przeszkód ze sobą reagować – powierzchnia Ziemi byłaby wielkim kipiącym chemicznym chaosem.⁵ W takich warunkach nie utrzymałaby się żadna struktura i żaden porządek. Ale i przeciwnie, całkowity brak zdolności do reakcji, świat składający się jak gdyby wyłącznie z pierwiastków szlachetnych, byłby' równoznaczny ze światem niezdolnym do jakichkolwiek zmian, a więc również do rozwoju.

Na marginesie naszego właściwego toku myślowego możemy w tym miejscu odnotować, że najwidoczniej pewien rodzaj "średniej" gotowości do wzajemnej reakcji u najczęściej występujących pierwiastków i cząsteczek należy do najbardziej podstawowych założeń, na jakich opiera się nasze życie. Bez owej zdolności różnorodnych pierwiastków do wzajemnego oddziaływania i do wchodzenia ze sobą w związki nigdy nie byłoby doszło do rozwoju, którego rezultatem jesteśmy między innymi my sami. Jednakże konieczna jest jakaś górna granica szybkości, z jaką przebiegają owe procesy, inaczej bowiem w toku tego rozwoju nie byłyby powstały twory istniejące dosyć długo na to, aby służyć jako płodny punkt wyjścia do następnego kroku.

Ale "średnia" szybkość reakcji jest pojęciem względnym. Nie mamy żadnych obiektywnych mierników pozwalających nam decydować o tym, kiedy możemy tutaj mówić, że coś dzieje się "szybko", a jakie tempo uznać mamy za "powolne" – naturalnie abstrahując od znaczenia szybkości dla nas samych i dla stabilności naszego świata. Tempo jakiegoś procesu oceniamy w końcu zawsze tylko w relacji do tego rzędu wielkości, który jest nam wrodzony jako nasze własne trwanie życia.

Jedna sekunda dlatego przemija dla nas prędko, że w ciągu naszego życia, w każdym razie do chwili, w jakiej osiągamy wiek sędziwy, upływa około dwóch i pół miliarda takich sekund. A milion lat tylko dlatego jest dla nas długim okresem, że sami nie możemy przeżyć nawet dziesięciotysięcznej części tego czasu. A z kolei trwanie życia uzależnione jest od narzuconego przez prawa natury tempa,

w którym związki chemiczne, z jakich się sami składamy, ulegają przemianom i muszą być zastępowane.

Z tego więc punktu widzenia przeciętne tempo, z jakim związki i pierwiastki chemiczne ze sobą reagują, stanowi nie tylko wartość wyjściową dla tempa wszystkich procesów rozwojowych na tym świecie, lecz także właściwą normę tego, co nam wydaje się "szybkie" bądź "powolne". Nie wiemy, dlaczego reakcje chemiczne przebiegają właśnie z taką, a nie inną konkretną szybkością. Ale szybkość ich przebiegu jest pramiarą wszelkiego czasu biologicznego, również i naszego przeżywania czasu.

Powróćmy jednak do właściwego tematu. Oddaliliśmy się odeń mniej, aniżeli się mogło zdawać. Nieunikniony związek pomiędzy celem, jakim jest nadanie żywemu organizmowi przynajmniej pewnej stałości w przebiegu rozwoju, a z góry daną szybkością przemian chemicznych – stawia przyrodę przed problemem pozornie paradoksalnym. Aspekt stałości, "relatywnego trwania" jednostki powoduje dążenie do wytwarzania organizmów, których trwanie życia – niezależnie od wszystkich różnic między poszczególnymi gatunkami – musi być w sumie stosunkowo krótkie, "krótkie" w stosunku do tempa przemian chemicznych.

Z drugiej strony jednak żyjący organizm, aby istnieć przez nawet najkrótszy okres, potrzebuje niesłychanej różnorodności niezwykle złożonych reakcji chemicznych, składających się łącznie na jego przemianę materii, które z kolei – w porównaniu z czasem trwania jego życia – przebiegać muszą nadzwyczaj szybko. Tylko wówczas bowiem zostaje zapewniona owa ruchliwość, owa nieustająca przystosowawcza orientacja wśród zmieniających się warunków środowiska, a także stałe zaopatrzenie organizmu w energię z najróżniejszych jej źródeł w otoczeniu.

Aby więc wytworzyć organizm i utrzymać go przy życiu, przyroda musi w pewnym stopniu pracować jednocześnie w dwóch zupełnie różnych skalach czasu. Budulec, z jakiego zestawia żyjący organizm, musi być dostatecznie trwały, aby organizm rozporządzał dostatecznie długim czasem, w którym może wzrosnąć i dojrzeć, nabrać ewentualnie pewnych doświadczeń i się rozmnożyć. Bez owych funkcji rozwój stanąłby w miejscu. Tymczasem dla ich zapewnienia muszą w organizmie zachodzić procesy chemiczne przebiegające milionkroć prędzej aniżeli "normalnie".

Na przykładzie nauczyciela chemii, który rozgrzewa swoją probówkę nad palnikiem bunsenowskim, aby pokazać klasie przebieg reakcji chemicznej, widzieliśmy, że przyśpieszenie takich reakcji jest w zasadzie możliwe. Jednakże zadaniem, które spełnić musi przyroda, jest osiągnięcie jeszcze o wiele większego tempa przemian chemicznych w żywej komórce, a więc w temperaturze ciała oraz w neutralnym, korzystnym dla tkanki środowisku, co wyklucza pracę z substancjami agresywnymi, takimi na przykład jak kwasy czy zasady.

Znamy zdumiewające liczby świadczące o tym, w jakim stopniu udało się naturze rozwiązać to zadanie. W ostatnich latach powstała możliwość mierzenia szybkości, z jaką w komórce przebiegają określone przemiany chemiczne. Niemiecki chemik Manfred Eigen otrzymał za tę pracę nagrodę Nobla w 1967 roku. Uzyskane przezeń w wyniku pomiarów wartości zaskoczyły nawet fachowców. Poszczególne reakcje o znaczeniu biologicznym zachodzą w ciągu stutysięcznych ułamków sekundy. Znaczy to, że reakcje te przebiegają w komórce milionkroć, a nieraz i miliard-kroć szybciej, aniżeli "właściwie" powinno być.

Przyśpieszenie reakcji chemicznych o taki rząd wielkości jest osiągnięciem, które znacznie przekracza wszystkie możliwości naszej obecnej wiedzy chemicznej, chociaż metody jej wydają się rozwinięte do niewyobrażalnych nieomal granic. Przyroda już przed czterema miliardami lat wytworzyła pewną technikę rozwiązywania tego zadania, a bez uporania się z nim powstanie życia byłoby nie do pomyślenia.⁶ Środkiem, jakim się posłużyła, są tak zwane enzymy. Enzymy to białka o zupełnie swoistej budowie. Działają one jako katalizatory. Pod nazwą tą chemik rozumie substancje, które zdolne są przyspieszyć reakcje chemiczne, same nie wiążąc się z nowo powstałym związkiem. Katalizatory takie, jak na przykład enzymy (istnieją również katalizatory nieorganiczne), działają przez samą swoją obecność. Same nie ulegają przemianom i nie zużywają się. Tylko ich obecność wystarcza, aby doprowadzić w ciągu dziesięciotysięcznych ułamków sekundy do przebiegu pewnych reakcji, które w zwykłych okolicznościach nigdy by nie zaszły. Dalszą cechą charakterystyczną owych zdumiewających chemicznych "wyzwalaczy" czy też pośredników reakcji jest fakt, że ilość enzymu potrzebnego do uruchomienia określonej reakcji jest niewyobrażalnie mała. Wewnątrz komórki z reguły wystarcza do tego kilka cząsteczek.

Choć wszystkie te właściwości są zadziwiające, od kilku lat nie kryją one już żadnych tajemnic. Chemia jest już tak rozwinięta, że wiemy dzisiaj, w jaki sposób enzym, bez zużywania się, dokonuje swego nadzwyczajnego dzieła. Odbywa się to tak, że cząsteczka enzymu wiąże się na krótką chwilę z

cząsteczką substancji, która ma reagować (tak zwanego substratu).

Wspominaliśmy już, że związki chemiczne pomiędzy różnymi substancjami powstają przez to, że następuje jak gdyby elektryczne połączenie powłok elektronowych uczestniczących w przemianie atomów bądź cząsteczek. Gotowość, a tym samym szybkość, z jaką połączenie następuje, zależy po prostu od tego, w jakim stopniu stany ładunków w powłokach atomów obu uczestniczących substancji do siebie wzajemnie "pasują".

Otóż cała tajemnica działania enzymu polega na tym, że zmienia on stan elektryczny w elektronowych powłokach substratu. Jego własny "ustrój elektryczny" jest tak skonstruowany, że oddziałuje na stan powłoki elektronowej substratu i doprowadza go dokładnie do takiej formy, która odpowiada optymalnej gotowości do przemiany fizycznej bądź reakcji chemicznej. Wszystko to odbywa się z szybkością charakterystyczną dla procesów przenoszenia ładunków elektrycznych, a więc w zasadzie współmierną z prędkością światła.

Przy owych bardzo małych rozmiarach, które na poziomie molekularnym wchodzą w grę, oznacza to, że konfiguracja w powłoce elektronowej substratu zmienia się w ciągu milionowych części sekundy, skoro tylko enzym się z nim związał. Od tej chwili jednak substrat znajduje się w stanie odpowiadającym jego najwyższej w ogóle możliwej, zgodnie z prawami natury, gotowości do reakcji. Stąd, jeżeli oczywiście istnieje odpowiedni partner, reakcja chemiczna między oboma uczestniczącymi związkami zajdzie już po upływie części stutysięcznego ułamka sekundy. Jednakże skutkiem tego – a jest to dalsze wyrafinowanie – cząsteczka enzymu już nie pasuje do powłoki nowej cząsteczki utworzonej przez nią samą. Odskakuje ona więc, sama zupełnie nie zmieniona, od powłoki tej nowej cząsteczki i gotowa jest natychmiast, jak przystało na prawdziwy katalizator, powtórzyć ten sam proces z taką samą szybkością na nowym substracie.

W taki sposób enzymatycznie katalizowane reakcje stanowią podłoże naszej przemiany materii, to jest całego zespołu owych procesów, na których polega życie. Umożliwiają one pozornie paradoksalną sytuację, w jakiej organizm zestawiony z chemicznymi kamyczkami budulcowymi wykazuje przejściowo stałość, pomimo że między nim a otoczeniem, a także w nim samym, nieustannie przebiegają z wielką szybkością reakcje chemiczne.

Gdy chcemy zrozumieć, w jaki sposób funkcjonuje żywy organizm, na przykład nasze własne ciało, rozpoczynamy z reguły od badania funkcji i współdziałania jego części, czyli narządów. Badamy więc, jak płuca przez ruch oddechowy doprowadzają wciąż od nowa powietrze do przebiegających w nich cienkich naczyń krwionośnych. Dzięki badaniom chemicznym możemy stwierdzić, że krew płynąca od jelita cienkiego do wątroby wchłonęła substancje odżywcze, które w wątrobie są chemicznie przetwarzane i uwalniane od szkodliwych produktów rozkładu. Wreszcie odkrywamy, że porządek funkcjonalny tych wszystkich części, ich harmonijne współdziałanie jest zapewnione dzięki centralnemu sterowaniu przez mózg, który dzięki elektrycznie przekazywanym bodźcom nerwowym i przekaźnikom chemicznym, tak zwanym hormonom, skupia w jedną zamkniętą całość wszystkie poszczególne funkcje zarówno wewnętrzne jak i zewnętrzne.

Był to zatem pierwszy stopień poznania w dziejach medycyny i w ogóle biologii. Jednakże niedługo trwało, zanim zauważono, że na tym poziomie niewiele daje się osiągnąć.

W jaki bowiem sposób tlen z powietrza dostaje się do krwi, która najwyraźniej rozprawdza go po całym ciele? Co rozgrywa się w wątrobie, co to właściwie znaczy konkretnie, gdy się mówi, że wydała ona produkty rozkładu? A jak funkcjonuje mózg, jak przewodzi impulsy nerwowe do wszystkich rejonów ciała, z jakich miejsc wychodzą owe tak różnorodne rozkazy, którymi ten zwierzchni wobec wszystkich narząd zespala organizm pod względem funkcjonalnym?

Przy śledzeniu tych problemów biologicznych, posługując się mikroskopem, odkryli poziom komórkowy, ukryty poza widzialnymi formami i nie dający się już uchwycić gołym okiem. Okazało się, że wszystkie narządy, wszystkie żywe tkanki są złożone z mikroskopijnie drobnych komórkowych kamyczków budulcowych. Jednakże najważniejszym odkryciem było stwierdzenie, że każdy narząd składa się z komórek jednego w swoim rodzaju typu. Wystarczała najmniejsza próbka, wystarczała jedna jedyna tylko komórka, aby fachowca zorientować, czy chodzi o kawałek wątroby, czy jest to próbka płuc, czy też komórka mózgowa.

To zaś doprowadziło do nadzwyczaj owocnego rozpoznania: komórki różnych narządów najwyraźniej dlatego miały różne formy i tak swoisty charakterystyczny wygląd, aby móc spełniać całkowicie odmienne funkcje. Zatem przez odkrycie komórki natrafiono na ukryty za widzialną fasadą organizmu wymiar (poziom komórkowy), który obecnie umożliwiał nie tylko zrozumienie, jaką funkcję pełni każdy poszczególny narząd, ale i ponadto, jak funkcja ta powstała.

Przed zdumionymi oczami biologów otworzył się nowy świat. Ujrzeni, jak komórki krwi we włoskowatych (kapilarnych) tętniczkach płucnych wchodzi w najściślejszy kontakt z cieniutką błoną, a po drugiej stronie przepływa bogate w tlen powietrze oddechowe. Zobaczyli w swoich mikroskopach, jak się kurczą komórki mięśni i jak, z konsekwencją właściwą sile tego skurczu, są one ułożone dokładnie równolegle jedne przy drugich w liczbie wielu tysięcy, aby na rozkaz jednego z włókien nerwów móc skrócić się zwarcie i jednocześnie. Widzieli, jak komórki wątroby układają się w gruczołowate przewody, na których zewnętrznej stronie naczynia krwionośne oddają substancje odżywcze, podczas gdy ów gruczołowaty kanał wydzielają do swego wnętrza prze-filtrowane odpady odprowadzane do dróg żółciowych i dalej zwrotnie do jelita. Znaleźli długie, sięgające pół metra i doprowadzone do każdego punktu ciała wypustki komórek nerwowych, którymi przebiegały sygnały elektryczne, wysyłane przez komórkowe, znowu całkowicie odmiennie zbudowane ośrodki mózgowie.

Odkrycie tego nowego wymiaru pozwoliło naukowcom na zupełnie nowe zrozumienie, czym jest życie. Spojrzenie przez mikroskop ukazało im nagle życie widzialnych ludzi, zwierząt i roślin jako wynik współdziałania tuzinów lub nawet setek miliardów niewidzialnych pojedynczych komórek, które tak się krańcowo wyspecjalizowały w podziale pracy, że żadna z nich sama w sobie nie jest już zdolna do życia. To, co należało zrozumieć, to były funkcje poszczególnych komórek i sposób ich współdziałania. Wytlumaczenia życia nie odnajdzie się w dziedzinie tego, co widzialne. Wydawało się, że ostateczną tajemnicę życia zdobędzie ten, kto ustali, dlaczego i pod wpływem jakich czynników wszystkie te niezliczone komórki, które przecież w każdym poszczególnym organizmie pochodzą od jednej jedynej zapłodnionej komórki jajowej, mogły się tak docelowo rozwinąć w tak wiele różnych typów komórek z ich wysoko wyspecjalizowanymi funkcjami.

Ten problem zróżnicowania komórek do tej pory nie został rozwiązany. Ale biolodzy odkryli tymczasem, że tajemnicy życia nie da się rozwikłać również na poziomie komórkowym. Nawet jeśli badania nad komórką wystarczą do zrozumienia funkcji narządu, droga do wyczerpania wszystkich pytań jest jeszcze daleka. Bo jakżeż właściwie funkcjonuje komórka? W jaki sposób spełnia ona swoje zadanie, jakie czynniki porządkują różnorodność jej funkcji w jedną zamkniętą całość?

Biolodzy uświadomili sobie, że dla znalezienia odpowiedzi na te pytania należy sięgać jeszcze głębiej, poniżej wymiaru komórki, widzialnej już tylko pod mikroskopem. To był pierwszy sygnał tego, co się dzisiaj nazywa biologią molekularną. Następną, niżej leżącą warstwą, na jakiej spodziewano się znaleźć podstawy istnienia i funkcjonowania komórki, był wymiar cząsteczki. W tej dziedzinie, położonej głęboko pod poziomem komórkowym, musiały przebiegać procesy stanowiące w prawdziwym tego słowa znaczeniu podłoże wszelkiego życia. Ponieważ dotąd nie wiemy nic o istnieniu warstwy znajdującej się jeszcze poniżej tego poziomu, mamy prawo założyć sobie, że właśnie na nim wreszcie można będzie postawić wszystkie związane z problemem życia pytania w ostatecznej już formie.

Biologia na poziomie molekularnym (czyli biologia molekularna) nie wyrosła jeszcze poza swoje początki. A jednak pierwsze jej kroki obdarzyły nas rewolucyjnym wręcz rozpoznaniem. Jest to chyba także pewnym dowodem na to, że badania biologiczne dotarły tutaj rzeczywiście do ostatecznego, prawdziwie podstawowego dla wszelkiego życia poziomu. Oprócz odkrycia tak często omawianego kodu genetycznego (magazynowania w określonych cząsteczkach – genach – jądra komórki planu budowy i cech wrodzonych żyjącego organizmu) należy tutaj także wyjaśnienie sposobu działania enzymów.

Obecnie wiemy nie tylko, na czym polega tajemnica enzymatycznego katalizowania reakcji. Biolodzy molekularni spenetrowali nawet w pewnych przypadkach, jak są zbudowane poszczególne enzymy i jakim to osobliwościami budowy zawdzięczają swoje zdolności katalityczne. Musimy się temu przyjrzeć nieco dokładniej. Poznamy przy tej okazji nie tylko najbardziej wysunięte pozycje, do których dotarły badania nad problemem życia. Jak zapowiadaliśmy, dowiemy się przy tym również pośrednio czegoś o powstaniu życia, o tym, co przed niewyobrażalnymi czterema miliardami lat musiało się rozegrać na Ziemi.

Wtedy nie tylko zrozumiemy to, że pani Dayhoff potrafi przy użyciu maszyn liczących uzyskać informacje o przemianie materii wymarłych gatunków zwierząt. Natrafimy bowiem także na fantastycznie wręcz wyglądającą możliwość, że kiedyś, w dalekiej zapewne przyszłości, uda się może w laboratoriach stworzyć od nowa wymarłe zwierzęta praświata, legendarnego ptaka archeopteryksa, jaszczury, a może także naszych dawniejszych przodków – płazy; tym samym moglibyśmy zbadać prehistorię Ziemi bezpośrednio i doświadczalnie.

8. PIERWSZA KOMÓRKA I PLAN JEJ BUDOWY

Enzymy, podobnie jak białka w ogóle, nie są niczym innym jak łańcuchowymi cząsteczkami złożonymi z aminokwasów. Te aminokwasy zaś, stanowiące poszczególne człony takiej łańcuchowej cząsteczki, należy sobie wyobrażać jako łańcuchy krótkie. Jednakże owe człony aminokwasowe w jednej cząsteczce enzymu nie są ułożone wzdłużnie, jeden za drugim, lecz są "nawleczone" poprzecznie, tak że końce ich odstają wokoło na wszystkie strony, podobnie jak szczecina szczotki do butelek. Ponieważ są to końce rozmaitych aminokwasów, powłoki ich mają odpowiednio rozmaite ładunki. A różne elektryczne ładunki albo wzajemnie się odpychają, albo przyciągają-

Te na całej długości łańcucha enzymu nieregularnie rozmieszczone elektryczne siły przyciągające i odpychające powodują, że enzym nie jest starannie rozciągnięty, lecz zwinięty w pozornie bezładny kłębek. Przez to pewne aminokwasy, które pierwotnie, we włóknie cząsteczki, były mniej lub bardziej od siebie oddalone, nagle znajdują się obok siebie. Ten efekt skłębienia ma decydujące znaczenie dla działania enzymu. Ustawione w taki sposób obok siebie pewne aminokwasy tworzą bowiem tym samym jak gdyby "hasło" cząsteczki enzymu, jego "centrum aktywne".

To, które spośród dwudziestu aminokwasów, jakie przyroda zatrudnia, tworzą centrum aktywne danego enzymu, a także ich kolejność – składa się na swoistość enzymu, a więc decyduje o tym, z jakim substratem może się on związać i jakiej reakcji chemicznej ten substrat ulegnie. Do tej pory mówiliśmy tylko, że enzym może w ogromnym stopniu zwiększyć szybkość reakcji chemicznej. Tymczasem co najmniej równie ważna pod względem biologicznym jest swoistość wszystkich enzymów. Skład ich centrów aktywnych, zupełnie różny w każdym przypadku, można porównać obrazowo z różnicami występującymi między mniej lub bardziej skomplikowanymi zębatymi nacięciami pióra różnych kluczy. Spośród nich także zawsze tylko jeden pasuje do ściśle określonego zamka, który tylko nim można otworzyć. Enzymy są kluczami przemiany materii. Każdy z nich oddziałuje na ściśle określony substrat i powoduje zajście ściśle określonej przemiany chemicznej.

Istnieją więc enzymy, które nie robią nic innego, jak tylko przenoszą tlen. Inne łączą pewne aminokwasy w określone szeregi (doprowadzając tym samym do powstania określonych białek). Inne znowu spajają nukleotydy w cząsteczki kwasu nukleinowego. Jeszcze inne przenoszą wodór bądź całe grupy metylowe. Są takie enzymy, które rozszczepiają cząsteczki skrobi lub też zmieniają strukturę przestrzenną innych cząsteczek w ściśle ustalony sposób, ważny pod względem biologicznym.

Nietrudno znaleźć przyczynę owego wysoko wyspecjalizowanego zróżnicowania, które prowadzi do tego, że większości reakcji biochemicznych odpowiada jeden właściwy im enzym, mogący wywołać tylko tę, a nie inną przemianę chemiczną, i to z reguły jednego jedynego określonego substratu. Wystarczy uzmysłowić sobie konkretną sytuację biologiczną, w jakiej enzymy spełniają swoje zadanie. Wystarczy pamiętać także, że średnica przeciętnej pojedynczej komórki liczy sobie tylko więcej jednej dziesiątą milimetra. W tej maleńkiej przestrzeni muszą w każdej sekundzie przebiegać obok siebie setki i tysiące reakcji chemicznych, wzajemnie sobie nie przeszkadzając.

Rozpad cukru gronowego na kwas mlekowy, przy czym wywiązuje się część energii potrzebnej do pracy naszych mięśni, odbywa się w trakcie nie mniej niż jedenastu różnych, kolejno po sobie następujących przemian chemicznych. Każda z nich jest inicjowana przez własny enzym. Nakłady przyrody są w tym wypadku niewątpliwie ogromne. Ale jaki można sobie wyobrazić inny sposób, który pozwoliłby w tak ciasnej przestrzeni przebiegać tylu najróżnorodniejszym, najbardziej skomplikowanym chemicznym procesom jednocześnie i w uporządkowanej formie?

Biologowie znają dzisiaj już ponad tysiąc rozmaitych enzymów. Wszystkie są łańcuchami złożonymi zawsze z tych samych dwudziestu aminokwasów. Różni je jedynie i tylko kolejność, sekwencja, w jakiej tych dwadzieścia aminokwasów tworzy łańcuch cząsteczki enzymu. Ta sekwencja aminokwasów zaś, na zasadzie występującego jednocześnie uszeregowania wymienionych już ładunków elektrycznych, określa z właściwą fizyce precyzją sposób, w jaki łańcuchowa cząsteczka zwija się w kłębek. To z kolei decyduje o tym, które aminokwasy długiego włókna złożą się w centrum aktywne cząsteczki (o tym więc, jaki będzie wygląd pióra danego "klucza" przemiany materii). Ze względu na takie powiązania sama kolejność, w jakiej człony aminokwasów tworzą enzym, rozstrzyga, gdzie i w jaki sposób wkroczy on w przemianę materii komórki.

Biolodzy molekularni mówią zatem, że swoiste działanie enzymu jest zakodowane w jego

sekwencji aminokwasów. To samo można także wyrazić inaczej, a mianowicie, że w jednej cząsteczce enzymu, w formie ściśle określonej sekwencji aminokwasów, zmagazynowana jest informacja o tym, jaką przemianę enzym może spowodować i jakiego substratu.

Poziom molekularny jest obszarem położonym znacznie poniżej zjawisk widzialnego świata. Realność jego znana nam jest od bardzo niedawna. Dopiero od niewielu dziesiątków lat biolodzy molekularni pośrednio odsłaniają, w toku mozolnej pracy i dzięki stworzonym przez siebie pomysłowym metodom, warunki panujące w tej rzeczywistości, tak głęboko ukrytej poza fasadą codziennego widzialnego świata. Niebywałym wprost odkryciem, którego znaczenia wciąż jeszcze w pełni pojąć nie potrafimy, jest ujawnienie tego, iż już na tym podstawowym, tak od nas odległym poziomie magazynowane są różnorodne informacje uporządkowane w taki sposób, że pewne znaki, a także ich kolejność, oznaczają coś określonego, co nie jest identyczne z samym znakiem magazynującym. Powrócimy jeszcze niejednokrotnie do rozpatrywania konsekwencji tego faktu.

Odkrycie poziomu molekularnego jako właściwego, ostatecznego podłoża wszystkich żyjących organizmów zmieniło nasze rozumienie tego, czym jest życie, w sposób nie mniej radykalny aniżeli uprzednio odkrycie komórki. Pierwszy szczebel rozpoznania pozwolił spojrzeć na ludzi i zwierzęta jako na rodzaj skomplikowanych maszyn. Składali się bowiem z narządów, których funkcje wreszcie, po wielowiekowych poszukiwaniach, zostały naukowo wyjaśnione. Współdziałanie tych wszystkich narządów tworzyło z kolei organizm w sposób – tak się zdawało – podobny, chociaż naturalnie o wiele bardziej złożony, w jaki na przykład cylinder, kocioł wodny, palenisko, korbo-wód, zawory i koło zamachowe, harmonijnie i prawidłowo współdziałając, tworzą maszynę parową.

Jednakże potem siłą rzeczy wyłoniło się pytanie o sposób funkcjonowania poszczególnych narządów. Doszło więc z kolei do odkrycia ich komórkowej budowy, a tym samym zupełnie zasadniczo zmieniła się całość obrazu. W świetle tego nowego odkrycia ludzie, zwierzęta, a także rośliny objawili się nagle jako widome, wskutek swych rozmiarów, rezultaty połączenia wielkiej liczby mikroskopijnie drobnych komórek. Jako rodzaj kolonii miriadów komórek, związanych ze sobą w pewien zhierarchizowany układ przez wysoko wyspecjalizowany podział pracy. A hierarchia ta była tak daleko posunięta, że żadna z komórek poza obrębem organizmu, który łącznie tworzyły, nie była już zdolna do życia.

Tymczasem zupełnie inaczej objawia się nam to, co żyje, gdy patrzymy z perspektywy poziomu molekularnego. Co prawda musimy się tutaj posługiwać fantazją i wyobraźnią, żadne bowiem optyczne urządzenie pomocnicze, nie wyłączając mikroskopu elektronowego, nie umożliwi nam ujrzenia na własne oczy owych jednostek, z których na tym szczeblu składa się życie, w ich funkcji. W tym miejscu spoczywa ono na najbardziej elementarnej warstwie rzeczywistości. Jednostkami, z których zdaje się tutaj składać, a których cechy pozwalają uzasadnić i zrozumieć jego istnienie i funkcjonowanie – są poszczególne cząsteczki. Trudno sobie wyobrazić jeszcze niższy poziom pojmowania.

Gdy myślą przeniesiemy się na ten poziom, zobaczymy, że życie jest tym samym, czym nieprzerwana, niezmordowana aktywność wielu tysięcy cząsteczek enzymów, które w każdej sekundzie w najmniejszej przestrzeni powodują miliony przemian chemicznych. Ujrzelibyśmy wokół siebie nie kończący się gąszcz niezliczonych łańcuchowych cząsteczek, wiążących się z cząsteczkami substratów, przekształcających je, aby w stutysięcznym ułamku sekundy powtórzyć potem tę samą grę z nową cząsteczką substratu. Prawdopodobnie odnieśliśmy zrazu wrażenie, że znajdujemy się w środku zupełnego chaosu i zamieszania.

Gdybyśmy jednak potrafili nawet przy tej bliskości obserwacji zachować możliwość ogólnego spojrzenia na całość, stwierdzilibyśmy niebawem, że te pozornie chaotyczne zdarzenia przebiegają w rzeczywistości według bardzo surowych prawideł. Całość wcale nie jest chaosem, lecz toczy się z taką samą precyzją, jaką wykazują na przykład ruchy tysięcy pojedynczych gimnastyków wykonujących na ogromnym stadionie masowe ćwiczenia. Gdy się stoi pośród nich, odnosi się wrażenie zamętu. Dopiero z dalszej odległości, z trybuny, widzimy, że wszystko to razem tworzy rytmiczny, uporządkowany wzór.

Podobnie swoiste czynności wszystkich niezliczonych cząsteczek enzymów w poszczególnej komórce są ze sobą tak zestrojone, że komórka w swoim środowisku może utrzymać się na pozycji jednostki zdolnej do spełniania funkcji. Zadaniem jednej grupy enzymów jest przy tym wytwarzanie białek, ale również cukrów, tłuszczów i pewnych powstających z ich połączeń związków – i z czego składa się komórka we wszystkich swoich częściach.

Inna grupa kieruje przemianą materii w ciele komórkowym. Służące temu celowi komórki utrzymują w ruchu przemiany chemiczne, z których komórka czerpie energię. Pośredniczą one w pobieraniu z

otoczenia dostarczających energię cząsteczek, w rozkładzie ich wewnątrz plazmy komórkowej oraz w zastępowaniu i wymianie składników komórki, które uległy uszkodzeniu.

Skoro przeniknęliśmy zasady tego porządku, dojdziemy może do przekonania, że niezmiernie ważną rolę w życiu komórki służy w końcu tylko temu, aby stworzyć i zachować środowisko zapewniające możliwie nie zakłócone i skuteczne utrzymanie całej tej aktywności. Wszystkie owe cząsteczki łącznie realizują w pewnym zamkniętym obiegu jak gdyby jeden jedyny cel, jakim jest zachowanie własnej egzystencji i funkcjonowanie wśród fizycznych i chemicznych obciążeń ze strony rozmaitych otaczających je czynników. Gdy więc spoglądamy z tego poziomu, komórka ukazuje się nam jako najmniejsza możliwa zamknięta w sobie jednostka, w obrębie której takie odgraniczenie od otoczenia daje się urzeczywistnić.

Wyjaśnione jest dzisiaj także źródło porządku panującego w tym molekularnym świecie. Znajduje się ono w jądrze komórki. Tutaj plan jej budowy i funkcjonowania jest zmagazynowany we wszystkich szczegółach. I znowu nie należy sobie tego wyobrażać tak, jakoby istniał jakiś szkic komórki i jej szczegółów. W jądrze komórkowym nie ma nigdzie żadnego zmniejszonego do molekularnych wymiarów odbicia rzeczywistej komórki. Zresztą po co? Jakżeż "plan" w takiej dosłownie formie mógłby kiedykolwiek stać się biologicznie skuteczny i zostać przetłumaczony na język rzeczywistości?

Plan ten występuje tutaj znowu w postaci symboli, czyli znaków, które oznaczają coś, co z nimi samymi nie jest identyczne. Przyroda w jądrze komórki rozwiązała owo abstrakcyjne zadanie również w taki sposób, że potrzebne informacje są magazynowane w sekwencjach, a więc przez kolejność mniejszych jednostek; uderza nas podobieństwo do tego, jak my w naszym świecie, astronomicznie przecież większym, możemy dzięki naszej świadomości zdolnej do abstrakcji magazynować słowa i pojęcia przy użyciu pisma.

W naszym piśmie, na przykład w tekście tej książki, także zmagazynowane są informacje o nieomal dowolnej różnorodności przez zastosowanie określonej liczby znaków (25 liter) w takiej formie, że pewne określone sekwencje liter (to znaczy wyrazy) oznaczają pewne pojęcia. Tutaj również znaki i znaczenia nie są identyczne. Powiązanie ich jest jedynie wynikiem historycznego przypadku bądź (jak na przykład sprawa przejścia z pisma gotyckiego na łacińskie) wynikiem pewnego porozumienia.

Znak A nie ma absolutnie nic wspólnego z dźwiękiem, z jakim go łączymy. Właśnie dlatego musimy dopiero mozolnie uczyć się jego znaczenia w szkole. Także sekwencja liter słowa "natura" nie jest zupełnie związana z pojęciem, które magazynujemy przez tę kolejność liter. To jest przyczyną istnienia wielu różnych języków, te same pojęcia bowiem mogą być magazynowane przez ogromną mnogość dźwięków i kolejność znaków, których jeden człowiek nigdy nie potrafi ogarnąć. Liczba możliwości zakodowania tego samego pojęcia według zasady określonego następstwa 25 liter jest wręcz astronomicznie wielka.

Fakt ten, odwrotnie, umożliwia nam również wyciąganie wniosków o pokrewieństwie, gdy natrafiamy na sekwencję liter "Natur" albo "nature" dla pojęcia, które sami określamy słowem "natura". Wobec niewyobrażalnie wielkiej liczby możliwości zaszyfrowania pojęcia przez pismo i mowę, podobieństwo takie pomiędzy sekwencjami nie może być przypadkowe. Jedynym wyjaśnieniem jest przypuszczenie, że trzy narody, które się posługują tą formą szyfru dla tego samego pojęcia, musiały w ciągu swoich dziejów mieć ze sobą najściślejszy kontakt, że w końcu według wszelkiego prawdopodobieństwa pochodzą one ze wspólnego pnia.

Jak wiadomo, językoznawcy stworzyli na tej zasadzie całą odrębną naukę pozwalającą na podstawie analizy porównawczej rdzenia słów (sekwencji głosek) opracować z dużą dokładnością drzewa genealogiczne i tablice pokrewieństwa między najrozmaitszymi kulturami ludzkości. Rekonstruują oni obecnie dzięki temu ze zdumiewającą obfitością szczegółów stosunki między ludźmi i kontakty między kulturami sprzed dziesiątków tysięcy i więcej lat, a przecież nie pozostały już po nich żadne inne ślady. W tym aspekcie słowa stają się istniejącymi jeszcze "skamieniałościami" prehistorycznych zbliżeń kulturowych.

Po tej dygresji (której właściwe znaczenie zrozumiemy za chwilę) powróćmy znowu do jądra komórki zawierającego jej plan budowy. Jak uczyliśmy się wszyscy w szkole, ten plan budowy, stanowiący repertuar wszystkich cech dziedzicznych komórki, zmagazynowany jest w genach, które łączą się w jądrze komórki w widoczne w pewnych warunkach pod mikroskopem chromosomy. Podziwu godnym osiągnięciem biologów molekularnych jest odkrycie szczegółowej formy, w jakiej plan jest zapisany w tej części komórki. Natrafili oni tutaj również na znaki, których uszeregowanie, czyli sekwencja, zawiera informacje o wszystkich częściach składowych i cechach komórki. Tylko że tutaj nie były to aminokwasy, które tworzyły człony, jak w przypadku należących do białek enzymów,

lecz inne jednostki molekularne, a mianowicie nukleotydy zawierające zasady. Łańcuchową cząsteczkę, składającą się z takich nukleotydowych członów, chemik nazywa kwasem nukleinowym.

W cząsteczkach kwasu nukleinowego jądra komórki plan jej budowy jest zmagazynowany w formie tak często obecnie wymienianego kodu genetycznego. Mówiąc ściśle, w przypadku cząsteczek magazynujących chodzi o tak zwany kwas dezoksyrybonukleinowy, DNA (poza pewnymi wirusami, których plan budowy zawarty jest w troszeczkę odmiennej cząsteczce, w kwasie rybonukleinowym – RNA). Zasady członów nukleotydowych służą za litery. Gdy się pamięta o nieprawdopodobnej wielorakości form życia, zdumiewać musi niewielka liczba tych zasad: jest ich tylko cztery, a jednak dzięki nim przyroda zakodowuje cechy i wygląd wszystkich form życia, które kiedykolwiek na Ziemi występowały i po wszelkie przyszłe czasy występować będą.

Przypomnijmy sobie jednak, że istnieje tylko dwadzieścia aminokwasów, które tworzą materiał budowlany każdej żywej komórki. Tymczasem produkcja ich może być bez trudu sterowana przez instrukcję, w której występują cztery tylko litery (naturalnie w dowolnych powtórzeniach), jeśli się uwzględni, że z czterech liter można utworzyć nie mniej niż 64 rozmaite trzyliterowe słowa.

Przyroda obrała zupełnie taką samą drogę. Zawsze trzy zasady (jednostki trójnukleotydowe, tak zwane przez biologów molekularnych "kodony") kodują jeden spośród dwudziestu aminokwasów mających służyć jako element budulcowy. Ponieważ za pomocą czterech różnych zasad można utworzyć nie 20, lecz łącznie 64 rozmaite kombinacje trójek kodujących, istnieje właściwie nawet nadwyżka 44 trójek.

Niezwykłą emocją przeżywamy dowiadując się, co przyroda z nimi zrobiła: 41 nadliczbowych trójek kodujących używa do tego, aby pewne aminokwasy zakodować podwójnie bądź nawet potrójnie. (W jądrze komórki istnieją wiać dla nich dwa bądź trzy różne znaki, które wszystkie oznaczają to samo.) Ze zdumieniem musimy sobie uzmysłwić, że przyroda najwyraźniej postąpiła tutaj według porzekadła "co dwóch, to nie jeden". Biologowie molekularni odkryli bowiem, że ów "nadmiar" zakodowania dotyczy tych aminokwasów, które są szczególnie ważne pod względem biologicznym.

A pozostałe trzy trójki? Służą one interpunkcji. Zupełnie dosłownie! W bardzo długiej łańcuchowej cząsteczce DNA znajdują się zawsze w tych miejscach, w których "instrukcja budowy" przeznaczona dla białka, na przykład enzymu, jest zakończona, rozpoczyna się zaś wskazówka dla innej proteiny. Dzięki tej technice interpunkcji jedna cząsteczka DNA może w swoim łańcuchu złożonym z wielu milionów trójek nukleotydowych zawierać plan budowy kilku, w pewnych wypadkach nawet bardzo wielu różnych białek, bez obawy, aby poszczególne wskazania się ze sobą zlewały.

W sumie więc życie na poziomie molekularnym przedstawia się następująco: zawarty w jądrze komórkowym DNA zmagazynował w formie szyfru trójkowego ściśle określone sekwencje aminokwasów. Według tego wzorca komórka może utworzyć wszystkie potrzebne białka, a więc budulec do odnowienia swojej własnej struktury, a przede wszystkim enzymy. Ponieważ jednak, jak widzieliśmy, kolejność aminokwasów w enzymie jednocześnie ustala ich specyficzną funkcję chemiczną, DNA jądra komórkowego za pośrednictwem 64 możliwych trójek kodujących decyduje w pełnym zakresie nie tylko o budowie, lecz także o wszystkich funkcjach komórki.

Ile przy tym może być wariantów (przy użyciu "pisma" składającego się z czterech liter!), wykazuje nam następujące rozumowanie: cztery litery (zasady pozwalają na wykorzystanie rozmaitych trójek kodujących. Umożliwiają one nawet przezorne kilkakrotne kodowanie najważniejszych spośród dwudziestu aminokwasów. Jeżeli teraz przyjmijemy, że enzym który ma zostać utworzony przez DNA z tych dwudziestu aminokwasów, zawiera sto członów (aminokwasów), to przy takim założeniu liczba wariantów cech owego enzymu wielokrotnie przekracza nawet astronomiczny rząd wielkości.

Łatwo to udowodnić. Jeżeli można dowolnie szeregować dwadzieścia rozmaitych aminokwasów w stu pozycjach (przy czym oczywiście możliwe i dopuszczalne jest dowolne powtarzanie tego samego aminokwasu), to rezultatem, według wszelkich zasad arytmetyki, będzie liczba 20^{100} rozmaitych możliwości. Innymi słowy, w opisanych warunkach można więc utworzyć 20^{100} enzymów z rozmaitymi sekwencjami! aminokwasów, a tym samym z różnorodnymi cechami) biologicznymi.

20^{100} jest liczbą z ponad 100 zerami. Ta niewyobrażalna liczba nie ma już nazwy. Pojęcie o tym, jaki rząd wielkości wchodzi tu w grę, dać nam może porównanie z dziedziny astronomii. Od czasu "Big-Bangu" minęło mniej więcej 10^{16} sekund. A więc 1 z 16 zerami wystarcza na to, aby wyrazić liczbę sekund, które upłynęły od powstania świata.

Inny przykład: fizycy oceniają, że cały Wszechświat może zawierać około 10^{80} atomów. Liczba różnych enzymów, które można zbudować z dwudziestu rozmaitych aminokwasów, przy długości łańcucha stu członów, jest więc na pewno niewyobrażalnie większa aniżeli liczba wszystkich atomów

w całym Wszechświecie.

Nic zatem nie stoi na przeszkodzie, by wyobrazić sobie możliwość magazynowania wszelkich predyspozycji, cech, funkcji, wreszcie budowy wszystkich istot żyjących, które kiedykolwiek występowały w przeszłości Ziemi bądź będą kiedykolwiek występować w przyszłości na naszej planecie; a przy tym w opisanych warunkach nie trzeba obawiać się żadnego ograniczenia liczby wariantów i stopnia swobody dalszego rozwoju. W ten sposób DNA jądra komórkowego dyktuje za pomocą 64 tylko rozmaitych "słów" kodu, czyli trójek nukleotydowych, formę i funkcję komórki, a przy wielokomórkowej istocie żyjącej jeszcze ponadto plan budowy całego organizmu.

Jednakże stosunek pomiędzy DNA a enzymami, a więc pomiędzy "centralą sterującą" w jądrze a złożonymi strukturami białkowymi tworzącymi ciało komórki, nie jest aż tak jednostronny, jak by się nam mogło zdawać do tej pory. Gdy bowiem dalej obserwujemy procesy molekularne, odkrywamy, że kwasy nukleinowe jądra swoje istnienie zawdzięczają również enzymom. DNA jest także złożoną ogromną cząsteczką, która przez przyrodę może być zbudowana, utrzymana i rozmnażana tylko dzięki swoistej katalitycznej aktywności specjalnych enzymów.

Komórka jako najmniejsza żyjąca jednostka prezentuje się z tej perspektywy jako aparat molekularny, który przez to sprzężenie zwrotne między enzymami a DNA staje się zamkniętą w sobie funkcjonalną jednostką. Kwasy nukleinowe sterują wytwarzaniem enzymów i innych białek, a enzymy z kolei budują białka (i inne składniki komórki), ale również kwasy nukleinowe. Ten jedyny w swoim rodzaju . dialektyczny stosunek pomiędzy kwasami nukleinowymi a białkami jest – jeśli nasze molekularno-bio-logiczne rozpoznanie pozwala już na jakiś sąd – według wszelkiego prawdopodobieństwa elementarnym źródłem, najbardziej pierwotnym podłożem tego, co nazywamy życiem. Jeżeli pomimo wszelkich zastrzeżeń, jakie wysunąć można z przyczyn zasadniczych wobec tego rodzaju rozgraniczeń, zechcemy jednak przeciągnąć granicę między jeszcze nieożywionymi a ożywionymi strukturami materialnymi, właśnie tutaj znajdujemy chyba najbardziej sensowne ku temu miejsce.

Kwasy nukleinowe są najwidoczniej cząsteczkami wykazującymi optymalne właściwości magazynujące. Białka zaś ze względu na swoją zmienność i inne cechy nadają się, w warunkach biologicznych, szczególnie do roli kamieni budulcowych. W pierwszej części tej książki rozważaliśmy obszernie, jak w ciągu wczesnej historii Ziemi mogło dojść do abiotycznego powstania i nagromadzenia tych dwóch rodzajów cząsteczek na jej powierzchni. Kiedyś, przed około trzema i pół, może czterema miliardami lat te dwie cząsteczki musiały na siebie natrafić w takich okolicznościach, które pozwoliły po raz pierwszy zadziałać ich fantastycznej gotowości do wzajemnego uzupełniania się. Do dzisiaj nie wiemy nic o tym, jakie to mogły być okoliczności. Niewątpliwie jednak ich zetknięcie się wznieciło inicjującą iskrę, która rozpoczęła to, co dzisiaj nazywamy ewolucją biologiczną.

Następny krok musiał polegać na tym, że samo-utrzymujący się, w naszkicowany przez nas sposób, zamknięty obieg kwasów nukleinowych i białek został wyizolowany z otoczenia. To również nie stało się na pewno za jednym zamachem, lecz od prapoczątku posuwało się wieloma drobnymi krokami. Zasada określana przez nas obecnie terminem "selekcja przez środowisko" już wtedy odegrała rolę decydującą.

Struktury molekularne rozmaitej wielkości i o różnym stopniu skomplikowania, uzupełnione dodatkowym powiązaniem wzajemnie podtrzymujących się białek i DNA, prawdopodobnie pozostawały w tym czasie szczególnie długo w stanie nienaruszonym i funkcjonalnie sprawne w takich momentach, gdy jakiegokolwiek przypadkowe okoliczności pozwalały im na trzymanie swego chemicznego obiegu z dala od wszelkich zakłócających wpływów. Nawet niewielki postęp, drobne zabezpieczenia doprowadzały automatycznie do przedłużenia okresów, w jakich mechanizm białko-DNA pozostawał w danym przypadku nietknięty. A warunki takie były zawsze równoznaczne z przyrostem kompleksów molekularnych znajdujących się w tym korzystnym położeniu. Z tego prostego powodu kompleksy cząsteczek wykazujące tę konstruktywną osobliwość z wolna i automatycznie zaczęły występować częściej aniżeli kompleksy skądinąd podobnie zbudowane, które nie miały tego ulepszenia.

Tymczasem na osiągniętym nowym poziomie postępu gra zaczęła się od początku. Uprzywilejowane związki cząsteczek, które jako rezultat rozpoczynającego się procesu izolacji od otoczenia przebiły się w porównaniu z upośledzonymi pod tym względem konkurentami i wysunęły na plan pierwszy, obecnie stanowiły normę. Ale norma ta, jako "przestarzała", została niebawem usunięta w cień, skoro tylko pojawiły się pierwsze struktury, którym w jakiejś dziedzinie jeszcze się lepiej udało izolujące usamodzielnienie. A to właśnie biologowie nazywają ewolucją: lepsze jest wrogiem dobrego.

Chyba tak należy sobie wyobrażać pierwsze kroki na drodze do komórki, najmniejszej jednostki

wszystkich żyjących form. Pierwsze komórki nie miały jeszcze ani jądra, ani organelli (części komórkowych wyspecjalizowanych w różnych funkcjach na podobieństwo narządów). Były to prawdopodobnie tylko mikroskopijnie małe woreczki, wypełnione mieszaniną białka i kwasów nukleinowych. Całość była otoczona błoną, zapewniającą osłonę przed niepożądanymi wpływami z zewnątrz, ale jednocześnie przepuszczającą pewne drobne cząsteczki, niezbędne do nieprzerwanego działania automatu DNA-białko jako surowce i dostawa energii ("pokarmy"). Musiała to więc być błona półprzepuszczalna, obecnie nadal charakterystyczna dla wszystkich żywych komórek, bez względu na udoskonalenia osiągnięte w innym zakresie w ciągu trzech miliardów lat postępującego rozwoju.

Nie wiemy dotąd, jak przebiegała droga od zrazu jeszcze "nagiego" (i odpowiednio podatnego na zewnętrzne, zakłócenia) aparatu białkowo-nukleinowego do pierwszej komórki, zamkniętej błoną, a przez to w znacznym stopniu niezależnej od otoczenia. Pewny jest jedynie fakt, że droga taka została przebyta. Ponadto istnieją wskazówki świadczące o tym, że także i ten tak decydujący etap rozwoju odbywał się w sposób całkowicie naturalny.

Związki molekularne o wielkości kompleksu DNA-białko wykazują z przyczyn czysto fizycznych skłonność do otaczania się cienką powłoką wodną. Elektryczne ładunki, rozmieszczone na powierzchni takiej cząsteczki, nadają tej wodnej otoczce stosunkowo znaczną wytrzymałość i błonkowaty charakter. Nawet wtedy gdy cząsteczka pływa w roztworze wodnym, zachowuje ona tę wodną warstwę powierzchniową. Wówczas wystarcza obecność drobnych zupełnie śladów pewnych tłuszczopodobnych substancji (lipidów) w roztworze, aby otoczkę wzmocnić.

Lipidy rozpościerają się na powierzchni pomiędzy dwiema warstwami, najchętniej przybierając postać cieniutkiej błony molekularnej. Podobnie zachowują się także i tutaj, w strefie granicznej między wodnym roztworem, w którym pływa cząsteczka, a jej wodną otoczką. Cząsteczki lipidowe, posłuszne odmiennym ładunkom elektrycznym na obu swych końcach, ukierunkowują się przy tym dokładnie w taki sposób, że jeden ich koniec wystaje do otaczającego roztworu, podczas gdy drugi wskazuje do wewnątrz, na cząsteczkę, którą teraz łącznie otaczają.⁷

Tym samym więc powstała już pierwsza powłoka wokół kompleksu DNA-białko, i to powłoka, która pod wielu względami ma nawet podobne właściwości jak typowa biologiczna błona z jej charakterystyczną półprzepuszczalnością. Tak prymitywną błonę jak opisana molekularna warstwa lipidowa można bez trudu wytworzyć doświadczalnie w laboratorium. Gdy się bada jej właściwości, okazuje się, że dla niektórych cząsteczek bywa ona przepuszczalna, dla innych natomiast stanowi nieprzepuszczalną barierę. Wolno nam z tego chyba wyciągnąć wniosek, że również ów ważny krok, który w młodości życia był wstępem do usamodzielnienia się pojedynczej komórki, wyłonił się ze stosunkowo prostych właściwości warstwy granicznej, pojawiających się w sposób nieunikniony i zgodny z prawami natury. Wszelkie dalsze kolejne etapy były już skutkiem wymienionej zasady selekcji, która do chwili obecnej miała przecież ponad trzy miliardy lat na ciągłe udoskonalanie błony komórkowej i wszystkich innych części składowych komórki.

Otóż i wszystko, co możemy obecnie powiedzieć istotnego o powstaniu pierwszej żywej komórki. Nie jest to zbyt wiele. Ale wydaje mi się, że i to już wystarcza do rozpoznania, iż życie również w postaci pierwszej komórki nie spadło z nieba – w żadnym znaczeniu tego słowa.

Pierwsze komórki, które pojawiły się na Ziemi, z pewnością nie powstały dzięki temu, że nadprzyrodzona instancja wkroczyła bezpośrednio w nie zakłócony do tej pory, "naturalny" przebieg i jak gdyby wysadziła te komórki między kulisy przyrody. Ta pierwsza komórka nie spadła z nieba także i w innym sensie, nic się bowiem wraz z nią nie objawiło nowego, nic, co by różniło się zasadniczo i w istocie swej od tego wszystkiego, co działo się w ciągu poprzedzających miliardów lat.

Gdy chcemy rozumieć historię trwającą od początków świata, od prawybuchu przed – prawdopodobnie – trzynastoma miliardami lat, jeżeli nie chcemy stracić wszelkiej szansy pojęcia jej prawdziwego znaczenia, musimy stale pamiętać o tym, że chodzi tu naprawdę o "historię" w pierwotnym znaczeniu tego pojęcia: o zamknięty w sobie, wewnętrznie ze sobą powiązany, logiczny rozwój, w którym każdy poszczególny krok wynikał z poprzedzającego według rozumnych prawideł. Nie ma żadnej wątpliwości, że pierwsza żywa komórka była także prawowitym potomkiem wodoru.

9. WIADOMOŚCI O JASZCZURZE

Zebraliśmy więc wreszcie wszystkie przesłanki potrzebne nam do zrozumienia tego, co pani Dayhoff robi w swoim naszpikowanym komputerami laboratorium w Bethesda i w jaki sposób można metodą porównawczej analizy sekwencji aminokwasów powołać do życia przeszłość – wprowadzić dzisiaj i w najbliższym czasie tylko w sensie przenośnym, ale kiedyś, w jakiejś dalekiej przyszłości może zupełnie dosłownie.

Dzięki bardzo znacznemu udoskonaleniu techniki analizy chemicznej udało się w ostatnim dziesięcioleciu wykryć konkretną sekwencję, którą tworzą aminokwasy w łańcuchu określonego enzymu. Trzeba sobie dokładnie uzmysłwić, co to znaczy. Enzym taki może mieć siedemdziesiąt, sto albo nawet jeszcze więcej członów. Niewiarygodnym wręcz osiągnięciem jest więc nie tylko zidentyfikowanie każdego z jednym z dwudziestu możliwych aminokwasów, lecz także określenie kolejności, w jakiej po sobie następują w niewidocznym małym paśmie cząsteczek.

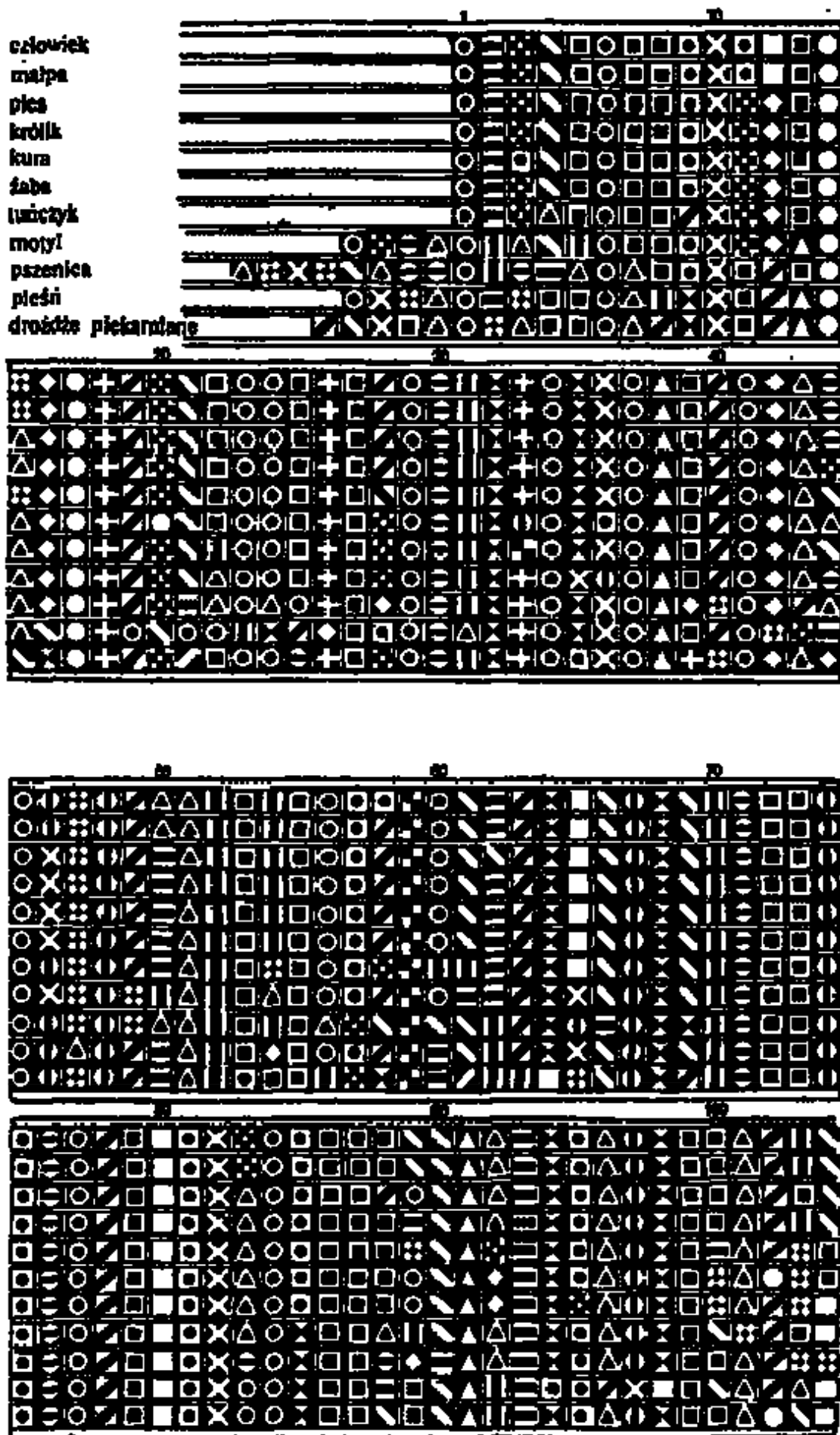
Na przykładzie enzymu, któremu biologowie nadali nazwę "cytochromu c", przyjrzymy się nieco dokładniej, co z tym wynikiem można w nauce począć i jakie nowe rozpoznania taką techniką analityczną udostępniła naukowcom, a tym samym nam wszystkim. Tak samo można zresztą zbadać każdy inny enzym. Cytochrom c stanowi szczególnie odpowiedni przykład dlatego po prostu, że został u większości gatunków zwierząt najlepiej tą nową metodą przebadany.

Cytochrom c jest enzymem oddechowym. Jego swoiste działanie polega na pośrednictwie w przekazywaniu do wnętrza komórki tlenu dostarczanego przez krew. Jak wykazuje ilustracja na s. 223, prawie u wszystkich istot żywych składa się on ze stu czterech członów, w niektórych wyjątkowych przypadkach członów jest o kilka więcej. Dwadzieścia aminokwasów, z jakich złożony jest również cytochrom c, przedstawiłem na ilustracji (s. 223) za pomocą dwudziestu różnych symboli graficznych. Nieważne jest, jakie aminokwasy oznaczone są jakimi symbolami. Ważne tylko, że schemat nasz oddaje ujawniony przez uczonych stan faktyczny o tyle, że te same symbole oznaczają zawsze te same aminokwasy znajdujące się we właściwym miejscu cząsteczki.

Gdy się porówna zestawione na ilustracji sekwencje, odpowiadające jedenastu różnym gatunkom, od razu uderza zupełnie niezwykle stwierdzenie: zestawienie wykazuje, że w komórkowym (wewnętrzny) oddychaniu przenoszenie tlenu do wnętrza komórki u wszystkich badanych form życia, od człowieka począwszy, a na drożdżach piekarnianych skończywszy, jest katalizowane przez jeden i ten sam enzym. Stwierdzenie to obowiązuje bez wyjątku – nie tylko w odniesieniu do cytochromu c i nie tylko wobec uwzględnionych na ilustracji gatunków, lecz dotyczy wszystkich innych enzymów, których struktura została już objaśniona, i wszystkich gatunków przebadanych przy użyciu tej techniki.

Gdy się dokładnie przyjrzymy schematowi, zobaczymy, że w żadnej z jedenastu linijek sekwencji nie są w stu procentach zgodne. Ale wobec istnienia ogromnie wielkiej liczby rozmaitych możliwości rozmieszczenia aminokwasów na stu pozycjach widać, że podobieństwa są tak przytłaczające, iż nie mogą być przypadkowe. Ten, kto zajmie się schematem bardziej szczegółowo, dostrzeże zaraz jeszcze jeden rys charakterystyczny: liczba różnic w sekwencji aminokwasów wzrasta stale, od najwyższej do najniższej linijki. Cytochrom c człowieka różni się od cytochromu c rezusa tylko jednym aminokwasem. Pomiędzy człowiekiem a psem liczba różnic wzrasta już do jedenastu i tak dalej od linijki do linijki.

Z tych osobliwości wynika szereg niezwykle znaczących wniosków. Pierwszy polega na stwierdzeniu, że najwidoczniej wszelkie życie na Ziemi wywodzi się z jednego pnia. Jednokomórkowce, ryby, owady, ptaki i ssaki, podobnie jak my sami i wszystkie rośliny, muszą pochodzić od jednej jedynej praformy życia, jednej prakomórki, która była wspólnym przodkiem wszystkich istniejących dzisiaj form życia. Kiedyś, w zamierzczłej przeszłości, gdy życie zaczynało zapuszczać korzenie na tej planecie, musiała więc istnieć taka chwila, w jakiej przyszłość wszystkich dziś nam znanych form życia uzależniona była od szans przetrwania tej jednej, mikroskopijnie małej komórki.



Przedstawiony obok schemat podaje skład cytochromu c u jedenastu różnych gatunków – od człowieka do drożdży piekarnianych. Cytochrom c jest enzymem, a więc białkiem o swoistym działaniu biochemicznym: jest on niezbędny do przenoszenia tlenu przy oddychaniu wewnętrznym każdej komórki. Podobnie jak każde białko, Cytochrom c jest cząsteczką łańcuchową złożoną z

10. ŻYCIE – PRZYPADEK CZY KONIECZNOŚĆ?

Jak wielkie jest prawdopodobieństwo, że dwadzieścia różnych aminokwasów w wyniku czystego przypadku utworzy łańcuch złożony ze stu czterech członów w tej samej dokładnie kolejności jak ta, która występuje w cytochromie c? Odpowiedź brzmi: 1 do 20^{104} . Co przetłumaczone na język potoczny znaczy, że jest to niemożliwe.

Otóż i drugie oblicze przypadku, który przed chwilą potrafił tak usłużnie dać nam dowód pokrewieństwa istniejącego pomiędzy wszystkim, co żyje na Ziemi. Skoro tak wydatnie wykorzystaliśmy go do tego celu, nie wolno nam teraz wykręcać się od pytania, czy taki stopień nieprawdopodobieństwa nie przeczy aby wszystkiemu, co do tej pory usiłowałem udowodnić w tej książce: samoistności przebiegu rozwoju we Wszechświecie oraz całkowicie naturalnemu i nieodzownemu powstaniu życia w toku tego rozwoju.

Dlatego powtarzamy raz jeszcze zupełnie wyraźnie: prawdopodobieństwo powstania cytochromu c przez prosty przypadek wynosi czysto rachunkowo 1 do 20^{104} . Oznacza to, że gdyby w każdej sekundzie, która upłynęła od początku świata, powstawał nowy, dotąd jeszcze nie istniejący enzym, to liczba wszystkich urzeczywistnionych kombinacji wyniosłaby na dzień dzisiejszy dopiero 10^{16} . Nawet wtedy gdyby wszystkie istniejące w całym Wszechświecie atomy znajdowały się w łańcuchach enzymów, a każdy atom byłby inny, niepowtarzalny, we Wszechświecie występowałyby "tylko" 1080 różnych cząsteczek łańcuchowych. Prawdopodobieństwo, aby pośród nich znajdowała się jedna jedyna cząsteczka cytochromu c wynosiłoby nawet w takim układzie tylko 1 do 10^{24} (1 do 1000 kwintylionów). Oczywiście dotyczy to z zasady także powstawania wszystkich innych enzymów oraz równie niezbędnych do życia kwasów nukleinowych.

Wydaje się, że w świetle tak sformułowanego rachunku nieodparcie musi się nasunąć następujący wniosek: albo życie jest stanem tak krańcowo nieprawdopodobnym, że jako skrajny, wyjątkowy przypadek powstać mogło tylko raz jeden w całym Kosmosie, i to właśnie tutaj na Ziemi, jako zjawisko pod każdym względem absolutnie dla tegoż Kosmosu nietypowe. Albo też istnieją jednak jakieś metafizyczne czynniki, które wydobłyby powstanie życia z dziedziny czystej przypadkowości. Oba te wnioski są szeroko rozpowszechnione i w najrozmaitszych wersjach powtarzane aż do znudzenia.

Znanym przykładem jest typowa wypowiedź uczestnika dyskusji, powtarzająca się po każdym wykładzie na temat powstania życia, który w ironicznym tonie zapytuje wykładającego, jak długo na przykład należałoby wstrząsać 1000 trylionów atomów metali, aby przez to "dzięki przypadkowi" powstał Volkswagen. Ulubionym wariantem jest także pytanie, ile czasu potrzebowaloby sto małp, aby przez beładne stukanie na stu maszynach do pisania odtworzyć "przypadkowo" jeden tylko sonet Szekspira.

Tego rodzaju zarzuty walą jak taran. Posługujący się nimi dyskutant może zawsze liczyć na aplauz. Pomimo to nie są to argumenty, które można brać poważnie. Tym, którzy ich używają, miałyby się ochotę zalecić lekturę Sherlocka Holmesa: "Ależ Holmesie – powiada Watson – przecież to jest zupełnie niemożliwe." "Brawo – odpowiada mu Sherlock Holmes – niezwykle słuszna uwaga, musiałem widocznie w jakimś punkcie błędnie przedstawić sprawę."

Sposoby, którymi prezentuje się na ogół obliczenia mające demonstrować nieprawdopodobieństwo powstania życia na Ziemi, bez wyjątku polegają na błędzie myślowym. Musimy się temu przyjrzeć nieco bliżej, gdyż niezależnie od logicznego bezsensu tego dowodzenia sam argument statystyczny jest w tym powiązaniu ogólnie przyjęty w najbardziej miarodajnych kołach. W niedawno opublikowanej książce użył go angielski zoolog W. H. Thorpe w celu – co jest dosyć znamienne – zaprzeczenia możliwości wyjaśniania zjawisk biologicznych prawami natury.¹⁰ Najwybitniejszym zaś przypadkiem niewłaściwej argumentacji w tej sprawie, na jaki natrafiłem w ostatnich czasach, jest rozumowanie francuskiego biologa, laureata nagrody Nobla Jacquesa Monoda.¹¹ Również niemiecki fizyk Pascual Jordan bez żenady używa podobnego w zasadzie "łańcucha dowodów" dla uzasadnienia swego przekonania o tym, że w całym Kosmosie prawdopodobnie życie istnieje tylko na Ziemi.¹²

Na jaskrawię j ten błąd myślowy występuje w "dowodzeniu" Thorpe'a. To właśnie Thorpe między innymi używa porównania ze stukającymi na maszynie małpami, które "przypadkowo" mają wyprodukować sonet Szekspira. Nie widzi on tego, że owo porównanie w decydującym punkcie stawia na głowie cały problem, który przyroda musiała w swoim czasie rozwiązać. Zadaniem przyrody nigdy nie było dokładne odtworzenie w sposób przypadkowy i we wszystkich szczegółach tego, co już istniało – na przykład określonej sekwencji aminokwasów. A przecież tylko przy takim założeniu całe

to obliczenie, posługujące się gigantyczną liczbą 20104, mogłoby mieć jakiś sens.

Tymczasem w przyrodniczej rzeczywistości działa się wręcz przeciwnie. Korzystając raz jeszcze z tak często wałkowanego, a w tym powiązaniu całkowicie niedorzecznego małpiego przykładu: przyroda nigdy nie była skazana na wyczekiwanie momentu, w którym stado małp przypadkowo powtórzy coś, co w jakikolwiek sposób byłoby z góry dane. Raczej pozwoliła ona "małpom" przypadkowych procesów na powierzchni Ziemi dowolnie stukać przez czas zdecydowanie ograniczony (powiedzmy: przez kilka setek milionów lat). Po upływie takiego mniej więcej okresu spośród niezliczonych do tej chwili pozapisywanych stronic jak gdyby z całym spokojem wybrała sobie kilka takich, w których rozdział liter przez czysty przypadek odbiegał od przeciętnej. Tych kilku stron mogła potem użyć do swoich celów, ponieważ rozmieszczenie liter odbiegające od przeciętnej odróżniało je od innych, a zatem umożliwiało selektywne wykorzystanie ich do określonych funkcji.

Przeniesione do rzeczywistości przyrodniczej oznacza to, że w prapoczątkach najskromniejsze nawet zadatki katalitycznego oddziaływania wystarczały do uruchomienia ewolucji. Nie było przecież jeszcze żadnych konkurentów! W takich warunkach, według obecnej naszej wiedzy, wystarczały prototypy enzymu o długości czterdziestu, pięćdziesięciu członów, w których tylko kilka nielicznych aminokwasów musiało znajdować się w ściśle określonych miejscach. Można to udowodnić doświadczalnie. Jakkolwiek małe byłyby uzyskane różnice szybkości przemian chemicznych, zadecydowały one o owym nieznacznym nawet uprzywilejowaniu najszybszej z nich, czego automatycznym skutkiem było pomnożenie tego jednego typu cząsteczek.

Gdy się za punkt wyjścia przyjmie taką jedyną realną sytuację, dochodzi się do zupełnie odmiennych liczb. Teraz nagle wystarcza kilka milionów polipeptydów (łańcuchów aminokwasowych o niewielkiej długości), aby dać szansę powstania jednego protoenzymu, a problem cały w dym się obrócił. Przy tworzeniu się kwasów nukleinowych, które w statystycznych rozgrywkach myślowych tego typu także stanowią ulubiony przykład, przyroda była nawet jeszcze mniej skrupowana. W przypadku enzymu sekwencja członów łańcucha mimo wszystko nie jest tak całkowicie dowolna, ponieważ z kształtu przestrzennego cząsteczki musi wynikać określone chemiczne działanie, nawet jeśli jest bardzo słabe.

Natomiast przy zakodowaniu DNA nie istnieje nawet ten ograniczający warunek. Tutaj przyroda – zgodnie z tym, co dotąd w tej sprawie wiemy – swobodnie mogła rozmaitym zasadom i łańcuchom zasad w pewnych sekwencjach nadawać oportunistycznie każde znaczenie oferowane przez przypadek. W tym miejscu zatem argumentacja statystyczna jest całkowicie bezsensowna.

Aby raz jeszcze wyrazić to w całkiem prostej formie: zupełnie słuszne jest twierdzenie, że cały okres istnienia świata nie wystarczyłby na to, aby cytochrom c (bądź jakikolwiek inny występujący dzisiaj enzym) mógł przez przypadek powstać od nowa w dokładnie takiej samej formie. Ale nigdy, w żadnym momencie, przyroda nie miała tego za zadanie. Wytworzyła natomiast przez przypadkowe procesy bardzo wielką liczbę najrozmaitszych cząsteczek, spośród których kilku użyła potem dla wszczęcia ewolucji biologicznej, tych, które przypadkowo wykazywały (z początku zapewne minimalne) katalityczne oddziaływanie wobec jakiegoś substratu.

Podobnie jednostronnie jak Thorpe argumentuje Jacques Monod, który zakochał się w swoim heroicznym wyobrażeniu, że człowiek, rezultat niepowtarzalnego przypadkowego rozwoju, "jak Cygan zajmuje miejsce na krawędzi Wszechświata": "Obecna struktura przyrody ożywionej nie wyklucza hipotezy, przeciwnie, czyni ją nawet prawdopodobną, że decydujące wydarzenie [pierwsze pojawienie się życia na Ziemi] przytrafiło się tylko jeden jedyny raz. Oznaczałoby to, że prawdopodobieństwo apriorystyczne tego wydarzenia było prawie równe zeru."

Twierdzenie to jest niezaprzeczalnie słuszne. Tylko że nie dowodzi niczego. W pierwszym jego zdaniu bowiem kryje się niedopuszczalne uogólnienie, a drugie zawiera jedynie banał. Gdy przyglądamy się bliżej dowodzeniu Monoda, natrafiamy na ten sam błąd myślowy co u Thorpe'a. Tyle że u Francuza nie jest on tak widoczny.

Niedopuszczalne uogólnienie: Monod powiada, że pojawienie się na Ziemi życia "jako takiego" według wszelkiego prawdopodobieństwa było zdarzeniem jednorazowym. Uogólnienie na tym polega, że autor nie podaje następującego uzupełnienia: "...życie w tej szczególnej formie, w jakiej rozwinęło się na Ziemi". Bez tego dodatku zdanie to, w kontekście, w jakim używa go Monod, zawiera bowiem ciche i całkowicie nie udowodnione (a zatem niedopuszczalne) twierdzenie, jakoby życie mogło na Ziemi zostać urzeczywistnione tylko w znanej nam formie – albo wcale nie. Drugie zdanie zaś jest o tyle beztreściwe, że w ogóle nie istnieje żadne zdarzenie, którego prawdopodobieństwo przed jego nastąpieniem nie byłoby "prawie równe zeru".

Zastosujmy dla uproszczenia zupełnie prymitywny przykład. Weźmy przysłowiową cegłę spadającą przez przypadek z dachu. Uderza ona o bruk i rozpada się na setki dużych, małych i zupełnie drobnych odłamków. Gdy się następnie przyjrzymy, w jakim układzie odłamki te ułożyły się na bruku, musimy dojść do przekonania, że konkretny przypadek tej dachówki był wydarzeniem niepowtarzalnym, jedynym w całym Kosmosie. Jak długo świat będzie istniał, według wszelkiego prawdopodobieństwa nigdy nie dojdzie już do tego, aby ponowny upadek cegły spowodował dokładnie taki sam rozrzut odłamków na bruku. Innymi słowy: prawdopodobieństwo tego zdarzenia, tego, że przebiegnie ono wraz ze wszystkimi konkretnymi skutkami właśnie tak, a nie inaczej, przed jego zajściem było "prawie równe zero".

Wszystko to jest całkowicie słuszne, ale w gruncie rzeczy też całkowicie bez znaczenia. Nabraloby dopiero wtedy pozornego znaczenia, gdybyśmy z tych rozważań milcząco wyciągnęli nieprawidłowy wniosek, że skrajne nieprawdopodobieństwo obserwowanego przez nas przypadku powoduje, że spadanie cegieł w ogóle staje się zdarzeniem prawie niemożliwym. A taki właśnie wniosek wyciąga Monod.

To, co Monod mówi, sprowadza się właściwie do tego, jakoby życie, które postrzegamy wokół nas, najwyraźniej było rezultatem jednorazowego przypadkowego rozwoju. (Kiedyś w prehistorii musiała istnieć taka chwila, w której całe obecne życie zależało od szansy przeżycia jednej jedynej konkretnej prakomórki.) Prawdopodobieństwo, aby życie w tej formie, w jakiej przyjęło się dzisiaj na Ziemi jako rezultat rozmnożenia się i rozwoju potomków tej jednej konkretnej prakomórki, zostało przez czysty przypadek wznowione bądź też powstało w innym miejscu Kosmosu, jest "prawie równe zero". Do tego momentu nic nie można zarzucić takiemu rozumowaniu. Ale Monod twierdzi dalej (aczkolwiek nie wypowiadając się wyraźnie, lecz tylko między wierszami): jeżeli z takiego punktu widzenia życie na Ziemi stanowi przypadek wyjątkowy, oznacza to jednocześnie, że według wszelkiego prawdopodobieństwa nigdzie poza tym w Kosmosie nie występuje. A to jest niesłuszne.

Jest to równie błędne, jak błędny byłby wniosek, że cegły w zasadzie nigdy z dachów spadać nie będą, ponieważ nie jest możliwe, aby przypadek jednej konkretnej cegły mógł się powtórzyć we wszystkich szczegółach. Wniosek taki byłby dopuszczalny tylko wówczas, gdyby Monod potrafił udowodnić, że cegły mogą spadać wyłącznie w ten jeden określony sposób i z takim samym konkretnym skutkiem. A o tym przecież nie może być mowy. Jest to znowu milczące (a więc nie udowodnione) założenie Monoda: rozumuje on tak, jak gdyby życie w jakiegokolwiek formie odbiegającej od tej, którą znamy, było całkowicie nie do pomyślenia, a więc z całą pewnością wykluczone.

Taki sam zarzut musimy postawić konkluzjom Pascuala Jordana w tej dziedzinie. Jordan również reprezentuje pogląd, że życie jest zjawiskiem przyrody, które należy uważać za niezmiernie rzadkie i niezwykle w skali kosmicznej, a może nawet za szczególny przypadek urzeczywistniony tylko na Ziemi. Jego głównym argumentem jest "monofilogenetyczne" pochodzenie wszelkiego życia na Ziemi, fakt wspólnego pochodzenia od jednego jedyne go zawiązku w pradziejach. Jego uzasadnienie: jak nieprawdopodobne, jak skrajnie rzadkie jest zjawisko życia, wyprowadzić można chociażby z tego, że w ciągu miliardów lat na Ziemi udało się przyrodzie najwidoczniej tylko jeden raz stworzyć warunki do powstania życia – w jednym jedynym izolowanym zawiązku.

Zupełnie nie mogę zrozumieć, jak może tak argumentować człowiek, który w tej samej pracy przedstawia pogląd (całkowicie słuszny), że w toku historii życia na pewno kilkakrotnie powtórzyło się wymieranie dużej liczby najrozmaitszych jego form. Ani jednym słowem Jordan nie wspomina o możliwości wystąpienia w ciągu niezliczonych miliardów lat także nowych zaczątków, nowych wciąż prób zakorzenienia się życia na Ziemi. Dlaczego zamyka on oczy na tę możliwość, więcej, na prawdopodobieństwo, aby przed mniej więcej czterema miliardami lat abiotycznie powstawały ciągle nowe kompleksy cząsteczek, które potrafiły w taki czy inny sposób, w krótszym czy dłuższym czasie utrzymać się na zasadzie opisanego przez nas w poprzednim rozdziale zamkniętego obiegu?

Prawdą jest, że wszystkie dzisiejsze istoty żyjące pochodzą z jednego pnia. Omawialiśmy szczegółowo wyraźne ślady tego globalnego pokrewieństwa. Ale jakżeż z tego może wyciągać tak jednostronny wniosek mieszkaniac planety, która przeżyła całkowite wygaśnięcie rodu jaszczurów, wymarcie mamuta, zniknięcie niezliczonych innych gatunków i rodzajów które musiały ustąpić górującym nad nimi i lepiej przystosowanym konkurentom? Czyż nie jest znacznie bardziej prawdopodobne, że wspólny przodek całego dzisiejszego życia ziemskiego był jedynym, który przeżył trwające setki milionów lat bezlitosne współzawodnictwo?

Uniwersalność kodu genetycznego, nie dająca się wytłumaczyć żadną przypadkową zbieżnością aminokwasów w łańcuchach enzymów, i wszystkie inne świadectwa pokrewieństwa genetycznego nie

muszą koniecznie, jak bez żadnej dyskusji zakłada Jordan, stanowić dowodu, że inaczej być nie mogło. O wiele bardziej prawdopodobne jest założenie, że we wczesnej historii Ziemi istniała wielka liczba najrozmaitszych zaczątków, najróżniejszych "projektów" życia, z których w roli zwycięzcy pozostał jeden jedyny (najbardziej efektywny).

Gdyby raz jeszcze wszystko mogło się zacząć od nowa, gdyby jakiś demon cofnął zegar czasu o cztery miliardy lat i powierzchnia Ziemi ponownie stanęła przed zadaniem zapełnienia się życiem, na pewno nie wynikłoby raz jeszcze to samo. Dokładne powtórzenie byłoby istotnie zupełnie nieprawdopodobne. Szansa, aby te same trójki nukleotydowe oznaczały te same aminokwasy, aby z tego wytworzyły się sekwencje znanych nam enzymów, a więc także podobne przebiegi przemiany materii, ponadto aby ewolucja z astronomicznego bogactwa istniejących możliwości powołania do życia istot żywych z komórek, w zmiennych warunkach środowiska, miała doprowadzić dokładnie znowu do znanych nam form ptaków, ryb, owadów i ssaków – taka szansa bez wątplenia byłaby "prawie równa zero".

Z drugiej strony nie ma żadnego obliczenia i żadnej statystyki, które mogłyby obalić pogląd, że Ziemia mimo wszystko ponownie pokryłaby się życiem. Wszystko, co do tej pory rozważyliśmy, tendencja i przebieg dziesięciu miliardów lat historii, jakie były upłynęły do chwili, o której mówimy – wszystko za tym przemawia. Próbowałem wykazać, że poglądy Thorpe'a, Monoda i Jordana oparte są na przesądach, a nie na uzasadnionych tezach. Możemy zatem być zupełnie pewni, że rozwój biegnący od tak dawnych czasów nie urwałby się w tym miejscu, dlatego że przypadek i statystyka nie pozwalają, aby dalszy, przebieg powtórzył się dokładnie tak samo we wszystkich swoich szczegółach.

11. MAŁE ZIELONE NIEWOLNIKI

Ten kto patrzy przez mikroskop na dzisiejszą komórkę, widzi od razu, że ma przed sobą coś więcej aniżeli po prostu woreczek wypełniony białkiem. Przy dostatecznym powiększeniu ów mikroskopijny twór prezentuje się jako wysoce skomplikowany i złożony organizm. Pełny obraz wszystkich jego części składowych odsłonił nam dopiero mikroskop elektronowy. Elementarny kamyk budulcowy przyrody ożywionej dzisiaj, po trzech miliardach lat ewolucji biologicznej, z pewnością nie jest strukturą prostą.

W większości komórek występuje obecnie szereg wysoce wyspecjalizowanych organelli. Tym fachowym terminem biolog określa znajdujące się w ciele komórki twory o charakterystycznym kształcie, wyraźnie rozpoznawalne i odgraniczone. Wiemy obecnie, że z kształtem tym każdorazowo związana jest również charakterystyczna funkcja. Zatem w przypadku części składowych komórki w grę wchodzi struktury analogiczne do narządów (organów) wielokomórkowej istoty żyjącej. Stąd ich nazwa.

Najbardziej wyrazistą i zdecydowanie największą spośród tych struktur jest jądro komórkowe. Można by je nazwać – jest to wprawdzie analogia bardzo swobodna – mózgiem komórki. W nim bowiem kwasy nukleinowe powiązane są w geny, te zaś z kolei w chromosomy, sterujące budową, przemianą materii i wszystkimi innymi funkcjami komórki według dziedzicznie utrwalonego planu. Uczyliśmy się w szkole, że nieprawdopodobna precyzja, z jaką chromosomy – niby w balecie – bezpośrednio przed każdym podziałem komórki rozszczepiają się i formują stojące naprzeciwko siebie w zwierciadlanym odbiciu układy, stanowi warunek, aby każda z nowo powstałych komórek otrzymała swoją "kopię" niezbędnego do życia planu.

Inne ważne organelle nazwane zostały przez biologów mitochondriami, rybosomami, chloroplastami i rzęskami. Poznanie budowy i funkcji tych oraz innych organelli dowiodło, że nawet w tak pozornie prostej komórce występuje daleko idący podział pracy.

Mitochondria określane są przez naukowców mianem "silników" komórkowych. Na powierzchni cienkich grzebieni, z jakich są zbudowane, przebiegają prawdopodobnie przede wszystkim procesy enzymatyczne, z których organizm komórki pobiera energię do swoich różnorodnych funkcji i aktywności. Rybosomy natomiast są w tym małym świecie syntetyzującą fabryką. Produkują one pod ścisłą komendą jądra wszystkie potrzebne komórce białka, a więc enzymy i białka budulcowe. W ostatnich latach udało się wykazać, że rybosomy posiadają uniwersalną zdolność wytwarzania każdego rodzaju białka. Jakikolwiek byłby rodzaj białka, które jądro u nich "zamawia", zawsze przedstawiają one niezwłocznie produkcję na żądany program.

W tym miejscu trzeba pokrótce wyjaśnić, w jaki sposób biolodzy dokonali tej sztuki, aby zbadać we wszystkich szczegółach funkcje tak drobnych części składowych komórki. (Rybosomy na przykład są tak małe, że bywają widoczne w postaci kuleczek tylko na mikrofotografiach elektronowych.) Naukowcy wymyślili w tym celu wyrafinowaną metodę, dzięki której mogą jak gdyby demontować żywą komórkę, nie uszkadzając przy tym jej poszczególnych części. Najpierw niszczą zewnętrzną błonę komórkową. Istnieją na to różne sposoby. Wypróbowaną metodą jest zastosowanie ultradźwięków niszczących powłokę komórki. Ostatnio stosuje się jednak zwykle enzymy rozpuszczające błonę komórkową (na przykład enzym zwany lizozymem). Naturalnie nie bierze się do tego pojedynczej komórki, lecz całe próbki tkanek, zawierające wiele milionów komórek.

Po obróbce ultradźwiękami bądź lizozymem ma się przed sobą tak zwany "układ bezkomórkowy". Nie jest to nic innego jak homogeniczna breja, w której swobodnie pływają wszystkie składniki komórki uwolnione ze swych błon. Gdy się dokładniej bada taki układ bezkomórkowy, można się przekonać, że większość procesów przemiany materii typowych dla badanej tkanki przebiega w niej nadal bez zmiany. Jest to dowód na to, że odpowiedzialne za te procesy organelle są wciąż jeszcze nietknięte i funkcjonują.

Następny etap polega na izolacji tego rodzaju organelli (mitochondriów, chloroplastów, rybosomów itp.), których funkcja ma być badana. Łatwo to powiedzieć. Co zrobić, aby wydobyć owe małe narządy komórkowe z tej mazi powstałej pod działaniem ultradźwięków? Metody chemiczne są oczywiście wykluczone. Powodowałyby one bezsprzecznie uszkodzenie owych delikatnych tworów. Także ręczne "wyłowienie ich" pod mikroskopem, na przykład przy użyciu mikromanipulatora, byłoby nazbyt uciążliwe, aby w tym krótkim czasie, jakim się dysponuje do chwili obumarcia organelli, można

było wyizolować ilości wystarczające do zbadania jego funkcji.

W tej sytuacji biolodzy wpadli na pomysł, aby do oddzielenia od siebie poszczególnych składników wykorzystać różnicę ciężaru pomiędzy różnymi pod względem wielkości organellami. Gdy się umieści bezkomórkowy układ w probówce i przez jakiś czas pozostawi ją w spoczynku, wówczas najpierw osadzają się na dnie największe fragmenty komórki, a więc na przykład strzępy błony i kawałki jądra. Gdy się następnie ostrożnie zleje ciecz znajdującą się nad tym osadem, uzyskuje się już w tej cieczy oddzielenie pozostałych lżejszych składników roztworu od grubszych fragmentów.

Teraz z kolei zwiększa się siłę powodującą osadzenie przez odwirowanie próbki z płynem. Przy niskiej zrazu liczbie obrotów osadzają się następne pod względem ciężaru składniki komórki, na przykład stosunkowo duże chloroplasty. Potem znowu zlewa się roztwór, a resztę odwirowuje ponownie przez dwadzieścia do trzydziestu godzin, zwiększając raz po raz szybkość obrotów. W ten sposób otrzymuje się stopniowo osady składników komórkowych o coraz mniejszym ciężarze.

Gdy się cały ten zabieg wykonuje z dostateczną dokładnością i wprawą, wówczas poszczególne osady, czyli frakcje, zawierają zawsze tylko jeden rodzaj organelli dosyć czysto wyizolowanych. Co prawda, aby tą metodą frakcjonowania komórki można było otrzymać również szczególnie małe rybosomy, trzeba było zbudować specjalne ultrawirówki, które przy 5000 obrotów na sekundę osiągają siły odśrodkowe przekraczające 200 000 razy siłę przyciągania Ziemi. Dopiero wtedy także i drobniutkie kuleczki rybosomów raczą się nagromadzać w postaci osadu na dnie próbki w wirówce.

Gdy się dzięki tej metodzie uzyskało możliwie czystą frakcję rybosomową, można przystąpić do zaplanowanego doświadczenia. W zasadzie postępuje się tak, że dodaje się do tej frakcji inne, w podobny sposób uzyskane, frakcje komórkowe i bada to, co się wtedy dzieje. Jeśli się na przykład do frakcji rybosomowej doda kwasy nukleinowe, w których zakodowane są struktury białek, to złożony teraz z rybosomów i kwasów nukleinowych bezkomórkowy układ zaczyna natychmiast wytwarzać odpowiednie ciała białkowe (oczywiście przy założeniu, że mieszanina zawiera potrzebne do ich budowy aminokwasy). W takich warunkach produkcja ta naturalnie nie jest tak wydajna jak w nienaruszonej komórce, nic dziwnego zresztą, wobec opisanej poprzednio gwałtownej procedury i w stosunkowo tak nienaturalnych warunkach.

Tylko dzięki tej metodzie badania poszczególnych frakcji komórkowych możliwe było w ogóle stwierdzenie, że rybosomy są organellami właściwymi dla syntezy białek. Ponadto tą samą techniką przeprowadzono dowód na "międzynarodowy" charakter kodu genetycznego, o czym mówiliśmy. Można bowiem do frakcji rybosomowej, pochodzącej na przykład z wątroby królika, dodać kwasy nukleinowe (ściślej: DNA) z każdego dowolnie dobranej źródła, a więc ptaka, ryby czy bakterii; rybosomy "rozumieją" zawartą w DNA informację, nie mają żadnych trudności w przetłumaczeniu i w każdym przypadku natychmiast rozpoczynają produkcję białek zgodnych z danym programem. Taki rezultat dowodzi nie tylko uniwersalności kodu genetycznego, lecz zarazem także wymienionej już zdolności rybosomów do podporządkowania się każdemu nieomal programowi kwasu nukleinowego.

W normalnych okolicznościach taka giętkość jest bardzo korzystna. Jeden jedyny "typ maszyny" wystarcza komórce do wytworzenia tych wszystkich tak różnych białek, które są jej potrzebne. Z drugiej strony jednak typowe dla niewiarygodnej zdolności przystosowawczej żywych organizmów i ich tendencji do wykorzystywania wszystkich występujących w otoczeniu możliwości jest to, że w toku ewolucji powstały również takie organizmy, które ciągną zyski właśnie z tej podatności rybosomów na podporządkowanie się programowi. Są nimi poprzednio już wspomniane wirusy. Nie będzie przesadą, jeśli powiemy, że owa wszechmoc rybosomów stanowi podstawę egzystencji tych najdziwniejszych może spośród wszystkich ziemskich istot żyjących.

Wszechstronność rybosomów w powiązaniu z uniwersalnością kodu genetycznego pociąga bowiem za sobą pewną swoistą konsekwencję. Rybosomy nie tylko produkują białka występujące w komórce, z jakiej same pochodzą. Gdy do frakcji rybosomowej człowieka dodaje się DNA jądra komórkowego jeżowca, owe ludzkie rybosomy zaczynają natychmiast wytwarzać białka jeżowca, a wśród nich także takie, które u człowieka w ogóle nie występują. A jeżeli pewnego dnia uda się zsyntetyzować DNA i wyposażyć je w program przeznaczony dla takiego białka, które! w przyrodzie nie występuje, wówczas rybosomy, które zostały połączone ze sztucznym DNA, najprawdopodobniej rozwiążą bez trudu także taki przeciwny naturze problem produkcyjny.

Jeżeli białka są czymś podobnym do słów o głoskach z aminokwasów, to rybosomy można porównać do maszyn do pisania, które pozwalają napisać – przy użyciu zawsze tych samych liter – dowolną w zasadzie liczbę najrozmaitszych słów. Wirusy wykorzystują tę możliwość. Na s. 179–180 spisałem krótko niezwykły życiorys wirusa. Ograniczyłem się tam do stwierdzenia, że wirus potrafi spowodować, aby komórka wytwarzała geny wirusa zamiast cząsteczek potrzebnych jej samej,

pomimo że w końcu od tego ginie. Teraz zrozumiemy lepiej, jak to jest możliwe. Wirusy są to właściwie "związki dziedziczne bez ciała". Składają się wyłącznie z włókna kwasu nukleinowego, zawierającego swoje własne zakodowanie oraz plan budowy powłoki obejmującej to włókno. Jeżeli więc wirus zakaża jakąś komórkę, dzieje się to – jak już także wspominaliśmy – w taki sposób, że przywiera on do ścianki komórki, prześwidrowuje ją, następnie przez powstałą dziurkę jego kwas nukleinowy (a więc "on sam", jeśli się abstrahuje od powłoki) przenika do komórki.

Wstrzyknięty kwas nukleinowy zostaje teraz przez komórkę przeniesiony tam, gdzie się powinien znajdować w przyzwyczajonej funkcjonującej komórce, a więc do jądra komórkowego. Ale skoro tylko wirusowy kwas nukleinowy się tam dostał, wiąże się po prostu z jednym z licznych kwasów nukleinowych komórki, tworzących tutaj program sterowania nią, rezultat zaś jest taki, że cały program komórki gwałtownie ulega zmianie w sposób brzemienisty w skutki.

Wyjaśnienie tego procesu rozwiązało jedną z największych zagadek trapiących wirusologów przez dziesiątki lat. Poza wszystkimi trudnościami wynikającymi z niezwykle małych rozmiarów obiektu (widocznego wyłącznie pod mikroskopem elektronowym) gnębił ich rodzaj "efektu zjawy": skoro tylko wirus zakażył komórkę – znikał bez śladu. Dopiero po upływie około dwudziestu minut, gdy zaatakowana komórka zaczynała już zamierać, badacze natrafiali znowu na wirusy. Ale teraz było ich już kilkadziesiąt, a było to potomstwo intruza, zsyntetyzowane tymczasem przez zakażoną komórkę. Zrazu tajemnicą pozostawało to, co stało się z samym wirusem.

Nic dziwnego, że trudno znaleźć wirusa, który przeniknął do komórki! W tym momencie pozostał z niego tylko "ładunek użytkowy", włókno kwasu nukleinowego. A odkrycie tego włókna w jądrze komórkowym z jego setkami tysięcy cząsteczek kwasu nukleinowego znaczy tyle co odnalezienie krótkiego zdania, które ktoś przyczepił do niepełnego wiersza na jakiejś stronie dwudziestotomowej encyklopedii. Wirus ów, a więc odcinek łańcucha kwasu nukleinowego, do którego się teraz zredukował, stał się w tej chwili częścią zawartego w jądrze komórkowym programu i w takim sensie rzeczywiście "znikł".

Nie trzeba być prawnikiem, aby zrozumieć, że jedno później wtrącone zdanie może w pewnych okolicznościach zmienić sens całego długiego tekstu, a nawet nadać mu znaczenie przeciwne. A to właśnie jest ów chwyt, z którego wirus żyje. Jego kwas nukleinowy (a więc on sam, jako że nie składa się z niczego więcej!) włącza się do "tekstu" programu utworzonego z kwasu nukleinowego komórki w takim miejscu, że nadaje temu programowi zupełnie odmienny sens: teraz komórka nagle poleca swoim rybosomom syntetyzowanie enzymów (w tej sytuacji uniwersalność rybosomów niespodziewanie staje się fatalną!), które z materiału ciała komórkowego tworzą wirusowe kwasy nukleinowe i powłoki.

Odbywa się to wszystko z błyskawiczną szybkością. Już w jakieś dwadzieścia minut później w komórce powstają setki nowych wirusów, wierne odbicia owego intruza, który w opisany sposób "zniknął". Komórka, ślepo posłuszna nowemu, zniekształcającemu sens programowi swego jądra, sama się zrujnowała, zużywając własną substancję do produkowania potomstwa wirusa. Umiera i rozpada się. Dzięki temu uwalniają się nowo powstałe wirusy, które tę swoją niesamowitą zdolność mogą obecnie wykorzystywać w nowych komórkach.

Tę dygresję o dziwacznym sposobie bytowania wirusów wtrąciłem do opisu najważniejszych organelli komórki nie tylko po to, aby stworzyć okazję do zilustrowania funkcji rybosomów. W jednym z dalszych odcinków tej książki będziemy jeszcze potrzebowali tych nowych, dokładniejszych wiadomości o wirusach. Jakkolwiek bowiem fantastyczny jest sposób, w jaki wykorzystują one wszechstronność rybosomów komórkowych i jednolity język kodu genetycznego, cała historia wcale się na tym nie kończy. Od kilku lat mnożą się dowody na to, że egoistyczna taktyka wirusów odgrywa rolę jednej z osobliwości "środowiska", która – właściwie umiejscowiona – może w ostatecznym rezultacie przynieść zyski rozwojowi całości. Nie jest wykluczone, że zarówno my, jak i wszystkie inne wyższe formy życia na Ziemi zawdzięczamy tej bezprzykładnej technice rozmnażania się wirusów ni mniej ni więcej, tylko po prostu fakt naszej egzystencji.

Tymczasem powróćmy jednak raz jeszcze do komórki i jej organelli. Omówiliśmy już jądro komórkowe, mitochondria i rybosomy. Pozostały nam rżęski i chloroplasty. Wprawdzie lista, nawet z nimi, jeszcze nie będzie kompletna, ale dla naszego ciągu myślowego wystarczy, jeśli ograniczymy się do tych najważniejszych typów organelli.

Aby pozostać przy analogii do narządów: rżęski [autor podaje tutaj opis budowy i działania rżęsek, chociaż później (s. 276) będzie relacjonował hipotezę uzyskania przez komórki wici, które wszak nie są z rżęskami identyczne (przyp. red. poi.)] porównać można do kończyn istot wyższych. Służą one do poruszania się tym komórkom, które je mają (nie dotyczy to bowiem oczywiście wszystkich). Ich

rytmiczne i zsynchronizowane ruchy pozwalają owym podobnym do włosów wyrostkom pracować jak wiosła., dzięki którym komórka swobodnie pływająca w wodzie porusza się stosunkowo szybko. Nie wymaga uzasadnienia, że takie urządzenie przynosi nieocenione korzyści (przy poszukiwaniu pokarmu, ale także w ucieczce).

Zaraz zobaczymy, jak z innej strony porównanie rzęsek z kończynami bardzo kuleje, gdy – wybiegając w naszej opowieści naprzód – krótko spojrzymy na to, co się w dalszym toku ewolucji w niektórych przypadkach stało z rzęskami. Jedno z najważniejszych i z pewnością najbardziej rozpowszechnione ich zastosowanie odnajdujemy w tak zwanym nabłonku migawkowym. Wierzchnia warstwa (nabłonek) błon śluzowych nosa i dróg oddechowych, w dół, aż do najdelikatniejszych rozgałęzień oskrzeli, utworzona jest u nas i u wielu innych istot żywych z płaskich komórek, których wolna powierzchnia pokryta jest niezliczonymi krótkimi rzęskami. Na całej długości naszych dróg oddechowych rytm, w jakim owe mikroskopijne włoski poruszają się tam i z powrotem, tak jest zsynchronizowany, że po całej śluzowej błonie oddechowej nieustannie przebiegają fale, zawsze w tym samym kierunku, podobnie jak po kołysanym wiatrem łanie zboża.

Ruch jest przy tym ukierunkowany z dołu ku górze, od wewnątrz ku gardzieli, ustom i nosowi. Przyczyna jest jasna. Tym sposobem nabłonek migawkowy wyrzuca z płuc kurz i inne obce ciała, które wtargnęły wraz z powietrzem oddechowym. To, że nałogowi palacze muszą często kaszleć, między innymi jest związane z tym, że dym szybko uszkadza nabłonek migawkowy, który nie może wtedy pełnić swojej funkcji oczyszczania. Skutkiem bywają często drobne infekcje błony śluzowej, zwiększone wytwarzanie śluzu i podrażnienie powodujące kaszel.

To, że rzęski nabłonka migawkowego obecnie także są identyczne z rzęskami swobodnie pływających jednokomórkowców, jest absolutnie oczywiste. W zasadzie jest przecież obojętne, czy ktoś wprawia w ruch swobodnie pływającą łódź za pomocą wiosła, czy też łódź się przymocowuje, a następnie wytwarza prądy w otaczającej ją wodzie – przez wiosłowanie. Komórki nabłonka migawkowego naszej oddechowej błony śluzowej umieszczone są nieruchomo w wyściółce tkankowej, uderzenia rzęsek nie mogą ich więc ruszyć z miejsca. Za to dzięki swojej aktywności wytwarzają równomierny przepływ w wilgotnej warstwie powlekającej błonę śluzową i w ten sposób wyrzucają obce ciała.

Analogia do kończyn zawodzi jednak całkowicie wobec odmiennych, po części zdumiewająco nowych zastosowań, jakie ewolucja w innych przypadkach znalazła dla rzęsek. Wiele więc przemawia za tym, że światłoczułe komórki wzrokowe siatkówki u zwierząt wyższych są specjalnie rozwiniętymi potomkami rzęsek. Do tej pory jest całkowicie nie wyjaśnione, w jaki sposób w ciągu milionów lat nastąpić mogła taka niespodziewana przemiana funkcji.

Ostatni typ organelli, który musimy tutaj jeszcze omówić, otrzymał nazwę chloroplastów. "Chloros" po grecku oznacza "zielony". A więc w wolnym przekładzie: chloroplasty są to struktury, które potrafią wytwarzać zielony barwnik. Chloroplasty są tak duże (bądź co bądź od pięciu do dziesięciu tysięcznych milimetra średnicy), że można je swobodnie oglądać także przez mikroskop optyczny, a zatem odebrać również wrażenia kolorystyczne (mikroskop elektronowy dostarcza tylko fotograficznych powiększeń czarno-białych). Widzi się je więc jako małe, wyraźnie zielono zabarwione ciała w kształcie soczewki, znajdujące się w plazmie komórki.

Ważne jest przy tym, że nie wszystkie komórki mają chloroplasty. Rozpowszechnienie tego typu organelli sięga bowiem do pewnej ściśle określonej i dobrze nam znanej granicy, przebiegającej przez cały obszar przyrody ożywionej. Chloroplasty zawdzięczają swoją zieloną barwę zawartości chlorofilu, barwnika liści. Zieleń wszystkich liści, traw, igieł i glonów wywołana jest wyłącznie barwą niezliczonych drobnych chloroplastów, znajdujących się w komórkach tych i prawie wszystkich innych roślin. Chloroplasty występują więc tylko w komórkach roślinnych. Właściwie powinno się powiedzieć nawet odwrotnie: występowanie jednego bądź więcej (zwykle jest ich od dziesięciu do dwudziestu) chloroplastów w komórce stanowi o tym, że jest ona komórką roślinną. W chloroplastach bowiem zachodzi ów proces przemiany materii zwany fotosyntezą, który rośliny zielone tak zasadniczo różni od zwierząt.

Tym samym chloroplasty są owymi organellami, z których komórka roślinna pobiera istotną część paliwa napędzającego silniki zwane mitochondriami, Chloroplasty wytwarzają to paliwo, wykorzystując formy energii dostarczanej im dosłownie "bez drutu", bo w postaci fal elektromagnetycznych emitowanych przez Słońce. Innymi słowy: te nadzwyczaj ważne organelle potrafią wchłaniać w siebie wypromieniowywane przez Słońce światło i wykorzystywać je jako źródło siły do budowy materiału organicznego.

Materiał ten budować mogą z wody (pobieranej korzeniami z gleby) i dwutlenku węgla (czerpanego

z atmosfery). Chloroplasty potrafią więc złożyć z tych dwóch prostych nieorganicznych cząsteczek wiele kompleksowo zbudowanych związków organicznych (przede wszystkim skrobię, ale również tłuszcze i białka). Jak ogromne jest ich znaczenie, zrozumiemy natychmiast, gdy sobie uzmysłowimy, że te mikroskopijnie małe zielone organelle są jedynymi na całej Ziemi twórcami, które to potrafią.

Zaopatrzenie w materiał organiczny, na który – jako pokarm i materiał budulcowy – zdane są wszystkie żywe istoty, byłoby w praczasach ustało, gdyby nie istniały chloroplasty, przemieniające energię światła słonecznego w energię wiązania chemicznego ukrytą w cząsteczkach organicznych. Wytwarzaną przez nie na całej Ziemi roczną produkcję substancji organicznych ocenia się na ponad 200 miliardów ton. Posiadanie chloroplastów jest tym, co powoduje, że rośliny są niezbędnym warunkiem całego życia zwierzęcego.

Ludzie i zwierzęta muszą radzić sobie bez chloroplastów (zobaczymy jeszcze, że ma to także i dobre strony). Nie mogą wiać po prostu żyć ze światła słonecznego. W budowaniu swego ciała i w żywieniu się są bowiem zdane na istnienie substancji organicznych, których dostarczyć im mogą wyłącznie rośliny.

A więc jądro, w którym skoncentrowany jest materiał genetyczny, do tego mitochondria i rybosomy, wreszcie – gdy chodzi o rośliny – jeszcze chloroplasty, a w niektórych przypadkach również rzęski – oto w przybliżeniu najważniejsze elementy standardowego wyposażenia "nowoczesnej" komórki. Wszystko razem stanowi już niewątpliwie nadzwyczaj wszechstronną i wyspecjalizowaną organizację (która zresztą jest w rzeczywistości o wiele bardziej złożona aniżeli to, co zostało tutaj pokrótce naszkicowane). Mamy wszelkie powody, aby sądzić, że tak wyposażona komórka musi mieć za sobą długą drogę rozwoju. W takim mniemaniu utwierdza nas także to, że jeszcze dzisiaj istnieje bardzo wiele prościej, w pewnym stopniu "archaicznie" zbudowanych komórek, które pędzą swój żywot bez jądra i bez wyraźnie odgraniczonych organeli.

Do tych prymitywnych komórek zaliczają się bakterie i niektóre glony, tak zwane sinice. Ze swą prostą, prawie nie rozczłonkowaną budową odpowiadają one prawdopodobnie jeszcze dzisiaj w znacznym stopniu formie w naszym wyobrażeniu właściwej pierwszym w ogóle komórkom. Jeżeli więc teraz będziemy dalej rekonstruowali ową historię, która rozpoczęła się od "Big-Bangu" i w późniejszym swoim przebiegu wyłoniła naszą terażniejszość, musimy sobie w tym miejscu zadać pytanie, w jaki sposób mógł dokonać się rozwój od beźjadrowych prakomórek do wyżej rozwiniętych typów komórek z ich odgraniczonym jądrem i wyspecjalizowanymi organelami.

Jest to znowu taki moment, który jeszcze do niedawna otoczony był całkowitą niewiedzą. Do tej pory mogliśmy jakoś szczęśliwie przezwyciężyć wszystkie przeszkody. Naturalnie, że natrafialiśmy na mnóstwo luk. Nic w tym dziwnego. Trzeba przecież ciągle pamiętać, że upłynęło zaledwie sto lat, od kiedy ludziom w ogóle pierwszy raz na myśl przyszło, że musiała istnieć taka historia jak ta, którą usiłuję tutaj zrelacjonować. I tak jest godne podziwu, że potrafimy dzisiaj jednak odtworzyć w istotnych zarysach przebieg tych najobszerniejszych spośród wszystkich dziejów.

Jeżeli powiadam, że szczęśliwie przezwyciężyliśmy wszystkie przeszkody, mam na myśli, że dotąd w żadnym miejscu naszej opowieści nie zabrnęliśmy w ślepy zaułek. Bez względu na wszystkie nie rozstrzygnięte pytania i nie znane jeszcze szczegóły potrafilimy tam, gdzie brakuje nam dotychczas dowodów, znaleźć przynajmniej prawdopodobne drogi wyjścia i przekonujące możliwości dalszego procesu rozwojowego. Nie natrafiliśmy dotąd nigdzie na taki moment, który by w sposób zasadniczy podważał tezę tej książki. twierdzenie, że historia świata przebiegała tak spójnie i logicznie, iż każdy następny krok wywodził się nieuchronnie z poprzedzającego, od obłoków wodorowych prapoczątku zaczynając, a kończąc na powstaniu naszej świadomości, która przejawia obecnie pierwsze oznaki rozumienia rzeczywistego charakteru tej historii.

Miejsce, do którego dotarliśmy obecnie, jeszcze przed paru laty mogło uchodzić za taki ślepy zaułek. Od archaicznej beźjadrowej komórki nie ma bowiem żadnego widocznego przejścia do wyżej rozwiniętego typu z wyspecjalizowanymi organelami. Mogłoby nas to irytować tym bardziej, że jak wspominałem, ów archaiczny typ komórki istnieje obecnie. Bakterie i sinice reprezentują go z niezłomną żywotnością i świeżością. Natomiast wszystkie żyjące istoty wyższe, łącznie z wielokomórkowymi roślinami i nawet łącznie z większością jednokomórkowców (pierwotniaków), składają się z komórek wyposażonych "postępowo", jak to poprzednio opisałem. Gdzie więc są formy przejściowe pomiędzy tymi dwiema konstrukcjami przyrody, które by nam wyjaśniły, jak z prymitywnych form komórkowych wyłoniły się wyżej rozwinięte? Nikt do tej pory ich nie odnalazł.

Dopiero w ostatnich czasach zaczyna świtać możliwość rozwikłania także tej zagadki. Teraz, retrospektywnie, przestajemy się dziwić, że owe formy przejściowe, których brak odczuwaliśmy tak boleśnie, były nie do odnalezienia. Prawdopodobnie bowiem nigdy nie istniały. Według aktualnych

poglądów wydaje się, że następny rodzaj komórki wcale nie rozwinął się z poprzedniego, a pomimo to ewolucja i tutaj przebiegała w sposób ciągły. Wkroczyła tylko na drogę, o której nikt nie pomyślał.

Tym etapem ewolucji, który prowadził od bezjądrowej prakomórki do udoskonalonego typu komórki wyższej będziemy musieli się stosunkowo dokładnie zająć w następnych rozdziałach tej książki. Z pewnością warto to zrobić. Natkniemy się bowiem na nową zasadę historii rozwoju życia na Ziemi, a bez jej poznania dalszy przebieg, który poprzez "odkrycie" ciepłokrwistości w końcu doprowadzi do powstania ludzkiego mózgu, pozostałby niezrozumiały.

Dotyczy to zresztą również rozważań ostatniej części tej książki – o przyszłym przebiegu rozwoju, wybiegającym poza naszą teraźniejszość. Do ich uzasadnienia potrzebne nam będzie również to, co zrozumiemy dopiero przy bliższym spojrzeniu na swoisty sposób, w jaki powstała komórka wyższa.

Teraz, *ex post*, okazuje się, że rozwiązanie problemu zostało sformułowane już przed prawie siedemdziesięciu laty przez rosyjskiego botanika, barona Mereżkowskiego. Co prawda wyłącznie jako przypuszczenie, jako mniej lub bardziej odważna spekulacja myślowa, na której poparcie w początkach naszego stulecia nie było absolutnie żadnych dowodów. Nie można więc mieć za złe, że ówczesny świat naukowy zareagował obojętnością na tę próbę wyjaśnienia ze strony Rosjanina. Także w nauce istnieje nadmiar spekulacji i hipotez. To co się liczy, to jedynie dowody.

Mereżkowski wpadł na pomysł, że zawarte w badanych przez niego komórkach roślinnych chloropla-*sty* może z pochodzenia wcale nie były organellami a więc prawowitymi częściami komórki, w których wnętrzu wykonywały swoją fotosyntetyczną działalność. Wyglądem przypominały mu glony pokrewne wymienionym już przez nas sinicom, a mianowicie pierwotne zielenice. Były to także bezjądrowe prymitywne jednokomórkowce bez organelli, które jednak już dokonały "odkrycia" fotosyntezy.

Te pierwotne zielenice nie mają, jak mówiliśmy organelli, a więc także chloroplastów. A może były one same, w całości, chloroplastami? Skoro Mereżkowski wpadł na tę niezwykle oryginalną myśl, argumentował dalej mniej więcej tak: fotosynteza jest niezwykle złożonym procesem chemicznym. Byłoby więc zgodne z zasadą ekonomii w przyrodzie, gdyby przyjąć założenie, że przyroda tylko raz jeden stworzyła tak trudny do zmontowania mechanizm. Drobnutkie pierwotne zielenice opanowały tę sztuczkę. Czy można uważać za prawdopodobne, że zupełnie inne twory, a mianowicie chloroplasty, całkowicie niezależnie od tego nauczyły się raz jeszcze od nowa tego samego trudnego procesu?

Mereżkowski wyciągnął z tego czym prędzej wniosek, że pierwotne zielenice i chloroplasty są ze sobą identyczne. Rosjanin rozumował dalej, że najwidoczniej szereg innych komórek (które dzięki temu stały się przodkami dzisiejszych roślin) zawładnęło pierwotnymi zielenicami i wcieliło je w siebie, aby móc wykorzystać ich aktywność przysparzającą pokarmu. Chloroplasty nie są zatem niczym innym jak pierwotnymi zielenicami, które w roli niewolników muszą produkować w ciele obcych komórek substancje pokarmowe.

Rosjanin był tak upojony tym pomysłem, że w sposób bardzo nieostrożny próbował swoją teorią wytłumaczyć nawet różnice sposobu bytowania roślin i zwierząt. "Przyczyna żądy krwi u lwa – tak głosił – sprowadza się w końcu do tego, że zwierzę to musi sobie samo upolować swój pokarm. Rośliny tylko dlatego są tak zgodne i bierne, że trzymają w swoich komórkach nieprzebraną liczbę maleńkich zielonych niewolników, którzy za nie spełniają to zadanie."

Koledzy po fachu wysmiali Mereżkowskiego za jego "fantazjowanie". Niewątpliwie rosyjski botanik posunął się zbyt daleko w swoich próbach interpretacji. Ale niedawno pojawiły się pierwsze dowody potwierdzające jego pogląd o pochodzeniu chloroplastów: są one istotnie "małymi zielonymi niewolnikami".

12. KOOPERACJA NA POZIOMIE KOMÓRKOWYM

Jeżeli zechcemy zrozumieć, jak doszło do niewoli chloroplastów, musimy rozejrzeć się nieco szerzej. Przede wszystkim raz jeszcze trzeba sobie uzmysłowić, jaka była sytuacja w środowisku, w którym bezjądrowe prakomórki musiały się utrzymać. Pływały one w oceanach młodej Ziemi. Na suchym lądzie nie byłyby mogły ani powstać, ani przetrwać. Tylko woda stwarzała środowisko, w którym mogły być zachodzić wszystkie reakcje chemiczne i spotkania na poziomie molekularnym, niezbędne do powstania najpierw biopolimerów, a potem pierwszych komórek. Poza tym na stałym lądzie nadfioletowe bombardowanie Słońca było jeszcze tak nielitościwe, że żadna spośród owych złożonych cząsteczek, na jakich zasada się życie, nie byłaby tam dostatecznie trwała.

W owych praooceanach pływały więc najrozmaitsze organiczne cząsteczki i polimery, a wreszcie także powstałe z nich prymitywne komórki, stanowiące pierwsze ziemskie twory, które zaczęły prowadzić egzystencję mniej lub bardziej od otoczenia odgranieczoną. Potrzebne im do tego energię i surowce mogły one pierwotnie pobierać zapewne tylko z zasobów wielkich cząsteczek powstałych abiotycznie w ich otoczeniu. Innymi słowy: pierwsze żywe istoty na Ziemi (zaledwie się pojawiły, zaczęły pożerać materiał, z którego dopiero co same powstały).

Rozpatrywaliśmy już skomplikowaną kolejność zdarzeń, które doprowadziły do powstania tych wielkich cząsteczek i polimerów. Musiały upłynąć setki milionów lat, zanim namnożyły się one w praooceanach do takiego stopnia, by umożliwić połączenie się w pierwsze kompleksy DNA-białko, które poznaliśmy w roli funkcjonalnych szkieletów najwcześniejszych komórek. Niewątpliwie znacznie łatwiej było rozłożyć je ponownie, aby do własnych celów wykorzystać zwolnioną przez to energię wiązań chemicznych. Toteż proces ten przebiegał nieporównywalnie szybciej.

Zatem dalsza mozolna i długotrwała abiotyczna budowa tego rodzaju budulca cząsteczkowego stanęła teraz prawdopodobnie (po raz pierwszy!) wobec "żarłoczności" żywych komórek. Zgodnie z logiką należy więc sądzić, że w owej fazie, krótko po powstaniu pierwszych struktur, stężenie organicznych cząsteczek w praooceanach musiało się znowu gwałtownie zmniejszyć. Mówiąc dobitnie, pierwsze komórki poczęły podcinać gałąź, na którą się dopiero co z takim trudem dostały.

Pokarmu więc z czasem coraz to ubywało. Proces abiotycznego powstawania nowych cząsteczek był zbyt trudny i zbyt powolny, aby móc trwale podobać takiemu nie znanemu do tej pory zapotrzebowaniu. Nad życiem, co się zaledwie ukazało na powierzchni Ziemi, już zawisło niebezpieczeństwo, które zdawało się nieodwracalne. Fakt, że możemy sobie dzisiaj roztrząsać to zagadnienie, świadczy o tym, że jakieś wyjście jednak się wreszcie znalazło. Jakież ono było?

Tego też nie wiemy dokładnie. Najbardziej prawdopodobna odpowiedź, jaką dzisiaj na to pytanie znaleźli uczeni, wiąże się z różnicami, które – jak wolno się nam domyślać – musiały występować pomiędzy prakomórkami. Wprawdzie owe pierwsze komórki miały pochodzenie wspólne w tym sensie, że powstały abiotycznie ("bez rodziców"), ale nie znaczy to, że były jednolite pod względem budowy i funkcji. Co prawda były wszystkie chyba otoczone błoną jako zewnętrzną powłoką. Bez takiego odgraniczenia trudno sobie wyobrazić "samodzielną" przemianę materii (to znaczy mniej lub bardziej niezależną od procesów chemicznych w otoczeniu).

Ale przecież już sam skład chemiczny tych błon dopuszcza znaczne możliwości powstawania wariantów. A od nich z kolei zależy selekcja, jakiej błona dokonuje spośród cząsteczek wymienianych między wnętrzem komórki a otoczeniem. Zróżnicowana budowa błon rozmaitych komórek jest zatem równoznaczna z zasadniczymi różnicami w ich przemianie materii (a tym samym również ich wydolności funkcjonalnych). Prawdopodobnie w tej pierwszej populacji komórek różnice ich wyposażenia w protoenzymy były jeszcze większe.

Właściwie to nawet nie mamy pewności, czy wszystkie one pierwotnie działały według zasady mechanizmu DNA-białko, o którym mówiliśmy. To, że dzisiaj już nie znamy innych komórek, niczego pod tym względem nie dowodzi. Pragnę podkreślić, że nie jest w żadnym razie niemożliwe, przeciwnie, jest nawet dosyć prawdopodobne, iż wówczas, na początku wielkiej gry o przetrwanie zwanej ewolucją, istniały także komórki, które działały według zupełnie odmiennych zasad i dopiero w toku dalszych etapów rozwojowych musiały odpaść jako zwyciężeni konkurencji. Zobaczmy jeszcze, że tego rodzaju selekcja, czyli dobór, pozostała po dzień dzisiejszy ową zasadą porządkowania, która w toku filogenezy doprowadziła do powstawania coraz to nowych, a przede wszystkim coraz wyżej rozwiniętych form życia. Dlaczego więc nie mielibyśmy założyć takiej zasady konkurencji również przy

pierwszym decydującym kroku tej biologicznej historii?

Pośród wielu rozmaicie zbudowanych i rozmaicie funkcjonujących komórek pierwszej epoki życia musiały według wszelkiego prawdopodobieństwa znajdować się również takie, których plazma zawierała cząsteczki porfiryn. Wspominałem już, że owe związki chemiczne szczególnie łatwo powstają w sposób abiotyczny (ponieważ ich części składowe najwidoczniej wykazują z przyczyn zarówno fizycznych, jak i chemicznych duże powinowactwo). Dowodem tego są chociażby doświadczenia Millera i jego naśladowców, a także sensacyjne odkrycie porfiryn w wolnym Wszechświecie (zob. przypis na s. 172).

Jeżeli więc porfiryny z tego powodu stosunkowo często występowały pośród cząsteczek w praoceanach, wolno nam przyjąć, że zostały one użyte przez niektóre z podówczas powstałych komórek jako materiał budulcowy. Działo się to znowu zupełnie przypadkowo i zrazu było bez znaczenia. Nabrało go jednak natychmiast, skoro tylko rozpoczął się pierwszy ogólnoziemski kryzys pokarmowy – wskutek zaburzenia równowagi między abiotyczną dostawą nowych organicznych cząsteczek a zapotrzebowaniem na nie ze strony dopiero co powstałych komórek.

Porfiryny bowiem, znowu całkowicie przypadkowo, wykazują zdolność do absorbowania, "połykania" światła w widzialnym zakresie widma (a więc właśnie w tym zakresie, który prawie w każdych warunkach atmosferycznych dociera bez przeszkód do powierzchni Ziemi). A ponieważ światło, podobnie jak wszystkie fale elektromagnetyczne, nie jest niczym innym jak szczególną formą energii, oznacza to, że cząsteczki porfiryn mogą wchłaniać w siebie energię zawartą w widzialnym promieniowaniu Słońca.

Wobec tego nagle zabłysła nieoczekiwana szansa dla komórek, które przypadkowo zawierały cząsteczki porfiryn. Ich do tej pory całkowicie nie znacząca właściwość (zawartość porfiryn) zamieniła się teraz nagle w wyniku radykalnej zmiany warunków środowiska w decydującą przewagę. (Jest to mechanizm typowy, który do dzisiejszego dnia napędza ewolucję!) W czasie gdy ich bezporfiryne koleżanki były wszystkie zagrożone śmiercią głodową i niewątpliwie tam, gdzie tylko pojawiła się okazja, zaczynały jedna drugą pożerać, owe komórki były jedynymi, które dysponowały dodatkowym źródłem energii. Mówiąc obrazowo, znalazły się nagle w sytuacji tych nielicznych uprzywilejowanych, którzy w czasie klęski głodu otrzymują paczki żywnościowe, przysyłane przez zagraniczną organizację opiekuńczą.

Gdyż – nawet nie zastanawiając się nad tym, w jaki sposób owi szczęśliwi posiadacze porfiryn mogli byli wykorzystać dostarczaną im bezpłatnie przez Słońce energię świetlną – możemy być zupełnie pewni, że z tej sytuacji wyciągnęli dla siebie korzyść. Tak pobierana energia pozwalała im przecież oszczędzać konwencjonalnie pochłaniany pokarm. Jest to zupełnie niewątpliwe, zgodne z zasadą fizycznego prawa zachowania energii. A prawa te dotyczą również organizmów żywych. Gdyby tak nie było, nie byłibyśmy zdani na odżywianie się.

Dla naszego toku myślowego bardzo jest korzystne, że możemy tutaj zastosować to prawo, nikt bowiem do tej pory nie wie dokładnie, jakie to procesy chemiczne pozwoliły spożytkować energię świetlną komórkom zawierającym porfiryny. Pomimo badań trwających przez dziesiątki lat nie został również całkowicie wyjaśniony tak ważny dla życia proces fotosyntezy, który rozwinął się do dnia dzisiejszego z owych prymitywnych zaczątków. Ale z wymienionych już powodów możemy pomimo to być pewni, że w opisanym współzawodnictwie także dla ówczesnych prymitywnych "połykaczy światła" otworzyła się nagle nowa droga żywienia.

Pierwsze komórki, które dysponowały nową techniką, prawdopodobnie nie uniezależniły się dzięki niej od żywienia się materiałem organicznym w takim stopniu, jak to miało nastąpić później u rozwiniętych w pełni roślin. Był to przecież zaledwie pierwszy krok. Ale jakkolwiek mała była korzyść, w opisanym warunkach zapewniła ona decydującą przewagę. Podczas gdy liczba wszystkich innych komórek prawdopodobnie musiała z braku pokarmu coraz bardziej spadać, ten typ komórki zaczął się rozmnażać.

Tym samym coraz częstsze stawały się także przypadki, gdy bezporfiryne komórki pożerały takie, które zawierały porfiryny. Mogło się to dziać w takiej formie, jaką jeszcze obecnie napotykamy pośród jednokomórkowców, a mianowicie przez to, że pochłaniały one zdobycz jako całość przez szparę w swojej błonie, magazynowały ją w swym plazmatycznym cieple, a potem przystępowały do rozpuszczania jej, aby włączyć do własnej przemiany materii potrzebne jako pokarm cząsteczki ofiary. Prawdopodobnie tak właśnie stało się podówczas' niezliczoną ilość razy.

Ale musiała także zająć pewna liczba, może bardzo niewiele, takich przypadków, kiedy proces przebiegał inaczej. Kiedy owe, zapewne znacznie drobniejsze (inaczej nie mogłyby przecież zostać w

opisany sposób pokonane) komórki zawierające porfiryny również bywały połykane i przejmowane przez plazmę komórek większych i kiedy na tym rzecz się kończyła. Z jakichś przyczyn, na skutek jakichś zbiegów okoliczności, komórka zdobyczna w tych wyjątkowych, rzadkich wypadkach (a może w ogóle tylko w jednym wypadku?) nie została rozpuszczona. Może komórce, która ją pożarła, zabrakło akurat enzymu potrzebnego do zniszczenia błony komórki z porfirynej.

Całość znowu była skutkiem przypadkowego zbiegu rozmaitych okoliczności. Milion razy zdobycz była trawiona. Ten jeden raz to nie nastąpiło. I znowu w tym jednym wyjątkowym przypadku brak enzymu polującej na zdobycz komórki stał się niespodziewanie punktem wyjścia do decydującego kroku w ewolucji: drobny upolowany organizm wciągnięty przez większą komórkę do jej plazmy utrzymał się przy życiu. Nadal więc przemieniał światło słoneczne w energię wiązań chemicznych za pomocą swoich cząsteczek porfirynej, tak jak to miał w zwyczaju. Przez to owa niestrawna zdobycz nabrała dla łowcy zupełnie nowej wartości. Ten jeden decydujący raz nie złowił on zwykłego pokarmu, który go tylko przejściowo nasycił, lecz zdobył kapitał, który od tej chwili bieżąco procentował.

Wielu uczonych sądzi obecnie, że mniej więcej w ten sposób powstała pierwsza komórka roślinna. Pierwsza komórka, która była w stanie uchronić ziemskie życie przed bezpośrednio grożącą mu śmiercią głodową, ponieważ dla uzyskania pokarmu dostarczającego energii nie była (w każdym razie nie wyłącznie) zdana na coraz skąpiej występujące cząsteczki organiczne swego otoczenia; sama potrafiła przez wykorzystanie światła słonecznego budować z nieorganicznego materiału te konieczne do życia cząsteczki.

Teraz wytworzył się nowy stan równowagi: zarówno same komórki porfiryneowe jak i "właścicielki niewolników" mogły rozmnażać się bez przeszkód również w środowisku stopniowo coraz uboższym w zwykły pokarm. Stały się one protoplastami pierwotnych zielenic i dzisiejszych roślin. A w miarę jak wzrastała ich liczba, pojawiła się znowu szansa przetrwania dla niektórych innych jeszcze komórek typu "bezporfiryneowego". Dotyczyło to w każdym razie tych, które potrafiły w porę wyspecjalizować się w czysto rozbójniczym bytowaniu i zaanektować "połykaczy światła" jako swój standardowy pokarm.

Wydaje się, że w taki sposób powstałi podówczas pierwsi przodkowie wszystkich obecnych zwierząt (a więc także naszych własnych praojców). Jesteśmy wobec tego dalekimi potomkami komórek, które w owym czasie najpierw zostały przez rozwój skrzywdzone, bo nie dopuszczone do postępu osiąganego przez wcielanie komórek z porfirynej. Ci nasi protoplasci tylko dlatego przetrwali, że jako pokarm zaczęli wykorzystywać żywą substancję organiczną. Zrazu były to wprawdzie przede wszystkim ciała komórek roślinnych połykających światło. Ale prawdopodobnie nie trwało zbyt długo, gdy ów "zwierzęcy" typ komórki, koleją rzeczą zmuszony do prowadzenia egzystencji rozbójniczej, odkrył, że bliźni także stanowią zdalny do użytku pokarm.

Pozostały więc tylko pierwotne zielenice, dalej te komórki, które je w siebie wcieliły jako chloroplasty, oraz komórki bezporfiryneowe, odżywiające się innymi żywymi komórkami. Wszystkie inne komórki i biologiczne struktury owej pierwszej godziny musiały zapewne podówczas zginąć z braku pożywienia. Nie pozostał po nich żaden ślad. Znikły w Hadesie wraz z niezliczonymi zarodkami życia, o których Pascual Jordan twierdzi, że nigdy nie istniały.

Taki tok myślowy może nasuwać nam przypuszczenie, że już wówczas, gdy przed trzema i pół miliardami lat życie dopiero zaczynało się pieścić na Ziemi, zapadła pewna decyzja, której konsekwencje wyciskają zasadnicze piętno na naszym obecnym zachowaniu i dzisiejszym społeczeństwie. Przymus posługiwania się innymi żyjącymi organizmami jako pokarmem mógł bardzo łatwo stać się zarodkiem wszystkich późniejszych form agresywności. Może taki bieg spraw i wypływające z niego skutki pozwolą nam nawet łatwiej zrozumieć, dlaczego pozbawienie pożywienia i skłonność do agresji tak mocno są ze sobą związane. Krag się zamyka, gdy pomyślimy o tym, że ostateczne rozwiązanie problemu wyżywienia świata zostanie znalezione dopiero wtedy, gdy tajemnica fotosyntezy będzie całkowicie wyjaśniona naukowo.

Ludzkość tak się dzisiaj rozrosła, że równowaga pomiędzy dostawą pokarmu organicznego a wzrastającym zapotrzebowaniem zaczyna znowu ulegać zaburzeniom (po raz pierwszy od trzech i pół miliarda lat). Dzisiaj również jedynym wyjściem jest jak najprędzej nauczyć się wykorzystywania energii słonecznej do produkcji żywności. Gdy rozwiążemy zagadkę fotosyntezy, będziemy mogli – z "opóźnieniem" kilku miliardów lat – powtórzyć dzięki środkom techniki ów krok, który najdawniejsze pierwotne zielenice postawiły już przed tylu laty. Będziemy mogli uniezależnić się od zwierzęcego i roślinnego pożywienia i sami wytwarzać żywność organiczną zasadniczo w dowolnych ilościach – z wody, atmosferycznego dwutlenku węgla i niektórych minerałów glebowych. Czy świadczyłoby o nadmiarze optymizmu, gdybyśmy wierzyli, że taka możliwość nie tylko uwolni ludzkość raz na zawsze od wszelkich kłopotów żywnościowych, ale także że związane z tym oswobodzenie od rozbójniczego

sposobu odżywiania się ułatwi jej usunięcie nadmiernej skłonności do agresji, której wzrost napawa nas obecnie tak wielką troską?

Z drugiej strony ogromna, trwająca miliardy lat droga okrężna, która w takim wypadku doprowadziłaby nas w końcu znowu do tego prastarego rozwiązania, na pewno nie była daremna. Niewyobrażalnie długi "czas bezchloroplastowy" wymusił na rozwoju zwierząt, a tym samym i naszym, nieprzebraną liczbę skomplikowanych funkcji i wydolności (z tego punktu widzenia prawie wszystkie zdają się funkcjami zastępczymi i wydolnościami okrężnymi), z których rośliny, żyjące jako "właścicielki niewolników", mogły śmiało zrezygnować. Gdy sobie przypomnimy zdanie barona Mereżkowskiego, musimy stwierdzić, że lew różni się od rośliny nie tylko swoją żądzą krwi, ale w nie mniejszym stopniu swoją ruchliwością, swymi narządami zmysłów, swoją "świadomością", wreszcie zdolnością szybkiego reagowania na zmiany otoczenia, a szybkość tę zapewnia wyłącznie przewodnictwo nerwowe istoty ciepłokrwistej oddychającej tlenem.

Od pewnego czasu istnieją uchwytnie wskazania, że droga rozwojowa, którą na tych ostatnich stronach naszkicowałem, jest czymś więcej niż tylko niestworzoną bajką. Badania ostatnich lat dostarczają wciąż nowych informacji wspierających pogląd, że zdarzenia mogły istotnie tak wówczas przebiegać. Jedną z największych rewelacji jest sposób, w jaki żyjący dzisiaj jeszcze jednokomórkowiec – pantofelek *Paramecium bursaria* – postępuje z glonami *Chlorella* (potomkami owych pierwotnych zielenic).

Paramecium bursaria ma te wszystkie organelle, które z komórki czynią twór nowoczesny i wysoko rozwinięty. Ale nie ma chloroplastów. Aby się odżywiać, jest więc skazane na obecność organicznych cząsteczek jako pokarmu. Nie potrafi sam budować ich z substancji nieorganicznych. Jest zatem zwierzęciem – gdybyśmy chcieli przyjąć za punkt wyjścia dychotomiczny podział przyrody ożywionej na królestwo roślin i królestwo zwierząt.¹ Tymczasem dokładne obserwacje tego jednokomórkowca wykazały, że takie etykiety bardzo wątpliwie miewają podstawy.

To dziwaczne zwierzątko, pantofelek, nauczyło się bowiem wciągania w siebie określonej liczby chlorelli, które pomagają mu w wyżywieniu. Liczba wciąganych glonów (zwykle trzydzieści do czterdziestu) jest najwyraźniej utrwalona dziedzicznie w zależności od typu pantofelka. Pewne ciekawe doświadczenia dowodzą, że w tym przypadku nie o chloroplasty chodzi, lecz wyraźnie nadal o samodzielne zielone glony.

Uczonym udało się pod mikroskopem ostrożnie wydobyć drobne zielone ciała z żyjącego pantofelka. Żaden ze składników dzisiejszej komórki roślinnej nie przeżyłby takiego zabiegu. Tymczasem co się okazuje: *Paramecium bursaria* dalej rozwijało się wspaniale, a wyswobodzone zeń zielone ciała również rosły, żywiły się i rozmnażały. Były to właśnie samodzielne Monera, a mianowicie glony *Chlorella*, a nie żadne samodzielne organelle.

Następne interesujące odkrycie polegało na stwierdzeniu, że pozbawiony swoich glonów pantofelek tylko dopóty się rozwijał i mógł rozmnażać przez podział, dopóki miał w swoim otoczeniu dostatecznie dużo organicznego pożywienia. Gdy eksperymentatorzy przestawali dostarczać mu takiego pokarmu – umierał śmiercią głodową. Pozornie nie ma w tym nic szczególnego. Tymczasem wynik ten natychmiast się zmienia, skoro tylko do roztworu, w którym pływa pantofelek, wprowadza się ów typ chlorelli, w jakim dane *Paramecium bursaria* się wyspecjalizowało. Przy pierwszym kontakcie pantofelek od razu pochłania jeden glon. I nawet jeśli jest najbardziej wyголоdniały, nie trawi go. Przeciwnie, glon doskonale się rozwija, a po krótkim czasie zaczyna się nawet w plazmie pantofelka rozmnażać przez podział.

Najbardziej zdumiewający jest ostatni rezultat doświadczenia. Wygląda nieomal na to, że pantofelek umie liczyć: pochłonięta chlorella w opisywanym doświadczeniu dzieli się bowiem dokładnie dopóty, dopóki nie powstanie liczba "niewolników" charakterystyczna dla danego typu *Paramecium*. Z tą chwilą rozmnażanie ustaje. Musimy więc założyć, że jakieś sterujące rozkazy pantofelka (prawdopodobnie i w tym wypadku przekazywane przez specjalne enzymy) regulują rozmnażanie się pochłoniętych glonów stosownie do jego własnych potrzeb. Nie musimy chyba dodawać, że zasiedlony "przepisową" liczbą chlorelli pantofelek może naturalnie przetrzymać bez trudności okres braków pokarmowych. Dzięki swym foto-syntetycznym zdolnościom jego "niewolnicy" troszczą się w dostatecznym stopniu o wytwarzanie potrzebnych materiałów podstawowych. Ciekawe wreszcie jest, że taki pantofelek, który już wszedł w posiadanie typowej dla siebie liczby glonów, nie tylko pochłania, ale bez żadnych oporów trawi nowe chlorelle, gdy na nie natrafi. Widocznie znajduje on jakoś chemicznie swoich "stałych lokatorów", aby móc ich odróżnić od normalnej zdobyczy.

Dzięki temu przykładowi biologowie uzyskali więc pewien model, który nam dzisiaj jeszcze poglądowo ukazuje, jak przebiegał ten etap ewolucji, który od bezjądrowych prakomórek doprowadził

do komórek wyższych wyposażonych w organelle. Decydującą różnicą pomiędzy tą drogą dalszego rozwoju a drogą, której się tak długo daremnie poszukiwało, jest to, że wyżej zorganizowane komórki nie są – jak można było sądzić – lepiej rozwiniętymi bezpośrednimi potomkami bezjądrowych prakomórek, lecz są rezultatem jak gdyby symbiotycznego połączenia rozmaitych prakomórek o różnym wyspecjalizowaniu funkcji i wydolności.

Retrospektywnie znowu nietrudno zrozumieć, że prościej i łatwiej było przebyć taką drogę niż w ciągu całych pokoleń dążyć do wytwarzania, jednej za drugą, rozmaitych funkcji i wydolności w komórkach tego samego rodzaju. Ta zastosowana przez przyrodę metoda przypomina trochę nowoczesne metody budowy domów z elementów prefabrykowanych. Komórki, które potrafią się w swojej funkcji uzupełniać, łączą się i zaczynają współdziałać. W ten sposób prakomórka mogła nabyć określonych wydolności całkowicie gotowych ("prefabrykowanych"), w postaci wyspecjalizowanej komórki siostrzanej, unikając konieczności przejścia mozolnego (i niepewnego) procesu wykształcania samej wszystkich funkcji (bądź rezygnowania z nich). Zobaczmy jeszcze, że opisana tu historia powstania dotyczy nie tylko chloroplastów, lecz prawdopodobnie również innych organelli komórkowych.

Istnieje jeszcze jedno odkrycie, które pozwala hipotezę, że wszystko właśnie tak przebiegało, uważać dzisiaj prawie za dowiedzioną. W ostatnich latach znaleziono w chloroplastach komórek wyższych (zresztą także już i w mitochondriach) takie DNA, które różnią się od DNA komórki, do jakiej przynależy dana organella. Zdaniem większości naukowców odkrycie to stanowi ostateczny dowód na to, że co najmniej te dwie organelle musiały pierwotnie być samodzielnie żyjącymi komórkami. Tylko wtedy bowiem, jeżeli takie jest ich pochodzenie, a nie są one same jedynie budulcem, można zrozumieć to, że zawierają w sobie własny plan budowy, odmienny od planu obejmującej je komórki.

W tym miejscu trzeba chyba zwrócić uwagę, że twierdzenie, jakoby organelle komórkowe prowadziły "życie niewolnicze", jest nieco przesadzonym dramatyzowaniem sytuacji. Jak bardzo jednostronne byłoby takie stanowisko, wynika pośrednio także z doświadczeń nad *Paramecium bursaria*. Ten jednokomórkowiec dlatego przecież stał się tak radośnie przez biologów przyjętym przypadkiem modelowym, że jego składniki – a więc samo *Paramecium* i zawarte w nim chloroplasty – można utrzymać przy życiu również w stanie rozdzielonym. Już to świadczy o charakterze tych chloroplastów jako pierwotnie samodzielnych glonów. Znalezienie zaś tego dowodu dlatego trwało tak bardzo długo, że możliwość takiego dzielenia jest rzeczą wyjątkową.

We wszystkich innych badanych do tej pory przypadkach – a uczeni przeprowadzali od czasów Merezkowskiego wciąż od nowa takie doświadczenia – po dokonaniu rozdziału ginie w najkrótszym czasie nie tylko komórka, ale także izolowana organella. Mówiliśmy już o tym, że chloroplasty, rybosomy i mitochondria jako odwirowana frakcja komórkowa dają się do celów badawczych utrzymać przy życiu tylko przejściowo.

Żadna organella dzisiejszej komórki nie potrafi już prowadzić prawdziwie samodzielnego życia, żyć się i rozmnażać o własnych siłach. Z tego wolno wnioskować, że organella dawno potrafiła dla siebie wyciągnąć korzyści z nowej sytuacji. Podobnie jak pasożyt, zrezygnowała z podtrzymywania wielu ważnych dla życia funkcji, w związku z czym w zakresie tych funkcji pasożytuje na swoim "gospodarzu". Co prawda nie możemy dzisiaj jeszcze powiedzieć, o jakie funkcje tu konkretnie chodzi. Jednakże to, że zapewne tak jest, wynika logicznie z faktu, że żadna organella nie jest już zdolna do samodzielnego bytowania.

Tymczasem użyte w tym miejscu pojęcie pasożytnictwa jest wyrazem jednostronnego i nieobiektywnego spojrzenia na sytuację i efektem niedopuszczalnej oceny, której ofiarą pada tym razem organella. Przecież organella także służy żywicielowi przez swoją fotosyntetyzującą działalność. Ze związku korzystają więc obaj uczestnicy. Taką formę kooperacji biolog określa mianem symbiozy. Zgodnie więc z poglądem, który w świetle opisanych tutaj najnowszych osiągnięć nauki zaczyna przeważać, komórki "postępowe" są rezultatem symbiotycznego połączenia się różnorodnych wyspecjalizowanych komórek bezjądrowych.

Teraz muszę jeszcze na dowód, że sprawa nie dotyczy wyłącznie chloroplastów, krótko zrelacjonować, co – jak nam się zdaje – wiemy już o powstaniu innych organelli komórkowych. W tym celu możemy znowu nawiązać do konkretnej historycznej sytuacji, jaką hipotetycznie przyjęliśmy dla praocceanów w owej epoce.

Opis tej sytuacji przerwaliśmy w momencie, gdy pierwszy globalny kryzys żywnościowy został przezwyciężony dzięki masowemu pojawieniu się pierwszych typów komórek zawierających chloroplasty. Stwierdziliśmy także, że ich tak szybko osiągnięta przewaga otworzyła nowe możliwości życia innemu typowi komórek, a mianowicie tym komórkom bez chloroplastów, które dotąd jeszcze nie

były zgineły z głodu i w porę przestawiły się na rozbójniczy sposób odżywiania.

Tymczasem tak szczęśliwe pojawienie się nowego pokarmu pociągnęło za sobą również nowe problemy. Pokarm ów nie nadawał się już do tak prostego i biernego polykania w każdej chwili jak nieożywione, abiotycznie powstałe wielkie cząsteczki, które do tej pory stanowiły pożywienie. Wiele roślinnych jednokomórkowców na pewno było już wtedy bardzo żwawych i ruchliwych, na przykład glony wyposażone w biczykowate cienkie wici, bakterie obsadzone rzęskami albo też takie, które skręcone w kształcie korkociągu posuwały się naprzód obrotowym lub wijącym się ruchem.

Znowu zmieniło się środowisko – ważne jest bardzo, abyśmy na ten aspekt zwrócili szczególną uwagę! – tym razem w sensie decydującej zmiany właściwości, cechujących niezbędny do życia pokarm. Stał się on bowiem ruchomy. Aby skutecznie upolować taką zdobycz, trzeba było samemu być ruchliwym. Zmiana środowiska była równoznaczna z nowym wymaganiem, z przymusem rozwinięcia nowej cechy, nabycia nie posiadanej dotąd zdolności – pod groźbą zagłady.

Na cóż się mogła przydać największej komórce jej przewaga, jeżeli zdobycz po prostu od pływała? W owej fazie znowu pomarły niezliczone komórki, ponieważ ich predyspozycje już nie odpowiadały nowo powstałym właściwościom pokarmu, ponieważ nie potrafiły dostosować się do tej zmiany środowiska. Jednakże i tym razem pewnej liczbie komórek – chociaż według wszelkiego prawdopodobieństwa znowu bardzo nieznacznej – udało się w porę przestawić. Uzyskały one pewne narzędzie, które umożliwiło im szybkie poruszanie się, a tym samym skuteczny pościg za umykającą zdobyczą; narzędziem tym były wici.

Te organelle również nie zostały wytworzone stopniowo przez komórki, które dzisiaj je mają, w toku trudnego i powolnego procesu rozwoju, lecz zostały nabyte jako "gotowa jednostka", według zasady symbiotycznego współdziałania. Partnerkami, które w tym wypadku wniosły tę potrzebną wydolność do społeczności, były krętki (Spirochaetae). Tak biologowie nazywają owe drobne bezjądrowe bakterie, zbudowane na podobieństwo korkociągu, posuwające się ruchem obrotowym i wijącym.

Także w tym wypadku obie strony zyskały na tej kooperacji. Głodna komórka, do której powierzchni po raz pierwszy przywarł krętek, nagle została wprowadzona w ruch dostatecznie szybki na to, aby zwiększyć jej szansę przy poszukiwaniu pokarmu. Małe krętki zaś mogły się teraz odżywiać szczątkami komórek, które były zbyt duże na to, aby spirochety mogły same sobie dać z nimi radę. Zresztą dla tego przypadku nabycia wici odnaleziono tymczasem również formy przejściowe wśród obecnie żyjących jednokomórkowców. Ponadto za wiarygodnością tej drogi rozwoju przemawiają odkryte przy zastosowaniu mikroskopu elektronowego zbieżności w ultrastrukturze wici i dzisiaj jeszcze wolno żyjących krętków.

Wreszcie ostatni przykład tej zasady kooperatywnego łączenia się na poziomie komórkowym. Dotyczy on mitochondriów i jest może pod pewnymi względami (w każdym razie z naszego ludzkiego punktu widzenia) najważniejszy. Przypominamy: mitochondria są to organelle, które nazywa się także "silnikami komórki", ponieważ zachodzą w nich procesy oddychania dostarczające energii. Przecież oddychanie oznacza "spalanie", bądź, mówiąc ściślej językiem chemii: rozkład – za pomocą tlenu – cząsteczek większych (przede wszystkim cukru gronowego) na mniejsze (mianowicie wodę i CO₂) przy jednoczesnym uzyskaniu uwalniającej się energii wiązań.

Ale cóż miały teraz robić mitochondria (potrafią one – jak widzimy – uwolnić energię przy użyciu tlenu) w praatmosferze, w której – jak to szeroko omawialiśmy – w ogóle nie było wolnego tlenu? Gdzie nawet nie powinno było być wcale wolnego tlenu, gdyż jego utleniająca siła nie byłaby dopuściła do powstania tych wszystkich wielkich cząsteczek i biopolimerów, które pozwoliły osiągnąć ten etap, do jakiego doszliśmy obecnie?

Gdy zadamy sobie takie pytanie, rozumiemy od razu, że również mitochondria musiały być znowu jakąś odpowiedzią na zmianę warunków środowiska; przystosowawczą reakcją dopiero co powstałego życia na nowe wyzwanie; kryzysem, który domagał się właściwej odpowiedzi, ponieważ alternatywą byłaby nieuchronna zagłada. Wszystko, czego wolno nam się dzisiaj z różnych uzasadnionych przyczyn domyślać w kwestii powstania mitochondriów, przemawia za słuszością tej hipotezy. Wygląda na to, jakoby mitochondria stanowiły odpowiedź na śmiertelne, zagrażające wszelkiemu życiu niebezpieczeństwo ze strony innego typu organelli, o jakim właśnie mówiliśmy – ze strony chloroplastów.

Dla lepszego rozumienia trzeba w tym miejscu znowu wtrącić małą dygresję. Musimy się bowiem przynajmniej krótko zająć zagadnieniem, skąd właściwie czerpały swoją energię życiową komórki w beztlenowej jeszcze praatmosferze. Odpowiedź jest stosunkowo prosta, istnieją bowiem do dziś potomkowie owych pierwotnych żyjących beztlenowe (anaerobowych) komórek. Możemy więc

szczegółowo badać ich przemianę materii. Wynik: beztlenowce zdobywają energię napadową nie przez oddychanie tlenowe, lecz (abstrahując od wyjątków) przez proces rozkładu określany jako "fermentacja".

Cząsteczką typową, o stosunkowo dużej energii wiązań, a jednocześnie łatwo rozkładającą się, jest cukier gronowy – glukoza. Toteż glukoza jest jednym z najważniejszych i najbardziej rozpowszechnionych środków spożywczych. Do rozkładu glukozy komórka niekoniecznie potrzebuje tlenu. Nawet dzisiejsze tlenowce załatwiają wciąż jeszcze pierwszy etap rozkładu glukozy beztlenowe, a dopiero potem przechodzą do spalania tlenowego.

Wszystkie żyjące komórki bowiem rozkładają glukozą (podobnie jak inne służące za pokarm cząsteczki) "na raty", w wielu kolejno po sobie następujących etapach. W pierwszej chwili wydaje się to niepotrzebnym utrudnieniem. Ale trzeba sobie uzmysłowić, że gwałtowny, następujący jednorazowo rozkład cząsteczki glukozy na jego produkty, wodę i dwutlenek węgla, wyzwoliłby tak znaczną ilość ciepła, że żadna żywa komórka nie zniósłaby tego. Dlatego komórki się nie śpieszą. Każda z naszych komórek rozkłada "pokarm energetyczny", glukozę, w ciągu nie mniej niż dwóch tuzinów kolejno po sobie następujących stadiów. Każdy z nich wyzwala się, w wiadomy nam już sposób, przez własny enzym. Umożliwia to komórce kontrolę nad tempem rozkładu, a tym samym nad uwalnianiem energii chemicznej rozkładanej cząsteczki, ponadto nie dopuszcza, aby rozkład glukozy biegł jak reakcja łańcuchowa.

Mniej więcej dziesięć pierwszych etapów cząstkowych przebiega anaerobowo, beztlenowe, również w komórce organizmu oddychającego tlenem. W tym procesie glukoza jest jednak rozkładana tylko do stanu produktu przejściowego, tak zwanego kwasu pirogronowego. Bez tlenu rozkład w tym miejscu ustaje. Dalszy rozkład, a tym samym uwolnienie energii chemicznej wciąż jeszcze zawartej w kwasie pirogronowym, możliwy jest tylko przy udziale tlenu. Ta pierwsza, beztlenowa faza oddychania jest identyczna z procesem, który biochemik nazywa fermentacją.

Jest to, gdy się zastanowimy, niezwykle pouczające stwierdzenie. Uzupełnia je odkrycie, że ten pierwszy etap rozkładu cukru gronowego nie odbywa się w mitochondriach, lecz w bezorganellowych ("archaicznych") obszarach plazmy komórkowej. Wreszcie ów częściowy rozkład, przebiegający według zasady fermentacji anaerobowej, jest identyczny z procesem przemiany materii, z którego większość żyjących jeszcze dzisiaj beztlenowców czerpie swą energię napędową. Tyle tylko potrafią. Doprowadzają wyłącznie do wytworzenia kwasu pirogronowego (bądź substancji pokrewnych). Dalej nie umieją już wykorzystać cukru gronowego jako pokarmu. Jest to bowiem niemożliwe bez tlenu.

Wszystkie te odkrycia pozwalają wysnuć wniosek, że proces przemiany materii zwany fermentacją jest najstarszą, pierwotną formą rozkładu glukozy. On to pomógł odżywiać się prakomórkom dostosowanym do beztlenowej atmosfery. To, że wskutek takiego niepełnego rozkładu wykorzystanie pożywienia było bardzo niedoskonałe, nie odgrywało żadnej roli, dopóki istniały dostateczne ilości pokarmów, a funkcje komórek nie zużywały zbyt wiele energii.

Tymczasem warunki ponownie się zmieniły. "Świat, który sam jest skończony i ciągle się zmienia, nie może wszak mieścić w sobie ani nieskończoności, ani trwałości" (zob. s. 78). Jeżeli w sferze kosmicznej, gdzie działają "tylko" siły fizyczne, nie istnieje żadna równowaga, jakżeż moglibyśmy założyć utrzymanie się jej na powierzchni ziemskiej w owych warunkach, które stały się tak niezwykle skomplikowane?

To, że porządek tym razem wyrwał się z zawiasów, przypisać trzeba działalności chloroplastów. Opisałem już, jak pojawienie się ich uratowało komórki prapoczątków od zagłady wskutek braku pokarmu; wspomniałem także, że spełniają one po dziś dzień tę niezbędną funkcję bieżącej dostawy pożywienia. Jak każda rzecz, również działalność chloroplastów ma dwa oblicza. Fotosynteza nie tylko stała się sposobem czerpania i magazynowania energii, lecz jednocześnie – jak każdy inny proces przemiany materii – wytwarzała produkty rozkładu.

Zrazu nie stanowiło to żadnego problemu. Pierwsze, wstępne szczeble przemiany energii promienistej w chemiczną, znacznie prymitywniejsze i oczywiście mniej wydajne aniżeli w pełni rozwinięta fotosynteza epok późniejszych, jeszcze nie wytwarzały produktów rozkładu, które powodowałyby zmiany w otoczeniu. Ale w ciągu dalszych milionów lat stopniowo pojawiały się nowe wciąż i coraz efektywniej pracujące typy chloroplastów. Na ostatnim szczeblu postępu, który został wreszcie osiągnięty zapewne dopiero po bardzo długim okresie rozwoju, niezbędny do procesu fotosyntezy wodór wytwarzały same chloroplasty przez rozkład cząsteczek wody (H_2O).

Osiągnięta tym samym nowoczesna forma fotosyntezy zdaje się optymalnie wykorzystywać ten sposób zdobywania energii. O ile nam wiadomo, nie mógł on już do dnia dzisiejszego być jakoś

zasadniczo udoskonalony. O jego efektywności mówi ponadto sukces, który na tym ostatnim etapie osiągnęły komórki, a który odczytujemy z bardzo starych skamieniałości. Wynalazek fotosyntezy w jej ostatecznej postaci doprowadził do gwałtownego rozmnożenia się pierwotnych zielenic, a o rozmiarach tego rozrostu świadczą dzisiaj imponujące osady powstałe z ich szczątków. Jednakże swoisty proces, który stał się przyczyną tego sukcesu, wydzielał tlen jako produkt rozkładu. Pierwotne zielenice i utworzone z nich chloroplasty rozkładały, jak mówiłem, wodę na jej części składowe. Wodoru potrzebowały do fotosyntezy. Tlen pozostał. Chloroplasty nie miały dlań zastosowania.

Zatem pojawienie się w pełni dojrzałych chloroplastów oznaczało początek końca atmosfery pierwotnej. Skoro w takiej masie, do jakiej rozmnożyły się w związku z odniesionym sukcesem, produkowały one wolny tlen, to ów nie znany dotąd gaz musiał się odtąd nagromadzać w atmosferze. Od tego momentu zawartość tlenu w atmosferze ziemskiej musiała wzrastać stale i niepowstrzymanie. Skutkiem było zagrożenie na skalę światową wszystkich dotąd powstałych form życia. Nie było ani jednego organizmu przygotowanego na pojawienie się tlenu, który występował przedtem w znikomych ilościach. Sprawa była tym drażliwsza, że tlen dzięki swej znacznej aktywności chemicznej groził zaatakowaniem w najkrótszym czasie wszelkiej substancji organicznej. Dotyczyło to oczywiście wszystkich organizmów, które nie mogły się bronić specjalnymi środkami ochronnymi, jak na przykład enzymami inhibitującymi, przed siłą utleniania tego nowego składnika atmosfery. Innymi słowy, tlen, gdy po raz pierwszy zjawił się na Ziemi, był gazem stanowiącym śmiertelne niebezpieczeństwo dla wszelkiego ziemskiego życia.

13. PRZYSTOSOWANIE PRZEZ PRZYPADEK?

Po wielokrotnie powtarzających się kryzysach pokarmowych doszło teraz do największej spośród wszystkich katastrof. Jakkolwiek wiedza nasza o tej tak bardzo dawnej epoce nie jest kompletna, wszyscy naukowcy są zgodni co do tego, że w tamtym czasie, w wyniku klęski, która nawiedziła cały ówczesny świat, prawie wszystkie powstałe już formy życia musiały ulec zagładzie. Pomarły one wskutek zatrucia tlenem. Przeżyły tylko bardzo nieliczne, ratując dla następnej kolejnej epoki cenne doświadczenia, zdobyte do tej pory przez życie. Wydawało się, jakoby jakiś zły duch zasnuł naszą planetę trującym obłokiem.

Tym razem przyczyna także nie przyszła z zewnątrz. Podobnie jak w przypadku wszystkich poprzednich kryzysów, wywołała ją samo życie. Ziemia nie jest "sceną". Środowisko nie jest tylko biernym tłem, na którym "rozgrywa się" życie. Jego pojawienie się z gruntu przemieniło Ziemię. A zmiany te z kolei zwrótnie oddziaływały na życie i wpływały na przyjęty przez nie kierunek rozwoju.

Przypomnijmy sobie w tym miejscu, że dialog pomiędzy życiem a środowiskiem ziemskim rozpoczął się od tego, że środowisko zrodziło życie. Zatem owo – w wyobrażeniu tak wielu ludzi bierne – środowisko było partnerem aktywnym, sprawczym, który w ogóle cały dialog zainicjował. Beztlenowa atmosfera dzięki działaniu promieniowania nadfioletowego i innym rodzajom energii spowodowała powstanie coraz bardziej złożonych cząsteczek, a wreszcie biopolimerów – w początkowo jeszcze jałowych wodach praoceanów. Skoro tylko utworzyły się z nich pierwsze żyjące komórki, stężenie biopolimerów zmniejszało się nieustannie. Stanowiły one bowiem obecnie pokarm, były zatem zużywane szybciej, aniżeli mogły od nowa powstawać.

Skutkiem tego wpływu, który życie bezpośrednio od chwili pojawienia się wywierało na środowisko, był wspomniany pierwszy kryzys pokarmowy. Został on opanowany dzięki temu, że ubogie w pokarm środowisko spowodowało ujawnienie się i szybkie rozmnożenie nowego typu komórek. Były nimi "połykacze światła", komórki zawierające porfiryny, które potrafiły utrzymać się również w tym uboższym w pokarm organiczny otoczeniu dzięki temu, że z pomocą światła słonecznego same budowały niezbędne związki organiczne. W środowisku wzbogaconym teraz o komórki tego typu przetrwać mogło jednak również kilka rodzajów komórek, nadal zależnych od pokarmu organicznego. W tym celu musiały się tylko przestawić na żywienie innymi żyjącymi komórkami.

Zdawało się więc, że w końcu została osiągnięta pewna równowaga.² Ale było to tylko mylące złudzenie. Owe komórki bowiem, uprawiające fotosyntezę i stanowiące drogę wyjścia z pierwszego kryzysu, właśnie przez swą nową aktywność przygotowywały następną groźną zmianę środowiska: powodowały zmiany w atmosferze ziemskiej, która do tego momentu wydawała się tak stabilna i zaufania godna. Pierwszy raz od czasu istnienia Ziemi w jej powietrznej powłoce zaczęło gromadzić się coraz więcej tlenu.

Teraz już wystarczą nam hasła wywoławcze, aby opisać, jak niebezpieczeństwo zostało tym razem przewyżczone. Wzorzec, według którego życie zareagowało na ponowne i znowu pozornie beznadziejne zagrożenie, w głównych swych zarysach prawie nie różni się od historii poprzednich przypadków. Znowu pojawia się nowy typ komórki. Teraz są to bakterie, które dzięki pewnym nieznany do tej pory enzymom są chronione przed nowym składnikiem atmosfery, przed tlenem.

I znowu na tym się nie kończy. Podobnie jak w tamtych przypadkach, życie i tym razem nie zadowala się bynajmniej samym odparciem niebezpieczeństwa. Zmiana środowiska zdaje się stanowić zawsze nie tylko niebezpieczeństwo, lecz jak gdyby wyzwanie, pobudzające fantazję rozwoju. Nowe bakterie, niewrażliwe na tlen, rozmnażające się szybko kosztem mniej szczęśliwych, "staroświeckich" komórek, odkrywają prędzej czy później możliwość wykorzystania dla siebie większej aktywności chemicznej tlenu – a przecież pierwotnym i najpilniejszym zadaniem była tylko obrona przed nią.

Sztuki tej z pewnością dokonało znowu bardzo niewiele spośród astronomicznie wielkiej liczby bakterii, może tylko tuzin, a może nawet jedna jedyna. Jedna jedyna bakteria wystarczałaby w tej sytuacji. Jej nowa zdolność wykorzystywania tlenu jako dostawcy energii potrzebnej do przemiany materii musiała nadać jej tak fantastycznie wielką przewagę nad wszystkimi konkurentami, że jej potomstwo, które talent ten odziedziczyło, miało nieporównywalnie większe szansę przeżycia. A oznacza to, że nowy, bardziej rozwinięty typ komórki, pierwszy tlenowiec w historii Ziemi, opanował

widownię dziejów w ciągu niewielu tysięcy wieków.

Przewaga tej pierwszej oddychającej bakterii polegała w końcu także tylko na jej zdolności otwarcia sobie pewnego źródła energii, które do tej pory wydawało się nieosiągalne. W przypadku komórek zawierających porfiry w grę wchodziło odkrycie, że można "naciągnąć" Słońce jako dostarczyciela energii. W porównaniu z tym odkrycie pierwszych oddychających bakterii wydaje się nader skromne. Sprowadza się ono do "poznania", że kwas pirogronowy, odpadowy produkt końcowy komórek żyjących z fermentacji, zawiera nie wykorzystane jeszcze ilości energii. Mogą one służyć wyłącznie temu, kto nauczył się obchodzić z tlenem.

"Oddychanie" oznacza po prostu dalsze rozkładanie tego i innych produktów końcowych rozkładu fermentacyjnego przy udziale tlenu, przy czym jest to tym razem rozkład ostateczny i zupełny, aż do nie dających się już zużytkować kamyków budulcowych, CO₂ i wody. Kto potrafi oddychać, ten opanował ów proces zdobywania energii, o całe niebo przewyższający proces fermentacji (ponieważ właściwie dopiero oddychanie zamyka niepełny proces rozkładu, jakim jest fermentacja). Czyż można się więc dziwić, że od tej pory tlenowce brały górę w wyścigu? Kto pozna te rozwiązania, ten zrozumie, dlaczego (abstrahując od zanikających wyjątków, a mianowicie istniejących dzisiaj jeszcze beztlenowych gatunków bakterii) wszystkie obecne żyjące zwierzęta, czy to ameby, czy słonie, komary czy muchy – oddychają.

Zdumiewać może tylko, jak się to stało, że wszystkie formy życia potrafiły przyswoić sobie tę skomplikowaną chemiczną formę wytwarzania energii przez oddychanie tlenowe. Ale znowu odpowiedź brzmi, że oczywiście wystarczało "odkryć" oddychanie tylko kilka razy, może tylko jeden jedyny raz. Komórka, której się to udało, a także jej przez nieustanne podziały komórkowe powstałe potomstwo przekazały i tę zdolność w taki sposób, że dały się symbiotycznie pochłoniąć większym komórkom.

Także i w tym przypadku skorzystał na tym żywiciel. Miał bowiem udział w energii uwolnionej przez oddychającą bakterię. Ale i bakteria wyciągnęła korzyść – otrzymała ochronę, której udzielała jej większa komórka żywicielska. Jest to – zgodnie z tym, co nam do tej pory wiadomo – historia powstania mitochondriów, owych organelli, w których do dnia dzisiejszego przebiega wewnątrz komórki proces oddychania.

Mitochondria są więc silnikami komórki, ponieważ wciąż jeszcze tylko w nich może zachodzić całkowity rozkład cząsteczek pokarmowych przy udziale tlenu. Ciało komórkowe, plazma, także w dzisiejszej komórce potrafi zaledwie sfermentować pokarm, rozłożyć go niecałkowicie, tylko do wymienionych już produktów pośrednich. Całe nasze wdychanie na nic by się nam nie zdało, gdyby w każdej z niezliczonych komórek, z których się składamy, nie znajdowały się setki małych mitochondriów, które jedyne potrafią coś począć z tlenem wchłanianym przez nasze płuca.

Wszystko to jest zrozumiałe, dostępne naszemu rozumowi, pomimo że w szczegółach luki naszej wiedzy mogą być nawet bardzo wielkie. Zasada powstawania komórki wyższej, z jej organellami wyspecjalizowanymi w ściśle określonych wydelfnościach, przez połączenie się bezjądrowych prakomórek różnorodnie wyspecjalizowanych, jest zgodna ze znanymi nam prawami natury – podobnie jak każdy spośród wielu etapów rozwojowych, które następowały jeden po drugim od czasu prą wybuchu. Ilustracja 16 ukazuje wyraźnie, jak tendencja ta mogła doprowadzić do powstania przodków dzisiejszych roślin, zwierząt i pozostałych form życia.

Brak nam dotąd bezpośredniego wyjaśnienia tego, że DNA, nosiciel planu budowy komórki, skupiło się w odrębną, własną organellę i odgraniczyło w obrębie plazmy komórkowej w postaci jądra. Faktem jest bezsprzecznie, że wszystko to przebiegało zgodnie. Ponieważ jest to reguła bez wyjątków i ponieważ jądro komórkowe jest szczegółem bardzo wyraźnym, łatwo rozpoznawalnym pod mikroskopem, bez potrzeby specjalnego barwienia czy innych zabiegów, biologowie używają go jako znaku rozpoznawczego różnicującego oba rodzaje komórek. Mówią więc o komórkach bezjądrowych, gdy na myśli mają prymitywne komórki bez organelli; komórki wyższe, wyposażone w rozmaite organelle, nazywają zaś komórkami jądroowymi.

Dotąd jeszcze nie udzieliliśmy sobie odpowiedzi na pytanie dotyczące innej kwestii, którą w naszych wyjaśnieniach przywoływaliśmy niejednokrotnie ostatnio bez wnikania w jej swoistą problematykę. Przy rekonstrukcji dziejów powstawania pierwszych oddychających komórek (a także innych organelli z wyspecjalizowanymi funkcjami) zadowoliliśmy się bowiem ogólnym sformułowaniem, że wystarczało, jeżeli spośród niezliczonych jednokomórkowców kilka nielicznych, może tylko jeden jedyny, wykazywało nową zdolność, nagle tak gwałtownie potrzebną.

Wszystko to jest z pewnością poprawne w tym sensie, że cały dalszy przebieg był już tylko

skutkiem rozmnażania się tej jednej komórki, która dzięki nowej wydolności zyskiwała odpowiednią przewagę. Tymczasem sporną sprawą jest naturalnie pytanie, w jaki właściwie sposób komórka taka osiągnęła tę zdumiewającą i tak nadzwyczajnie celowo dostosowaną wydolność.

Jest to znowu jeden z tych problemów, na który tak skwapliwie powołują się wszyscy ci, co z jakichkolwiek powodów upierają się, że opowiedziana tu w grubszym zarysie historia jest w pewnym sensie jak gdyby "nie z tego świata", pomimo że – czemu oni przecież nie zaprzeczają – przebiegała na powierzchni naszej Ziemi. Nawet jeśli wydarzyło się to tylko jeden jedyny raz (a byłoby to wszak wystarczające), to wyjaśnienia wymaga, jak się to stało, że jakaś komórka nagle potrafiła oddychać, i to właśnie w takiej chwili, w której zdolność ta stała się tak gwałtownie potrzebna do dalszego rozwoju życia. Nawet jeżeli była to tylko jedna jedyna komórka, stajemy tutaj w obliczu podstawowego problemu, decydującego o wszelkiej biologicznej ewolucji: w jaki sposób taka komórka mogła być dostosowana do jakiejś cechy środowiska, o której nic jeszcze "wiedzieć" nie mogła, wtedy gdy powstała przez podział komórki macierzystej?

Żadna komórka nie może "nauczyć się" – w ścisłym tego słowa znaczeniu – nowej funkcji biologicznej. Nie jest możliwe, aby komórka w chwili powstania jeszcze nie opanowała funkcji takiej jak oddychanie czy fotosynteza, i nabyła jej dopiero w ciągu dalszego życia. Takie funkcje bowiem wymagają określonych cielesnych "urządzeń". W naszym przykładzie, to jest w oddychaniu, są nimi specjalne enzymy. I to nowe enzymy, wyzwalające procesy biochemiczne, które stanowią podstawę oddychania, które, mówiąc inaczej, umożliwiają komórce celowe obchodzenie się z tlenem.

Takie urządzenia, czyli enzymy, albo się ma, albo się ich nie ma. Są one częścią składową odziedziczonego planu budowy i są zakodowane w jądrze komórki przez DNA (albo też nie). Nikt nie może ich się "nauczyć". Oznacza to więc – jeżeli nasze dotychczasowe rozumowanie było poprawne – że przed mniej więcej trzema miliardami lat musiała istnieć co najmniej jedna komórka, która z góry, od chwili swego powstania, czysto przypadkowo rozporządzała wszystkimi enzymami potrzebnymi do obchodzenia się z tlenem – dokładnie wtedy, kiedy tlen wystąpił w atmosferze ziemskiej.

Tak więc znowu pojawia się tutaj przypadek, który już w dotychczasowym przebiegu historii tak często i pod tak rozmaitym przebraniem ważną odgrywał rolę. Natrafiamy nań teraz w jego najczystszej, najbardziej bezlitosnej i prowokującej postaci. W tym wypadku bowiem nie chodzi już o zagadnienie samego prawdopodobieństwa jakiegoś zdarzenia przed jego nastąpieniem. Dowiedzieliśmy się przecież przy innej okazji, że gdy obszar możliwości dalszego rozwoju jest dostatecznie albo dowolnie wielki, przypadek ma stosunkowo małe znaczenie.

Prawdopodobieństwo spadnięcia dachówki na bruk w pewien ściśle określony sposób może być nawet bardzo nikle; mimo to nawet najbardziej sofistyczny rachunek prawdopodobieństwa nie podważa ani faktu upadku dachówki, ani dalszego ciągu historii, ponieważ jest zupełnie obojętne, w jaki szczególny sposób i z jakim indywidualnym skutkiem dachówka na bruk spadła. Krańcowemu nieprawdopodobieństwu tego szczególnego przypadku odpowiadają liczne inne możliwości realizacji tego zdarzenia. W jakiś tam sposób więc dachówka na pewno spadnie. Ta też logika rządziła powstaniem enzymów i innych białek, pomimo niezaprzeczalnego faktu, że owe specjalne zakodowania i sekwencje aminokwasów, które nasi biochemicy dzisiaj odkrywają, są wręcz astronomicznie nieprawdopodobne. Ale w czasie gdy powstawały, istniało prawie dowolnie wiele możliwości zaszyfrowania rozmaitych białek przez DNA.

Tymczasem w tym momencie, do którego dotarliśmy, po raz pierwszy sprawa ma się zupełnie inaczej. Dalszy ciąg rozwoju nie jest już wcale dowolny. W okresie liczącym już miliardy lat rozwój sam wytyczał sobie coraz bardziej konkretny kierunek, zacieśniając stopniowo coraz bardziej swobodę działania na przyszłość. Gdy wczesna historia życia na Ziemi osiągnęła etap, w którym zawartość tlenu w ziemskiej atmosferze nieustannie wzrastała, możliwości tego, co się od tej chwili miało stać, wcale już nie były dowolnie wielkie.

Przeciwnie: jeden jedyny, ściśle określony pierwiastek, tlen, ze swymi charakterystycznymi i typowymi właściwościami, wyciskał piętno na środowisku, na które zdane było życie. Na to, aby dotrzymać kroku radykalnym zmianom warunków życia, należało bezsprzecznie rozwinąć wydolności równie specyficzne, jak indywidualne były cechy tego nowego zjawiska w otoczeniu. Nie ma wszak dowolnie wielu chemicznych metod opanowania tak agresywnego pierwiastka, jakim jest tlen. W warunkach biologicznych istnieje może – nie wiemy tego z całą pewnością – tylko jedna, którą znamy, ponieważ została wówczas na Ziemi zrealizowana.

Nieprawdopodobieństwo zdarzenia, od którego teraz wszystko zależało, tuż przed jego nastąpieniem było prawie równie wielkie, jak jest obecnie, gdy się patrzy wstecz i uwzględni inne możliwości. Mówiąc prościej: rozwój byłby wówczas uległ definitywnemu zahamowaniu, gdyby w tym

momencie historii Ziemi nie była się pojawiła co najmniej jedna komórka, która czysto przypadkowo od chwili swego powstania posiadała dokładnie takie nowoczesne enzymy, jakie były potrzebne do oddychania. Powiedzmy sobie wyraźnie: komórka ta musiała mieć odpowiedni zestaw enzymów już w chwili powstania, a więc zanim w ogóle zetknęła się po raz pierwszy z tlenem w atmosferze.

Czy taka zbieżność, powstała z czystego przypadku, jest w ogóle możliwa? Oto podstawowe pytanie wszelkiej ewolucji biologicznej. Przy jego rozstrzygnięciu rozchodzą się poglądy wielkich umysłów. Odpowiedź "tak" jest czymś w rodzaju wyznania wiary współczesnego przyrodnika. Gdyby chcieć być złośliwym, można by powiedzieć, że właściwie nie ma on innego wyjścia, jak na to pytanie odpowiedzieć twierdząco. Postawił sobie przecież za cel wyjaśnianie zjawisk przyrodniczych w sposób rozumowy, a więc wyprowadzanie ich z praw natury, bez uciekania się do pomocy nadprzyrodzonej ingerencji.

Wydaje się zrazu, że w tym miejscu, przy tej próbie zapędził się definitywnie w ślepią uliczkę.³ W co właściwie – w tych samemu sobie nałożonych warunkach wyjściowych – przyrodnik ma teraz wierzyć, jak nie w przypadek? Jakżeż inaczej można wyjaśnić z punktu widzenia przyrodniczości, że dla dobra dalszego rozwoju nagle pojawia się komórka, która umie oddychać? Dokładnie w tej chwili, kiedy jest to nie tylko sensowne, lecz kiedy ta skomplikowana reakcja chemiczna jest absolutnie niezbędna do kontynuowania życia na Ziemi?

Jak wiadomo, biolog posługujący się argumentami przyrodniczymi w tej przymusowej sytuacji radzi sobie stawiając podwójną hipotezę. Zakłada, że przy podziałach komórki wciąż zachodzą mutacje, a więc występujące przypadkowo drobne zmiany zmagazynowanego w jądrze komórkowym dziedzicznego planu budowy. Musi także przyjąć dodatkowo drugie założenie, że liczba komórek, w których takie mutacje zachodzą, jest dostatecznie wielka, aby wśród tych przypadkowych mutacji, znowu przypadkowo, znalazła się także i ta, która w danym momencie właśnie potrzebna jest ewolucji, a więc dalszemu rozwojowi życia.

Tego rodzaju nagromadzenie celowych przypadków wystawia naszą dobrą wiarę na ciężką próbę. Mamy bowiem wierzyć, że przy podziale komórki oraz towarzyszącym mu podziale i podwojeniu DNA (obie komórki potomne potrzebują przecież kopii planu budowy i funkcji) w pewnym małym procencie zachodzą ciągle drobne "błędy": po podziale w jednej z komórek potomnych jakaś trójka nukleotydów nagle znajduje się na niewłaściwym miejscu, inna została wymieniona bądź całkowicie wypadła i tym podobne inne kombinacje.

Dotąd nie ma w tym jeszcze nic szczególnego. Przeciwnie, byłoby to nawet bardzo dziwne i sprzeczne z wszelkim oczekiwaniem, gdyby w skomplikowanym procesie podziałów komórkowych podwojenie DNA zawsze, bez wyjątku, we wszystkich przypadkach przebiegało bez takich małych awarii. Ale przecież wiara nasza ma sięgać jeszcze znacznie dalej, jeżeli pragniemy dać sobie radę bez nadprzyrodzonego "kierownictwa" w tym całym procesie; każą nam wierzyć w twierdzenie biologów, że – bez względu na to, co przyniesie ze sobą przyszłość – pośród tych planów budowy, zmienionych przez przypadkowe zróżnicowania, znajdować się mają nie tylko niewypały (które bez wątpienia stanowią przeważającą większość wszystkich zachodzących mutacji), lecz także warianty, które czysto przypadkowo (bo jakżeby inaczej!) "pasują", które się więc nadają do opanowania nowych bądź do tej pory nie uwzględnianych warunków środowiska.

Czy może cały problem traci nieco na ostrości przez niebywale długie okresy, które tu wchodzi w grę? Wydaje się pożyteczne i słuszne, żebyśmy w tym miejscu spróbowali sobie uzmysłowić tempo, w jakim następowały poszczególne kroki, które tutaj rozpatrujemy. Od prawybuchu do tej pory minęło – jak wolno domniemywać na podstawie przesłanek omówionych na początku tej książki – mniej więcej trzysta miliardów lat. Upiętyło więcej niż połowa tego okresu, bo około ośmiu miliardów lat, zanim przyjsia i odejsia różnych pokoleń gwiazdowych zrodziły wszystkie te pierwiastki, z których się składa nasz dzisiejszy świat i zanim się wreszcie z nich utworzył nasz Układ Słoneczny, a wraz z nim Ziemia.

Jakieś cztery i pół miliarda lat temu oziębienie skorupy ziemskiej posunęło się o tyle, że powstać mogły praoceany i pierwotna atmosfera, a w nich rodzić się procesy, które opisaliśmy jako ewolucję chemiczną. Mniej więcej trzy i pół miliarda lat temu powstały zapewne pierwsze bezjądrowe komórki. Jednakże początek ewolucji wyższych wielokomórkowych istot żyjących rozpoczyna się dopiero mniej więcej w trzy miliardy lat później, a więc dopiero około sześciuset do siedmiuset milionów lat przed dzisiejszymi czasy.

Są to naturalnie bardzo niedokładne rachuby. W zasadzie powinny jednak oddawać właściwą skalę wielkości. Otóż z naszego przeglądu wynika niespodziewany wniosek, że czas rozwoju jednokomórkowego życia na Ziemi był cztery czy pięć razy dłuższy od tego, który był potrzebny, aby

od pierwszych prymitywnych wielokomórkowców oceanów prekambryjskich doprowadzić do płazów, zjawiska ciepłokrwistości i wreszcie do powstania człowieka.

Co najmniej więc przez cały miliard lat przyroda marudziła z rozwinięciem skomplikowanego procesu podziału komórkowego. Należy przyjąć, że równie długo trwało najprawdopodobniej przejście od bez-jądrowych do wyższych, jądrowych komórek, rozwój fotosyntezy, a także nabycie zdolności oddychania tlenowego. Odpowiednio do tego – ponieważ toczące dialog życie i środowisko korespondują ze sobą w zwierciadlanym odbiciu – także katastrofy, o których mówiliśmy na poprzednich stronicach, przebiegały w tempie zwolnionym.

Miliard lat na udoskonalenie podziału komórkowego. Taki sam niewyobrażalnie długi czas na coraz doskonalsze "dopracowanie" fotosyntezy. A "tylko" sześćset-siedemset milionów lat na długą drogę od pierwszych bekręgowych wielokomórkowców do człowieka. Różnica jest diametralna. Zajmiemy się nią jeszcze później, gdyż kryje się za tym fakt ważny dla tezy tej książki. Obecnie zależy mi tylko na tym, aby zwrócić uwagę, że również stopniowy wzrost zawartości tlenu w powietrzu aż do stężenia o znaczeniu biologicznym musiał być procesem trwającym setki milionów lat.

A wiać czas, który życie miało do dyspozycji na przystosowanie się do nowych zmian środowiska, był ogromnie długi. Zatem szansę przypadkowego powstania pierwszej oddychającej komórki ewolucja mogła zaczerpnąć nie tylko z astronomicznie wielkiej liczby komórek jednej zaledwie epoki Ziemi, lecz ze wszystkich komórek, które dzieliły się w ciągu setek milionów lat. Liczba mutacji, w których przez czysty przypadek zdarzyć się mogło to "właściwe", to bezwzględnie konieczne w obliczu tego, co miało nastąpić, była odpowiednio wręcz niewiarygodnie wielka.

Ale czy to rozpoznanie coś nam daje? Jeśli mamy być zupełnie szczerzy, musimy zaprzeczyć. Dla naszej ludzkiej zdolności wyobraźni pytanie, czy porządek może, czy też nie może pojawić się przez przypadek, czy skomplikowana funkcja biologiczna może, czy nie może być przypadkowym rezultatem dowolnie zachodzących, nie ukierunkowanych mutacji – pytanie takie jest kwestią nie ilościową, lecz sprawą zasadniczą. Twierdzenie, że jest to możliwe, działa jak prowokacja, niezależnie od tego, jak długi byłby czas, w którym teoretycznie trzeba by wyczekać takiego zdarzenia.

Toteż jedynymi, którzy wierzyli, że coś takiego istnieje, byli do niedawna ci biolodzy, którzy zajmowali się specjalnie problemami ewolucji. Oni nie mogli tego pytania uniknąć. Nie mogli go od siebie odsunąć, ponieważ natykali się na nie codziennie w toku pracy. Wierzyli więc w przypadek, w powstawanie wciąż nowych, coraz bardziej celowych i stopniowo doskonalonych biologicznych planów budowy i funkcji – jako rezultat przypadkowych i nie ukierunkowanych mutacji. Wierzyli, nie umiając tego właściwie udowodnić. Istniało wiele wskazówek, na które mogli się powoływać, ale dowodu nie mieli.

W gruncie rzeczy wierzyli w tę możliwość po prostu dlatego, że innej nie było – jeżeli nie chcieli zbaczać z prostej drogi argumentacji naukowej. Mogło się więc zdawać, że ta ich wiara niewiele więcej jest warta od wiary ich krytyków, którzy z takim samym uporem twierdzili, że powstanie porządku i celowego przystosowania na loterii mutacji przez czysty przypadek jest całkowicie niemożliwe.

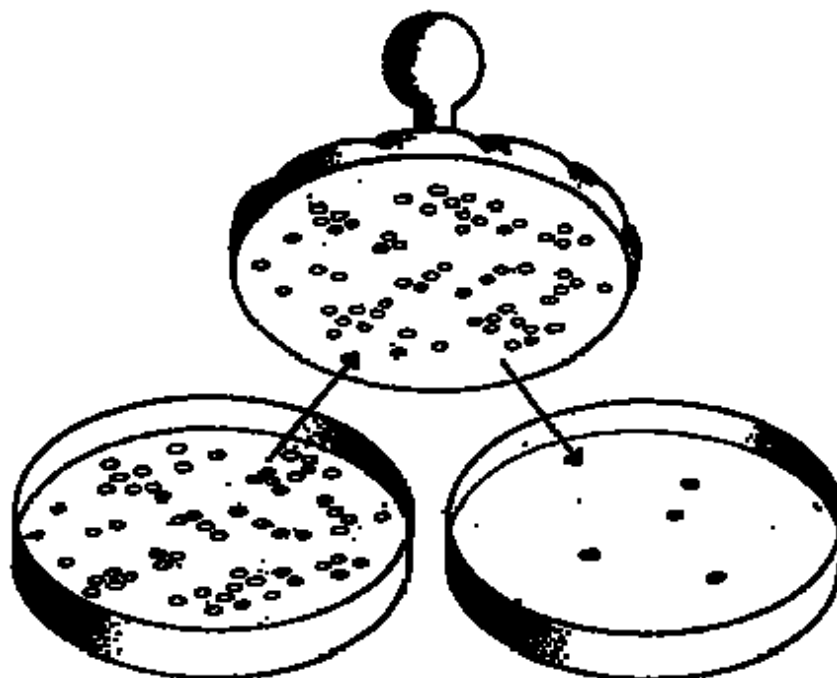
W tym podstawowym zagadnieniu rozwoju życia na Ziemi niewiele się zmieniło do dziś w zakresie argumentów pro i contra, które można przytoczyć i których można teoretycznie bronić. W teorii oba stanowiska mogą być prezentowane i reprezentowane przez ludzi inteligentnych z taką samą siłą przekonania i bez logicznych sprzeczności. W tych warunkach jest to naprawdę szczęśliwy zbieg okoliczności, że amerykański biolog i laureat nagrody Nobla Joshua Lederberg potrafił wymyślić doświadczenie, które raz na zawsze rozstrzygnęło tę ważną kwestię.

Na sztukę czarodziejską wygląda w pierwszej chwili fakt, że istnieje możliwość doświadczalnego badania problemu, czy nie ukierunkowane mutacje mogą przypadkowo doprowadzić do sensownych biologicznych wydolności i przystosowań. Tymczasem doświadczenie takie jest nie tylko możliwe, lecz tak proste, że każdy dobry nauczyciel biologii może je zademonstrować swoim uczniom. Trzeba było tylko, aby ktoś wpadł na właściwy trop, jak problem ten badać. Joshua Lederberg taki pomysł powziął przed dwudziestu laty.

14. EWOLUCJA W LABORATORIUM

Gdy się pragnie doświadczalnie przebadać zjawisko ewolucji, potrzebna jest duża liczba żyjących organizmów i czas życia wielu ich pokoleń. Liczba żyjących obiektów doświadczalnych musi być bardzo znaczna, ponieważ procentowa liczba mutacji, a więc suma przypadków, w których przy podziale komórki, w toku podwajania się DNA, pojawiają się błędy, jest znikoma. Gdyby było inaczej, żaden żyjący gatunek nie mógłby się utrzymać przez więcej pokoleń. (A gdyby błędów w ogóle nie było, wówczas z kolei przez długie okresy nie mogłyby zachodzić żadne zmiany gatunku, nie byłoby więc ewolucji.)

Doświadczenie zaś musi objąć wiele pokoleń, ponieważ mutacje zachodzą tylko przy rozmnażaniu się (przy podziale komórki) i dopiero porównanie ze sobą co najmniej dwóch pokoleń może wykazać, czy i jakie zaszły mutacje. Następnie, obserwując dalszy przebieg doświadczenia, trzeba także ocenić, czy spośród tych mutacji występują takie, które zasługują na miano "celowych". Musiałyby to być mutacje, które wywołują jakieś nowe bądź zmienione funkcje organizmu, powodujące, że jest on lepiej przystosowany do swego środowiska aniżeli jego nie zmutowani współplemieńcy.



Możliwie duża liczba żyjących organizmów tego samego gatunku i okres obserwacji obejmujący wiele pokoleń – a więc zrazu wydaje się, że jeden tylko uczony nie mógłby nawet tego procesu obserwować, a cóż dopiero zbadać doświadczalnie. Jednocześnie wymagane do eksperymentu warunki są bardzo łatwo dostępne. Należy dobrać obiekty doświadczalne możliwie małe, aby móc obserwować jak największą ich liczbę na małej przestrzeni. Ponadto trzeba wybrać takie istoty, których trwanie życia jednej generacji jest możliwie krótkie.

Oba te założenia spełniają w sposób wręcz idealny bakterie. Te drobnoustroje są tak małe, że wiele milionów osobników można umieścić wygodnie na pożywce jednej tylko płytki Petriego ("płytką Petriego" bakteriolog nazywa płaską okrągłą miseczkę szklaną o średnicy około 10 centymetrów, do której wlewa się galaretowatą pożywkę, na jakiej mają rosnąć bakterie). Przeciętne trwanie jednego pokolenia dla większości gatunków bakterii wynosi tylko około dwudziestu minut. Co dwadzieścia minut więc każda spośród milionów komórek bakterii dzieli się na płytce Petriego na dwie komórki potomne. Ponieważ genetyczny aparat magazynujący działa u wszystkich ziemskich form życia, a więc także u bakterii, według takiej samej zasady, owe drobnoustroje stanowią idealny obiekt doświadczalny do badań prowadzonych przez genetyków, a więc biologów specjalizujących się w analizowaniu procesów dziedziczenia.

Są to przyczyny, dla których na całym świecie istnieją tak liczne instytuty naukowe zajmujące się

wyłącznie genetyką bakterii. "Międzynarodowy" charakter kodu genetycznego gwarantuje naukowcom pracującym w tych instytucjach, że odkrycia, których dokonują na tych stosunkowo prostych obiektach doświadczalnych, odnoszą się również do wszystkich innych ziemskich istot żywych, z człowiekiem włącznie. Joshua Lederberg swoje później tak rozślawione doświadczenie z użyciem stempli, mające na celu zbadanie prawideł rządzących mechanizmem ewolucji, przeprowadził także na bakteriach. Szczególnym zjawiskiem, którym posługiwał się jako "modelem ewolucji", była tak zwana oporność.

Każdy wie, że lekarze usilnie ostrzegają przed zażywaniem antybiotyków natychmiast po pojawieniu się pierwszych objawów grypy czy zwykłego zapalenia gardła. Tak czyniąc możemy doprowadzić do tego, że wyhodujemy we własnym ciele bakterie, które już nie reagują na antybiotyki, które – jak mówią lekarze – stały się odporne na antybiotyki. Oznacza to w praktyce, że jeśli będziemy lekceważyć ostrzeżenia lekarzy, ryzykujemy, że pewnego dnia zachorujemy na zapalenie płuc, które nie da się już wyleczyć antybiotykami. Bakterie, które wywołały zapalenie, będą sobie kpiły z penicyliny, tetracykliny i wszelkich innych antybiotyków.

Fakt, że firmy farmaceutyczne już od wielu lat wymyślają i wprowadzają na rynek wciąż nowe antybiotyki, jest także skutkiem tego zjawiska nabywania oporności. Liczba szczepów bakteryjnych, które już nie reagują na żaden ze znanych antybiotyków, na całej kuli ziemskiej stale wzrasta. Jeżeli lekarze chcą w przyszłości nadal zwalczać skutecznie infekcje wywołane tymi opornymi szczepami, muszą móc sięgać do coraz innych, nowych rodzajów antybiotyków. W oczach biologa zwalczanie zakażenia lekami antybiotycznymi w rodzaju penicyliny i jej pochodnych ukazuje się więc jako pojedynek między techniką medyczną człowieka, który z "egoistycznych motywów" dąży do zniszczenia bakterii, a zdolnością przystosowania owych drobnoustrojów, które, jak każde żyjące stworzenie, za wszelką cenę chcą przeżyć.

Zjawisko oporności bakterii było dla lekarzy gorzkim rozczarowaniem. Gdy w czasie ostatniej wojny zaczęto stosować jako środek leczniczy odkrytą już w 1928 roku przez angielskiego bakteriologa sir Aleksandra Fleminga penicylinę, rezultaty były tak fenomenalne, że wielu lekarzy poważnie wierzyło, iż zbliża się długo oczekiwane ostateczne zwycięstwo nad mikroskopijnymi zarazkami chorobotwórczymi. Jednostronnie, zgodnie ze swoim zawodem, wychowani w myśleniu kategoriami interesu swoich pacjentów, a zatem usprawiedliwieni, zupełnie stracili z oczu to, czym naprawdę jest infekcja, gdy się na zjawisko to spojrzy nie z lekarskiego, lecz z biologicznego punktu widzenia.

Dla bakterii organizm, który zainfekowała i w którym się rozmnaża, nie jest niczym innym jak środowiskiem, do którego jest przystosowana i którego potrzebuje do swej egzystencji. Nie "chce" ona wcale szkodzić zaatakowanemu organizmowi. Gdy pacjent umiera na chorobę zakaźną, jest to – pod względem biologicznym – katastrofą nie tylko dla niego, lecz w nie mniejszym stopniu dla drobnoustrojów, które w tym nieszczęściu zawiniły, gdyż razem ze swym "ludzkim środowiskiem" muszą bezapelacyjnie także same zginąć.

Objawy choroby zakaźnej są jednocześnie wyraźną oznaką tego, że życie w każdej formie oddziałuje na swoje środowisko, powodując w nim zmiany. Odnosi się to również do środowiska, które samo jest żywym organizmem. Gdy się patrzy z takiej perspektywy, ingerencja lekarza stanowi w gruncie rzeczy próbę naruszenia bezpieczeństwa "mieszkańców" ludzkiego organizmu i – o ile możliwości – doprowadzenia do ich wymarcia przez nagłą zmianę warunków środowiska, do którego są przystosowane.

Jeżeli więc lekarz wstrzykuje pacjentowi choremu na zapalenie płuc penicylinę, usiłuje tym samym stworzyć w "świecie" owych bakterii, które zwalczą, sytuację dokładnie porównywalną z tą, w której znalazły się żyjące na Ziemi prakomórki, gdy w atmosferze ziemskiej nagle i w sposób nieprzewidziany pojawił się tlen jako nowy składnik. Ziemskie życie podówczas nie wymarło, ponieważ – zgodnie z teorią biologów – wskutek szczęśliwego przypadku przystosowanej do nowych warunków mutacji, istniała jedna (bądź kilka) komórek, które były odporne na tlen. Fakt, że już w krótkim czasie po wprowadzeniu penicyliny pojawiły się pierwsze odporne szczepy bakteryjne, świadczy o tym, że ewolucja przebiega jeszcze po dzień dzisiejszy.

Zatem zarysowała się nagle fascynująca szansa przeanalizowania owego procesu ewolucji i wszystkich szczegółów jego mechanizmu. Czy w przypadkach opornych bakterii była to rzeczywiście przystosowawcza zmiana żywych organizmów na drodze mutacji? Czy mutacje te zachodzą naprawdę czysto przypadkowo, czy też może istnieją jednak jakieś "kierujące" wpływy środowiska, wskutek których mutacje dostosowują się celowo do zmian otoczenia? A może był to wpływ samej penicyliny, która wywołała w bakteriach skuteczne, celowo przeciwko temu antybiotykowi skierowane mutacje, a tym samym eliminowała owo tak gorszące pojęcie przypadku?

Odpowiedzi na wszystkie te pytania musiały tkwić w zjawisku nabywania oporności. Ale w jaki

sposób należało do tych odpowiedzi dotrzeć? Lederberg rozwiązał ten problem na drodze możliwie najprostszej. Nalał płynną pożywkę na płytkę Petriego i pozwolił jej zastygnąć w galaretowatą masę. Następnie posiał bakterie jednego gatunku, powiedzmy gronkowce, i dał im się namnażać w cieplarni dopóty, dopóki płytka nie pokryła się całkowicie niemal widocznymi małymi plamkami, drobnymi koloniami gronkowców. W opisanych warunkach na jednej płytce Petriego mieści się mniej więcej 100 000 takich punkcikowatych kolonii.

Po tych przygotowaniach Lederberg przystąpił do właściwego doświadczenia. Do powierzchni porosłej koloniami pożywki przycisnął teraz na chwilę okrągły drewniany stempel, który uprzednio obciągnął cienkim aksamitem i który miał dokładnie średnicę płytki Petriego. Na aksamicie gołym okiem nadal nie było nic widać. Ale bakteriolog wiedział, że po tym krótkim dotknięciu co najmniej kilka bakterii z każdej spośród niezliczonych kolonii musiało przylgnąć do cieniutkich włosków aksamitnej powłoki. Toteż teraz przycisnął z kolei swój stempel do pożywki na drugiej płytce Petriego: ta pożywka nie zawierała żadnych bakterii, ale za to penicylinę w niewielkim stężeniu. Tę drugą płytkę umieścił także w cieplarni, aby przeszczepionym na nią za pomocą aksamitnego stempla bakteriom umożliwić namnażanie się, a tym samym ponowne rozrastanie do widocznych małych kolonii.

Gdy następnego dnia amerykański bakteriolog wyjął swoją płytkę doświadczalną z cieplarki i obejrzał, stwierdził, że na jej pożywce tylko w czterech miejscach powstały małe kolonie. Pozostała powierzchnia pożywki była przejrzysta jak szkło i bez bakterii. A więc spośród mniej więcej 100 000 kolonii gronkowców pierwszej płytki Petriego tylko cztery potrafiły zasiedlić pożywkę zawierającą penicylinę. Musiało to być potomstwo czterech bakterii, którym penicylina nie mogło zaszkodzić. Podczas gdy przeniesieni przez aksamitny stempel przedstawiciele wielu milionów innych gronkowców wymarli, cztery odporne kolonie rozrastały się swobodnie na pożywce z penicyliną, aż objęły cały "świat" drugiej płytki Petriego, która teraz już nie różniła się niczym od pierwszej. Jednakże w odróżnieniu od niej zawierała ona obecnie wyłącznie gronkowce odporne na penicylinę.

W jaki sposób cztery odporne bakterie uzyskały zdolność przeżycia w środowisku przepojonym antybiotykiem? Lederberg od początku tak zaprogramował swoje doświadczenie, aby móc analizować ten problem. Nie bez powodu użył on stempla do przeszczepienia. Dzięki temu bowiem przeniósł także na pożywkę drugiej płytki dokładnie układ przestrzenny wszystkich kolonii pierwszej płytki. Innymi słowy: uczony mógł po dokonaniu doświadczenia dokładnie stwierdzić, z jakich kolonii pierwszej płytki pochodziły cztery odporne bakterie.

To badanie sprawdzające pozwoliło zakończyć definitywnie owo tak pozornie proste doświadczenie. Lederberg sporządził teraz dużą liczbę płytek Petriego z pożywką zawierającą penicylinę i na każdą z nich przeszczepiał próbki spośród niezliczonych małych kolonii swojej wolnej od trucizny płytki wyjściowej. Rezultat dokładnie odpowiadał jego oczekiwaniom i pogładowi tych wszystkich biologów, którzy zawsze byli przekonani o przypadkowym charakterze mutacji. Ilekroć Lederberg próbował wyhodować bakterie pierwszej płytki na pożywce z penicyliną, ani jedna z przeszczepionych próbek nie wyrastała. Nigdy na zatrutej dla gronkowców pożywce nie tworzyły się owe typowe małe kolonie – z wyjątkiem czterech znamienych przypadków: efekt uzyskiwał zawsze i tylko wtedy, gdy brał próbki z czterech maleńkich plamek, których reprezentanci od początku posiadali odporność i dlatego wyrosli na zatrutej pożywce.

Interpretacja tego wyniku dopuszcza tylko jeden wniosek. W tych czterech miejscach pierwotnej płytki musiały już od początku doświadczenia znajdować się odporne bakterie. A więc bakterie, które były niewrażliwe na antybiotyk penicyliny, zanim się po raz pierwszy z nim zetknęły. Musiały one więc nabyć tej wydolności już przedtem, w wyniku przypadkowej "pasującej" mutacji. Doświadczenie udowodniło także, że odpowiednią mutację wywołał nie kontakt z samym lekiem, wykazało, iż na pożywce zawierającej penicylinę wyhodowanie chociażby jednej spośród wielu milionów innych bakterii, które nie były już zmutowane przed przeszczepieniem, nie było możliwe.

Najważniejsza osobliwość tego doświadczenia polega na tym, że wynik jest zawsze taki sam, ilekroć raz by się je powtarzało z coraz nowymi bakteriami. Bez względu na to, jakiego się użyje antybiotyku, w każdym przypadku na zatrutej pożywce wyrastają pochodzące od kilku nielicznych bakterii kolonie mutantów, które okazują się przypadkowo przystosowane do nowego środowiska.

Znaczenie tego dopiero wtedy docenia się w pełni, gdy się uwzględni, jak bardzo skomplikowane są wydolności, z których bierze się owa odporność. Penicylina, tetracyklina i wszystkie inne antybiotyki, które obecnie istnieją, są truciznami działającymi nadzwyczaj swoiście. "Swoiście" oznacza tutaj, że atakują one tylko ściśle określone związki chemiczne, że blokują tylko zupełnie ściśle określone etapy przemiany materii. Bez takiej swoistości oddziaływania antybiotyków nie mógłby stanowić leku, ponieważ oczywiście zakłócałyby także funkcje komórek ludzkiego organizmu, a zatem szkodził im. Leczniczka

przydatność antybiotyków polega właśnie na tym, że zakłócają one funkcje przemiany materii bądź rozpuszczają składniki błony komórkowej, właściwe komórkom bakterii, a nie komórkom ludzkiego organizmu. Zabezpieczenie się przed niszczącym działaniem antybiotyku może się więc udać komórce bakteryjnej tylko przez przestawienie skomplikowanych funkcji przemiany materii. Niektórym z nich udaje się nawet – dzięki przypadkowym mutacjom – wytwarzać takie enzymy, które rozpuszczają zagrażające im antybiotyki. Na "loterii mutacji" powstaje więc celowo działający chemiczny oraz obronny o niezwykle skomplikowanej funkcji.

15. ROZUM BEZ MÓZGU

Nawet jeżeli się zna doświadczenie Lederberga i w pełni pojęło jego konsekwencje, zawsze jeszcze bardzo trudno wyobrazić sobie, jak mogło wyglądać w szczegółach osiągnięcie tych rezultatów. W procesie powstawania człowieka, w ciągu długich okresów geologicznych i pod wpływem właśnie tej ewolucji zdolność naszej wyobraźni została z oczywistych przyczyn nastawiona tak bardzo na zachowanie przyczynowo umotywowane i skierowane na cel, że dla owych trudności w końcu miarodajne zdają się powody, których szukać należy w naszej konstytucji psychicznej. Nie potrafimy uzmysłowić sobie tego przez samoobserwację z tych samych logicznych przyczyn, dla których baron Munchhausen nie potrafił sam wyciągnąć się z grzęzawiska za własną czuprynę.

Z drugiej strony jednak doświadczenie Lederberga ze stemplami dowodzi niezbicie, że "można", że powstanie porządku, celowego przystosowania i nabycie nowych nadrzędnych funkcji życiowych przez nie ukierunkowane mutacje jest możliwe. Proszę sobie przypomnieć, iż nie po raz pierwszy zmuszeni jesteśmy przyznać, że na tym świecie i w znanej nam ziemskiej przyrodzie istnieje mnóstwo zjawisk, którym nie może podołać zdolność naszej wyobraźni, które umykają zdolności postrzegania naszego rozumu, pomimo że realność ich nie budzi żadnych wątpliwości. Bez względu na to, czy chodziło o granice Wszechświata, od czego rozpoczęliśmy naszą opowieść, czy o pozornie banalne doświadczenie, że połączenie dwóch gazów daje w wyniku ciecz zwaną wodą, czy też o rolę mutacji w dalszym rozwoju istot żywych – ciągle musieliśmy się godzić z tym, że wyobraźność i zmysłowe postrzeganie nie są dobrymi argumentami, gdy chodzi o objaśnienie świata.

Doświadczenie Lederberga informuje nas również zupełnie jednoznacznie o pewnym fakcie przyrodniczym, który musimy uznać za obowiązujący i zaakceptować, bez względu na to, czy go rozumiemy i czy nas przekonuje. Od dawna zresztą istnieją już pewne obserwacje, mogące uchodzić za klasyczne, które wykazują, co prawda na prostszych! bardziej przejrzystych przykładach, że te same prawa, które tutaj zostały odkryte w odniesieniu do bakterii, rządzą również rozwojem innych form życia, z wyższymi włącznie.

Słynnym przykładem jest historia krępaka brzoźowca (*Biston betularius*) w uprzemysłowionych rejonach Anglii. Krępak brzoźowiec jest motylem. Zasadniczą barwą jego skrzydeł była od niepamiętnych czasów srebrna biel, na której widniał cieniutki zielonkawoszary rysunek. Jednym słowem, skrzydełka wyglądały jak mały kawałek kory brzoźowej. Prawie miałyby się ochotę powiedzieć: "jakże celowe", bowiem motyl ten – co zresztą wyraża jego nazwa – przebywa najchętniej na brzoźach i normalnie przez swój wygląd jest na korze tych drzew nadzwyczaj dobrze chroniony przed wrogami, to jest ptakami. Maskujący rysunek krępaka "naśladuje" tak doskonale wygląd kory brzoźowej, że na takim tle prawie nie sposób dostrzec znajdującego się tam zwierzęcia.

Jakie znaczenie może mieć słowo "naśladuje" w tym kontekście? Krępak brzoźowiec na pewno nie wyobraża sobie absolutnie swojego własnego wyglądu. Stan rozwoju jego małego mózgu wyklucza również możliwość, aby cokolwiek wiedział o łowieckim zachowaniu się ptaków czy też o celowości barw ochronnych. Ale nawet gdyby motyl rozporządzał tymi całkowicie dla siebie nieosiągalnymi informacjami, na nic by mu się one nie przydały. Nawet bowiem gdyby wszystko wiedział, nie mógłby wyciągnąć z tego żadnych praktycznych wniosków i na przykład dowolnie zmienić swojego wyglądu.

Pomimo to w przeciągu tysięcy wieków ten gatunek motyli przybrał powierzchowność, której celowość nie mogłaby być lepsza, gdyby zwierzęta te potrafiły się świadomie i umyślnie maskować. Jak to jest możliwe? Darwiniści, a więc biolodzy, którzy usiłowali wyprowadzić postęp ewolucji ze zmiennej gry między podażą mutacji a selekcją przez środowisko, twierdzili, że również w przypadku owego motyla te czynniki musiały doprowadzić do powstania ochronnego zabarwienia. Szczęśliwy zbieg okoliczności umożliwił bezpośrednio udowodnienie tego właśnie w tym przypadku.

Jeszcze bowiem za życia pierwszych darwinistów, a więc w drugiej połowie ubiegłego stulecia, nastąpiła bardzo drastyczna zmiana w środowisku krępaka brzoźowca, która dotychczasową celowość jego wyglądu nagle przeobraziła w cechę przeciwną. Były to początki uprzemysłowienia. Dla krępaka skutki tej ludzkiej ingerencji w środowisko naturalne były katastrofą. Na terenach przemysłowych kora wszystkich brzoź zaczęła nabierać coraz ciemniejszej barwy wskutek obficie opadającej tam sadzy.

Konsekwencje dla motyli były oczywiste. Skończyła się nagle "ochronność" ich ubarwienia. Białawe

skrzydła jaśniały na zabrudzonej korze drzew i stanowiły dla ptaków widoczne z daleka tarcze celownicze. Wydawało się jedynie kwestią czasu, że nieszczęsny gatunek motyli wymrze jako ofiara zmiany swego środowiska, do którego już nie był dostatecznie przystosowany, podobnie jak przydarzało się już wiele razy innym gatunkom w historii Ziemi.

Jednakże w tym wypadku stało się inaczej. Powoli, zrazu niezauważalnie, potem coraz częściej motyle te, dziesiątkowane w tak przerażającym tempie przez ptaki, a więc coraz radsze, zaczęły przybierać barwy ciemniejsze dopóty, dopóki w zdumiewająco krótkim czasie, bo w ciągu niewielu dziesiątków lat, nie wyglądały znowu zupełnie tak samo jak kora drzew, na których nadal chętnie przebywały. Motyle stały się teraz również szarawobrazowe, były więc znowu chronione przed swymi prześladowcami. Toteż liczba ich zaczęła wzrastać i niebawem osiągnęła stan sprzed zmiany. Równowaga została przywrócona.

Na oczach biologów rozegrał się tutaj wyraźnie fragment ewolucji. Przy bliższym rozpatrzeniu owa tak inteligentna i nosząca niewątpliwie znamiona celowości reakcja krępaka na groźne zmiany środowiska okazała się – zgodnie z tym, co darwiniści od dawna twierdzili – rezultatem współdziałania mutacji i selekcji.

Jak wykazały potem przeglądy starych zbiorów motyli, w okolicach tych zawsze występowała mała liczba krępaków brzozowców ciemno zabarwionych. Liczba ta była bardzo zmienna, ale nigdy nie przekraczała jednego procentu wszystkich krępaków. Jednakże odbiegające od normy ciemno ubarwione motyle pojawiały się stale. "Loteria mutacji", wytwarzająca w miarę upływu czasu przypadkowo i dowolnie wszelkie możliwe warianty, raz po raz wyłaniała więc między innymi taki "typ ciemny" krępaka brzozowca jako osobliwość dziedziczną. Nie ukierunkowany, przypadkowy charakter zmian mutacyjnych staje się tutaj szczególnie wyraźny, gdy się pomyśli, że zjawisko to powtarzało się nieustannie przez tysiące lat, a więc w okresie, kiedy ten ciemniejszy wariant wydawał się niecelowy na przyszłość, tym samym zaś jak gdyby całkowicie "bezsensowny".

Jak dowodzi krańcowa rzadkość występowania tej odmiany w starych zbiorach, nie mogła ona też nigdy utwierdzić swej pozycji ani się rozmnożyć. Zmieniło się to w chwili, gdy charakteryzujący się optymalnym przystosowaniem stosunek równowagi pomiędzy krępakiem brzozowcem a jego środowiskiem został zniweczony przez nowy czynnik środowiskowy, którym było uprzemysłowienie i wywołane tym zabarwienie kory brzoź na czarno. Z tą chwilą motylom groziło wymarcie. Byłyby one też zupełnie na pewno wymarły, gdyby pośród niewątpliwie bardzo dużej liczby rozmaitych mutantów, zawsze oferowanych środowisku jak by dla przeprowadzania próby jakości, nie znalazł się ów do tej pory całkowicie nieprzydatny typ ciemny.

"Mutabilność" nadaje gatunkowi ową plastyczność, która stwarza szansę dostosowania się do zmienionej sytuacji w środowisku. Oczywiście, nie w każdym przypadku to, co potrzebne, bywa akurat w porę pod ręką. Wówczas gatunek ginie. Krępak brzozowiec miał szczęście. Jako gatunek mógł się przystosować. Oczywiście ani jeden spośród osobników tego motyla nie zmienił swego wyglądu. Jakżeby to mogło nastąpić? Stało się natomiast to, co ewolucjoniści nazywają doбором: środowisko dokonało selekcji spośród oferowanych zmutowanych wariantów. Wyraźnie mówiąc: teraz, na ciemnych pniach, przez ptaki pożerane nie były już – tak jak dawniej – przede wszystkim rzadkie mutanty. Ofiarą padały nagle jasne, do tej pory "normalne" motyle, a ciemne były chronione.

Resztę już opowiedzieliśmy. Ciemne krępaki korzystały odtąd z ochrony celowego przystosowania i odpowiednio się rozmnażały. Dzisiaj, w sto lat później, reprezentują one w angielskim okręgu przemysłowym, w którym dokonano tych obserwacji, "normalny" typ krępaka. Nie musimy chyba mówić o tym, że wśród nich dzisiaj, wprawdzie bardzo rzadko, stale można obserwować jasno ubarwione mutanty, a więc mutacje "bezsensowne", które jako niecelowe nie mogą ani swej pozycji utwierdzić, ani się rozmnożyć.

Tak proste są więc środki, dzięki którym przyroda potrafi doprowadzić do tego, aby jakiś gatunek jako całość "zachowywał się" w sposób, o którym trudno powiedzieć co innego niż to, że jest to sposób inteligentny.

W tym momencie większość ludzi prawdopodobnie będzie się wzdragać przed użyciem przymiotnika "inteligentny". Dlaczego? Przyczyną jest naturalnie to, że w potocznej mowie używamy określenia "inteligentny" wyłącznie wtedy, gdy mamy na myśli planujące i przewidujące zachowanie się człowieka. Z tego codziennego przyzwyczajenia wynika dla nas reguła, że inteligencja i wyobraźnia występować mogą tylko wtedy, gdy istnieje mózg dostatecznie wysoko rozwinięty do operowania tym, co rozumiemy pod tymi terminami. Jednakże pomimo iż wydaje się to tak oczywiste, powinniśmy nasz sąd w tej sprawie poddać raz krytycznemu przemyśleniu.

Czyż nie doświadczyliśmy już wielokrotnie, w chwili gdy usiłowaliśmy uwolnić się od perspektywy naszej codzienności, że przyzwyczajenie jest złym doradcą, kiedy próbujemy stworzyć sobie właściwy obraz świata i naszej w nim pozycji? Czyż naprawdę wolno nam odmówić jakiemuś zachowaniu, jakiejś reakcji na zmieniające się warunki środowiska waloru celowości, działania przemyślanego, a więc inteligentnego — w momencie gdy stwierdzamy, że nie istnieje mózg, w którym przymioty te mogły się wylęgnać? Jakkolwiek myśl taka jest niezwykła, nie wątpię, że pozbawione przesądów rozpatrzenie historii przyrody zmusi nas dzisiaj do przyznania, że istnieje rozum bez mózgu.

Także *Attacus edwardsii*, atlasem zwany motyl indyjski, zawdzięcza zdumiewającą sztukę maskowania się, dzięki której przeżywa stadium poczwarcze, tylko tak pozornie prostemu współdziałaniu mutacji i selekcji. Na pierwszych stronach tej książki opisałem, z jakim wyrafinowaniem, jakim wręcz — zda się — niewiarygodnym trikiem ten mały owad oszukuje swoich wrogów. Kto przypatrzy się łańcuchowi wydarzeń, na którego końcu wreszcie bezbronna poczwarka, otoczona pustymi atrapami, owinięta w zwiędły liść, "znika" z oczu swoich pożeraczy, ten poczuje się znowu zmuszony do używania terminów, które zazwyczaj rezerwujemy dla inteligentnego zachowania.

W końcu będziemy musieli pogodzić się z tym, że gąsienica, przez celowe i skomplikowane przygotowanie liści służących maskowaniu, stosuje środki zapobiegawcze wobec ryzyka, które wystąpi dopiero w przyszłości. Trud, który podejmuje, jej samej żadnej nie przyniesie korzyści. Stwarzana przez nią ochrona dotyczy poczwarki, w jaką się dopiero zamieni. Działanie gąsienicy nie jest więc związane z konkretną sytuacją, w jakiej się znajduje. Jest czymś więcej niż reakcją na aktualny bodziec środowiska. Jest w obiektywnym, nie ograniczonym znaczeniu tego słowa — "przewidujące".

Nikt nie zaprzeczy, że istnieje bardzo wiele możliwości maskowania się przez zasłonięcie widoku i że próba zwiększenia efektu przez zbudowanie atrap stanowi szczególnie wysoko rozwiniętą strategię. Samo pojęcie celowości już tutaj nie wystarcza do opisu i wyjaśnienia. Dzieje się bowiem więcej aniżeli to, co niezbędne. W tym przypadku spośród wielu możliwości maskowania, takich jak: ubarwienie ochronne, wynalezienie otoczenia dostosowanego do własnego wyglądu, zwykłe ukrycie się, przykrycie materiałem dobranym z otoczenia itp. — wyłowiony został pewien ściśle określony sposób i doprowadzony do perfekcji przez technikę tworzenia atrap. Czy takie zachowanie możemy w ogóle nazwać inaczej jak "pomysłowe" czy też "dyktowane wyobraźnią"?

Pewne jest wreszcie, że zachowanie gąsienicy wyzwała u istot żywych innego gatunku także zupełnie określone zachowanie, które z perspektywy gąsienicy należy ocenić jako pożądane bądź celowe. Musimy także przyznać, że gąsienica nie mogłaby się pod tym względem zachować zręczniejsz, nawet gdyby cokolwiek wiedziała o psychologii ptaków. Spreparowanie pułapki psychologicznej, służącej odparciu potencjalnego prześladowcy przez powtarzające się frustracje, zasługuje — oczywiście patrząc obiektywnie — niewątpliwie na ocenę "pomysłowe".

Przewidujące, świadczące o wyobraźni, pomysłowe — czy zachowaniu, które spełnia takie założenia, mamy prawo odmówić zakwalifikowania do kategorii zachowań inteligentnych? Czy mamy zrezygnować z używania tych epitetów tylko dlatego, że nie udaje nam się odnaleźć mózgu, który by tą inteligencją w sobie mieścił? Nie mam żadnych wątpliwości, że gdy taki wyciągamy wniosek, ulegamy znowu złudzeniu urojeń antropocentrycznych.

Jakże groteskowy jest sposób, w jaki często bezmyślnie oceniamy nasze położenie. Czyż nie zachowujemy się tak, jak gdyby miliardy lat dotychczasowej historii Wszechświata służyły tylko i wyłącznie temu, aby wytworzyć nas i naszą teraźniejszość? Jak gdyby historia Ziemi, powstanie i dalszy rozwój życia w ciągu co najmniej trzech miliardów lat, jak gdyby cały ten potężny proces osiągnął dzisiaj swój cel i swoje zakończenie w nas. Czyż nie jest o wiele bardziej realne, jeżeli założymy, że historia, której przebieg próbowaliśmy sobie w tej książce uzmysłowić przynajmniej w zarysie, nie zatrzymała się akurat dzisiaj, za naszego życia? Że będzie wybiegała dalej w przyszłość, ku jakiemuś celowi, o którym nie wiemy nic?

Inteligencji, którą rozporządzamy bez żadnej własnej zasługi, musimy użyć do tego, aby wydostać się z grzęzawiska przyzwyczajzeń myślowych sugerowanych nam przez codzienne doświadczenia. Nasza teraźniejszość nie jest niczym innym, jak zdjęciem migawkowym dowolnie wychwyconym z filogenetycznego rozwoju, rozsadzającego wszelkie ludzkie i wszelkie ziemskie skale. Nikt nie może nam powiedzieć, dlaczego żyjemy właśnie dzisiaj, a nie przed tysiącami lat albo w jakiejś dowolnie odległej przeszłości.

Gdy pomyślimy o długich tysiącach stuleci głuchej i jeszcze nic o sobie nie wiedzącej świadomości przed-człowieka, a więc o psychicznej strukturze człowieka z historycznie wcale nie tak bardzo

odległej przeszłości, powinniśmy odczuwać wdzięczność. Wdzięczność za to, że możemy przeżywać przynajmniej początek, pierwszy brzask nowej epoki ludzkiej świadomości, charakteryzującej się tym, że człowiek po raz pierwszy odkrył siebie jako rezultat pewnego filogenetycznego rozwoju, sięgającego wstecz, aż do kosmicznego wybuchu, w jakim nasz Wszechświat rozpoczął istnienie.

Znaczenie tego rozpoznania jest poważniejsze, aniżeli większość ludzi sądzi. Ten ostatni szczebel ludzkiej samowiedzy można by nazwać odkryciem trzeciej rzeczywistości.

Pierwszym stopniem rzeczywistości jest świat naiwnego bezrefleksyjnego doświadczenia. Jest nim środowisko, w którym jesteśmy czynni bądź zmęczeni, głodni lub syty, które nas kusząco pociąga albo przez swoją obcość przejmie lękiem. Jest to świat, w którym obecność naszą uważamy za coś samo przez się zrozumiałego, świat, w którym wszystko odnosi się perspektywicznie do nas samych i w którym antropocentryczne złudzenie stanowi jedno z założeń przetrwania. Krótko mówiąc, jest to świat, w którym żyją wszystkie zwierzęta i – jeszcze po dzień dzisiejszy – dzieci.

Następny etap, który osiągnęła ludzka świadomość, otworzył świat obiektywny; wobec niego nosiciel takiej świadomości mógł nabrać refleksyjnego dystansu i dzięki swemu rozumowi i swojej technice mógł nim manipulować. W świecie tym istnieją nie tylko uczucia i afekty, lecz ponadto także wiedza i odpowiedzialność, nadzieja i dbałe przewidywanie. Ten drugi stopień rzeczywistości obejmuje również to, cośmy z tego świata zrobili, od wytworów sztuki począwszy aż po zjawisko, które nazywamy cywilizacją.⁴

Najnowszą, dopiero co przez nas zdobytą wiedzę o przyczynach naszej egzystencji rozpatrywać trzeba na tle tych szczebli rozwojowych. (Ciągłe należy pamiętać o tym, że rozpoznanie to liczy sobie zaledwie sto lat.) Odkrycie, że jesteśmy – przynajmniej tutaj na Ziemi – najbardziej do tej pory skomplikowanym, najwyżej rozwiniętym rezultatem pewnej ciągłej historii, toczącej się od trzynastu miliardów lat – to poznanie otwiera nam oczy na nowy, trzeci wymiar rzeczywistości.

Zaczynamy rozumieć, że nie jesteśmy – jak sądziliśmy dotąd – umieszczeni w tym świecie po to, aby służyć nam za scenę (do wykazania się, do sprawdzenia się, do samourzeczywistnienia, do wytworzenia "historii" i do tym podobnych wszelkich innych domniemyanych celów). Jesteśmy – przeciwnie – częścią tego świata, zawsze i nadal doń przynależną, podległą jego prawom i wprowadzoną w nurt pewnego rozwoju, o którym wiemy tyle co nic i na który nie mamy najmniejszego wpływu, rozwoju, który prowadzi daleko poza nas. Świat, a także Ziemia nie powstały po to, aby nas nosić. Nasz znany codzienny świat nie jest ani kresem, ani celem, nie jest również uzasadnieniem owych dziejów, które odkryliśmy tak niedawno.

Sformułujmy sobie to tak, że jesteśmy właściwie tylko neandertalczykami jutra. Istniejemy poniekąd po to, aby mogła nastąpić przyszłość. Z takiego stanowiska w żadnym razie nie może uchodzić za samo przez się zrozumiałe, abyśmy czasowi i szczeblowi rozwoju odpowiadającemu przypadkowej chwili naszej egzystencji mogli przypisywać w ogóle jakikolwiek sens (nawet najbardziej problematyczny i wciąż od nowa kwestionowany). Skoro już raz myśl ta w głowie zaświta, trudno nie odczuć zgrozy wobec możliwości, że w naszej prehistorii istnieć mogły długie epoki, kiedy świadomość była już o tyle rozwinięta, że pojawiać się mogły lęk i zwątpienie, a także wiedza o śmierci, ale za mało, aby zdobyć się na jakieś skąpe przynajmniej kojące odpowiedzi.

Któż może wiedzieć, ile z naszych dzisiejszych lęków i koszmarów stanowi dziedzictwo tej nieuniknionej epoki przejściowej, którą dzisiaj jeszcze wlecemy za sobą. Nasz los jest lepszy, znaleźliśmy się przecież – nie wiemy dlaczego – na dalszym, bardziej zaawansowanym miejscu historii. Ale jednocześnie z tym przeświadczeniem odkrywamy także prowizoryczny tylko charakter, przejściową naturę naszej własnej epoki i oczywiście również naszej własnej struktury.

Nie mamy przecież najmniejszego pojęcia o tym, do jakich możliwości mógłby się dalej rozwinąć nasz ród – cielesnie, a przede wszystkim duchowo. Do istoty rzeczy należy, że nie możemy wiedzieć, jaki wygląd przybrałby ten nasz świat w świadomości, która przewyższałaby naszą obecną w takim samym stopniu jak ten, który nas dzieli od świadomości neandertalczyka. Jedyne, co odkryliśmy, to fakt, że w przyszłości owa inna wyższa rzeczywistość będzie istniała, ponieważ obecny stan naszej świadomości jest także tylko etapem przejściowym, a rozwój pójdzie dalej.

Takie poznanie nie może pozostawać bez wpływu na ocenę naszego położenia, tego, co nazywamy teraźniejszością bądź – z perspektywy naszego codziennego horyzontu – naszym "światem". Z chwilą gdy uzmysłowimy sobie przejściowy charakter, historyczną naturę tego wszystkiego, co się składa na nasz codzienny świat, nie możemy już nie zauważać, że oto staję przed nami pewne zadanie, a jego znaczenie przewyższa wszelkie moralne i humanitarne zobowiązania i cele, wyprowadzane z naszej obecnej sytuacji dziejowej. Jest to zadanie nie tylko przerastające

zresztą wszystkie te zobowiązania i cele, o których tak trudno nam nieraz pamiętać, lecz je właściwie w sobie mieszczące.

Zadaniem naszym jest zadbać o to, aby z naszej winy rozwój nie urwał się w naszych czasach. Odpowiedzialność za to, aby przyszłość mogła nastąpić, góruje nad wszystkimi innymi zobowiązaniami i celami. Naturalnie, że rozwój ten rozgrywa się w skali kosmicznej. Nie zatrzymałby się, gdyby ludzkość miała kiedyś zejść z tego świata.⁵ Ale tylko do nas samych należy decyzja, czy nasz głos będzie jeszcze brzmiał w momencie, gdy przyszłość przewycięży obecne stadium planetarnej izolacji.

Na końcu tej książki wyjaśnimy jeszcze dokładniej, co przez to mamy na myśli. Zanim jednak do tego dojdziemy, musimy znaleźć kilka brakujących istotnych przesłanek. Zanim spróbujemy naszkicować, jaką drogę obierze rozwój poza kręgiem naszej teraźniejszości, musimy zrekonstruować jeszcze więcej szczegółów tej części dziejów, które już upłynęły. O przyszłej historii przyrody możemy snuć uzasadnione domysły i sensowne spekulacje myślowe w takiej mierze i dopiero wtedy, gdy będziemy mieli jasne pojęcie o prawidłach i tendencjach rządzących tą historią w jej przeszłości.

W tym samym stopniu więc jak zdanie, że nasza teraźniejszość miałaby mieć jakąś swoistą wartość, wydaje się wątpliwe, z chwilą gdy rozpoznajemy naszą epokę jako migawkowe zdjęcie wychwycone z nadrzędnego rozwoju w skali kosmicznej – w tym samym stopniu błędny jest zapewne pogląd, uważany do tej pory za sam przez się zrozumiały, że inteligencja i wyobraźnia weszły do tego świata dopiero wraz z człowiekiem. Jakaż niewiarygodna arogancja, dająca się usprawiedliwić tylko najwyższą chyba, prawdziwie antropocentryczną naiwnością, tkwi w bezmyślnej oczywistości, z jaką zakładamy, że Wszechświat, że dzieje przyrody i ewolucja życia na Ziemi przez trzysta miliardów lat musiały przebiegać bez ducha, bez twórczej wyobraźni i bez inteligencji tylko dlatego, że jeszcze nie było nas.

Naturalnie, przed pojawieniem się człowieka wszystkie te osiągnięcia nie były jeszcze skupione w indywidualnych mózgach, nie występowały jeszcze jako zdolności poszczególnych istot żywych obdarzonych świadomością. (W każdym razie nie na naszej planecie.) Ale musimy się strzec przed wyprowadzaniem stąd uproszczonego poglądu, jakoby mogły one być skuteczne i urzeczywistnione wyłącznie w takiej formie. W tym miejscu naszych rozważań jest jeszcze za wcześnie, aby szczegółowo podać owe wskazówki, które przemawiają za tym, że mózg nasz nie jest – jak zakładamy zawsze bez dalszego przemyślenia sprawy – narządem, który te osiągnięcia psychiczne wytwarza jak gdyby z niczego.

Im głębiej wnikamy w tajniki historii przyrody, tym wyraźniej widzimy, że nasz duch także nie spadł z nieba. Stwierdzenie to należy rozumieć w podwójnym znaczeniu tych słów: duch nasz jest także z tego świata i jest także wynikiem jego historii, którą tutaj próbuję opowiedzieć. Co prawda, ta jej część jest do tej pory jeszcze bardzo niekompletna, co nas zresztą nie powinno dziwić. Istnieją jednak już pewne przesłanki wspierające logiczną skądinąd myśl, że także duch nie pojawił się w jakimś momencie rozwoju znienacka, z dnia na dzień, ale że – podobnie jak inne funkcje – stanowi rezultat pewnego przygotowawczego rozwoju, posuwającego się stopniowo przez niezmiernie długie okresy.

Mózg nasz prawdopodobnie nie jest wcale takim narządem, za jaki go zawsze uważamy: narządem, którego podstawowa funkcja polegałaby na "wytwarzaniu" i umożliwianiu takich sprawności psychicznych, jak inteligencja, wyobraźnia i pamięć. Nawet ten niewielki zasób wiedzy o rozwoju, który doprowadził do nas samych i naszego mózgu, pozwala raczej przypuszczać, że mózg (także u zwierząt) jest narządem, który scala (integruje) owe sprawności w poszczególnych organizmach i pozostawia je do ich indywidualnej dyspozycji. A jest to aspekt, który – jakkolwiek niezwykle – otwiera nową drogę badaniom nad psychogenezą, to jest powstawaniem w toku historii przyrody wymiarów psychicznych i świadomości.

Taki punkt wyjścia prowadzi też do twierdzenia, że owe osiągnięcia i funkcje, które zwykliśmy nazywać psychicznymi, musiały także istnieć (i dzisiaj istnieją) poza indywidualnymi mózgami, jako wyizolowane funkcje. Jeżeli tak jest, oznacza to, że inteligencja, wyobraźnia, zdolność do krytycznego wyboru spośród danych możliwości, a także pamięć i twórcza inwencja są starsze od wszystkich mózgów. Jest to na pewno sprzeczne z naszymi zakorzenionymi wyobrażeniami. Ale im dłużej zajmujemy się tym, co obecnie już wiemy o historii przyrody, tym silniejszego nabieramy przekonania, że właśnie taka jest prawda.

Jak mówiłem, uzasadnienie tego twierdzenia musimy odłożyć do dalszego rozdziału. Możemy jednak już tutaj rozpatrzeć, na pierwszym przykładzie, jak należy sobie wyobrażać taką wyizolowaną egzystencję – pojęcie to w pierwszej chwili brzmi rzeczywiście niezwykle i paradoksalnie – jednej z wymienionych funkcji, a więc na przykład wyizolowane istnienie wyobraźni czy inteligencji poza

mózgiem, a tym samym poza wymiarem psychicznym.

W tym miejscu przyjdzie nam to łatwo i stosunkowo szybko. Zanim bowiem opuściliśmy nurt naszych chronologicznych rozważań (a mianowicie przy "stemplowym" doświadczeniu Lederberga oraz następującej po nim relacji o przystosowaniu się krępaka brzoźowca do terenu uprzemysłowionego), aby zastanawiać się nad historyczną przypadkowością owej chwili, w jakiej żyjemy, i nad zagadnieniem powstania pierwszych "duchowych" zasad w przyrodzie – już mówiliśmy o takim właśnie osiągnięciu: o "inteligentnych" skutkach współdziałania mutacji i selekcji.

Jednym z powodów dygresji (dalszy powód podamy później) było zresztą to, że pozwala ona nam raz jeszcze spojrzeć na to, o czym mówiliśmy, ale już z nowego i nieoczekiwanego punktu widzenia. Wydaje mi się, że teraz, po tej dygresji, mniej może nieporozumień wywoła moje stwierdzenie, że zasada mutacji jest antycypacją psychicznej kategorii "wyobraźni", a selekcja sprawuje funkcje "krytycznego wyboru".

Przystosowanie się krępaka brzoźowca do zmian warunków otoczenia, noszące cechy świadomej celowości, wyrafinowane zamaskowanie poczwarkł, o które przewidująco dba gąsienica atlasa, a także zdolność gronkowców do unieszkodliwienia bronią "chemiczną" aplikowanego im sztucznie przez człowieka antybiotyku – wszystko to są osiągnięcia, które wywołują wręcz przemożne wrażenie umiejętności uczenia się i inteligentnego zachowania. We wstępie zwróciłem już uwagę na to, że niektórzy uczeni, między innymi Konrad Lorenz, wobec takich przykładów mówią o reakcji "analogicznej do inteligencji".

Otóż twierdzę, że takie pojęciowe ograniczenie ("analogiczny do inteligencji" zamiast "inteligentny") nie jest niczym innym jak wyrazem pewnego przesądu, a mianowicie skutkiem przekonania, że osiągnięcie tego rodzaju nazwać można "inteligentnym" tylko wtedy, gdy wynika z indywidualnej świadomości. Z chwilą gdy uwolnimy się od tego zacieśnienia, cała różnica będzie polegała już tylko na tym, że w jednym przypadku (tym, który odpowiada znaczeniu słowa w mowie potocznej) uczy się osobnik, a w drugim – cały gatunek bądź określona populacja (podczas gdy poszczególne osobniki, obojętne, bakterie czy motyle, okazują się w tej sytuacji jeszcze całkowicie niezdolne do uczenia się).

Jest to coś więcej aniżeli zwykły spór o słowa. Gdy się raz odrzuci rozpowszechniony przesąd, zyskuje się widok na nie znaną do tej pory możliwość zrozumienia, że osiągnięcia psychiczne mogą powstawać w trybie takiego samego rozwoju jak ten, któremu podlega reszta przyrody. Gdy się zarzuci pogląd, że reakcję tylko wtedy nazwać wolno inteligentną, kiedy jest reakcją osobnika, nie zaś gdy stanowi reakcję gatunku, wówczas znikają wszelkie trudności w wyobrażeniu sobie, jak powstają poszczególne sprawności, które potem wszystkie razem, w jakimś o wiele późniejszym momencie, scalone przez indywidualne mózgi oznaczają początek "psychicznego" szczebla rozwoju.

Pojawia się więc możliwość pojmowania mózgu jako narządu, którego właściwa wydolność – w aspekcie ewolucji – mogłaby polegać na tym, że integruje on w zamknięty w sobie, indywidualny repertuar zachowań – pewne określone możliwości reakcji, powstałe niezależnie od siebie i już zastane. Pragnąłbym w tym miejscu podkreślić, że wydaje mi się nie bez znaczenia, iż taki przebieg stanowiłby analogię do sposobu, w jakim kilka miliardów lat wcześniej bez-jądrowe jeszcze prakomórki nabyły funkcji decydujących dla ich dalszego rozwoju przez to, że wchłonęły w siebie odpowiednio wyspecjalizowane komórki jako organelle.

Nie chciałbym jednak znowu wyprzedzać biegu wydarzeń. Na zakończenie tych rozważań chcę rzucić jeszcze myśl, która nasuwa się zawsze w związku z tymi możliwościami. Grozi nam stale, że cudu szukamy w niewłaściwym miejscu. W świecie, który jest niewątpliwie pełen cudowności, podziw ogarnia nas często nie tam, gdzie trzeba.

Tak jest i tutaj. Przyznajmy szczerze, że w zachwytach nad przyrodą nazbyt często współbrzmi silna nuta protekcyjności. Obawiam się, że gdy podziwiamy celowość planu budowy jakiejś rośliny albo gdy przyglądamy się z zachwytem, jak ptak buduje sobie gniazdo, część naszego uznania dzisiaj jeszcze wypływa ze zdumienia tym, iż nie posiadająca mózgu roślina albo nieinteligentny ptak mogą przyczynić się do powstania celowych tworów. Zaskakuje nas, że "beźświadoma" przyroda może być zdolna do skomplikowanych osiągnięć, kryjących się za tak pospolitymi zjawiskami.

Nasz podziw jest w tych przypadkach z pewnością słuszny i uzasadniony. Ale powinniśmy podejść krytycznie do jego motywów. Podejrzewam, że w sprawie naszej pozycji w przyrodzie powinniśmy z gruntu przestawić nasze myślenie. Jest to wręcz groteskowo fałszywa ocena sytuacji, jeżeli – jako "inteligentne" jednostki – sądzimy, że osiągnięcia przyrody należy uważać za zdumiewające i zagadkowe przede wszystkim dlatego, że powstają bez udziału świadomej siebie inteligencji.

Wydaje mi się, że stajemy tutaj przed zadaniem przelamania naszego samozrozumienia, a wagę

tego zadania porównać można do przełomu kopernikowskiego. Czas najwyższy, abyśmy wobec dzisiejszego stanu wiedzy o przyrodzie przestali zamykać oczy na prawdę, że jej siły twórcze, jej wyobraźnia i zdolność uczenia się w niepojętym stopniu przekraczają nasze własne zdolności (które są tylko ich słabym odbiciem).

16. SKOK DO WIELOKOMORKOWOSCI

Musimy teraz podjąć od nowa wątek naszej chronologicznej relacji w miejscu, w którym opuściliśmy go na początku naszej długiej dygresji.

Odbiegliśmy od tematu, ponieważ natrafiliśmy na pytanie, jak można by wytłumaczyć zdumiewającą zdolność żywych komórek przystosowania się do nieoczekiwanych zmian otoczenia. Konkretnego przykładu dostarczyło nam zagrożenie komórek przez pojawiający się po raz pierwszy w ziemskiej atmosferze tlen (on z kolei był nieuniknionym skutkiem działalności takich komórek, które przewyciężyły poprzedni kryzys pokarmowy przez chwytnie światła słonecznego).

I właśnie mitochondria, wyspecjalizowane bakterie – pochłonięte przez większe komórki jako symbionty – nadały zagrożonym komórkom zdolność obchodzenia się z nowym gazem atmosferycznym. Do dnia dzisiejszego mitochondria spełniają to zadanie we wszystkich oddychających tlenowo żywych istotach na tej Ziemi. Z ich pomocą życie potrafiło nie tylko obronić się przed owym gazem, działającym pierwotnie jak trucizna, lecz nawet wykorzystać dla swego dobra jego tak groźną aktywność chemiczną.

Nie wolno nam zapominać o prehistorii tego dzisiaj jeszcze aktualnego stanu, gdy z obecnego punktu widzenia zajmujemy się właściwościami owego życiodajnego i tak absolutnie niezbędnego składnika atmosfery. Gdy bowiem rozpatrujemy tę sytuację historycznie, wówczas na tym konkretnym przykładzie możemy zrozumieć, w jakim stopniu my sami jesteśmy produktem przystosowania do środowiska, w którym ongiś życie musiało się jakoś urządzić. Owa niezbędność, ten symboliczny, wręcz nieodzowny do życia charakter, jaki dzisiaj przypisujemy gazowi zwanemu "tlen", jest niezwykle dobitnym miernikiem radykalizmu, z jakim przystosowanie to zostało wymuszone. Ale jednocześnie dowodzi doskonałości tego przystosowania: gaz, pierwotnie śmiertelny, w świadomości istot zrodzonych z tego przystosowania nabiera sensu równoznacznego z "tchnieniem życia". Jest to doprawdy nieprześcigniony rekord.

Rozprawiliśmy się także przy tej okazji szczegółowo ze sprawą wyjaśnienia owych tak skomplikowanych przystosowań i poznaliśmy mechanizm współdziałania mutacji i selekcji, który je wytwarza. Duża rozpiętość przypadkowej podaży mnogości dziedzicznych wariantów, z jakich środowisko i jego zmiany dobierają każdorazowo nieliczne warianty "celowe", stwarza rodzaj elastyczności, potrzebnej do przeżycia w świecie, który nigdy długo nie pozostaje stabilny.

Jakkolwiek wciąż wydaje się niewiarygodne, aby tak pozornie prosty mechanizm miał wystarczyć do wytłumaczenia różnorodności istniejących form życia oraz pojawiania się i zanikania rozmaitych, wciąż nowych gatunków, to jednak nie ma dzisiaj już żadnych rozsądnych argumentów przeciwko tej tezie.⁶ Mechanizm ten wyjaśnia ponadto właśnie także różnorodność form życia i fakt, że nie może istnieć jedna jedyna "optymalna" jego forma. Bogactwo i różnorodność warunków oraz cech środowiska właściwych daje bowiem odpowiednio wielkiej liczbie różnych wariantów form i funkcji szansę wykazania swojej celowości w odniesieniu do tych właśnie warunków środowiska, a więc także szansę urzeczywistnienia się.

Zatem środowisko powoduje jak gdyby biologiczną różnorodność, odzwierciedlającą jego własną różnorodność. A ponieważ z kolei życie wyciska w coraz większym stopniu piętno na środowisku i ponieważ dla każdej poszczególnej żywej istoty wszystkie inne otaczające ją organizmy należą do jej środowiska – łącznym rezultatem jest dialogowy efekt samoumacniania, który, skoro tylko przeminęła długa faza rozbiegu, musiał doprowadzić wręcz do eksplozji w rozprzestrzenianiu się życia na Ziemi.

W naszej chronologicznej narracji osiągnęliśmy dotąd właśnie ów punkt startowy, w którym musiało się rozpocząć owo nieustające przyśpieszenie dalszego przebiegu. W dziejach Ziemi możemy go umiejscowić w epoce odległej od nas mniej więcej o miliard lat, kiedy rozwój wyższych komórek jądrowych, z ich wielostronnym i wysoko wyspecjalizowanym wyposażeniem wnętrza, był już zakończony.

W tym czasie osiągnięty został pewien poziom rozwoju, który niewątpliwie rozpoczyna nowy rozdział. W niewyobrażalnie długich epokach poprzedzających, trwających co najmniej dwa miliardy lat, rozwój, jakkolwiek zdawał się z wolna i w mękach podążać naprzód, przechodził jeden kryzys za drugim. Mówiliśmy już o tym. Wprawdzie życie nie weszło na plan po raz pierwszy w tym sensie, że nie zjawiało się na Ziemi bez etapu przejściowego, bez ciągnącej się prehistorii, niemniej przyniosło ze

sobą tyle nowych czynników, tak skomplikowane nowe oddziaływania, że musiały chyba upłynąć dwa miliardy lat, zanim na powierzchni Ziemi została przywrócona jako tako stała równowaga.

Wszystkie poprzednie kryzysy były tak poważne, że każdy mógł oznaczać kres rozwoju. Nie wolno nam w żadnym razie pominąć istnienia także i takiej możliwości. Aczkolwiek fantazja procesu mutacji jest bardzo wielka, jak tego dowodzi chociażby doświadczenie Lederberga (jako jeden z bardzo wielu przykładów), ale wydolność jej na pewno nie jest nieograniczona. Gdyby było inaczej, żyłyby jeszcze wśród nas jaszczury. Gdy więc pierwsze prakomórki pożerać zaczęły z kolei abiotycznie powstałe – z trudem, w ciągu miliardów lat – wielkie cząsteczki i biopolimery, a tym samym je w przerażająco krótkim czasie dziesiątkować (czymże innym mogłyby zaspokoić swoje zapotrzebowanie energetyczne i wyżywić się podówczas na pra-Ziemi?), niezawodnie wynikły stąd kryzys pokarmowy mógł być bardzo łatwo stać się początkiem końca.

Pojawienie się w porę chloroplastów, owych "poły-kaczy światła", oznaczało wyjście z sytuacji, która zdawała się bez wyjścia. Jednakże aktywność ich spowodowała natychmiastowe zakłócenie równowagi pomiędzy życiem a jego ziemskim środowiskiem, jak wspominaliśmy już – przez wytwarzanie coraz większych ilości tlenu, bez którego chemiczny proces fotosyntezy nie jest możliwy. Tym razem ratunek nadszedł ze strony mitochondriów.

W ten sposób zapewne rozwój życia w ciągu prawie dwóch miliardów lat przebiegał wśród kryzysowych drgawek, niczym krzywa gorączki, przy czym możemy być zupełnie pewni, że znana nam jest zaledwie drobna część tych niebezpieczeństw, przez które należało w tym czasie przebrnąć. Nie ulega wątpliwości, że podobne przeszkody i ślepe zaułki istniały również na poszczególnych etapach podziału komórki. Wskazuje na to chociażby tylko czas co najmniej jednego miliarda lat, jaki musiał upłynąć, zanim został wystarczająco udoskonalony ów proces o decydującym znaczeniu dla rozmnażania się organizmów i włączenia mechanizmu mutacji.

Wreszcie, po nieprawdopodobnie długim czasie nieustających kryzysów i powtarzającej się wciąż od nowa masowej zagłady typów komórek niedostatecznie zdolnych do przystosowania się – została osiągnięta nowa równowaga. W cztery miliardy lat po powstaniu Ziemi pewne było, że życie definitywnie zagnieździło się na tej planecie.

W morzach Ziemi rozmnażały się niezliczone drobne jednokomórkowce, każdy z nich stanowił organizm o wysoko wyspecjalizowanych wydolnościach. Chloroplasty dbały o to, aby pokarmu było odtąd zawsze pod dostatkiem. Mitochondria umożliwiały wykorzystywanie produkowanego przez samo życie tlenu jako źródła energii, przy czym wydajność tego źródła przekraczała wszystko, co do tej pory istniało, a zatem otwierało to możliwości biologicznych osiągnięć, które miały usunąć w cień wszystko, co minione. Wyszukany mechanizm podziału jądra gwarantował niezawodne przekazywanie każdej następnej generacji "doświadczeń" nabytych w ciągu miliardów lat – w postaci najróżnorodniejszych form przystosowania.

Z drugiej strony fizyczne i chemiczne warunki na powierzchni Ziemi nie dopuszczały całkowitej bez-błądności owego mechanizmu podziału komórki ani towarzyszącego mu podwojenia magazynującej cząsteczki DNA. Promieniowanie, emitowane wskutek rozpadu naturalnych pierwiastków radioaktywnych skorupy ziemskiej, a także promienie z Kosmosu (przede wszystkim pochodzące z Drogi Mlecznej tak zwane promieniowanie kosmiczne) powodowały bardzo drobny procent nieznaczących zmian w poszczególnych cząsteczkach DNA jąder komórkowych. Przez to zmieniał się w niewielkim stopniu, ale zawsze bardzo rozmaicie, sens informacji, jaką cząsteczki owe miały przekazywać. W taki sposób rodziły się mutacje, a wraz z nimi, w toku obopólnej gry ze środowiskiem – proces ewolucji biologicznej.⁷

Tymczasem w środowisku pojawiło się także pewne ważne ułatwienie, wprowadzone znowu przez życie, pewne decydujące poszerzenie zasięgu przyszłych możliwości, który dopiero od tej pory naprawdę już obejmował całą kulę ziemską. To również było związane z tlenem, aczkolwiek jego stężenie w atmosferze ziemskiej w owej epoce, odległej mniej więcej o miliard lat, wciąż jeszcze nie dorównywało obecnej wartości. Pomimo to pierwiastek ten już podówczas odgrywał rolę nie tylko w nowym sposobie uzyskiwania energii, lecz w nie mniejszym stopniu stanowił tarczę ochronną. Dotąd życie było ciągle jeszcze zacieśnione do względnie ograniczonej warstwy wody oceanów.

Na głębokościach poniżej pięćdziesięciu–stu metrów siła promieniowania słonecznego prawdopodobnie już nie wystarczała do utrzymania fotosyntetycznej aktywności ówczesnych komórek: aktywność ta nie była przecież jeszcze w pełni dojrzała. Ze względu zaś na niszczycielskie promieniowanie nadfioletowe Słońca wrażliwe komórki nie mogły się dotąd zbliżyć do powierzchni wody na odległość mniejszą niż pięć–dziesięć metrów. I to również zmieniło się obecnie całkowicie. Wobec niezwykle silnej skuteczności tlenu jako filtra promieni nadfioletowych wystarczały obecnie

względnie niewielkie ilości nowego gazu, aby zasadniczo zmniejszyć ów niebezpieczny udział promieniowania słonecznego. Dopiero teraz więc życie mogło opanować naprawdę całą powierzchnię planety, nie tylko powierzchnie wód, lecz ponadto szeroki obszar suchego lądu – chociaż była to możliwość, która z najrozmaitszych przyczyn miała jeszcze przez dalszych .500 milionów lat pozostać całkowicie teoretyczna.

Gdy zechcemy to wszystko krótko podsumować, ujrzymy sytuację spokojną i ugruntowaną. Życie zakorzeniło, urządziło i zadomowiło się na Ziemi; stało się odtąd trwałym składnikiem naszej planety. Jednakże – ściśle biorąc – najdziwniejsze w tym obrazie, niezależnie od wszelkich szczęśliwie przewyższonych przeszkód i niebezpieczeństw, jest nie to, że do tego doszło. Najbardziej zdumiewa, że na tym się nie skończyło.

Już kiedyś, w pewnym o wiele wcześniejszym momencie rozwoju, zdziwiło to nas. Było to wtedy, gdy natknęliśmy się na fakt, że wywołane przez wzajemne przyciąganie się mas skupienie atomów wodoru, rozdzielonych we Wszechświecie w postaci delikatnych obłoków, nie spowodowało po prostu powstania i rozbłyśnięcia gwiazd, rozgrzanych przez ich własne ciśnienie wewnętrzne. Przeciwnie, stało się tak, że w centrum gwiazd wystąpiły zjawiska, które doprowadziły nieuchronnie do zespalania się poszczególnych atomów wodoru, a następnie także coraz cięższych jąder atomowych, dzięki czemu powstała mnogość nowych pierwiastków, a więc substancji wykazujących cechy i możliwości, których dotąd we Wszechświecie nie było.

Stwierdziliśmy wtedy, że nie ma odpowiedzi na pytanie, dlaczego historia świata nie miałaby się po wsze czasy ograniczyć do historii powstawania i zaniku wciąż nowych pokoleń gwiazd z wodoru – w nieustannym i nie kończącym się powtarzaniu. Nigdy nie będziemy tego wiedzieć. To, że stało się inaczej, że powstały nowe, inne pierwiastki, które otwarty rozwójowi nowe, nieoczekiwane horyzonty, sprowadza się do zdolności przemieniania się prapierwiastka – wodoru. Natomiast pochodzenie wodoru, a tym samym przyczyny osobliwości jego cech znajdują się dla nas poza jakimś początkiem, poza który nauka już nie potrafi sięgać, stawiając sensowne pytania.

Dlaczego atom wodoru posiada te szczególne właściwości, w jaki sposób powstał i jak się dostał do naszego świata – oto pytania, na które nie ma naukowej odpowiedzi, podobnie jak na pytanie o pochodzenie czasu czy przyczyny praw natury. Natrafiamy tutaj – musimy to znowu niezwykle dobitnie podkreślić – w pewnym konkretnym punkcie na niezaprzeczalny fakt, że świat nasz, że obszar, w którym przeżywamy rzeczy i w którym możemy zadawać naukowe pytania, nie obejmuje wszystkiego, co istnieje. Jednocześnie rozpowszechnienie pewnego przesądu, który zdaje się nie do wykorzenia, zmusza nas do wyraźnego powtórzenia i wskazania palcem, że to współczesna wiedza przyrodnicza gwarantuje nam, że tak właśnie jest. To co filozofia czy metafizyka mogły jedynie zakładać bądź czego żądały – współczesne przyrodnicze badania podstawowe podsuwają nam wprost pod nos.

Było już jedno stadium, wobec którego mieliśmy okazję zdziwić się, że rozwój nie stanął w miejscu, ów etap, kiedy na wyższym poziomie powtórzyło się to, co nas słusznie zdumiewało w reakcji atomu wodoru: powstałe stopniowo nowe pierwiastki nie tylko wzbogaciły Wszechświat o dalsze dziewięćdziesiąt jeden substancji wykazujących nowe właściwości. Okazały się one ponadto zdolne do tworzenia najrozmaitszych związków między sobą i z wodorem, od którego pochodziły, a różnorodność tych związków jest nie do ogarnięcia i do dnia dzisiejszego nie wyczerpana. To również nie było ani konieczne, ani możliwe do przewidzenia (czy też do wyjaśnienia). Że tak się stało, musimy znowu przyjąć do wiadomości jako fakt niewytłumaczalny.

Na chronologicznie kolejnym szczeblu doszło do symbiotycznego łączenia się rozmaicie wyspecjalizowanych prakomórek. Opisałiśmy ten proces szczegółowo, ponieważ ma on decydujące znaczenie dla wszystkiego, co następuje potem, nie musimy więc teraz ponownie wnikać w ten temat. W tym miejscu można to łączenie się opisać następująco: zda się, jakoby rządziła tutaj zasada, pod której działaniem rozwój postępuje naprzód dlatego, że na nowo osiągniętym szczeblu organizacji powtarza się, każdorazowo z pojawieniem się nowych możliwości, to co już okazało się skuteczne na poprzednich etapach rozwoju. Powtarzam, że nie należy tego mylnie rozumieć jako "wyjaśnienie", lecz że przez takie sformułowanie próbuję tylko uprzystępnić to, co się naprawdę wówczas stało.

Podobnie jak w tych minionych już przypadkach działo się także w owej epoce konsolidacji życia ziemskiego, do której ostatnio dotarliśmy i która jest od nas odległa o jakiś miliard lat. W oceanach roiło się życie – mrowiły się jednokomórkowce, których skomplikowana organizacja świadczyła o pewnym szczytowym punkcie dotychczasowego rozwoju. Życie i środowisko, po niezliczonych kryzysach, wreszcie ze-stroiły się w harmonijnej wzajemnej równowadze i uspokoiły. Co więc właściwie przemawiało za tym, że ciągle jeszcze nie nadchodził kres? Jaką można znaleźć dzisiaj,

retrospektywnie, kiedy w pełni znamy wszystko, co potem się stało – przyczynę tego przekonania, że rozwój nie mógł się zatrzymać, że znowu musiał pozostawić za sobą wszystko, co zostało osiągnięte tak niewiarygodnym nakładem czasu i zdolności przystosowawczych?

Na to także nikt nie może dać odpowiedzi. Jedyne, co wiemy, to historyczny fakt, że ponownie powtórzyło się to, co się przedtem już niejednokrotnie działo: istniejące złożone komórki – jak się niebawem miało okazać – nie tylko wzbogaciły ziemską scenę o nową zasadę (zjawisko różnorodności wyspecjalizowanych materialnych struktur uprawiających przemianę materii), lecz ponadto przygotowały nowy skok rozwoju przez przejawienie zdolności do łączenia się ze sobą.

Na tym szczeblu rezultatem było brzemienne w skutki powstanie pierwszych wielokomórkowych istot żywych. Jak do tego doszło i jakie ten skok spowodował fantastyczne wręcz poszerzenie możliwości dla wszystkiego, co żyło – nietrudno już opisać. Niemniej zjawisko to jest fantastyczne i cudowne. Pojąć możemy je tylko dlatego i o tyle, że przy jego opisie to, co do tej chwili zostało przez rozwój osiągnięte, będziemy przyjmowali po prostu jako dane. W tych warunkach łatwo oczywiście operować istniejącym materiałem. Jeżeli nie chcemy zatracić proporcji, nie wolno nam jednak ani przez moment zapomnieć, jakiej fantastycznej prehistorii materiał ten zawdzięcza swoją egzystencję.

Tak decydujące dla dziejów życia na Ziemi przejście od jednokomórkowców do wielokomórkowych istot żywych nietrudno będzie zrozumieć, gdy uświadomimy sobie, że pojęcia "łączenia się" nie należy tutaj brać dosłownie. Pierwsze wielokomórkowce według wszelkiego prawdopodobieństwa nie były dosłownie wynikiem połączenia się istniejących pojedynczych komórek, tak samo jak wszystkie wielokomórkowce w ciągu całej następującej potem historii Ziemi, aż po dzień dzisiejszy. Żadna żywa istota wyższa w taki sposób nie powstaje.

Jak wszyscy wiemy, odbywa się to raczej tak, że określona komórka pierwotna, którą z reguły nazywamy komórką jajową, zaczyna się dzielić i że komórki powstałe przez ciągły podział tej komórki jajowej już się od siebie nie oddzielają, tak jak się to działo u jednokomórkowców przez miliardy lat. Wszystko przemawia za tym, że to samo działo się przy powstaniu pierwszych, jeszcze prymitywnych wielokomórkowców, a więc przed mniej więcej miliardem lat.

Jeden z wielu dowodów stanowią organizmy, które do dnia dzisiejszego zachowały tę postać przejściową jak gdyby trwale. Podobnie jak bakterie i niektóre prymitywne glony są jeszcze obecnie żyjącymi przedstawicielami archaicznych bezjądrowych prakomórek, podobnie jak istnieje jeszcze bardzo wiele rozmaitych gatunków wyżej rozwiniętych jednokomórkowców, które konserwatywnie zachowały jednokomórkowy sposób bytowania – podobnie także występują dzisiaj prymitywne organizmy, które jak gdyby stanęły w rozwoju, pozostając w owym stanie przejściowym (który również musiał się ciągnąć przez kilkadziesiąt milionów lat).

DNA jąder komórek, z których się te organizmy składają, wiernie zmagazynowało to, co komórki te osiągnęły, i zachowało przez niewyobrażalnie długi ciąg pokoleń aż do czasów teraźniejszych. Z jakichś tam przyczyn nie pojawił się tutaj łańcuch następujących po sobie mutacji, które mogły być je wyprowadzić z tego obojnego stanu między jednokomórkowcem a wielokomórkowcem. Biolog musi być za to wdzięczny. "Żywe skamieniałości" tych gatunków stanowią dla niego jedyną szansę prowadzenia badań nad tymi archaicznymi formami życia.

Jednym z ulubionych przykładów uczonych jest w tej dziedzinie mikroskopijnie mały wielokomórkowiec, nazwany przez nich pandoriną. Nosicielka tego dźwięcznego imienia pomimo swej wielokomórkowości nie jest właściwie "prawdziwym" wielokomórkowym organizmem. Właśnie ta komplikacja powoduje, że pandoriną jest obiektem tak interesującym. Można by ją określić jako kolonię komórek, która jeszcze nie osiągnęła rangi złożonego osobnika. Pandorina składa się z szesnastu zielonych komórek glonowych powstałych przez czterokrotny podział komórki pierwotnej. Galaretowata otoczka tej komórki pierwotnej nie ginie i zamyka szesnaście komórek potomnych, nadając im postać kulistego tworów.

Za tym, że ma to charakter kolonii, przemawia brak wyraźnej hierarchii, czyli podziału pracy pomiędzy poszczególnymi komórkami. Wprawdzie wystające na wszystkie strony małe wici wspólnie wybijają takt, w związku z czym mikroskopijny twór może się w wodzie poruszać w sposób znośnie uporządkowany, ale tutaj wszystkie szesnaście komórek jest jeszcze zawsze równouprawnionych. Każda z nich potrafi to wszystko, co potrafią jej komórki siostrzane. A przede wszystkim brak jakiegokolwiek śladu, że komórki, aby się rozwinąć, zdane są wzajemnie na siebie, co jest właściwe niepodzielności, która prawdziwemu osobnikowi – indywiduum – nadaje jego charakter. Gdy się pod mikroskopem oddzieli od siebie komórki pandoriny, pojedyncze komórki mogą żyć dalej i każda z nich może utworzyć nowe kolonie.

Pandorina rozmnaża się w naturze także przez podziały wszystkich swoich komórek, tak że w końcu kolonia macierzysta rozchodzi się "bez reszty" na szesnaście nowych kolonii. Fakt, że pomimo to mamy w tym wypadku do czynienia z pierwszym krokiem w kierunku wielokomórkowości, przejawia się w tym, że kolonia składa się zawsze z szesnastu (a nie ośmiu ani trzydziestu dwóch) komórek. Liczba etapów podziałów stanowi więc już tutaj pewną nadrzędną wielkość, obowiązującą wszystkie uczestniczące komórki.

Jednakże najdobitniejszy dowód na to, że małej kolonii glonowej przypisać trzeba rolę pionierską, znajdujemy w tym, iż pandorina ma bliskich krewnych, którzy zupełnie wyraźnie prezentują kolejne fazy, dalsze kroki na tej samej drodze. Niczym poszczególne kadry taśmy filmowej, przyroda zachowała ślady przebiegu prowadzącego ongiś od jednokomórkowca do złożonego z wielu komórek osobnika.

Następną fazę filmu stanowi eudorina. W niej połączone są w kolonię już trzydzieści dwie komórki. U niektórych gatunków zaznaczona jest nawet wyraźna oś ciała: ruch naprzód odbywa się zawsze w tym samym kierunku ciała. Komórki położone z tej strony, a więc "z przodu", są nieco mniejsze. Jednocześnie typowe dla tych swobodnie poruszających się glonów płamki oczne komórek położonych z przodu są lepiej wykształcone aniżeli płamki oczne komórek tworzących "rufę" pływającej kolonii, przy czym ich wrażliwość na światło z natury swej stosunkowo niewiele ma wspólnego ze sterowaniem.⁹ Ale na tym się kończy podział pracy u eudoriny. Także i w tej kolonii w zasadzie wszystkie komórki jeszcze potrafią wszystko.

Pierwszym prawdziwie wielokomórkowym osobnikiem, który pojawia się na tej drabinie rozwoju, jest słynny wolwoks, czyli toczek. Jest on zespołem wieluset, często nawet wielu tysięcy wyposażonych w wici komórek glonowych, które – w toku podziału jednej pojedynczej komórki pierwotnej – tworzą wierzchnią warstwę względnie dużej kuli, widocznej nawet gołym okiem w postaci zielonkawego ziarenka. Techniczna nieomal symetria tych glonowych kuleczek na pierwszy rzut oka może nawet mniej aniżeli w przypadku pandoriny czy też eudoriny wskazuje na to, jakoby to był osobnik, a więc jakobyśmy tu mieli przed sobą po raz pierwszy prawdziwy organizm wielokomórkowy. Tymczasem wrażenie to jest mylne. Toczek jest już pod każdym względem prawdziwym wielokomórkowcem, pierwszym przykładem typu organizmu znajdującego się na następnym, wyższym szczeblu rozwoju.

Pomimo idealnej prawie kulistości, u toczka występuje zupełnie jednoznaczna orientacja ciała: podczas pływania zawsze ten sam biegun jest skierowany do przodu. Płamki oczne komórek tworzących ten biegun są znowu wyraźnie lepiej wykształcone aniżeli pozostałe, szczególnie aniżeli płamki komórek połowy kuli skierowanej do tyłu. Wszystkie wici owych tysięcy komórek, z których składa się toczek, uderzają w zgodnym rytmie. A umożliwiają to cienkie połączenia między wszystkimi komórkami, delikatne pasma białkowe, pozostałe po podziałach komórki pierwotnej. Należy sądzić, że w nich przebiegają tam i z powrotem potrzebne do tej synchronizacji impulsy.

Jednakże decydujący w tej klasyfikacji jest przede wszystkim wyraźnie czytelny podział pracy między poszczególnymi komórkami. Najdobitniej występuje on w odniesieniu do podstawowej biologicznej funkcji – rozmnażania się. U toczka po raz pierwszy zdolna do podziału jest nie każda dowolna komórka. Możliwość tę ma tylko względnie niewiele komórek położonych w tylnym końcu powierzchni kuli. Fakt ten sprawia, że pozostałe liczne komórki toczka mogły stać się komórkami somatycznymi. Z tym z kolei związane jest, że u tego pierwszego przedstawiciela osobników złożonych z wielu komórek stykamy się po raz pierwszy w rozwoju ze zjawiskiem śmiertelności.

Oczywiście, śmierć istniała także już przedtem, pojawiła się wraz z życiem. W pierwszej chwili może to brzmieć makabrycznie, ale w przeciwnym wypadku już od miliardów lat na Ziemi byłoby nie do wytrzymania. Nietrudno to udowodnić. Jedna jedyna bakteria mogłaby, dzieląc się tylko co 30 minut, doprowadzić teoretycznie w ciągu 24 godzin do ponad 200 bilionów potomstwa. (Zapomina się stale, do jakiego wyniku doprowadza w najkrótszym czasie pozornie tak prosty szereg geometryczny jak 2, 4, 8, 16, 32 itd.)

Na szczęście nigdy do tego nie doszło. Po prostu nie ma przestrzeni dostatecznie wielkiej dla tak nieograniczonego rozrodu. Bakterie oczywiście również giną. Ale jest to zawsze, podobnie jak u wszystkich jednokomórkowców, jak gdyby "śmierć wskutek wypadku". Jednokomórkowce nie starzeją się i nie umierają z przyczyn wewnętrznych. Są one, jak powiada biolog, potencjalnie nieśmiertelne. Gdy rozmnażają się przez podział, każda powstała połowa tworzy nową "młodą" komórkę potomną. Nie ma przy tym "trupa".

Po raz pierwszy u toczka jest inaczej. Pierwszy w dziejach prawdziwy wielokomórkowiec dostarcza również pierwszego trupa. Gdy toczek się rozmnaża, dzielić się zaczynają położone w okolicy tylnego

bieguna komórki generatywne, jedyne, które są jeszcze zdolne do dzielenia się. Odrywają się one przy tym od powierzchni i zapadają we wnętrze kuli, gdzie rozrastają się w nowe kuleczki. W końcu uzyskują wolność przez to, że kula macierzysta pęka i ginie.

Tylko komórki służące rozmnażaniu są tu więc jeszcze nieśmiertelne. Pozostałe tworzą ciało zdolne do życia jedynie przez czas ograniczony. Tak już pozostało w podkrólestwie wielokomórkowców po dzień dzisiejszy, dotyczy to również i nas. Spośród wielu niezliczonych komórek, z jakich składa się nasze ciało, jedynie służące rozmnażaniu komórki rozrodcze są (przynajmniej potencjalnie) nieśmiertelne. W rzeczywistości możliwość ta realizuje się także tylko w odniesieniu do tych bardzo nielicznych, którym udaje się połączyć z komórką rozrodczą drugiej płci, a następnie rozbudować się w nowe ciało.

Z punktu widzenia tego szczebla rozwoju, do jakiego dotarliśmy teraz w naszym opisie, można by więc odnieść wrażenie, że ciało organizmu złożonego z wielu komórek, a więc i nasze własne ciało, jest w gruncie rzeczy tylko czymś w rodzaju "opakowania". Że jest przejściową powłoką dla właściwego ładunku użytkowego, a mianowicie potencjalnie nieśmiertelnej komórki rozrodczej, którą trzeba zachować i przekazać poprzez pokolenia. Że jest wehikułem przeznaczonym do chronienia tej komórki rozrodczej i dania jej okazji oraz czasu do dzielenia się.

Myśl tę można snuć dalej jeszcze. Można by się zastanawiać, czy może w końcu ciało nasze, przez skalę sukcesu, z jakim się biologicznie utwierdza i przebija w swoim środowisku, gra tylko rolę aparatury wskaźnikowej czy też kontrolnej dla komórek rozrodczych lub – mówiąc ściślej – dla zawartego w nich DNA, aparatury służącej sprawdzeniu celowości wszelkich pojawiających się mutacji.

Ale jakież sens chcemy w takim razie nadać pojęciu celowości biologicznej? Jak inaczej może się objawiać celowość, jeżeli nie przez wzrost powodzenia organizmu sprawdzającego się w swoim środowisku? A zatem mikrokosmos miałby służyć makrokosmosowi, DNA – organizmowi, a nie przeciwnie. Spekulacje tego rodzaju mogą więc być zabawne. Tkwi w nich pewien aspekt, na który zbyt mało się zwraca uwagi. Niemniej nie wolno zapominać, że wszystkie tego rodzaju rozważania są jednostronne, wypływają bowiem z horyzontu ograniczonego, z zawężonego punktu widzenia jednego jedyne, dowolnie wychwyconego szczebla rozwoju.¹⁰

Korzyści biologiczne z wielokomórkowości można było więc osiągnąć tylko za cenę ograniczonego trwania życia. Samo to pozwala wnioskować, że musiały one być niezwykle duże. Najprostszą korzyścią, jakiej może sobie przysporzyć istota wielokomórkowa, jest przede wszystkim wielkość ciała, nieomal dowolnie rosnąca – w porównaniu z jednokomórkowcem. Wystarczy raz zobaczyć, jak mały owad miota się bezradnie na powierzchni kropił wody, aby się przekonać, że w tym świecie napięć powierzchniowych już sama wielkość ciała może zapewniać przewagę. Są naturalnie jeszcze inne przyczyny. Jeżeli nawet powiedzenie, że "wielcy pożerają małych", w przyrodzie nie obowiązuje bezwzględnie, to jednak w zasadzie można przyjąć, że z kolei wielcy są stosunkowo dobrze zabezpieczeni przed pożarciem przez małych. Jednakże najważniejsze i najbogatsze w skutki możliwości, które za sobą pociągnęło ewolucyjne przejście od istot jednokomórkowych do wielokomórkowych, wynikają z zasady podziału pracy między poszczególnymi komórkami, z jakich jest złożony organizm. Zaznacza się ona już u tarczka. Do jakich krańców te możliwości rozwinęły się w przebiegu ewolucji, poucza nas przelotny tylko rzut oka na niektóre typy komórek, z jakich sami się składamy.

Gdy rozpatrujemy przykłady zestawione na ilustracji 16, trudno wprost uwierzyć, że te wszystkie tak nadzwyczaj różnie zbudowane i funkcjonujące typy komórek są u każdego z nas wynikiem nieustannych podziałów jednej jedynej zapłodnionej komórki jajowej. Nawet biologowi trudno nie tyle w to uwierzyć (jest to bowiem sprawa bezsporna) – ile zrozumieć to. Jak się dzieje, że jedna tylko komórka przy podziale pozwala powstawać tak licznym, bogato zróżnicowanym komórkom, jest właściwie – pomimo pewnych przesłanek – do tej pory naukowo niemal nie rozwiązana sprawa.

Zagadnienie polega na tym, że w jądrze każdej spośród komórek naszego ciała, czy to będzie komórka nerwowa czy gruczołowa, skórna czy nerwowa, wskutek doskonałego (nieomal) funkcjonowania procesu podziału jądra, znajduje się kompletna kopia wszystkich cząsteczek DNA (a zatem wszystkich genów), które były zawarte w komórce jajowej i które wszystkie są produktem jej podziału. Przy każdym z niezliczonych stadiów podziałowych, kiedy stopniowo powstają owe cząsteczki DNA, są one dokładnie

podwajane i za każdym razem równomiernie dzielone między obie tworzące się połowy komórki. Zatem każda z komórek naszego ciała zawiera o wiele więcej informacji, aniżeli właściwie potrzebuje do spełnienia swego wyspecjalizowanego zadania. Każda mieści w sobie pełny, nie skrócony plan

budowy całego naszego ciała.

Tylko dzięki temu ci spośród biologów molekularnych, którzy zajmują się przepowiadaniem przyszłości, mogli w ostatnich latach wpaść na fantastyczny wręcz pomysł, że w zasadzie można by doprowadzić do powstania człowieka od nowa z jednej komórki jego ciała. Że można by w ten sposób z każdego z nas stworzyć poniekąd "dodatkowo" jego monozygotycznego bliźniaka. Ten pomysł doprowadził następnie do dalszych spekulacji nad tym, czy kiedyś w przyszłości ludzie może dojść do tego, aby metodą głębokiego zamrażania przechowywać własne komórki skóry jako pewien rodzaj zabezpieczenia przed nieszczęśliwymi wypadkami i po takiej katastrofie móc zmartwychwstać przynajmniej jako "bliźniak". (Zob. w tej sprawie raz jeszcze przypis na s. 230.)

Naturalnie, że myśl owa (abstrahując całkowicie od tego, czy jej realizacja w ogóle byłaby pożądana) jeszcze przez długi czas pozostanie utopia. A – co jest znamienne – nie tylko dlatego, że wyhodowanie ludzkiego zarodka poza ciałem matki jest chwilowo niemożliwe, ale także dlatego, że o wiele większe trudności sprawiałoby problemy związane z wymienionym przez nas zagadnieniem różnicowania.

Wyobraźmy sobie przypadek komórki, która ma wyrosnąć na komórkę wątrobową. Powstaje ona w pewnym momencie w zarodku przez podział nie wyspecjalizowanej komórki. Zawiera również pełny, nie skrócony plan budowy organizmu, którego część stanowi. Jednakże spośród wszystkich skomplikowanych szczegółów tego planu obchodzi ją tylko ten bardzo drobny wycinek, który obejmuje przepisy o wyglądzie i funkcjonowaniu komórki wątrobowej. Gdy więc komórka po podziale wzrasta, wolno jej tylko "odczytać" i uwzględnić ten mały wycinek. Wszystkie inne zawarte w planie przepisy budowy musi jak gdyby pominąć.

Biologowie stwierdzili przynajmniej to, że w praktyce właśnie tak się to odbywa. Liczne łańcuchy DNA, każdy zawierający plan budowy i złożony z kolejnych odcinków – genów, tworzą w jądrze komórki wiązki, tak zwane chromosomy. W pewnych przypadkach można pod mikroskopem rozpoznać w chromosomie, które geny są właśnie aktywne, a które drzemią beczynnie. U niektórych owadów geny, które stają się aktywne, czyli zabierają się do wydawania rozkazów, nabrzmiewają w sposób widoczny. Te miejsca chromosomów, w których się znajdują, rozszerzają się w wyraźne zgrubienia, tak zwane "puffy" (od angielskiego słowa "puff" – wzdęcie).

Wiadomo więc, że spośród wszystkich genów komórki bardzo znaczna większość nie jest aktywna. Zawarte w nich informacje są zablokowane. (Prawdopodobnie znowu przez inne geny, które biologowie nazywają represorami.) Widocznie jest to nawet w pewnym stopniu stan normalny. Gdy gen ma się uaktywnić, to znaczy gdy informacja, jaką reprezentuje, staje się potrzebna, nastąpić musi zdjęcie blokady (prawdopodobnie znowu przez swoje geny, które to potrafią). Właściwie, patrząc na to wstecz, jest to całkowicie zrozumiałe: jasne, że sam plan budowy nie może wystarczać. Zawiera on przecież tylko jak gdyby porządek przestrzenny, a komórka potrzebuje ponadto harmonogramu.

Najlepszy plan budowy jest nieprzydatny, jeżeli jednocześnie nie wiadomo, od czego należy rozpocząć budowę, i jeżeli nie ma się wyraźnych wskazań, kiedy i w jakiej kolejności poszczególne części planu mają być realizowane. W przypadku budowy domu jest to dla nas zupełnie oczywiste. Trzeba rozpocząć od fundamentów, a do wznoszenia dachu przystąpić można dopiero wtedy, gdy wymurowane są poszczególne kondygnacje. Nie wolno również nakładać na ściany tynków, dopóki nie są ułożone przewody elektryczne. Każda budowa wymaga nie tylko przestrzegania dokładnego planu przestrzennego, lecz także trzymania się ściśle określonej kolejności wielu poszczególnych faz, w jakich budynek powstaje.

To samo obowiązuje budowie przyrody, a więc również każdą poszczególną komórkę. Niestety wiemy tyle co nic o tym, co tutaj zapewnia ten porządek w czasie. Kto mówi komórce, kiedy i jakie ma "odczytać" szczegóły planu, a jakie inne ma pominąć – tego biologowie dotychczas nie odkryli. Jest całkowicie niejasne, jak się to dzieje, że poszczególne geny są odhamowywane we właściwym momencie i we właściwej kolejności, kto blokuje bądź aktywuje geny-represory i ich kontrpartnerów. (Wydaje się logiczne – chociaż sposób wykonania jest jeszcze bardzo mało wyjaśniony – że to osiagnięty każdorazowo stan budowy sam wyzwala następny niezbędny etap.)

Pewne jest w każdym razie, że sterowanie aktywnością, dokładnie w ten sposób zsynchronizowane w przestrzeni i czasie, w miarę potrzeby włącza czy też wyłącza geny poszczególnych komórek i że różnicowanie poszczególnych komórek również tak się odbywa. Jeżeli więc jakaś komórka ma się stać komórką wątrobową, następuje po prostu aktywizacja tylko tych genów (we właściwej kolejności), które są potrzebne do zrealizowania tej części planu budowy, a wszystkie inne geny komórki pozostają zablokowane na cały okres jej życia. (Nie potrzebują chyba raz jeszcze zwracać uwagi na to, jaki ogrom nie rozwiązanych problemów kryje się za tym małym słowem

"po prostu".)

Powiedzmy sobie więc – aby naprzód zamknąć ten temat – że w praktyce na nic się nam nie przyda bezsporna wiedza o tym, że w każdej z naszych komórek skóry zawarta jest informacja genetyczna o całym naszym ciele. Aby z jednej z tych komórek skóry wyhodować w laboratorium bliźniaka człowieka, eksperymentator musiałby wiedzieć, jak zdjąć blokady wszystkich zawartych w tej komórce genów (u człowieka co najmniej kilka milionów), przy czym odblokowanie to musiałoby nastąpić celowo i dokładnie we właściwej kolejności w czasie. Jest to zadanie, które pozostanie chyba absolutnie nie do rozwiązania jeszcze dla kilku pokoleń biologów.

Przyroda natomiast zna tę zasadę od nieprawdopodobnie dawnych czasów. Bez tej możliwości nie byłaby mogła doprowadzić do powstania nawet jednokomórkowca. Rozmnożenie go bowiem przez podział już zakłada dokładny podział jądra wraz z jego genonośnymi sznurami chromosomów, a więc proces, który już przy innej okazji, ze względu na jego niebywałą precyzję w czasie, porównywaliśmy do układu baletowego.

Teraz, na szczeblu wielokomórkowości, opanowanie klawiatury genów umożliwia przyrodzie wyspecjalizowanie poszczególnych elementów budowlanych komórki organizmu wyższego do ostatecznych granic możliwości biologicznych. Kto panuje nad rejestrami genów, ten może w każdej poszczególniej komórce wyszukać odpowiednie geny i "grać" na tych, których potrzebuje do osiągnięcia pożądanych cech i swoistych funkcji. Wynikiem jest zróżnicowanie komórek, a więc fakt, że rozmaite komórki wyższej istoty żyjącej mogą się między sobą tak nadzwyczajnie różnić w zależności od pełnionych funkcji.

Na tym polega decydujący postęp, którym jest skok do wielokomórkowości w historii życia. Dzięki wyspecjalizowanym w ten sposób kamikom budulcowym można dla określonych funkcji i sprawności budować narządy o nie spotykanej dotąd doskonałości. Polega to po prostu na tym, że względnie małe elementy budowlane pozwalają konstruować względnie duże narządy w sposób bez porównania bardziej wyrafinowany i wszechstronny, aniżeli było to możliwe przy użyciu względnie dużych elementów budowlanych w ciele istot żywych, które same składały się tylko z jednej jedynej komórki. Jest to ta sama zasada, która uzależnia jakość obrazu od gęstości rastra, a tym samym od liczby punktów w obrazie. Przy złym druku gazetowym (stosunkowo nieliczne bądź stosunkowo rzadkie punkty rastrowe) uzyskuje się o wiele mniej szczegółów i odcieni aniżeli w przypadku filmu fotograficznego o wysokim stopniu rozdzielczości, z mikroskopijnie drobnymi punktami barwnymi.

Powrócimy raz jeszcze do plamek ocznych, na które natrafiliśmy u jednokomórkowców (a także raz jeszcze do przypisu na s. 335). Nie ma żadnej wątpliwości, że te małe, pochłaniające światło plamki pigmentowe, nawet jeżeli są to tylko drobne ziarenka barwnika, spełniają u jednokomórkowców w zasadzie to samo zadanie, co o tyle później dopiero powstałe oczy wyższych istot. Zresztą właśnie temu zawdzięczają one swoją nazwę. Naturalnie, są nieporównywalne z okiem w ścisłym sensie o tyle, że – chociażby z przyczyn czysto fizycznych – nie można nimi jeszcze uchwycić obrazu otoczenia, co zresztą na tym stopniu rozwoju byłoby przecież bez znaczenia, skoro nie istnieje centralny układ nerwowy, który wiedziałby, co począć z takim odbiciem.

Jednakże niewątpliwie plamki oczne jednokomórkowców są już odbiornikami światła. Wprawdzie w bardzo skromnym zakresie, ponieważ połykają one padające na nie światło i stąd w organizmie, do jakiego należą, rzucają cień. Są one organellami, które chwytają światło i przewodzą bodźce, nawet jeżeli bodźce te to tylko cienie padające na nasadę wici i oddziałujące na jej aktywność. Wszystko to razem jednak tak współgra, że funkcjonuje jako automatyczne sterowanie, które pozwala na to, aby dany jednokomórkowiec dążył do pożytecznego dlań światła.

Całość jest mikroskopijnym cudem ewolucji. Umożliwia istocie jednokomórkowej orientację według właściwości optycznych jej otoczenia. Nawet jeśli ta stosunkowo tak prosta aparatura pozwala tylko na prymitywne rozróżnianie między "jaśniej" a "ciemniej", stanowi ona jednak niewątpliwie pierwszy krok w kierunku owej szczególnej funkcji, którą mamy na myśli, gdy mówimy o widzeniu.

Ważne jest dla naszego toku myślowego, abyśmy sobie w tym miejscu wyraźnie uzmysłowili, że przyroda ten pierwszy krok ku widzeniu postawiła już na szczeblu jednokomórkowości. To znaczy w tym okresie, kiedy w ogóle nie było mowy o oczach w sensie nam znanym. Co prawda ta pierwsza, omackiem poszukiwana droga nie zaprowadziła zbyt daleko. W jednokomórkowcu nie było jeszcze nic więcej niż opisane optyczne odruchy sterownicze. Tworzywo nie wystarczało do tego, aby zasadę kontynuować i rozbudować. Jednakże wtedy gdy rozwój uczynił następny krok, prowadzący do zbudowanego z wielu komórek organizmu wyższego, wtedy – można tak powiedzieć – żadnych nie było już hamulców. Stało się to, co się stać musi, gdy na przykład wynalazca, który przez długi czas nosił w sobie pewien pomysł, nagle dostaje do ręki elementy umożliwiające mu wreszcie

przeobrażenie swej myśli w czyn. Podobnie zareagowała wynalazczym ewolucja, gdy nagle na tym szczeblu rozwoju została jej dana szansa zbudowania odbiornika światła z licznych, swoiście wyspecjalizowanych pojedynczych komórek.

Na ilustracji 9 pokazana jest droga, która w tych warunkach doprowadziła przyrodę od zwykłego zmysłu światła do naszego oka, wraz z tymi wrażeniami zmysłowymi, które wydoskonalony stopniowo narząd mógł przekazywać na coraz dalszych osiągniętych szczeblach rozwoju. Każdy z tych stopni jest sprawdzalny i udokumentowany przez żyjące jeszcze obecnie zwierzęta na rozmaitych poziomach organizacji.

Jakkolwiek skomplikowane byłoby nasze oko, droga prowadząca do niego została przebyta w śmiesznie krótkim stosunkowo czasie kilkuset milionów lat. Jest to znacznie mniej aniżeli okres, którego potrzebowała przyroda na przykład do przebudowania mechanizmu podziału komórki u jednokomórkowca.

Mamy tu więc przed sobą drugą zapowiedzianą już przez nas i prawdopodobnie najważniejszą przyczynę tego ogromnego, wzrastającego – w porównaniu z poprzedzającymi epokami – przyspieszenia tempa ewolucji w ciągu ostatnich 600–800 milionów lat. Wydaje się, jakoby w ciągu tej niewiarygodnie długiej poprzedzającej epoki wszystkie istotne decyzje już były zapadły. Skończył się czas poszukiwań. Wszystkie podstawowe zasady – wprawdzie w postaci zawiązków lub zaczątków – są stworzone. Teraz trzeba je wykorzystać i nieustannie udoskonalać, posługując się tak wybitnie ulepszonymi nowymi możliwościami.

Natknijmy się jeszcze niejednokrotnie na przykłady przemawiające za takim ujęciem. Obecnie przypomniemy tylko sprawę przewodzenia bodźców u jednokomórkowców wyposażonych w wici. Fakt, że kierunek i intensywność uderzania ich wici są skoordynowane, można wytłumaczyć tylko tym, że musi istnieć pomiędzy nimi rodzaj połączenia, które sprzęga ze sobą ich rytm. Dzisiaj nie mamy jeszcze pojęcia o tym, o jakie tu może chodzić połączenie. Mikroskop optyczny ani elektronowy niczego nam tu nie odkrywają. Może drogę sygnałową tworzy chemicznie tylko wyspecjalizowane, a więc niewidoczne, włókno plazmy komórkowej łączące wici. Jednakże jakkolwiek wyglądałoby rozwiązanie tego problemu, pewne jest, że znowu mamy tu do czynienia z antycypacją zasady, którą odnajdujemy w jej dojrzałej formie dopiero u wielokomórkowych istot żywych: zasady przewodzenia bodźców.

Znowu więc nie jest tak, jak często bezmyślnie sądzimy, że dopiero wyspecjalizowana komórka nerwowa umożliwia przenoszenie bodźców w organizmie, a tym samym jego spójność i sterowanie różnymi jego funkcjami. W rzeczywistości jest właśnie przeciwnie. Przewodzenie bodźców istniało od zawsze. Nawet najprymitywniejszy jednokomórkowiec nie byłby zdolny do życia bez sensownego zsynchronizowania różnych swoich funkcji. Natomiast niewiarygodne możliwości tkwiące w tej zasadzie istotnie mogły być wykorzystane dopiero wówczas, gdy pojawiły się komórki nerwowe, dzięki którym powstać mogło w organizmie dokładne kojarzenie informacji i z których potem, o wiele później, mógł zostać skonstruowany centralny ośrodek informacji i rozkazów, to znaczy – mózg.

Gdy się patrzy z takiej perspektywy, pierwsze 400–500 milionów lat wielokomórkowości, a także filogeneza ryb, małży i skorupiaków, gąbek, robaków i meduz (do tej pory życie wszak istnieje wyłącznie w wodzie!) dostarcza wciąż nowych przykładów tego samego stanu rzeczy; przykładów, w niektórych przypadkach wręcz, zda się, fantastycznego udoskonalania funkcji, sprawności i sposobów zachowania, które w zaczątkach występowały już na szczeblu jednokomórkowca. Rzecz oczywista, że "nowe" powstaje w nieogarnionej wręcz różnorodności. Ale w każdym przypadku, bez względu na to, czy jest to szczególny narząd czy specjalna funkcja, zawiązek znajdujemy już w podkrólestwie jednokomórkowców.

Byłoby nużące, gdybyśmy chcieli – poza już opisanymi przykładami – omawiać dalej jeszcze wszystkie szczegóły. Zresztą nie przysporzyłoby naszemu tematowi przewodniemu nowych punktów widzenia, gdybyśmy w każdym przypadku mieli teraz nakreślać konkretną drogę, która od jednokomórkowców prowadziła do ryb, skorupiaków czy też robaków. Kogo szczegóły te interesują (a są one dostatecznie interesujące), może sobie o tym poczytać w każdej dobrej książce z dziedziny biologii.¹¹ Jeżeli się przyjmie materiał wytworzony przez komórkę wyższą jako założenie i do tego doda proces ewolucji popędzanej naprzód przez mutację i selekcję, wówczas nie ma już żadnych zasadniczych trudności w zrozumieniu rozwoju, który wyłonił różnorodność żyjących w wodzie zwierząt.

Któż nie dojrzy tutaj analogii do pierwszego etapu rozwoju, powtórzenia sytuacji, której opisem rozpoczęliśmy naszą książkę? Powiedzieliśmy tam, że jeżeli się przyjmie wodór i jego zdumiewające właściwości jako założenie, a do tego doda prawa natury, przestrzeń i czas – to można z tego, przynajmniej w grubych zarysach, wyprowadzić historię toczącą się od początku świata, która

prowadzi na Ziemi aż do nas samych. Fakt, że stało się to możliwe, jest – tak mi się zdaje – najbardziej fascynującym odkryciem naszych czasów. Dlatego też historia ta stanowi podstawowy temat tej książki.

Stwierdzenie więc, że wszystko, co kiedykolwiek powstało i kiedykolwiek w przyszłości powstanie, od samego początku jako możliwość było zawarte w atomie wodoru, jest najdonioślejszym odkryciem współczesnej wiedzy przyrodniczej, ponieważ każdego z nas, kto nie chce się gwałtownie odciąć od tego rozpoznania, zmusza do uznania faktu, że świat ten, wraz ze swą historią, ma przyczynę, która w nim samym tkwić nie może. Poza zasięgiem tego jedynego faktu każdy ma swobodę ułożenia sobie tego, co chce sądzić o tej przyczynie, która owemu – według nas z niczego – powstałemu atomowi najprostszego spośród wszystkich pierwiastków nadała takie możliwości rozwoju, że obejmują one zarówno naszą egzystencję i naszą zadumę nad tym, jak – cały Wszechświat.

17. WYJŚCIE Z WODY

Dlaczego właściwie tak długo trwało, zanim życie, które już od dawna było mocno zasiedziało na Ziemi, objęło w posiadanie całą powierzchnię naszej planety? Zdobycie łądu nastąpiło dopiero jakieś 500 milionów lat temu. Dlaczego życie tak późno postawiło ten krok? Odpowiedź jest bardzo prosta: ponieważ do dnia dzisiejszego nie ma żadnego przekonującego argumentu biologicznego, który by uzasadniał jego celowość. Pytanie nasze musimy więc dokładnie odwrócić: czym należy sobie wytłumaczyć to, że życie w ogóle poderwało się do tego gwałtownego i brzemiennego w skutki skoku, który wyrzucił je z wody, jego kolebki i naturalnej ojczyzny, na suchy łąd?

To, że woda wydaje nam się dzisiaj żywiołem wrogim i zagrażającym naszemu życiu, jest raz jeszcze przejawem owej skrupulatności, z jaką przyroda dostosowała nas do – w gruncie rzeczy całkowicie nienormalnych – warunków bytowania, na które zdany jest organizm w wolnym powietrzu. Przejście z jednego żywiołu w drugi jest spośród wszystkich etapów rozwojowych, jakie dotąd omawialiśmy, najbardziej zagadkowym chociażby dlatego, że w chwili, w której się dokonało, nie przyniosło żadnych korzyści, tylko straty, niebezpieczeństwa i utrudnienia.

Jakiś hipotetyczny obserwator, który by się przyglądał wysiłkom i stratom towarzyszącym próbom wydobywania się życia z wody, na pewno z politowaniem pokiwałby głową. Jest bowiem niezrozumiałe, czemu całe to kosztowne przedsięwzięcie miałyby służyć. Pewne było ponadto, że będzie ono wymagało rozwinięcia wielu dodatkowych a skomplikowanych biologicznych wydolności i urządzeń, które do tej pory były zupełnie niepotrzebne.

Przede wszystkim więc sprawa ciężaru własnego ciała. W wodzie tego problemu nie było. Wskutek znacznej zawartości wody w ciałach wszystkich istot żywych ich ciężar właściwy jest niewiele wyższy od 1. Nieznaczna nadwyżka daje się łatwo wyrównać, na przykład przez pęcherzyki powietrzne bądź temu podobne urządzenia. Stąd też mieszkaniec morza jest podtrzymywany przez swój żywioł. Nawet najpotężniejszy wieloryb w wodzie prawie nic nie waży. Natomiast mieszkaniec łądu, w każdym razie taki, który wzniósł się ponad poziom rozwoju robaków, ślimaków i węży, zużywa do czterdziestu procent łącznej energii swojej przemiany materii jedynie do najzwyczajniejszego celu, jakim jest noszenie swego ciężaru. Doprawdy, niełatwo odkryć przyczynę, dla której rozwój poszedł podówczas w kierunku przynoszącym te i inne straty. Z pewnością nie może tutaj być mowy o celowości biologicznej w potocznym znaczeniu tego pojęcia.

Zmiana ta miała jeszcze inne braki i inne pociągała za sobą ryzyko. Do tej pory woda, niezbędna jako rozpuszczalnik we wszystkich procesach przemiany materii, występowała w ilości nieograniczonej. Na łądzie stała się towarem deficytowym. Trzeba było więc rozwinąć liczne, skomplikowane i nowoczesne mechanizmy pozwalające na możliwie najoszczędniejsze obchodzenie się z tą cieczą, która nagle zaczęła być tak cenna. Do tego dodać trzeba znaczenie wody jako ośrodka wydalania odpadów przemiany materii. Mieszkaniec morza może dowolnie przepłukiwać swoje ciało i je w ten sposób oczyszczać. Teraz należało wynaleźć nowe sposoby przemiany materii, aby móc ograniczyć zużycie wody.

Jednakże istota żyjąca, która porywa się na skok z wody na łąd, nie tylko zostaje nagle obciążona własnym ciężarem. Poznaje nie tylko niebezpieczeństwo wysychania, a tym samym po raz pierwszy uczucie pragnienia. Ponadto zostaje wystawiona na nie znane do tej pory wahania temperatur, grożące zaburzeniami przemiany materii: na zmiany pomiędzy ciepłem dnia a nocnym ochłodzeniem, a także – jeszcze silniej – na różnice temperatur towarzyszące zmianom pór roku. Jako organizmy od tak dawna już wyobcowane ze środowiska wodnego, zapomnieliśmy, że problem ten poprzednio w ogóle nie istniał. Zaledwie niewiele metrów pod powierzchnią oceanów temperatura przez cały rok wynosi plus 4 stopnie Celsjusza, a na jej równomierności można z całym zaufaniem polegać.

Owa stałość wydawała się także do tej pory jednym z niezbędnych, podstawowych założeń życia. Przypomnijmy sobie, że temperatura jest przecież motorem wszelkich reakcji chemicznych. Zatem stałość temperatury oznacza pewność, że wszystkie reakcje chemiczne będą przebiegać z szybkością niezmienną, a więc taką, jaką można wkalkulować. Przemiana materii zaś jest sumą niezliczonych pojedynczych reakcji chemicznych. O ile trudniejsze musi być utrzymanie ich porządku pod obciążeniem wahań temperatury zewnętrznej!

Łącznie więc wyjście z wody równało się porzuceniu właściwego żywiołu życia. To co nazywamy dzisiaj zdobyciem łądu, wydawałoby się podówczas jakiemuś obserwatorowi tak samo nieracjonalne,

jak dzisiaj wielu ludziom pęd do lądowania na Księżycu. Wyjście z wody oznaczało opuszczenie wygodnego, bezpiecznego spokoju na rzecz środowiska, które na początku tego awanturniczego przedsięwzięcia zdawało się żadnych nie rokować szans. Widziany z wody suchy ląd przedstawiał się wówczas życiu równie obco i wrogo, jak nam obecnie powierzchnia Księżyca.

Analogia ta sięga dalej, niżby się zrazu zdawało. W obu przypadkach mamy do czynienia z tym samym problemem: z problemem przeżycia w obcym, śmiertelnym dla naszej konstytucji środowisku biologicznym. Szczegółowsze rozważania wykazują także, że podobne były w obu przypadkach nie tylko wspólne im ryzyko i wyrzeczenia, lecz także rozwiązania. Jest to tym bardziej znamienne, że w pierwszym wypadku były to rozwiązania biologiczne, które dała wynalazczym ewolucja przez mutację i dobór, podczas gdy dzisiaj do zdobycia Wszechświata używamy środków technicznych powstałych dzięki naszemu uczonej.

Natrafiamy tutaj ponownie na jedno z owych podobieństw, jedno z powtórzeń tego samego motywu na różnych szczeblach rozwoju, o których już niejednokrotnie była mowa. Co sądzić należy o tym nowym przykładzie, będziemy rozpatrywali dopiero w którymś z późniejszych rozdziałów, będzie nam bowiem łatwiej zrozumieć całość, gdy poznamy przedtem jeszcze kilka dalszych założeń. Obecnie chcemy tylko na konkretnych szczegółach udowodnić, jak zdumiewająco daleko sięgają tutaj owe analogie. Potrzebna jest do tego znowu mała dygresja, która nam wyjaśni, w jaki sposób naukowcy obecnie jeszcze potrafią zbadać, dzięki jakim biologicznym przestawieniom się i wynalazkom udało się przyrodzie przed 500 milionami lat zdobyć ląd.

Możemy przy tym nawiązać do pewnego doświadczenia położnych, że nowo narodzone dziecko, które jest silnie owłosione, według wszelkiego prawdopodobieństwa urodziło się przedwcześnie i jest jeszcze niedojrzałe. Obserwacja ta jest słuszna. Wiąże się ona z tym, że mniej więcej w czwartym miesiącu każdy ludzki zarodek otrzymuje najprawdziwsze gęste futro, które następnie, przed właściwym terminem przyjścia na świat, zanika. Jakiż sens może mieć takie futro, istniejące tylko w okresie rozwoju w ciele matki, w którym przecież ochrona przed nadmiernym ochłodzeniem na pewno nie jest potrzebna?

To futro, które wszyscy przejściowo mamy na sobie przed urodzeniem, nie jest niczym innym jak "wspomnieniem" naszych genów o okresie odległym o kilkanaście milionów lat, gdy ród nasz jeszcze nie dojrzał do stadium człowieka i posiadanie futra było rzeczą normalną. Gdy w ciągu długich miesięcy ciąży rozwijamy się z zapłodnionej komórki jajowej aż do zdolnego do życia człowieczka, represory i czynniki odhamowujące grają na rejestrach naszych genów, aby w toku dobrze zharmonizowanego skomplikowanego przebiegu w czasie pozwolić produktom podziału komórki jajowej we właściwym porządku przestrzennym stać się tymi wieloma różnymi rodzajami komórek, które mają utworzyć nasze ciało.

Owe jeszcze nie znane prawie czynniki, uczestniczące w tej grze, zachowują się przy tym podobnie jak deklamujący uczeń, który zawsze, gdy się zatnie, musi zaczynać wiersz od początku, bo inaczej w ogóle nie ruszy z miejsca. Także przy powstawaniu nas samych wcale nie od razu w rejestrach genów następują uderzenia w te klawisze, które intonują ostatnią zwrotkę, a mianowicie układ ciała ludzkiego. Wydaje się, że jak w przypadku ucznia tylko wtedy może się udać, jeżeli przedtem zostaną oddeklamowane wszystkie inne zwrotki, podobnie i my w rozwoju zarodkowym odtwarzamy wszystkie poprzedzające plany budowy naszych ludzkich przodków.

Nie odbywa się to naturalnie ani bez luk, ani ze skrupulatnym przestrzeganiem wszystkich szczegółów, lecz raczej z pewnym pośpiechem i dosyć pobieżnie. Niemniej jednak wszyscy w pierwszych tygodniach naszego bytu mamy ogon, który na długo przed urodzeniem ulega uwstecznieniu do drobnej pozostałości (kość ogonowa). Przejściowo mamy nawet skrzela, najdobitniejsze przypomnienie tego, że również i nasza galeria przodków sięga wstecz, do pramorza, poprzez protoplastów małpopodobnych, gryzoniopodobnych, wreszcie płazopodobnych. Co prawda, szczeliny skrzelowe ludzkiego zarodka są tylko zaznaczone przejściowo i nie są rozwinięte do stopnia zdolności funkcjonalnej. To byłoby już nazbyt nieracjonalne. Ale wspomnienie genów sięga w tym miejscu jednak tak daleko, że te embrionalne skrzela są nawet jeszcze otoczone charakterystyczną siatką cienkich naczyń krwionośnych, których zadaniem u mieszkańca mórz jest odbieranie tlenu z wody omywającej skrzela.¹² Dalsze wspomnienie filogenetyczne przejawia się w układzie naszych oczu na początku i na końcu okresu zarodkowego. W pierwszym odcinku tej fazy rozwojowej są one jeszcze położone po bokach głowy, co odpowiada wcześniejszym, zwierzęcym szczeblom rozwoju. Dopiero później, w okresie embrionalnym, oczy wędrują ku przodowi, aby umożliwić charakterystyczne dla prymatów wyższych, a szczególnie dla człowieka, nakładanie się na siebie obu pól widzenia, a co za tym idzie, widzenie plastyczne, przestrzenne.¹³

Wskutek tego oczywiście ani przez chwilę w naszym rozwoju zarodkowym nie jesteśmy ani rybą, ani gadem, ani zwierzęciem futrem pokrytym, lecz od początku tworzącym się człowiekiem. Niemniej owo wspomnienie naszych genów stanowi nieodparty dowód pochodzenia od zwierzęcych przodków i pokrewieństwa ze wszystkimi zwierzętami.

Tymczasem, pomimo że jest to wszystko niezwykle interesujące, owe wspominki embrionalne człowieka są w rozważanym tutaj zakresie dla uczonego całkowicie nieprzydatne. Aluzje te są zbyt pobieżne, aby można z nich było czerpać wiedzę o sposobie, w jaki nasi przodkowie biologicznie dokonali skoku z wody na ląd. Na szczęście, pewien przymus powtarzania, w którego toku powstający osobnik powtarza biologiczną historię powstania swego gatunku – przynajmniej przez napomykanie – występuje nie tylko u człowieka. Na szczęście, istnieje nawet kilka przypadków, w których ten skok, to przejście od życia w wodzie do bytowania pod otwartym niebem dzisiaj jeszcze przebiega realnie, w formie indywidualnego rozwoju.

Najbardziej znanym przykładem jest żaba. Jak wszyscy wiemy, zwierzę to w pierwszej fazie swego życia przebywa w wodzie jako kijanka, dopóki nie przemieni się w żabę żyjącą na lądzie. Tak więc w niedługim okresie każda żaba dokonuje owego przestawienia się, dla którego ewolucja potrzebowała swego czasu co najmniej 50, a prawdopodobnie nawet 100 milionów lat. Ale, naturalnie, kto się raz lekcji nauczył, ten może już działać szybciej. Geny żaby znakomicie opanowały materiał nauczania, dzięki czemu zwierzę to może obecnie, niczym w przyspieszonym filmie, pokazać uczonym to, co się działo ongiś.

Gdy się bliżej rozpatruje poszczególne kroki biologicznego przestawienia się, które tutaj, na naszych oczach, przemieniają zwierzę wodne w mieszkańca lądu, nie można nie zauważyć analogii do techniki astronautycznej. Porównywalne problemy wywołują jednak porównywalne rozwiązania, zupełnie niezależnie od tego, jaka dziedzina wchodzi w grę.

Jedno z tych rozwiązań polega najwidoczniej na tym, aby niezbędne do przeżycia warunki biologiczne, w miarę możliwości, po prostu zabrać ze sobą w obce środowisko. Potężne nakłady techniczne lotów kosmicznych dotyczą – jak wiadomo – w dużym stopniu usiłowań utrzymania w kabine załogi warunków zbliżonych do ziemskich; należy do tego przede wszystkim stałe zaopatrzenie w tlen.

Dziwnie wzruszający jest moment, gdy studiowanie przeobrażeń, którym podlega kijanka w toku "stawania się żabą", otwiera człowiekowi nagle oczy na to, że przyroda przed wielu setkami milionów lat sięgnęła już do tego samego rozwiązania. Już podówczas najprostszym sposobem okazało się widocznie zabrar nie ze sobą owego ośrodka, w którym od powstania rozgrywało się wszelkie życie, a mianowicie wody. Pierwszym warunkiem tego było wytworzenie takiej skóry, która nie dopuszczałaby do wyparowania wody. Kijanka na wolnym powietrzu wysycha w bardzo krótkim czasie. Żabie pobyt pod wolnym niebem nic już nie szkodzi, ponieważ w czasie przekształcania się sprawiła sobie skórę, która zatrzymuje wodę jej ciała, podobnie jak ubiór kosmiczny astronauty pracującego na powierzchni Księżyca – niezbędny do życia tlen [żaba nie jest najlepszym przykładem zwierzęcia w pełni lądowego, ponieważ płazy (zwane dawniej ziemnowodnymi) nie potrafią egzystować w środowisku całkowicie suchym. Pierwszymi historycznie kręgowcami, które przeszły w pełni do życia na suchym lądzie, były dopiero gady (przyj. red. poi.)].

Jednakże z tą wodą, uratowaną i wyprowadzoną na suchy ląd, należy obchodzić się nader oszczędnie. Tym samym pojawia się problem wydalania, który zrazu wydaje się bez wyjścia. Mieszkaniec morza produkty końcowe rozkładu pokarmu i inne odpady swojej przemiany materii wydzielić może w tej chwili, w której powstają one w jego ciele. Ma do tego wody pod dostatkiem. Natomiast na suchym lądzie nie można sobie już pozwolić na tak rozrzutne obchodzenie się z tym płynem. Jakie jest więc wyjście?

W astronautyce charakteryzuje je hasło wtórnej obróbki. Jak wiadomo, technicy od dłuższego czasu opracowują różne sposoby uporania się z problemem odpadów podczas lotów kosmicznych. W odniesieniu do izolowanej we Wszechświecie kabiny pojazdu kosmicznego w grę wchodzi nie tylko resztki żywności i zużyty materiał, ale przede wszystkim wydaliny załogi. Nie można sobie tutaj również pozwolić po prostu na wyrzucanie odpadów za burtę, ponieważ zawierają one zbyt dużo cennej wody. Technicy lotów kosmicznych myślą więc o tym, aby produkty wydalania i odpady, które mają zostać usunięte z kabiny, uprzednio doprowadzić do możliwie silnego stężenia, a więc pozbawić je wody, którą można by – po oczyszczeniu – zużyć ponownie.

Przyroda przystąpiła podobnie do rozwiązania tego zadania, chociaż stosowała środki biologiczne. Typowym dla mieszkańców morza produktem końcowym rozkładu białka jest amoniak. Kijanka jeszcze nie musi martwić się o to, że związek ten jest trujący. Wydała go również prędko, jak w jej ciele

powstaje. Żaba już sobie na taki luksus nie może pozwolić. W czasie przeobrażenia powstają więc w kijance nowe enzymy, które obrabiają wtórnie amoniak przetwarzając go dalej, aż do typowego prawie dla wszystkich mieszkańców łądu mocznika. Jest on nietrujący, zatem może być wydalany od czasu do czasu w stosunkowo znacznym stężeniu i ze stratą niewielkich już ilości płynu. Ta zasada stężania produktów wydalniczych, oszczędzająca wodę, została później u ciepło-krwistych dalej rozwinięta, aż do granic możliwości biologicznych. Nie jest to przypadek, że, nie licząc mózgu, nerki nasze są narządami zużywającymi najwięcej tlenu i że pod mikroskopem komórki nerkowe wykazują szczególną obfitość mitochondriów. Praca, którą ciągle wykonują, jest ogromna.

Nasze nerki wchłaniają około 150 litrów moczu pierwotnego, który po prostu przesącza się z krwi. Tak wielka ilość płynu jest więc potrzebna, aby rozpuścić produkty rozkładu powstałe w naszym ciele w ciągu jednego dnia i przerzucić je z układu krążenia do nerek. Proszę sobie tylko wyobrazić, co by to oznaczało, gdybyśmy byli zmuszeni do obrotu płynami w takim rozmiarze. Na szczęście, nerki stężają ten pierwotny mocz dzięki wchłanianiu zwrotnemu. Mówiąc jaśniej, nerki powodują, że pierwotny produkt filtrowania ulega bardzo silnemu stężeniu, wobec czego ponad 90 procent zawartej w nim wody może powrócić do układu krążenia. W końcu więc wystarcza nam dziennie wydalanie płynu w ilości niewiele większej niż litr na to, aby pozbyć się wszystkich trujących odpadów przemiany materii.

Jak widzimy, życie na łądzie jest trudne i kosztowne. Stąd raz jeszcze stawiamy pytanie: właściwie dlaczego? Im dłużej rozmyślamy nad tym pytaniem, tym bardziej zagadkowy wydaje nam się zrazu ten etap ewolucji. Czy nie wygląda całkiem na to, że pod tym względem istnieje także analogia do wysiłków, które obecnie podejmujemy jedynie i tylko po to, aby odwiedzić ciała niebieskie, na których utrzymać się możemy jedynie przez krótki czas, i to dzięki kosztownym technicznym urządzeniom ochronnym? Czy w przypadku astronautyki nie jest równie trudno znaleźć odpowiedź racjonalną na pytanie o cel całego przedsięwzięcia? Znaleźć przekonujące uzasadnienie dla tak oczywistej dysproporcji między istotnie astronomicznym nakładem sił a wątpliwością tego, co w najlepszym razie można będzie osiągnąć?

Gdy zechcemy zrozumieć pojawiające się tu zależności i znaleźć odpowiedzi na nasze pytania, musimy się przedtem zająć jeszcze jednym wynalazkiem przyrody ożywionej, który także jest wynikiem wyjścia z wody. Jest nim wynalezienie ciepłokrwistości. Bliższemu rozpatrzeniu tej całkowicie nowej zasady i jej tła warto poświęcić oddzielny rozdział. Przyczyny i skutki tego zjawiska większe mają bowiem znaczenie, aniżeli można by w pierwszej chwili sądzić.

18. CICHĄ NOC JASZCZURÓW

Ogólnie biorąc, w wodzie było prawie tak jak w jakimś eldorado. Było się niesionym, i to nie tylko w dosłownym znaczeniu. Od samego początku życie pozwalało się biernie nieść przez swoje środowisko, i na dobre mu to wyszło. Komórki, podobnie jak i późniejsi mieszkańcy morza, skutecznie przystosowały się do różnych warunków oferowanych im przez otoczenie.

Światło słoneczne nie było od zawsze, ani "z natury" życiu przyjazne. Przez długi czas komórki musiały się ukrywać przed jego niszczycielską siłą głęboko pod powierzchnią wód. Ale proces adaptacji do owego promieniowania, które przecież było niepodważalnym faktem, w końcu doprowadził do przekształcenia jego wpływu w działanie pozytywne. Od chwili gdy nauczono się wykorzystywania tej tak groźnej ongiś siły jako źródła energii, obowiązywać zaczęła nowa skala. Skutkiem tego było nawet powstanie optycznie sterowanych automatyzmów ruchowych, które miały dbać o spożytkowanie każdej odrobiny światła słonecznego.

Podobnie działo się przedtem jeszcze z tlenem, którym życie, jak gdyby niechcący, samo przepełniło ziemską atmosferę. Wszystko podówczas wskazywało przejściowo na zbliżanie się katastrofy. Niezliczone formy życia, przystosowane do innego rodzaju środowiska, wyginęły. Wreszcie jednak zdolność do bezwarunkowego przystosowywania się podolała i temu zagrożeniu. I tym razem sukces był tak zupełny, że od tej pory tlen odgrywał rolę niezbędnego niemal składnika powietrza oddechowego.

Różnorakie były także formy przystosowania do fizycznych właściwości cieczy, w której trzeba było żyć. Ponieważ w niewielkiej już odległości od brzegu nie można było osiągnąć dna, najlepszą metodą, bez naruszenia zasady biernego poddawania się panującym warunkom, było unoszenie się w wodzie przez zrównanie własnego ciężaru właściwego z ciężarem właściwym wody. W tym celu zostały z czasem wytworzone pęcherze pławne, otoczone cienką siatką drobnych naczyń krwionośnych, które mogły zarówno oddawać, jak i wchłaniać gazy, a więc i tlen. Tym samym powstał zdumiewający i wyrafinowany aparat do nurkowania: pojemnik powietrza, w którym ciśnienie (wobec czego i siła wyporu) mogło być zmieniane w miarę potrzeby i który dzięki temu pozwalał na wygodne unoszenie się na różnych głębokościach.¹

Od początku istnieli naturalnie również specjaliści od dna, a więc formy przystosowane do bytowania na stałym podłożu. Wreszcie pojawiali się także liczni reemigranci: zwierzęta, które po milionach lat jak gdyby znużyły się stałym pobytem na dnie morskim i powracały do wolnej toni wód. U niektórych z nich, na przykład u płaszczki, owa prehistoria jest dzisiaj jeszcze widoczna. Zdradza ją nie tylko płaska forma tych zwierząt, która pozostała po ich bytowaniu na gruncie, lecz także to, że – co dla ryby jest zupełnie niezwykle – są cięższe od wody.

Przyczyną tego jest, że pęcherze pławne, które one również dawniej posiadały, w ciągu wielu milionów lat życia na morskim dnie uległy uwstecznieniu. W fazie przystosowywania się stały się uciążliwe przez swoją siłę wyporu. Gdy więc płaszczki potem znowu powróciły do toni wodnej, musiały wynaleźć nową metodę, aby w tym żywiole móc się poruszać we wszystkich kierunkach.

Istnieje pewne prawidło wyprowadzone z doświadczenia, tak zwane prawo Doiła – od nazwiska słynnego belgijskiego paleontologa – które powiada, że jeśli narząd uległ zanikowi, nigdy ponownie nie powstaje w toku dalszej ewolucji, nawet wtedy gdy wydaje się, że dla nowego przestawienia sposobu bytowania byłoby to jak najbardziej celowe czy pożądane.² Stąd doszło do tego, że płaszczki nauczyły się latać. Owe dziwaczne zwierzęta dosłownie latają pod wodą, przy czym używają zewnętrznych brzegów swoich spłaszczonych ciał jako skrzydeł, w których nieustannie przebiegają falujące ruchy od przodu do tyłu. Jest to latanie w tempie zwolnionym, ponieważ woda jest gęstsza od powietrza. Ale płaszczka, która choćby na chwilę przestanie uderzać krawędzią swego ciała, natychmiast w wodzie opada na dół.

Wobec takiej prehistorii i takich sukcesów zasady bezwarunkowego przystosowywania się trudno się dziwić, że życie po wyjściu z wody nadal stosowało tę samą receptę. Istoty żywe, które wyemigrowały na suchy ląd, znowu całą swoją zdolność przystosowawczą kierowały na to, aby poddać się panującym tam obcym warunkom i – podobnie jak do tej pory – z biedy wyciągnąć pożytek. Udało im się to znowu w stopniu zdumiewającym i przynoszącym zaszczyt wynalazczynie ewolucji.

Jednakże pod wolnym niebem owa bezwarunkowa gotowość do poddawania się istniejącym warunkom pociągnęła za sobą bardzo dziwny skutek. Po raz pierwszy życie zostało teraz przeniesione do otoczenia, którego jedną z charakterystycznych cech były nieustanne okresowe wahania temperatury. W rytmicznej zmianie, uzależnionej od dnia i nocy, bywało stale na przemian raz ciepło, raz zimno.

Oczywiste jest, że istoty lądowe zostały także wciągnięte w owe wahania. A oznaczało to, że każdego wieczora, gdy Słońce zachodziło i Ziemia się ochładzała, aktywność ich słabła, aż wreszcie zwierzęta odrętwiały z zimna traciły przytomność. Możliwe, że w okolicach równika, a także w okresach upałów, nie każdej nocy dochodziło do tak skrajnych sytuacji. Jednakże w zasadzie wahania w intensywności życia były podówczas na całej kuli ziemskiej nieuniknione, a w wyższych szerokościach geograficznych, na północ i południe od rejonów podzwrotnikowych, prawdopodobnie w odstępach dwunastogodzinnych całe życie musiało ulegać zatrzymaniu po nastaniu nocnego chłodu.

Każdego wieczora więc całe życie gasło. Nocą w lasach jaszczurów panowała martwa cisza. Łowcy przerywali polowanie. Zdobycz zamierała w trakcie ucieczki. Głodny przestawał się pożywiać. Dopiero gdy następnego ranka Słońce pojawiało się na niebie, Czar pryskał. Spostrzegamy to dzisiaj jeszcze, obserwując każdą jaszczurkę i każdą salamandrę. Jak wszystkim wiadomo, dzieje się to dlatego, że zwierzęta te są "zimnokrwiste".

Określenie to jest z gruntu fałszywe. Toteż utrudnia ono zrozumienie właściwej istoty zjawiska. Zwierzęta te bowiem nie są wcale zimne, lecz temperatura ich ciała nie jest dla nich swoista i to jest tutaj sprawą decydującą. Po prostu przejmują one biernie wartość temperatury otoczenia, co jest wyrazem ich tradycyjnego poddawania się warunkom środowiska. Naukowy termin fachowy "poikilotermiczność", czyli "zmiennocieplność", znacznie lepiej oddaje stan faktyczny.

W ciągu długich miliardów lat, kiedy życie toczyło się w wodzie, rzecz ta nie pociągała za sobą żadnych odczuwalnych konsekwencji. Jak pamiętamy, do rajskich warunków tego bytowania należała również wygoda stałości temperatury. Obecnie skończyło się to raz na zawsze. Stąd w nowym otoczeniu wszelkie życie nagle zostało poddane nieuniknionemu dwudziestoczworgodzinnemu cyklowi aktywności i letargicznego odrętwienia.

W tym potężnym okresie, który upłynął między momentem, gdy pierwsze płazy opuściły wody, a końcem panowania jaszczurów, Ziemia przez swój obrót narzuciła ten rytm wszelkiemu życiu, występującemu na jej kontynentach. Całość nie miała żadnego sensu, nie przynosiła żadnych korzyści biologicznych, nie mogła być spożytkowana do jakiegokolwiek bądź ewolucyjnego postępu. Był to po prostu nieunikniony, tępy wynik faktu, że szybkość wszystkich reakcji chemicznych maleje przy obniżaniu się temperatury i że poniżej pewnej określonej granicy tak silnie zwolnione reakcje nie pozwalają już na efektywną przemianę materii. Ślepe konsekwencje tego faktu wyciskały swoje piętno na wszystkim, co żyło na kontynentach, przez okres 300 milionów lat.

Czyżby to był powód, dla którego dzisiaj jeszcze wieczorem jesteśmy zmęczeni? Pomimo wszelkich wysiłków do tej pory nie udało się fizjologom odkryć przekonującej przyczyny tego, że musimy spać. Z punktu widzenia biologicznego nie jest to absolutnie konieczne. Czy nie jest wystarczająco charakterystyczne, że mieszkańcy mórz nie potrzebują snu? Gdy wiać wraz z tak wielu innymi istotami lądowymi co nocy tracimy we śnie przytomność, może budzi się w nas wspomnienie genowe o dziwnym sposobie spędzania! nocy, do jakiego zostały zmuszone jaszczury. Nie tak łatwo pozbyć się przyzwyczajenia trwającego przez 300 milionów lat.

A więc w owych czasach zwierzęta lądu "postrzegały" (w całkowicie pierwotnym znaczeniu tego słowa) właściwie tylko połowę ogromnie długiego okresu. W czasie drugiej połowy pozostawały nieruchome i nieprzytomne. Nie było to dla nich absolutnie szkodliwe. W przeciwnym razie ewolucja z pewnością nie byłaby przez tak długi czas wytrzymała tego dziwnego rytmu. Co prawda, w stanie odrętwienia spowodowanego chłodem były one dosłownie unieruchomione. Ale dotyczyło to wszystkich, nie pociągało więc niebezpieczeństwa dla któregośkolwiek spośród nich. Nikt nie był ani uprzywilejowany, ani pokrzywdzony. Zobojętnienie obejmowało zawsze wszystkich jednocześnie.

Zmiana oraz radykalne skutki tej zmiany wystąpiły, kiedy nagle, po długim bardzo okresie, pojawili się pierwsi przedstawiciele nowego rodzaju kręgowców, których przypadek mutacji w końcu obdarzył rewolucyjną wręcz nową właściwością. Jakies enzymy, jakies krótkie spięcia w ich organizmach spowodowały, że spalali oni przyjmowane przez siebie pokarmy dostarczające energii szybciej, aniżeli było konieczne. Nadwyżka energii, która nie była więc zużywana przez aktywność tych zwierząt) z konieczności przemieniała się w ciepło i zaczęła rozgrzewać ich ciała.

Na tym przykładzie znowu rozpoznajemy znakomicie ów samowolny, nie ukierunkowany charakter każdej mutacji, a więc naturę materiału, na jaki w swych wynalazkach zdana jest ewolucja. Nadwyżka spalania pokarmu jest oczywiście zrazu sprawą wysoce nieracjonalną. Wygląda bezwzględnie na mutację negatywną, oddziałującą ujemnie (to jest zmniejszającą szansę przetrwania). Możemy nawet być przekonani, że takie i temu podobne mutacje występowały raz po raz już przedtem i zostały przez selekcję odsiane jako niekorzystne. W praktyce musiało to przebiegać tak, że osobniki, >u których pojawiły się takie mutacje, przez swoje zwiększone zapotrzebowanie na pokarm były tak bardzo upośledzone wobec konkurentów, że miały mniejsze powodzenie przy rozrodzie i wychowie potomstwa. Stąd ten nowy wariant prawdopodobnie wymierał już po kilku pokoleniach.

Jednakże o tym, czy mutację należy oceniać jako korzystną, czy nie, czy służy ona danemu osobnikowi, czy też mu szkodzi – w końcu decyduje przecież środowisko. Otóż owo nadmierne spalanie pokarmów, które przedtem, w innych warunkach, wydawało się tak bezsensowne, nagle w rewirach jaszczurów i wielu innych gadów, gdy dodatkowo wystąpiły jeszcze inne okoliczności, nabrało cech rewelacyjnej wprost korzyści. Wynikające stąd rozgrzanie organizmu usunęło bowiem wywołaną zimnem nocną martwość, która od niepamiętnych czasów ogarniała nieuchronnie całe pozostałe życie. Nietrudno odgadnąć, co to oznaczało.

Każdy z nas już chyba kiedyś imaginował sobie, co by się działo, gdyby świat cały znalazł się w stanie odrętwienia, gdyby czas nagle stanął, a tylko on sam czował i mógł się poruszać. Można to sobie wyobrazić tak, że wszystkie ulice i domy byłyby pełne "żywych obrazów", a więc ludzi zamaryłych w takiej pozycji, w jakiej właśnie zastał ich sen, bezbronnych i nieświadomych, wystawionych na nasze ciekawe spojrzenia. Jak głęboko takie fantazje tkwią w naszej świadomości dowodzi fakt, że napotykały je wciąż od nowa w bajkach i mitach.

Taka sytuacja żywcem wzięta z bajki stała się naraz prawdą dla pierwszych istot ciepłokrwistych w historii Ziemi. Przypuszczamy dzisiaj, że były nimi drobniutkie, do myszy podobne gryzonie. Berliński paleontolog Walter Kihne niedawno z anielską ścią powściągliwością odsiał milimetrowe ząbki tych zwierząt od całych ton pustynnego piasku, w którym do tej pory, nie zauważane z powodu małych rozmiarów, leżały pośród kości jaszczurów.³

Wskutek powstałej przez mutacje awarii w ich przemianie materii, maluchom tym otwartą się nagle nowy wymiar: była nim noc. Ciepło ich ciała pozwoliło im wstąpić na obszar do tej pory życiu niedostępny. Można sobie doskonale wyobrazić, jak owe małe istoty w księżycowe noce mrowiły się wokół olbrzymich, jak posągi nieruchomych gadów, które przez tak długi czas były niezaprzeczanymi panami Ziemi. A to się teraz skończyło.

Nie wiemy, czy pierwsze ciepłokrwiste gryzonie rzeczywiście przyczyniły się aktywnie i bezpośrednio do wyginięcia jaszczurów, co niebawem nastąpiło. Nie jest to wykluczone. Nikt nie mógłby im przeszkodzić, aby w czasie nocnych wypraw zjadały jaja gadów, które stały się pożywieniem tak łatwo dostępnym. Najmniej mogły temu przeszkodzić same jaszczury. Ale nawet jeżeli nie było takiego konkretnego powiązania, jasne jest, że nowa koncepcja musiała oznaczać kres wyłącznego panowania wielkich rozmiarów.

Właściwy charakter postępu stanie się lepiej zrozumiałą, jeżeli za punkt wyjścia przyjmijmy nie potoczny, lecz naukowy termin. Termin "ciepłokrwistość" nie trafia w sedno sprawy. "Ciepło" jest sprawą względną. W stosunku do lodu jaszczur także był zawsze ciepły. Homojo termiczność, "stałocieplność" – była zjawiskiem decydującym. Z pewnością wynalazek ten nie udał się od razu, za jednym zamachem. Pierwsze pokolenia ciepłokrwistych ulegały prawdopodobnie nadal wyraźnym wahaniom temperatury swego ciała, co stwierdzamy jeszcze obecnie u niektórych prymitywnych ssaków (na przykład u australijskich torbaczy).

Punktem ciężkości jest zdolność do aktywnego utrzymania stałej temperatury własnej. Wymaga to wprawdzie więcej energii, ale występujący obecnie obficie tlen dostarczał jej w ilościach wystarczających, a te nakłady się opłacały. Po raz pierwszy od 300 milionów lat życie zaczęło się uwalniać od jarzma wahań temperatury swego środowiska.

Znaczenie tej nowej wydolności miało okazać się o wiele większe, aniżeli się w pierwszej chwili zdawało. Stała temperatura własna nie tylko udostępniła noc. Przyznane przez nią wolności sięgają znacznie dalej. Wynalezienie ciepłokrwistości w historii życia ziemskiego stanowi akt usamodzielnienia się. Życie zaczyna się uniezależniać, "nabierać dystansu" do swego środowiska. Wydaje się, jakby od tej pory zaczęło się bronić przed dalszym biernym przyjmowaniem wszystkich zmian otoczenia.

Rewolucyjną ważkość tego zdarzenia zrozumiemy w pełni, gdy pomyślimy o jego skutkach.

Widzieliśmy już na kilku przykładach, że wydaje się, jakoby istniały pewne tendencje do powtórzeń na różnych szczeblach rozwoju. W ich toku powstaje "nowe", nieraz nieprzewidziane, i to w takim stopniu, że często niełatwo wykryć, iż jest to powtórzenie zasady napotykaney w odmiennej formie na wcześniejszych etapach. Jedną z owych zasad, które poznaliśmy, była tendencja do łączenia się, a więc zasada rozwoju polegająca na tym, że występujące na każdym uprzednio osiągniętym szczeblu jednostki elementarne łączą się, przy czym powstają z nich nowe złożone jednostki, które stanowią z kolei elementarne kamyczki budulcowe następnego wyższego szczebla.

Tak więc przy połączeniu się atomów wodoru w gwiazdy powstawały przez fuzję jąder pierwiastki, które następnie łączyły się w związki chemiczne, tworząc w ten sposób nowe, nie znane dotąd materiały. Z wyspecjalizowanych bezjądrowych prakomórek powstały dzięki symbiotycznemu łączeniu się komórki wyższe, wyposażone w organelle; komórki te wykazywały tak wielką zdolność do przemian, że mogły z nich zostać skonstruowane jednolicie funkcjonujące indywidualne organizmy wielokomórkowe. Można więc rzeczywiście całą historię, która w nieprzerwanym ciągu od atomu wodoru doprowadziła do nas samych, opisać w aspekcie działania owej tendencji do łączenia się.⁴

Ale nie jest to tendencja jedyna. Ogromne znaczenie, które ma wynalezienie ciepłokrwestości dla naszej myśli przewodniej, polega na tym, że kieruje naszą uwagę ku drugiej jeszcze tendencji historii, tej, którą retrospektywnie odnajdziemy także – chociaż oddziałuje ona mniej jaskrawo – na dawniejszych stopniach rozwoju. Jest nią tendencja do usamodzielniania, do odgraniczania, do dystansowania się od środowiska.

Gdy zechcemy, możemy ją już odnaleźć w najogólniejszej formie w pierwszych fazach nieorganicznego rozwoju. Na przykład w spowodowanym grawitacją skupianiu się jednorodnego obłoku wodoru, który był początkiem wszystkiego, w liczne, samodzielne, ostro odgraniczone ciała niebieskie, z których każde od tej chwili ma swoją własną historię. Albo też w wywołanym osobliwością stanów młodej Ziemi (jak na przykład efektem Ureya) nagromadzeniu kilku nielicznych, ściśle określonych związków chemicznych, które w ten sposób zaczynają się odcinać od chaosu dowolnej mieszaniny wszystkich innych cząsteczek, aby w toku dalszych dziejów wytworzyć pierwsze żyjące struktury.

Najwyraźniej zasada ta objawia się przy powstaniu komórki. W głębszym znaczeniu komórka nie jest niczym innym jak najczystszy uosobieniem właśnie owej zasady odgraniczania się od środowiska. Przykład komórki dowodzi, że bez tego odgraniczania się życie nie jest w ogóle możliwe. Zamknięcie agregatu DNA-białko półprzepuszczalną błoną, co stanowi pierwszy krok do komórki, dowodzi bezspornie faktu, że tylko zamknięte (względnie) układy są zdolne do życia. Nie trzeba chyba szczegółowo uzasadniać, że uporządkowana przemiana materii możliwa jest jedynie wtedy, gdy tworzące ją łącznie procesy chemiczne są oddzielone od bezpośredniego wpływu procesów przebiegających w otoczeniu.

Zatem życie od pierwszej chwili znajduje się w stanie pewnego napięcia wobec swego środowiska, od którego musi się zdystansować, aby móc się utwierdzić. Powiedzmy tutaj na marginesie, że to z samej zasady niezbędne wyodrębnianie się wtórnie stwarza konieczność nawiązywania nowych kontaktów, ukierunkowanych i zdolnych do doboru technik łączności, pozwalających na orientację bez jednoczesnego ograniczenia przez nowe formy oddziaływania mozolnie osiągniętego stopnia niezależności. Odbudowanie łączności ze środowiskiem uwzględniającej owe szczególne wymagania – oto właściwe zadanie wszystkich narządów zmysłów, nawet najzwyczajniejszego "odbiornika bodźców". Dopiero na tym tle funkcja ich staje się w pełni zrozumiała.

Pragnąłbym w tym miejscu wyrazić przypuszczenie, że również i wyjście z wody, fakt, że życie podjęło się trudnych i pełnych ryzyka przenosin na ląd, będziemy mogli naprawdę pojąć tylko wtedy, gdy krok ten potraktujemy także jako wyraz tej samej tendencji pojawiającej się teraz na wyższym szczeblu rozwoju. W takim aspekcie jasne staje się to, co do tej pory zdawało się nieracjonalne i niecelowe. Gdy bowiem takie przyjmujemy założenie, zrozumiemy, że to właśnie wygoda bytowania w wodzie była tym, co ów krok wyzwoliło.

Rajskie warunki są to jednocześnie zawsze takie warunki, w których własna konstytucja jednostki współżyje harmonijnie ze stanem środowiska. Jest to również ten rodzaj bezpieczeństwa i spokoju, w którym osobnik rozpląta się biernie w środowisku, pozwalając się nieść jego rytmowi. Nie ma więc w tym nic dziwnego, że raj zawsze należy do przeszłości. Jest, on wspomnieniem prymitywniejszego szczebla rozwoju, w którym indywiduum było wolne od wysiłku niesienia siebie, od konieczności trzymania się w ryzach.

Wiem oczywiście dobrze, że podówczas, w okresie pierwszych kroków na lądzie, nie było tam jeszcze żadnych konkurentów. Nikt nie przeczy, że ta okoliczność miała bezcenne korzyści dla

pierwszych płazów i ryb dwudysznych. Ale doprawdy potrzebowały takiej szansy. Całe przedsięwzięcie było i bez tego już dosyć karkołomne. Muszę natomiast zaprzeczyć, jakoby można było udowodnić, że ów brak konkurencji (który zresztą trwał niedługo) wystarcza jako wyjaśnienie, że sama tylko korzyść stąd wypływająca miałaby zrównoważyć wszystkie niebezpieczeństwa, wszystkie wysiłki i całe te niewyobrażalnie wielkie nakłady na wytworzenie niezliczonych biologicznych "przeróbek", których wymagało owo przesiedlenie.

To, co na pierwszy rzut oka wydawało się tak bezsensowne i niecelowe, ukazuje się w zupełnie innym świetle, szczególnie wtedy, gdy się uwzględni następujące bezpośrednio potem etapy. I tym razem bowiem po wygnaniu z raju pojawiła się zdolność poznania. Nie trzeba uzasadniać, że w wodzie nigdy nie-byłoby doszło do wynalezienia ciepłokrwistości. Mutacja prowadząca do nieracjonalnego spalania pokarmu i wynikającej stąd nadwyżki energii została w tym środowisku niewątpliwie i bez wyjątku odsiana jako ujemna. Zatem homojotermiczność, to znaczy krok do aktywnego utrzymywania stałej temperatury własnej, jest z historycznego punktu widzenia pośrednim skutkiem zdobycia ładu z jego rytmicznymi wahaniami temperatury, wywołanymi przez czynniki astronomiczne.

Ta homojotermiczność z kolei jest bezwzględny warunkiem urzeczywistnienia zasady usamodzielniania, dystansowania się – na poziomie wyższym, najwyższym w ogóle do tej pory osiągniętym przez rozwój – o ile oczywiście możemy to osądzić tutaj z perspektywy Ziemi: ciepłokrwistość jest bowiem podstawowym założeniem rozwoju zdolności do abstrakcji, tej najdobitniejszej formy zdystansowania się od środowiska, która umożliwia obiektywizujące spojrzenie na to właśnie środowisko.

Aby zrozumieć te zależności, wystarczy przez zwykłą samoobserwację uzmysłowić sobie, jakiemu zaburzeniu natychmiast ulega nasza możliwość oceny czasu, gdy w chorobie dostajemy gorączki, a więc cierpimy na podwyższoną temperaturę. Ocena obiektywnego trwania jakiegoś procesu w otoczeniu wymaga właśnie tej stałości "wewnętrznych" warunków jako podstawy pomiaru. Stałość tę można osiągnąć tylko wówczas, gdy organizm jest niezależny. Dopóki wydarzenia w środowisku absorbowały organizm, nie mogło być mowy o obiektywnym postrzeganiu. Liniałem, który sam podlega wahanom wielkości uzależnionym od temperatury, nie można stwierdzać, a cóż dopiero mierzyć, wielkości zależnych od wahań temperatury w środowisku.

Jest to przyczyna, dla której stałość temperatury własnej jest jednym z najelementarniejszych warunków rozwinięcia się zdolności do obiektywnego kontaktu ze światem, takiego, jaki w najwyższej swojej formie został urzeczywistniony na szczyble zdolności do abstrakcji. W tym aspekcie na pewno nie uznamy za przypadek, że ośrodek regulujący, który ściśle, z dokładnością do dziesiątej części stopnia, czuwa nad utrzymaniem temperatury naszego ciała, mieści się w najstarszej części naszego mózgu.

Dotyczy to także innego jeszcze układu regulującego organizmów wyższych, a dzieje jego rozwoju nadzwyczaj obrazowo potwierdzają te powiązania. Ponieważ historia tego układu konkretnie uzmysławia nam wzrastające usamodzielnienie, ów stopniowy postęp odgraniczającego dystansowania się od środowiska, może ona znakomicie posłużyć do wsparcia przedstawionej przez nas tezy. Chodzi o historię legendarnego "trzeciego oka". Podobnie jak wiele innych mitów, ten również zawiera ziarno prawdy. Trzecie oko rzeczywiście istniało i po dzień dzisiejszy jeszcze po części występuje u niektórych zwierząt w odmienionej formie. Nie miało ono oczywiście nigdy żadnego związku z jakimikolwiek siłami nadprzyrodzonymi. Zadaniem jego było jedynie stworzenie pierwotnego kontaktu ze środowiskiem.

Pierwotność tego kontaktu jest niewątpliwą przyczyną, że narząd ten występował, a w niektórych wypadkach jeszcze obecnie występuje, tylko u ryb, płazów i gadów. Jest to charakterystyczne, że od czasu przestawienia się na zasadę ciepłokrwistości, a więc u ptaków i ssaków, już go nie zastajemy. Jednakże i w tych grupach zwierząt nie zaniknął bez reszty, lecz został w sposób niezwykle ciekawy i pouczający przebudowany i dalej rozwinięty.

Znany niemiecki zoolog Karl von Frisch już przed kilkudziesięciu laty zwrócił uwagę na dziwne dziury czy też kanały odkrywane w sklepieniu czaszek wymarłych gadów. Położenie i kształt tych otworów budziły podejrzenie, że za życia badanych zwierząt mogły one zawierać narząd podobny do oka, umieszczony tuż ponad mózgiem i prawdopodobnie skierowany ku górze, a więc w stronę nieba. Można było snuć mgliste domysły co do możliwych funkcji oka w takim miejscu czaszki. Ale gdy raz już zwrócono uwagę na ewentualność istnienia takiego oka i podjęto systematyczne poszukiwania, niebawem odkryto je również u niektórych gatunków dzisiaj jeszcze żyjących jaszczurek.

Od zewnątrz stwierdzić można u nich owo "oko ciemieniowe" w postaci małego jasnego

pęcherzyka na szczycie sklepienia czaszki tylko przy bardzo dokładnym oglądaniu lub użyciu lupy. Jednakże gdy się bada jego budowę pod mikroskopem, okazuje się, że maleńki ten twór jest mini-okiem, chociaż bardzo prymitywnym: jest ono pustym pęcherzykiem, którego górna ścianka jest przezroczysta i nieco wystaje nad zewnętrzne sklepienie czaszki, a którego dno składa się ze światłoczułych komórek; od komórek tych prowadzą włókna nerwowe do mózgu. Wprawdzie małe i w całym swym założeniu jeszcze nader prymitywne, ale niewątpliwie jest to już oko.

Cóż można ujrzeć okiem, które nieustannie spogląda nieruchomo w górę? Odpowiedź jest prosta: Słońce. Ciemieniowe oko gadów jest ciągle jeszcze tylko wyżej rozwiniętym "odbiornikiem światła". Nic można nim widzieć we właściwym tego słowa znaczeniu, zresztą nie takie ma ono zadanie. Tymczasem budowa jego pozwala doskonale poznać, jak dotąd przebiegała droga do "widzenia".⁵

Skierowane ku niebu oko ciemieniowe u gadów prawdopodobnie steruje aktywnością zmieniającą się w rytmie następstwa dni i nocy. Oznacza to, że owe zmiennocieplne zwierzęta jednak doprowadziły do tego, że już nie tylko dają się rozgrzewać i ochładzać, zależnie od temperatury środowiska. Ich przemiana materii – a jest to bezspornie pewne udoskonalenie i racjonalizacja – zostaje najwidoczniej automatycznie hamowana, w chwili gdy umieszczony w sklepieniu czaszki odbiornik światła sygnalizuje stan Słońca, który zapowiada nadejście nocy, a tym samym chłodu paraliżującego dalszą aktywność.

Możliwe, że ten sam sygnał świetlny wyzwała ponadto jeszcze coś w rodzaju odruchu powrotu do domu, a więc reakcji zapobiegającej niebezpieczeństwu, że zwierzę zostanie zaskoczone odrętwieniem wskutek zimna, zanim dotrze do swej bezpiecznej kryjówki. Niektórzy uczeni przypuszczają, że narząd ten również wyzwała instynktowne poszukiwanie cienistego miejsca, w chwilach gdy zwierzęciu grozi nadmierne rozgrzanie przez bardzo intensywne promieniowanie słoneczne.

Niezwykle ciekawe i frapujące są zmiany, które narząd ten przeszedł w dalszym rozwoju. W ostatnich dziesięciu latach odkryto go u bardzo wielu ryb. Tutaj nie wykazuje on już prawie żadnego podobieństwa do oka. (Przy porównaniu tym należy pamiętać, że współczesną rybę kostną w porównaniu z jaszczurką należy uznać za organizm pod wielu względami dalej posunięty w rozwoju ewolucyjnym, pomimo że pozostał w wodzie.)

Także u ryb jest to mały pęcherzyk. Jednakże ścianek jego nie tworzą już komórki zmysłowe, lecz prawie wyłącznie komórki gruczołowe, pomiędzy którymi położone są bardzo nieliczne tylko komórki wrażliwe na światło. U ryb kości sklepienia czaszki nad owym narządem są też zamknięte. Ale właśnie w tym miejscu powierzchni czaszki zanikł barwnik skóry, wskutek czego powstaje tu jasna plama ciemieniowa przepuszczająca światło.

Udowodniono tymczasem na podstawie licznych doświadczeń, że i ten, już gruczołowaty raczej, twór także reaguje na światło. U niektórych ryb naświetlanie go wywołuje zmiany w ubarwieniu powierzchni ciała, które przystosowują rybę do wyglądu jej otoczenia. Doświadczenia wykonane z rybami ślepyimi dowodzą, że owa reakcja maskowania jest rzeczywiście wywołana przez to oko ciemieniowe, zamienione już prawie w gruczoł. Ponadto należy przypuszczać, że tutaj również aktywność zwierzęcia, dzięki optycznemu pobudzaniu gruczołów małego pęcherzyka, zostaje przystosowana do dziennych i zależnych od pór roku rytmów – zróżnicowanej jasności i cyklu dobowego.

Narząd ten odnajdujemy także u człowieka, tyle tylko, że u nas nie ma on już nic wspólnego z okiem. Zamienił się całkowicie w gruczoł. Anatomiczne i filogenetyczne badania nie dopuszczają już żadnej wątpliwości, że nasza szyszynka wytworzyła się w ciągu milionów lat z oka ciemieniowego ryb i gadów. Pokrewieństwa tego dowodzi w sposób przekonujący również porównanie funkcji.

Co prawda, funkcja szyszynki jeszcze do tej pory w wielu szczegółach nie jest całkowicie wyjaśniona. Pewne jest jedno, że narząd ten także jako gruczoł spełnia w ludzkim organizmie zadanie sterowania długoterminowymi rytmami w czasie. Znamienne jest przy tym, że w naszym przypadku w grę wchodzi już nie rytmy wywołane zmianami środowiska, do jakich ciało nasze miałoby się przystosować. Wydaje się, że to, czym szyszynka steruje, są to rytmy wzrostu, dojrzewania i starzenia się. Zapalenia i guzy tego gruczołu mogą na przykład wywołać przedwczesne dojrzewanie. A więc nawet w postaci u nas występującej narząd ten zachował zadanie porządkowania określonych procesów cielesnych w czasie. Jednakże sterujące sygnały nie pochodzą już tutaj od świata zewnętrznego, lecz od własnego organizmu.

Gdy więc porównujemy ze sobą oko ciemieniowe gada i ludzką szyszynkę i gdy – uwzględniając jednocześnie pozycję przejściową, jaką ten sam narząd zajmuje u wyżej rozwiniętych ryb –

przedstawimy sobie obrazowo historyczną drogę rozwoju łączącą je, otrzymujemy konkretny przykład tendencji do odgraniczania się od środowiska: gad ze swym okiem ciemieniowym jest jeszcze biernie "przymocowany", niczym na linie holowniczej, do okresowo występujących zmian swego środowiska. Przejmuje on po prostu od tego środowiska swój wewnętrzny porządek w czasie. Na drodze do człowieka owo okno na świat zewnętrzny zamyka się. Lina holownicza zostaje odcięta. Narząd wprawdzie zachowuje funkcję koordynacji w czasie procesów ciała, ale źródło bodźców sterowniczych znajduje się teraz w samym osobniku.

Może owe otwory pomiędzy szwami czaszkowymi niemowlęcia, ciemiączko, są naszym wspomnieniem genowym o tych odległych czasach, kiedy szyszynka u naszych przaprzodków była także jeszcze odbiornikiem światła, a więc narządem, który musiał być dla światła dostępny. Dzisiaj słusznie uważa się za oznakę dojrzewania, jeżeli te okna w czaszce młodego człowieka zasklepiają się wcześniej i ostatecznie.

19. PROGRAM Z EPOKI KAMIENNEJ

Tylko dlatego można wprowadzić człowieka w stan narkozy, nie uśmiercając go jednocześnie, że rozmaite części naszego mózgu z różną wrażliwością reagują na paraliżujące zatrucie środkami ogólnie znieczulającymi. Stąd normalna narkoza dawnego typu, polegająca na wdychaniu pary eteru, przebiegała w określonych następujących po sobie stadiach, co potwierdzi każdy, kto miał jeszcze pecha być usypianym tą dawno już zarzuconą metodą.

Owe klasyczne stadia narkozy są skutkiem tego, że mózgu również dotyczy doświadczenie, iż młodsze, "nowocześniejsze" i bardziej rozwinięte przyrządy i aparaty łatwiej uszkodzić w ich funkcji aniżeli starsze, mniej skomplikowane, a więc odpowiednio mocniejsze urządzenia. (Rakieta przeznaczona do lotu na Saturna jest bardziej podatna na awarie i łatwiej podlega zakłóceniom funkcji przez wpływy zewnętrzne niż Volkswagen.)

W przypadku sztucznego paraliżowania mózgu przez narkozę ujawnia się to w ten sposób, że jako pierwsza niknie świadomość. Jest to niewątpliwie najmłodsza spośród funkcji tego skomplikowanego narządu, nabyta u samego końca historii rozwoju. Nic dziwnego więc, że stawia ona najmniejszy opór truciznie narkozy.

Ostatnim, nie bardzo przyjemnym uczuciem, którego doznawał pacjent usypiany staroświecką maską do narkozy eterowej, zanim jego świadomość przestawała działać, był wybuch panicznego lęku. Skoro tylko następuje utrata przytomności, usypiany zaczyna się dziko rzucać i wierzgać, a czasami także głośno krzyżeć. Owo stadium podniecenia powoduje, że przed rozpoczęciem narkozy wiąże się nogi i ręce pacjenta.

Sam pacjent nic już nie wie o swoim szaleństwie. Znikła jego świadomość, a tym samym jego zdolność do krytycznego myślenia i wgląd w cel całej sytuacji, w jakiej się znalazł. Jego półkule mózgowe, najwyższa, a u człowieka jednocześnie największa część mózgu, są sparaliżowane. W tej przymusowej sytuacji rządy przejmuje kolejno niższy odcinek mózgu: najwyższy odcinek tak zwanego pnia mózgu. Jest to starsza część mózgu, która już u ryb i gadów jest w pełni wykształcona. Jako starsza i mniej skomplikowana, jest ona odpowiednio także bardziej odporna, a więc wciąż jeszcze zdolna do spełniania swojej funkcji. W niej zakotwiczone są instynkty i popędy, umiejscowione tam jako wrodzone reakcje, gotowe do automatycznych odpowiedzi na właściwe bodźce środowiska.

U dorosłego człowieka, który potrafi "się opanować", automatyczne przebiegi tych reakcji są normalnie kontrolowane przez półkule mózgowe i utrzymywane w ryzach, odpowiednio do dokonywanej przez te półkule oceny sytuacji. Jednakże w stadium podniecenia ta nadrzędna instancja krytyczna nie działa. Pień mózgu występuje więc jako władza absolutna, rejestruje narkozę jako sytuację wzrastającego zatrucia przez wpływy zewnętrzne (zresztą ze swego niezdolnego do krytyki poziomu całkowicie słusznie) i wyzwala przez to popędowe pogotowie reakcji maksymalnej obrony i ucieczki. Stąd płynie ów niepokój nieprzytomnego już pacjenta, który robi tak przykre wrażenie na obserwatorze.

W tym stadium chirurg naturalnie nie może operować, pomimo że wraz ze świadomością przeżywanie bólu już zostało u pacjenta wyłączone. Anestezjolog więc sący dalej na maskę eter, który tam wyparowuje i który pacjent wdycha. Narkoza przez to się pogłębia, a znaczy to, że stężenie eteru we krwi wzrasta, wskutek tego wyłącza się teraz również pień mózgu oraz wyzwalone przezeń popędowe sposoby zachowania. Pacjent się uspokaja. Operację można rozpocząć. Sztuka anestezjologa zaś polega na tym, aby utrzymać narkozę w tym stadium przez cały czas trwania zabiegu chirurgicznego.

Półkule mózgowe i górna część pnia mózgu są teraz sparaliżowane. Ale nawet w tym stadium najniższa, najstarsza część pnia mózgu jeszcze pracuje. W niej mieszczą się automatyczne ośrodki sterownicze krążenia, oddychania, regulacji temperatury i innych ważnych dla życia funkcji przemiany materii. I w tej sytuacji utrzymują one jeszcze uspionego przy życiu. Tylko dlatego, że ta najstarsza część mózgu jest mniej wrażliwa i silniejsza od pozostałych odcinków, właściwych dla odczuwania bólu i świadomości, tylko dlatego można człowieka uśpić narkozą nie zabijając go.⁶

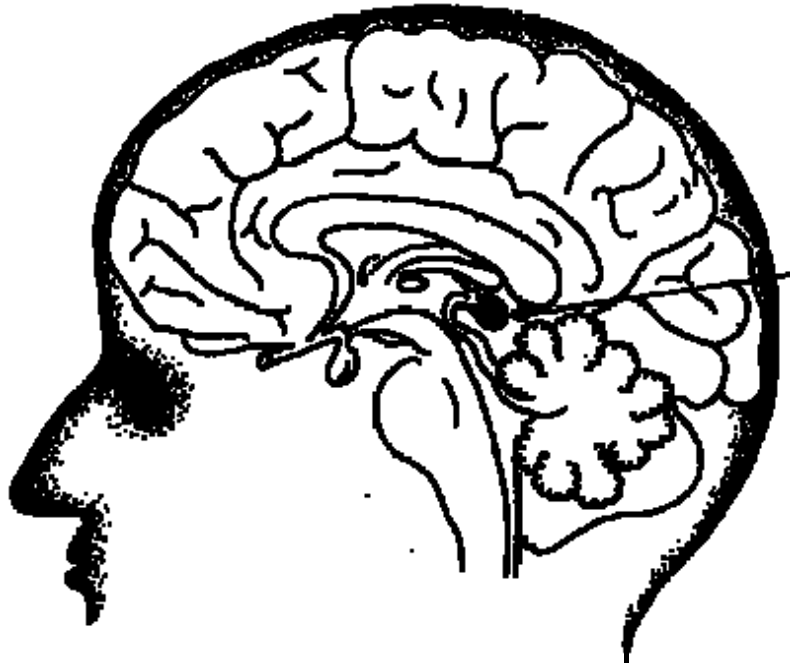
Taki przebieg narkozy stanowi dla nas dowód, że różne części naszego mózgu są filogenetycznie w różnym wieku i że różnicom wieku odpowiada wzrastające skomplikowanie budowy. Jeżeli takie ujęcie funkcjonalne powiążemy z anatomiczną budową naszego mózgu, zobaczymy, że narząd ten

jest nawarstwiony w kolejności podobnej do osadów geologicznych: na dnie leży to, co stare, nad tym następują po sobie struktury kolejno coraz nowsze.

Na samym dole natrafiamy w mózgu na ośrodki regulacji tych funkcji, które krok za krokiem były uwalniane przez organizmy od suprematu środowiska i przejmowane w ciągu długiej historii ich rozwoju i usamodzielniania się. Istnieje więc taki ośrodek (nagromadzenie komórek nerwowych), który reguluje gospodarkę wodną. Tutaj znajduje się nadzór nad zdolnością nerek do zagęszczania oraz uzgadnianie tej funkcji z zawartością wody w tkankach, tutaj także przebiega koordynacja wytwarzania potu i potrzeby przyjmowania płynów, którą przeżywamy w formie pragnienia.

W tej samej warstwie położony jest również ośrodek wymienionej już przez nas regulacji temperatury, który uniezależnia organizm ciepłokrwisty od wahań temperatury otoczenia, a tym samym zapewnia stałe tempo przemiany materii i niezmiennie warunki wewnętrzne, stanowiące podstawę innych, wyższych form indywidualnej niezależności wobec środowiska. Ośrodek ten nazywano niejednokrotnie "okiem termoregulacji", ponieważ "postrzega" on temperaturę krwi przepływającej w jego okolicy, a następnie, niczym termostat centralnego ogrzewania, uruchamia odpowiednie mechanizmy regulujące.

Gdy jest nam za ciepło, pijemy więcej i wyparowujemy ciepło przez zwiększone wydzielanie potu. Krzyżują się tu funkcje gospodarki wodnej i regulacji temperatury, które także muszą być ze sobą skoordynowane, podobnie jak z zasady wszystkie funkcje każdego organizmu. W ciepłe czerwienieje nam twarz: skórne naczynia krwionośne automatycznie rozszerzają się po to, aby krew mogła przenieść możliwie dużo ciepła z wnętrza ciała na powierzchnię, skąd zostaje wypromieniowane na zewnątrz. Dzięki temu mechanizmowi układ krążenia, oprócz wszystkich pozostałych funkcji, staje się skutecznym urządzeniem klimatyzacyjnym naszego ciała.



Regulacja w odwrotnym kierunku, gdy bywa zimno, powoduje, że wyglądamy blado. Gdy zaś marzniemy, a więc doznajemy uczucia, że temperaturze naszego ciała grozi spadek poniżej normy, zaczynamy drżeć: oko termiczne włącza teraz ośrodek wyższy, który potrafi uruchomić nie kontrolowane ruchy mięśni, aby wytworzyć w nich dodatkowe ciepło przez dodatkowe spalanie pokarmów. Z tym związany jest większy apetyt w czasie chłódów, podczas gdy w gorące dni letnie wyraźnie jadamy mniej.

W tej samej części mózgu, głębszej, a więc odpowiednio starej, znajduje się – co teraz już nikogo nie będzie dziwić – szyszynka (zob. ii. powyżej). Byłe oko ciemieniowe, przemienione w gruczoł, jest u nas odgraniczone od świata zewnętrznego mocno zamkniętym sklepieniem czaszki. Ale hormony tego gruczołu wciąż jeszcze sterują przebiegiem czasowym określonych procesów rozwoju ciała, aczkolwiek obecnie niezależnie już od sygnałów pochodzących ze środowiska.

Nad tym rejonem położone są górne części pnia mózgu, wielkie zwoje pnia mózgu oraz wzgórze, potężne nagromadzenie komórek nerwowych, setki milionów komórek, tworzących tutaj ośrodki

bardzo wielu później dopiero nabytych funkcji i możliwości reagowania. Funkcje tych części mózgu można określić w grubym, ale trafnym uproszczeniu, mówiąc, że cały ten obszar jest rodzajem komputera, w którym zmagazynowane są w postaci programów doświadczenia niezliczonych wygasłych pokoleń. Programy mają tutaj formę ściśle powiązanych, podobnych do pojedynczych scen – zachowań, które mogą być uruchamiane przez określone bodźce zewnętrzne lub wewnętrzne (widok wroga czy też partnera seksualnego, wydzielanie określonego hormonu).

Poznaliśmy już odpowiedni przykład przy opisie stadium podniecenia w trakcie narkozy. W tym wypadku objawy zatrucia i wiążącego się z tym wygasania funkcji rozkazodawczej kory półkul mózgowych wyzwalają program "obrony i ucieczki". Doświadczenia przeprowadzane na kurach przez zmarłego w 1962 roku etologa Ericha von Holsta wykazują szczególnie wyraźnie automatyzm, właściwy sposobom zachowania programowanym w tej części mózgu.

Holst wpuszczał w mózgi uśpionych zwierząt cienkie jak włos druciki, izolowane delikatną powłoką lakieru, z wyjątkiem końców, które pozostawały czyste. Druciki wrastały i w ogóle nie przeszkadzały zwierzętom; niektóre z nich wiele lat biegały swobodnie z drutami w głowie. Gdy Holst ustawiał końce drucików tak, że znajdowały się w omawianej tutaj przez nas części mózgu, i przepuszczał przez drut słaby prąd o charakterze i sile impulsu nerwowego, kury jego zamieniały się natychmiast w zdalnie sterowane roboty: za naciśnięciem guzika, skoro tylko eksperymentator włączał prąd, wykonywały – niczym z taśmy – program, który był zmagazynowany w miejscu, gdzie w mózgu znajdował się nie izolowany koniec drutu.

Bywały więc kury, które nagle, ubezpieczając się wzrokiem, spoglądały w dal, a następnie coraz bliżej na ziemię pod nogami, aż wreszcie z pełnym przerażenia gđakaniem wykonywały ruchy wymijania, potem zaś często atakowały uderzeniami dziobów i pazurów wroga, którego w ogóle nie było. Innymi słowy: w tym wypadku biegł program "obrona przed wrogiem naziemnym", a więc widocznie repertuar zachowania głęboko kurze wrodzony. Nikt nie może powiedzieć, jak kura przeżywała ową scenę wyzwoloną przez uderzenie prądu. Czy więc zdawało się jej, że widzi zjawę wroga w postaci zbliżającego się tchórze, łasicy czy też jakiegokolwiek innej.

Pewne jest tylko, że zwierzę zachowuje się tak, jak gdyby całe wydarzenie było rzeczą najnaturamiejszą w świecie. Gdy eksperymentator wreszcie wyłącza prąd, zwierzę takie rozgląda się wokół z ulgą, ale też nieco zdumione, jak gdyby chciało sprawdzić, gdzie nagle podział się ów wróg, z którym musiało tak zażarcie walczyć. A potem przychodzi zakończenie, nad którym warto się nieco zastanowić: kura wydaje triumfalny okrzyk zwycięstwa.

Dlaczego by nie? Po ciężkiej walce wróg zniknął. Kura nic nie wie o fizjologii mózgu. Skąd mogłoby jej wpaść na myśl, że zniknięcie wroga nie jest skutkiem jej własnej siły? Ale nie łudźmy się. Przyczyna mylnej oceny sytuacji przez zwierzę doświadczone ma w rzeczywistości tło o wiele głębsze. Żaden mózg nie ma najmniejszej nawet szansy stwierdzenia, czy impuls nerwowy, trafiający w jeden z jego ośrodków, pochodzi ze źródła naturalnego, czy sztucznego. Dotyczy to nie tylko mózgu kury. Gdyby ktoś z nami zagrał w tę samą grę, nie mielibyśmy również najmniejszej możliwości wykrycia syntetycznego charakteru przeżyć, które wyzwoliłyby w nas prąd. Nawet to bowiem, co potocznie nazywamy "rzeczywistością", istnieje w naszych półkulach mózgowych również tylko w formie – co prawda niewyobrażalnie skomplikowanego – wzorca impulsów elektrycznych.⁷

Tak więc kury Ericha von Holsta walczyły za naciśnięciem guzika, na elektryczny rozkaz zaczynały tokować albo czyścić sobie upierzenie, jadły bądź równie nagle były syte. Kładły się spać lub ubezpieczały się, przeszukując swoje otoczenie z oznakami czujności i lęku. Są to więc wszystko sposoby zachowania wrodzone i – jak dobitnie dowodzi tego doświadczenie – zmagazynowane w określonych miejscach mózgu jako programy w stanie pełnego pogotowia. Są to standardowe odpowiedzi na sytuacje, które często występują w życiu tych zwierząt. Zachowania te są wyrazem doświadczenia, zbieranego nie przez jednostkę, ale przez niezliczone osobniki tego gatunku w ciągu wielu milionów lat, kiedy gatunek się rozwijał pod wpływem mutacji, spośród których środowisko dokonywało doboru. Ten sam proces ewolucji z wolna i stopniowo rozbudowywał także opisane programy zachowań, przystosowując je coraz lepiej do przeciętnych wymagań środowiska zwierząt.

Podobnie jak bezjądrowa prakomórka dla poprawienia swoich szans przetrwania stopniowo nabywała – w formie całkowicie gotowej – pewnych specjalnych funkcji, na przykład oddychania, czy fotosyntezy, przez to że pochłaniała jako organelle odpowiednio wyspecjalizowane komórki (takie, które już miały za sobą określone doświadczenia) – tak w tym przypadku wielokomórkowy osobnik korzystał z doświadczeń licznych innych współplemieńców. Mutacja i selekcja postarały się o to, aby doświadczenia te utrwalić w podłożu dziedzicznym. Wynikiem jest wrodzony i znakomicie wyważony asortyment wypróbowanych, przez minione pokolenia już wielokrotnie sprawdzanych szablonów

zachowania.

Naukowiec określa wrodzone doświadczenia tego rodzaju mianem instynktu. U człowieka również jeszcze odnajdujemy owe instynkty. Tylko że nie rządzą one nami w tak silnym stopniu jak u większości zwierząt. Nieporozumieniem są napotykanie nieraz narzekania na "brak instynktu" u człowieka. Zanikanie z biegiem czasu wyposażenia w instynkty jest tym, co naszemu rodowi w ogóle dało szansę rozwinięcia się w istotę inteligentną.

Utraciliśmy wprawdzie tę pewność i spokój, z jakim na przykład ptak wędrowny we właściwym czasie wyrusza nieomylnie na południe, aby uniknąć zimy, pomimo że nie może wiedzieć, iż ono nadejdzie. Ale kto chce osiągnąć zdolność uczenia się samemu, zamiast po prostu przejmować standardowe odpowiedzi jako wrodzone dziedzictwo, ten musi zrezygnować także i z takiego wygodnego posłania w środowisku.

Ponieważ posiadamy korę półkul mózgowych umożliwiającą nam uświadomienie sobie nas samych, przeżywamy nasze instynkty. Przeżywamy je jako nastroje i popędy, jako lęki, żale i radości, jako głód i pragnienie, jako seksualną siłę przyciągania. Jako to, co nazywamy "pięknością" jakiegoś określonego człowieka, albo też jako wstręt odczuwany na widok oślizgłej skóry żaby.

Ową automatycznie uruchamianą reakcję przeżywamy również w formie nie kontrolowanej wrażliwości, z jaką reagujemy na cielesne dotknięcia obcego człowieka w przepełnionym pomieszczeniu. Albo też niechęci, która tak łatwo nas ogarnia na widok człowieka – jak nam się zdaje – "odmiennego", przy czym niechęć ta znowu łatwo przemienić się może w uczucie wrogości albo uczucie zagrożenia, co zresztą jest tylko odwrotną stroną medalu. Żadnej przy tym nie odgrywa roli, czy ten sygnał "odmienności", wywołujący reakcję, wywołany jest długimi włosami chuligana czy też niezwykłymi dla nas cechami przedstawiciela innej rasy ludzkiej.

W takich i niezliczonych innych przypadkach odpowiadamy automatycznie, wrodzonymi nam reakcjami, na które nie mamy wpływu, którym się poddajemy albo które próbujemy opanować racjonalnie, to znaczy przy użyciu naszej kory mózgowej. Stąd mówimy, że gniew nas "ponosi", że radość czy żal nas "ogarnia". Na pewno nie mała część naszych problemów w dziedzinie kontaktów z bliźnimi, zarówno w obszarze życia prywatnego jak i politycznego między narodami, sprowadza się w gruncie rzeczy do tego, że takie reakcje pojawiają się samoczynnie, właśnie instynktownie, i że świadomego wysiłku wymaga odkrycie ich w nas samych, a następnie opanowanie.

Nie byłoby to takie trudne, gdyby w grę nie wchodziło dziedzictwo tak prastare. To, co się przy tym w nas porusza, są to programy pochodzące z epoki kamiennej i z wielu milionów lat ją poprzedzających. "Rada", której, nie proszone, udzielić nam chcą instynktowne odruchy, tak bardzo nie zasługuje na zaufanie, dlatego że wyrosła z gleby doświadczeń zbieranych w świecie, który od dawna nie jest już naszym światem.

Ród nasz w ciągu ostatnich milionów lat rozwoju stopniowo odcinał się od rajskiego spokoju i bezpieczeństwa stworzonego przez przemożny układ nieomylnych instynktów. Zamiast tego stworzył nam się nowy wymiar – świadomego poznania, ryzykowna możliwość uczenia się samemu i zbierania indywidualnych doświadczeń. Wydaje się jednak, że nie osiągnęliśmy przy tym jeszcze nowej stabilizacji. W obecnym stadium rozwoju ciągle nazbyt łatwo ulegamy skłonności, by odpowiadać na problemy naszego cywilizowanego świata, który zbudowaliśmy naszą korą mózgową, programami, które mogły być być celowe w epoce kamiennej.

Blaise Pascal powiadał o sytuacji człowieka, że już nie jest on bydlęciem, a jeszcze nie aniołem. Przyrodnicze, biologiczne rozważania nad stadium rozwoju naszego rodu, ucieleśnionym w nas współczesnych, potwierdzają diagnozę wielkiego filozofa. Przypomina nam ona ponownie, że z pewnością nie jesteśmy kresem, a tym bardziej celem rozwoju, lecz jedynie uczestnikami pewnego stadium przejściowego, i że – czy chcemy, czy też nie – została na nas nałożona odpowiedzialność za to, aby nie zasypać wejścia na drogę dalszego ciągu dziejów.

Przyczyną tego, że nasz mózg jest w opisany sposób chronologicznie nawarstwiony, jest po prostu to, że w trakcie swego rozwoju wzrastał podobnie jak roślina. Na górnym końcu rdzenia kręgowego, w którym, niby w grubym kablu, połączone są wszystkie z ciała wychodzące i do ciała dążące nerwy, wyrósł zrazu dolny pień mózgu, sterujący funkcjami wegetatywnymi, niezbędnymi dla każdego wielokomórkowca.

Po dojrzaniu tej części mózgu, setki milionów lat później, utworzył się na niej nowy pąk, który w podobnie długim okresie wytworzył wielkie skupienia komórek nerwowych górnego pnia mózgu. Dalszy przebieg ukazuje ilustracja 15. Powtórzyło się znowu to samo: na górnej części pnia mózgu zaczął wyrastać mały twór, który u ryb służył jeszcze prawie wyłącznie zmysłowi powonienia. W toku

dalszego rozwoju rozrósł się potem do niespodziewanych rozmiarów. Po raz pierwszy u małpiatek stał się tak wielki, że jako półkule mózgowe otulił wszystkie pozostałe części narządu, zajmując jednocześnie stopniowo pozycję nadrzędną wobec wszystkich ich funkcji.

U człowieka ten przyrost wielkości jest tak znaczny, że kora mózgowa mieści się we wnętrzu czaszki już tylko dzięki silnemu pofałdowaniu powierzchni. Temu potężnemu przyrostowi wielkości odpowiada w zachowaniu posiadacza tego narządu niespotykany dotąd rozmiar swobód: pojawienie się umiejętności samozastanowienia i po raz pierwszy w historii życia zdolność do obiektywnego poznawania środowiska jako świata przedmiotowego oraz zdolność do planowanego obchodzenia się z nim.

Świadomość samego siebie. Zamiast środowiska, którego cechy dyktują prawa zachowania – świat zobiektywizowany, którego przedmiotami można manipulować. Przewidująca wyobraźnia wciąga do kalkulacji przyszłe możliwości i skutki własnego działania. Swoboda zachowań, posunięta tak daleko, że podmiot może stawiać opór nawet wrodzonym programom swoich instynktów i postępować wbrew nim w przypadku, gdy normy obyczajowe i etyczna odpowiedzialność jako nowe mierniki każą mu to uznać za wskazane.⁸ Są to takie wymiary rzeczywistości, jakich do tej pory nie było. Wraz z ludzką korą półkul mózgowych życie na Ziemi osiągnęło nowy szczebel rozwoju.

Wszystko to jest niewątpliwie nowe i nacechowane rewolucyjną oryginalnością. Ale i ta faza rozwoju nie unosi się swobodnie w pustej przestrzeni, jak nam się zawsze wydaje, ponieważ jesteśmy tymi, którzy ją reprezentują. Ten stopień ewolucji jest także tylko członem toczącej się od miliardów lat historii. Spoczywa on na tym wszystkim, co go wyprzedziło. Jego także w całej rozciągłości dotyczy to, co nam się nieustannie potwierdzało przy przechodzeniu z jednego szczebla na drugi, gdy mowa była o wcześniejszych etapach tych samych dziejów: możliwości na nowo otwierane przez każdorazowo osiągnięty poziom rozwoju są zawsze wynikiem połączenia podstawowych osiągnięć, które już istniały na poprzednim niższym szczeblu.

Nie ulega wątpliwości, że ludzkie półkule mózgowe udostępniają rzeczywistość, której przedtem na Ziemi nie było. Ale nawet te tak oryginalne i nowoczesne wydolności naszego mózgu zbudowane są na fundamencie wydolności bardzo dawnych. Duch nasz nie spadł z nieba. On również ma swoją bardzo długą prehistorię.

Szukajmy więc śladów przeszłości na obecnie osiągniętym szczeblu ludzkich półkul mózgowych i ich zdumiewających wydolności. W jednym z poprzednich rozdziałów już, wyprzedzając, wyjaśniłem, jakie przyczyny przemawiają za hipotezą, że te osiągnięcia, które w potocznej mowie nazywamy psychicznymi, występują w formie wyizolowanej także i poza mózgiem. Wnioskowaliśmy dalej, że wobec tego mózg należy uważać nie za narząd, który wydolności owe wytworzył – jak zawsze zakładaliśmy milcząco – lecz za ten organ, który te dawno już przedtem powstałe wydolności po raz pierwszy w głowach poszczególnych osobników połączył.

Pogląd ten w odniesieniu do pnia mózgu ponownie potwierdziły nam omówione na ostatnich stronach programy zachowań, w tej części mózgu w stanie gotowości przechowywane. Osadził się tutaj koncentrat doświadczeń niezliczonych przodków. A jak wyglądają ślady przeszłości w przypadku wydolności półkul mózgowych? Spróbujmy dokonać kolejnego przeglądu tego, co można dzisiaj w tej sprawie powiedzieć.

20. OD WSZYSTKICH MÓZGÓW STARSZE

W połowie lat sześćdziesiątych profesor Georges Ungar, farmakolog uniwersytetu Baylor w Houston, w Teksasie, wykonał serię doświadczeń, których pierwszy etap przypominał nieco starochińskie metody tortur. Profesor zamykał codziennie na kilka godzin białe myszy w stojach Wecka, a nad ich otworem zwisała swobodnie w powietrzu płytka metalowa. W odstępach kilku sekund w płytkę jak w gong uderzał mały młoteczek sterowany przerywaczem. Za każdym razem dźwięk głośnego i jasnego uderzenia rozbrzmiewał tak raptownie jak wystrzał z pistoletu.

Widać było po zachowaniu myszy, jak bardzo to było nieprzyjemne. Wzdrygały się ze strachu za każdym razem, gdy młotek nad ich głowami trafiał w metal. Ale myszy także się przyzwyczajają. Gdy amerykański farmakolog swoją niemiłą procedurę kontynuował przez całe dnie i tygodnie, przerażenie zwierząt z czasem malało, pomimo nie zmienionych warunków doświadczenia. Z wolna przywykały do obrzydliwie nagłego hałasu. Wreszcie żadna z myszy już nie reagowała, bez względu na siłę, z jaką eksperymentator pozwalał młotkowi walić w metalową płytkę.

W ten sposób profesor Ungar wytrenował całe tuziny, a w końcu setki myszy. Skoro tylko zwierzęta przyzwyczały się do dźwięku, uśmiercał je. Następnie wyjmował ich mózgi i konserwował metodą głębokiego zamrażania. Gdy uczonego zebrał wreszcie dostateczną liczbę mózgów myszy, przyzwyczajonych do przeraźliwego odgłosu, rozmroził owe mózgi, w których – zdaniem jego – w jakiejś formie to przyzwyczajenie musiało tkwić, i zaczął w nich poszukiwać RNA, a więc określonego kwasu nukleinowego.

Kilka było powodów, dla których Ungar z taką starannością usiłował wyciągnąć możliwie dużo RNA z rozmrożonych mózgów swoich myszy. Już w czasie ostatniej wojny szwedzki biolog Holger Hyden zwrócił uwagę na analogię między biologicznym zjawiskiem dziedziczenia a psychologiczną funkcją pamięci. Szwed argumentował, że przez dziedziczenie przekazywane jest to, czego dany gatunek nauczył się w toku swego rozwoju. Dziedziczenie – tak dowodził Hyden – nie jest zatem niczym innym jak "pamięcią gatunku".

W tym czasie zdawano sobie już dokładnie sprawę ze znaczenia, jakie należy przypisywać dwom rodzajom kwasu nukleinowego – DNA (kwasowi dezoksyrybonukleinowemu) i RNA (kwasowi rybonukleino-wemu; DNA różni się od RNA wyłącznie brakiem jednego jedyne atomu tlenu), jako materialnym nosicielom podłoża dziedzicznego. Stąd Hyden wpadł na – jak się zrazu zdawało – całkowicie awanturniczy pomysł, że RNA mógłby być także nosicielem indywidualnej pamięci, innymi słowy, że stanowi on może substancję, z jakiej składają się nasze wspomnienia.⁹

Jeżeli ta fantastyczna cząsteczka potrafi zmagazynować plan budowy człowieka, od koloru jego oczu począwszy, a na jego osobistych uzdolnieniach i predyspozycjach w całej ich swoistości skończywszy (bądź, jako RNA, plan ten przenieść z jądra komórkowego do plazmy, a w niej do gotowych na jego przyjęcie rybosomów), czy nie może ona również rejestrować i przechowywać wspomnień całego ludzkiego życia? Hyden zaczął więc trenować szczury. Zwierzęta, aby dostać się do swego pokarmu, musiały balansować po silnie napiętym drucie. Jednocześnie inna grupa kontrolna otrzymywała pokarm bez przymusu zdawania takiego egzaminu. Badania przeprowadzone po zakończeniu doświadczenia dały wynik następujący: trening zdawał się wyraźnie zwiększać zawartość RNA w mózgach szczurów.

Następnym, który podjął ten wątek i ciągnął go dalej, był psycholog James McConnell z Ann Arbor. McConnell obrał wyplawki jako obiekt doświadczalny. Z ogromną cierpliwością potrafił nauczyć owe prymitywne zwierzęta, że bodziec świetlny zapowiada lekkie uderzenia prądem elektrycznym. Gdy uruchamiał oba te bodźce, jeden po drugim, w odstępach kilku sekund, a następnie ponawiał je co kilka minut, robaki po tygodniach pojęły powiązanie i wzdrygały się za każdym razem, gdy włączano światło, zanim jeszcze poraził je prąd.

Gdy McConnell zabił wytrenowane w ten sposób robaki, pociął na kawałki, a następnie podał jako pokarm wyplawkom nie wytrenowanym, uzyskał zdumiewający wynik: najwyraźniej "niedoświadczony" osobniki w swoim kanibalistycznym posiłku przejmowały także nabyte przez trening doświadczenia skonsumowanych współplemieńców. Uczyły się bowiem zadania o treści "uderzenie elektryczne następuje po błysku światła" w ciągu ułamka czasu normalnie na to potrzebnego, a – co wydaje się wręcz sensacyjne – niektóre z nich umiały tę lekcję od pierwszego dnia począwszy.

Ponieważ amerykański psycholog znał już badania Hydena, on również wyekstrahował następnie RNA z ciał wytrenowanych wyplawków i wyciąg ten wstrzykiwał innym. Skutek był identyczny. Najwidoczniej więc także przez zastrzyk była przekazywana część treści treningu martwych robaków. Czyżby więc RNA istotnie było substancją, z której składają się indywidualne "wspomnienia"?

Ogłaszane przez McConnella sprawozdania z wykonywanych w końcu lat pięćdziesiątych doświadczeń wzbudziły sensację na całym świecie. Jest rzeczą zrozumiałą, że pierwsze reakcje były sceptyczne, więcej nawet, nieprzychylnie. Wszystko razem wydawało się nazbyt fantastyczne. Przez długi czas tylko pisma humorystyczne traktowały owe doświadczenia "poważnie". "Spożywajcie waszych profesorów" – brzmiało zalecenie, które w tym czasie można było wyczytać w każdej prawie uniwersyteckiej gazecie. Ale z czasem – po pierwszych niepowodzeniach – zaczęły napływać stopniowo z innych laboratoriów na całym świecie wiadomości potwierdzające pierwsze wyniki. Teraz spór zaczęto toczyć wokół problemu, czy to, co się przenosiło, było może tylko udoskonaleniem całkowicie ogólnej zdolności do uczenia się, czy też rzeczywiście szczególną, zupełnie konkretną treścią pamięci. Rozwiązania tej kwestii należało poszukiwać u zwierząt wyższych, które można by nauczyć odpowiednio skomplikowanych zadań. Jednym z uczonych, którzy zaryzykowali poświęcenie wielu lat na przygotowanie i przeprowadzenie serii doświadczeń zmierzających do celu, jaki wydawał się tak bardzo nieprawdopodobny – był Georges Ungar z Houston.

Po raz pierwszy Ungar osiągnął sukces, gdy w 1965 roku wstrzyknął "niedoświadczonym" myszom koncentrat RNA pochodzący z mózgow myszy wytrenowanych. Myszy, którym wstrzyknięto wyciąg, okazały się niewrażliwe na przerażający dźwięk gongu, a przynajmniej lęk ich był o tyle słabszy, że przyzwyczajenie pojawiało się u nich niewspółmiernie szybciej, niżby to nastąpiło w trybie normalnym. Zatem w tym wypadku zastrzyk przekazał przyzwyczajenie do bodźca, którego zwierzęta doświadczały same nigdy nie przeżyły.

Ale uczony z Houston nie zadowolił się jeszcze takim dowodem. W niczym nie ujmując wagi zagadnieniom przyzwyczajania, uczony chciał koniecznie przenieść prawdziwe treści pamięci. W tym celu wytrenował on szczury tak, aby wbrew wrodzonemu instynktowi swego gatunku omijały pomieszczenia ciemne i przebywały wyłącznie w świetle. Nauka polegała znowu na wymierzaniu lekkich uderzeń prądu elektrycznego, gdy zwierzęta zachowywały się niezgodnie z zamiarami eksperymentatora.

Szczury siedziały pojedynczo w małych klatkach, z których każda podzielona była na ciemne i jasno oświetlone przedziały; w każdym przedziale znajdował się pojemnik z pokarmem. Normalny szczur w takiej sytuacji pobiera pożywienie wyłącznie w ciemnym karmniku, szczury bowiem są zwierzętami aktywnymi w nocy. Tymczasem Ungar zwierzęta swoje szybko od tego odzwyczaił, wyposażając klatki w bardzo proste urządzenie automatyczne, które każdemu szczurowi próbującemu posłużyć się pojemnikiem w ciemnym pomieszczeniu wymierzało lekkie uderzenie elektryczne, idące od małego rusztowania w podłodze klatki. Ponieważ szczur jest zwierzęciem niezwykle inteligentnym, osobniki doświadczały w bardzo krótkim czasie nauczyły się tego, czego się nauczyć miały. Od tej pory definitywnie unikały wszystkich ciemnych przedziałów swoich klatek i przebywały wyłącznie w częściach jasnych, czego nigdy nie robiłby normalny szczur w naturalnych warunkach.

Znamy już dalszy ciąg doświadczenia. Z mózgow owych szczurów, które nauczyły się, że w odróżnieniu od pozostałego szczurzego świata, w klatkach profesora Ungara wstępowanie na ciemne obszary nie jest wskazane, został znowu spreparowany wyciąg możliwie obfitujący w RNA. Jeżeli było tak, jak przypuszczał Ungar, że substancja, z jakiej utworzone są wspomnienia, ma jakiś związek z RNA, wówczas lęk przed ciemnością, którego wyuczyły się wytrenowane szczury, powinien być teraz zawarty w RNA.

Gdy eksperymentator wstrzyknął roztwór szczurom nie uczonym, hipoteza jego potwierdziła się w sposób wprost niebywały: prawie wszystkie zwierzęta, które otrzymały dawkę wyciągu, zachowywały się tak, jak gdyby wiedziały, że w ciemnych przedziałach czyhają na nie elektryczne uderzenia prądu, pomimo że nigdy żadne z nich nie było w owych doświadczalnych klatkach. Tym samym po raz pierwszy zostało udowodnione, że całkowicie swoiste wspomnienia mogą być przenoszone z jednego osobnika na drugiego.

Z jakiej więc substancji składają się te wspomnienia? Jeszcze dzisiaj daleko do zakończenia dyskusji nad tym zagadnieniem. Ungar po wieloletnich skomplikowanych doświadczeniach uzyskał w roku 1971 z wyciągu mózgow tysięcy szczurów, które wy-trenował w lęku przed ciemnością – oprócz wielkich ilości RNA – chemicznie czystą substancję, którą nazwał skotofobiną (co oznacza w przybliżeniu "wyzwalacz lęku ciemności"). Nie jest to przy tym kwas nukleinowy, lecz ciało białkowe. O tyle nas to nie powinno dziwić, że przecież w jądrze komórkowym DNA przekazuje także swoje

informacje w ten sposób, że za pośrednictwem RNA każe powstawać białkom (enzymom), których szczególna budowa jest potem ucieleśnieniem danej informacji.

Czy więc za każdym razem, kiedy coś przeżywamy, coś postrzegamy albo gdy podejmujemy jakąś myśl, w mózgu naszym za pomocą RNA zostaje wykształcony jakiś białkowy kamyk budulcowy, którego jedyna w swoim rodzaju struktura stanowi jak gdyby "odbicie" danego przeżywania, niezatarty ślad (engram), pozostawiony w naszym mózgu przez owo przeżycie czy myśl? Czy to właśnie jest podłożem naszej pamięci, magazynem, z którego jeszcze po wielu latach pobieramy przebieg jakiegoś spotkania, dźwięk melodii czy wygląd twarzy, które sobie chcemy przypomnieć? Wiele dzisiaj za tym przemawia. Według ostatnich wiadomości Ungarowi podobno udało się nawet wytworzyć w laboratorium substancję pamięci, ową "skotofobinę". (Także w tym przypadku jest to jedna spośród dowolnie wielu sekwencji aminokwasów, która w cząsteczce "oznacza" tę jedną określoną informację.) Podobno szczury, którym wstrzyknięto sztuczną skotofobinę, również boją się ciemności i przejawiają zamiłowanie do jasno oświetlonych przedziałów swoich klatek. Byłby to punkt szczytowy całego ciągu eksperymentów, jego skrajna, chociaż nie skrajnie logiczna, konsekwencja: możliwość istnienia syntetycznie wytworzonych wspomnień.

Właściwie dlaczego nie? Skoro musieliśmy się już pogodzić z tym, że nasze przeżywanie jest w rzeczywistości skomplikowanym odwzorowaniem elektrycznych stanów pobudzenia w naszych mózgach (z, czego wynikałaby możliwość sztucznego wytwarzania takich przeżyć przez doprowadzenie impulsów elektrycznych), dlaczego mielibyśmy uważać za wykluczone, aby można było wspomnienia produkować w trakcie procesów chemicznych? Myśl o praktycznych skutkach takiej procedury w dalszej przyszłości – przyprawia o zawrót głowy. Ale tego zastrzeżenia naturalnie wysuwać nie można.

Pomimo to będę się strzegł przed wspieraniem się w dalszej swojej argumentacji na szczegółach wyników doświadczeń Ungara. Ten nowy i ciekawy nurt badań biologii molekularnej nad pamięcią jest jeszcze zbyt mało rozwinięty. Argument, który w tym miejscu jest ważny dla biegu naszej myśli, można zaczerpnąć ze znacznie skromniejszego poglądu fragmentarycznego, wyprowadzonego z rezultatów doświadczeń zarówno Ungara jak i innych badaczy, którzy w ostatnim dziesięcioleciu zaczęli przeprowadzać próby "przenoszenia pamięci".

Przy całym sceptycyzmie wobec niektórych szczegółów i pewnych interpretacji jedno wydaje się obecnie już pewne, a mianowicie, że kwasy nukleinowe, a przede wszystkim RNA, "coś mają wspólnego z pamięcią". Nie można już chyba wątpić w to stosunkowo skromne rozpoznanie. A wystarczy ono do argumentacji, o jaką mi tutaj chodzi.

Gdy na fakt, że RNA "ma coś wspólnego z pamięcią", a wiać z indywidualną zdolnością do pamiętania, spojrzymy z perspektywy filogenetycznej, dochodzimy do pewnego wniosku o nadzwyczaj doniosłym znaczeniu. Okazuje się bowiem, że tak często i słusznie podkreślana ekonomia przyrody objawiła się już w trakcie budowy pierwszych mózgów. Gdy w owym czasie przed – powiedzmy wspaniałomyślnie – miliardem lat ewolucja przystąpiła do wytwarzania pierwszych prymitywnych mózgów i gdy w dalszym ciągu okazało się korzystne, aby organizm zaopatrzony w tę centralę rozdzielczą nabył zdolności do zbierania własnych doświadczeń, wówczas ewolucja nie musiała się trudzić rozwijaniem tej zdolności od nowa.

Nie było to wcale potrzebne. Nadarzała się znacznie wygodniejsza możliwość osiągnięcia celu. Wystarczyło sięgnąć do pewnej zasady, która już istniała, do pewnego wynalazku dokonanego przez ewolucję dobre dwa miliardy lat wcześniej. Najwyraźniej wykorzystwała ona po prostu metodę, dzięki której od samych początków życia z doskonałym skutkiem magazynowała informacje, aby móc je dalej przez pokolenia przekazywać jako podłoże dziedziczne. "Pamięć" gatunku i zdolność do "pamiętania" u jednostki – są to wydolności nie tylko analogiczne. Doświadczenia Ungara i jego kolegów odkryły, że polegają one na zasadniczo identycznym mechanizmie molekularnym. Jeżeli w skotofobinie profesora Ungara rzeczywiście w postaci lęku ciemności zawarte są doświadczenia trenowanych przez niego szczurów, byłby to szczególnie jaskrawy dowód na rzecz twierdzenia, że wspomnienia mogą istnieć także poza indywidualnymi mózgami. W naszych rozważaniach wcale nie potrzebujemy aż tak namacalnego dowodu. Wystarczy nam znajomość faktu, że dziedziczenie i pamięć reprezentują różne formy zastosowania tej samej zasady biologicznej. Oznacza to bowiem, że pierwsze mózgi wcale nie musiały dopiero rozwijać psychicznego zjawiska pamięci bądź je w jakiś tajemniczy sposób tworzyć. Zasada istniała, w pełni gotowa. Mózg musiał tylko całość wcielić w siebie, niczym prefabrykowany element budowlany. Podobnie jak prakomórki zrobiły to z organellami.

A więc tutaj, na szczeblu kory półkul mózgowych, powtórzyło się ponownie to, co działo się raz po raz od początku dziejów: gotowe prefabrykowane elementy połączyły się niczym małe kamyki

budulcowe, tworząc dzięki temu mozaikę kolejnego wyższego szczebla. Rewolucyjna nowość w odniesieniu do omawianej tutaj funkcji nie polegała więc na tym, jakoby umiejętność pamiętania pojawiła się po raz pierwszy na Ziemi przez powstanie mózgów. Pamięć jest od wszystkich mózgów starsza. Tak jak mówiliśmy już przy okazji innych, głębiej położonych części mózgu, osiągnięcie kory półkul mózgowych sprowadza się tylko do tego, aby tę prastarą funkcję uczynić przydatną dla jednostki.

Z tego punktu widzenia powstanie kory półkul mózgowych wydaje się konieczną nieomal konsekwencją wynikającą z logiki dotychczasowego przebiegu. W każdym razie w dziedzinie pamięci kora półkul mózgowych okazuje się znowu prawowitym potomkiem wodoru. Muszę przyznać, że w odniesieniu do innych funkcji psychicznych nie można jeszcze tego poglądu równie wiążąco uzasadnić. Natrafiamy tutaj znowu na jedną z tych luk naszej wiedzy, o których już tak często była mowa, ale nad którymi – powtarzam to raz jeszcze – mniej powinniśmy się zdumiewać aniżeli nad tym, że dostępna nam jest w ogóle orientacja w historii, którą próbowałem zestawić w tej książce. Niemniej poza tym, co przytoczyliśmy, istnieją również inne wskazówki wspierające pogląd, który uzasadnia cały do tej pory opisany rozwój, że również szczebel reprezentowany przez nasze półkule mózgowie stanowi wynik łączenia się podporządkowanych jednostek.

Jeżeli zostaliśmy już przekonani, że nasza psychiczna zdolność pamiętania jest właściwie tylko zastosowaniem pewnej funkcji biologicznej, która istniała dawno przed powstaniem mózgów i świadomości, może nam się zrazu zdawać, że dotarliśmy tym samym do ostatecznej granicy. A mianowicie do ostatecznej granicy ustępstw, do jakich możemy się posunąć, jako jedyne żyjące na Ziemi istoty, którym w całej rozciągłości dostępny jest wymiar psychiczny. Może będzie się nam zdawać, że już wystarczająco przewyżczyliśmy nasz przesąd antropocentryczny, rozpierającą nas dumę z tego, że jako "istoty duchowe" różnimy się do wszelkich innych form życia. Ale jest to tylko złudzenie. Niewątpliwie czeka nas jeszcze w przyszłości kilka podobnych niespodzianek jak ta, którą sprawiły nam w ostatnich latach badania nad pamięcią.

Gdy więc nawet pod naporem argumentów będziemy wreszcie gotowi uznać, że zjawisko pamięci nie jest ograniczone do tak zwanej sfery psychicznej, to na pewno w pierwszej chwili stanowczo zaprzeczemy, jakoby to samo mogło dotyczyć możliwości wymiany doświadczeń. Jasne, że nie tylko ludzie wymieniają między sobą to, czego się nauczyli i dowiedzieli. Podobną umiejętność wykazuje, chociaż w znacznie mniejszym stopniu, również wiele zwierząt. Ale dotyczy to wyłącznie najwyższej rozwiniętych zwierząt, tych, które mają mózgi o tak postępowych cechach budowy, że chętnie przyznajemy im jakieś, być może skromniejsze, uczestnictwo w "wymiarze psychicznym". Jednakże prawdziwa wymiana doświadczeń, "wyuczonych lekcji", poza tym wymiarem wydaje nam się niemożliwa, nawet wręcz niewyobrażalna.

Tymczasem pewne genialne uzupełnienie teorii ewolucji, opublikowane w 1970 roku przez amerykańskiego uczonego Normana G. Andersona, zdaje się podważać także i ten rzekomy rezerwat naszego ducha. Anderson jako pierwszy sformułował pewną koncepcję już od kilku lat wiszącą w powietrzu, że tak zwana "wirusowa transdukcja" mogła odegrać decydującą rolę w procesie ewolucji. Ten skomplikowany termin określa następujący, rzeczywiście niezwykły, stan faktyczny: wirusy, ponieważ "właściwie" nie żyją, do namnażania wykorzystują urządzenia należące do zaatakowanej przez siebie komórki. Na s. 179–181 zajmowaliśmy się szczegółowo dziwnym życiorysem tych niesamowitych istot. Stwierdziliśmy wtedy, że wirus przeprogramowuje komórkę przez wiązanie swojego materiału dziedzicznego z jej dziedzicznym materiałem, zmuszając ją przez to do zużywania własnej substancji przy budowie wielu nowych wirusów, które po wyrojeniu się atakują nowe komórki.

W roku 1958 amerykański biolog Joshua Lederberg otrzymał nagrodę Nobla za odkrycie dokonane w 1952 roku, że przy owym zachowaniu się wirusów wcale nie tak rzadko dochodzi do transdukcji materiału genetycznego z jednej komórki do drugiej. "Transdukcja" oznacza dosłownie tyle co "przenoszenie". Można by to w tym wypadku równie trafnie przetłumaczyć jako "zawleczenie". Chodzi bowiem o to, że wirusy przez swój dziwny sposób rozmnażania raz po raz zabierają ze sobą fragmenty DNA komórkowego, z jakim się wiążą, i wskutek tego zawlekają je "niechcący" do następnej zakażanej przez siebie komórki.

Biolodzy molekularni niebawem odkryli, że owe w taki sposób między komórkami tu i ówdzie przenoszone fragmenty DNA nieraz bywają nawet dosyć długie. Czasami długość ich jest taka, że transdukcja wirusowa oznacza przeniesienie trzech, czterech, a nawet pięciu kompletnych genów (zawiązków dziedzicznych), które zostają zatem jak gdyby przeflancowane w całości z jednej komórki do drugiej. Ale dopiero Anderson w 1970 roku wpadł na to, co taki mechanizm oznacza dla ewolucji: mianowicie nieustanną, dokonywaną za pośrednictwem wirusów, wymianę genetycznych doświadczeń pomiędzy wszystkimi istniejącymi na Ziemi gatunkami. Każdy postęp genetyczny, każdy

wynalazek, dzięki ewolucji dokonany przez jakąkolwiek z niezliczonych istot żyjących naszej planety, mógł prędzej czy później zostać odczytany przez każdy inny gatunek.

Badaczom nagle jak gdyby spadły łuski z oczu. Dopiero teraz pojęli prawdziwe znaczenie identyczności kodu genetycznego u wszystkich gatunków. Ów "międzynarodowy" charakter języka, w którym spisane są w DNA wszystkie nabyte przez mutacje i selekcję funkcje oraz plan budowy, umożliwił wszystkim organizmom uczestniczenie w tej wymianie doświadczeń, obejmującej najwyraźniej cały świat tego, co żyje. A więc zawsze gdy jakaś komórka przetrzymuje atak wirusa (a komórki rozporządzają bardzo skutecznymi mechanizmami obrony), uzyskuje ona szansę skontrolowania ewentualnie zawleczonych przez agresora genów pod względem ich przydatności do własnych celów.

Jeżeli więc ewolucja organizmów określonego gatunku może w ten sposób korzystać z genetycznego postępu i wynalazków wszystkich innych istot żyjących na tej Ziemi (proszę pomyśleć chociażby o uniwersalnej przydatności, a więc wymienialności tysięcy wymaganych do przemiany materii enzymów!), wówczas odpada także zarzut, który dotąd ewolucjonistów ze środowiska badaczy przyrody wprawiał nieco w zakłopotanie. Jakkolwiek okres trzech miliardów lat, którymi rozporządzała ewolucja życia ziemskiego, wydawał się niewyobraźalnie wielki, jest on jednak stosunkowo krótki na to, aby przypadkowy mechanizm mutacji i selekcji pozwolił z jednokomórkowców powstać istotom wielokomórkowym, z organizmów morskich – płazom i gadom i aby posunąć rozwój jeszcze dalej, do wytworzenia rodu ludzkiego.

Argumenty przemawiające za tym, że to mutacje i selekcja napędzają ewolucję i pozwalają powstać z niższych form formom wyższym, są niezbitę. Niejednokrotnie omawialiśmy je w tej książce. Dlatego też biolodzy ewolucjoniści nie ustępowali, gdy od czasu do czasu wyliczano im, jak krótki w rzeczywistości był ten okres na Ziemi. Ale bywali nieco speszeni wobec tego rodzaju zarzutów. Wymiana genów za pośrednictwem wirusów usunęła cały problem w sposób absolutnie przekonywający. Jeżeli każdy wynalazek, kiedykolwiek dokonany przez ewolucję, przedstawiany jest prędzej czy później innym istotom żyjącym do łaskawego wykorzystania, oznacza to, że postęp ewolucyjny musiał dokonywać się wielokrotnie szybciej, aniżeli dotąd wydawało się możliwe.

Gdy myślimy o wirusach, nie powinniśmy jednostronnie brać pod uwagę tylko najbliższej fali grypy bądź innych uciążliwych skutków zakażenia wirusowego. Powinniśmy natomiast pomyśleć o tym, że te małe twory w ciągu swego długiego marszu poprzez wszystkie gatunki i rodzaje – niczym wiejskie plotkary (i z podobną do nich skutecznością) przez miliardy lat niezmordowanie dbały o to, aby żadna genetyczna nowość nie pozostała tajemnicą ukrytą przed kimkolwiek, kto może z nią potrafi coś począć. Wygląda prawie na to, że dzisiaj, pięć miliardów lat po powstaniu Ziemi, w ogóle jeszcze mogłoby nas nie być, gdyby wirusy w ciągu tego całego czasu nie były utrzymywały w ruchu owej genetycznej wymiany doświadczeń.

O tym, że również i zdolność wyobraźni nie jest bynajmniej ograniczona do wymiaru psychicznego, jak się zwykle milcząco zakłada, była już mowa, kiedy zajmowaliśmy się problemem, w jaki sposób krępak brzoziowiec mógł doprowadzić do przybrania barw ochronnych, a indyjski motyl atlas – do sztuczki z budową atrap. Naturalnie, można odciąć się od takiego punktu widzenia, mówiąc po prostu, że słowo "wyobraźnia" określa wyłącznie zjawisko psychiczne. Byłoby to jednak ograniczanie tego pojęcia, ani potrzebne, ani celowe.

Bezsporna jest analogia formalna, podobieństwo między działaniem mutacji i selekcji z jednej strony a wolną grą naszych pomysłów, spośród których dokonujemy krytycznego wyboru wobec konieczności ich spożytkowania w świecie realnym – z drugiej. Analogia ta jest tak znaczna, że uzasadnione wydaje mi się przypuszczenie, narzucone przez filogenetyczny pogląd na sprawę, że i w tym wypadku w grę wchodzi znowu tylko różne formy, w jakich urzeczywistniło się to samo w gruncie rzeczy zjawisko na dwóch rozmaitych szczeblach rozwoju. Nie powinno nas zatem zdziwić, jeżeli przyszli biochemicy kiedyś natrafiają (na pewno w bardzo jeszcze odległej przyszłości) – jako na cielesną podstawę naszej indywidualnej wyobraźni – w naszych mózgach na pewne procesy, odpowiadające tym od przypadku zależnym procesom, które rozgrywają się w cząsteczce DNA, wówczas gdy następuje mutacja.

Nie miałyby to zresztą żadnego wpływu na prawidłowość naszych rozważań. Zasada biologiczna dla swego urzeczywistnienia może znakomicie posługiwać się bardzo różnorodnym materiałem. Z drugiej strony psychologiczne skutki takiego odkrycia, gdyby kiedyś miało się udać, mogłyby być nie pozbawione pikanterii. Można bowiem już z góry przewidzieć, że wielu takich, którym rola przypadku w ewolucji ciągle jeszcze jest solą w oku, w tym momencie zrewidowałoby natychmiast bardzo skwapliwie swój pogląd. Procesy mutacyjne jako podstawa naszej wyobraźni – to oczywiście byłoby

dla nich zupełnie coś innego. Tutaj nagle zasmakowaliby w zjawisku przypadku, który ich zawsze tak raził na wszystkich innych poziomach ewolucji. Gdyby bowiem napotykali go we własnym mózgu, nie omieszkaliby powoływać się nań jako na koronnego świadka swojego roszczenia do rozporządzania wolną wolą.

W związku z tym, o czym teraz mówiliśmy, pozostaje nam jeszcze wspomnieć o zdolności do tworzenia abstrakcji, a więc o takiej sile duchowej, którą słusznie uważamy za szczególnie wysoko rozwiniętą, swoiście ludzkie osiągnięcie, a zatem trudno dostępne dla rozumowania filogenetycznego, które tutaj próbują przeprowadzić. Ale i w tym przypadku można odnaleźć owe filogenetyczne szczeble przygotowawcze, wyraz tej samej zasady na niższych poziomach rozwoju. Nie jest to nawet trudne, z chwilą gdy uwolnimy się znowu od antropocentrycznego przesądu, że zjawiska duchowe, znane nam z naszych własnych przeżyć, nie mogą mieć analogii czy też podstaw w historycznie nas poprzedzających epokach rozwoju.

Tego, że także i w związku ze zdolnością do abstrakcji w grę wchodzi wyłącznie uprzedzenie, doświadczyli między innymi etolodzy, poświęcający się interesującemu, ale i bardzo trudnemu zadaniu oddzielania u badanych zwierząt wyższych – wyuczonych sposobów zachowania od wrodzonych (instynktowych). Fryburski biolog Bernhard Hassenstein pisał przed kilku laty o pewnej bardzo typowej obserwacji, ważnej dla naszego rozumowania, którą ze względu na jej obrazowość pragnąłbym tutaj zacytować dosłownie.

Hassenstein pisze¹⁰: "Znany mi ornitolog ustawił w dużym pokoju klatkę dla ptaków, której drzwi były stale otwarte, tak że mieszkańcy jej mogli swobodnie wlatywać i wylatywać; były nimi dzierzby, a więc ptaki rodzime, należące do grupy śpiewających. Ściany klatki wykonano z siatki o szerokich otworach. Ptaki były oswojone ze swym opiekunem i przyjmowały pokarm z jego ręki, szczególnie ulubiony przysmak – mączniki.

Sytuacja, w jakiej to, co wrodzone, i to, co wyuczone, walczyło ze sobą o przewodnictwo, była następująca: ptak znajdował się w klatce. Opiekun wziął mącznika i pokazał go zwierzęciu od zewnątrz, przy ścianie klatki położonej po przeciwnej stronie otwartych drzwiczek. Ptak natychmiast podleciał i próbował nieustannie a zawzięcie dostać się przez siatkę do mącznika – naturalnie bez powodzenia. Najwidoczniej nie pomyślał w ogóle o drodze okrężnej w tył, przez otwarte drzwi. Wydawało się, jakoby drogi tej w ogóle nie znał. Ale niebawem okazało się, że tak nie było: opiekun z mącznikiem powoli oddalał się od siatki i od ptaka, tak że cel tegoż odsunął się teraz nieco dalej. Gdy opiekun znalazł się w pewnej określonej odległości, ptak nagle odwrócił się z wyraźnym rozeznaniami układu przestrzennego i docelowo wyleciał do pokoju przez drzwiczki po stronie przeciwnej, a stamtąd eleganckim łukiem skierował się wprost na opiekuna, od którego otrzymał swego mącznika.

Opisaną tutaj scenę można było powtarzać dowolnie często. Widok ulubionego przysmaku w całkowitej bliskości wyzwalał pęd do bezpośredniego zdobycia pokarmu, a więc do zachowania instynktowego, w stopniu tak intensywnym, że ptak nie potrafił się odeń uwolnić, aby osiągnąć cel na znanej mu drodze okrężnej; gdy bodziec słabł, jednakże nie ustawał zupełnie, doświadczenie, czyli znajomość drogi okrężnej, mogło przebić się swoim wpływem na zachowanie." Tyle jeśli chodzi o Hassensteina.

Natrafiamy więc ponownie na tendencję do dystansowania się, do oderwania się od środowiska, o której już niejednokrotnie była mowa. W tak obrazowo opisanym zachowaniu ptaka objawia się tendencja podobna do tej, którą napotykalibyśmy już często w zupełnie innej formie na starszych, niższych szczeblach rozwoju: przy powstawaniu błony komórkowej, która nadała zamkniętemu przez siebie agregatowi przemiany materii pewną samodzielność wobec środowiska czy też przy wynalezieniu ciepłokrwistości, które wyswobodziło jednostkę spod jarzma okresowych wahań temperatury otoczenia (aby przypomnieć dwa tylko przykłady).

Gdy obserwację Hassensteina ustawimy w tym kontekście, nietrudno nam będzie rozpoznać zdolność ptaka do wyzwolenia się w pewnych określonych okolicznościach od konkretnej fascynacji aktualnym bodźcem – jako wstępny stopień do sprawności, która zaprowadzi kiedyś daleko ponad ten ciągle jeszcze stosunkowo skromny stopień oswobodzenia się od środowiska: jako zdolność do abstrakcji.

Przecież w gruncie rzeczy nawet osiągnięcie największego geniusza myśli ludzkiej polega wyłącznie na tym, że udaje mu się uzyskać wobec środowiska taki dystans, którego do tej pory nie osiągnął żaden z jego poprzedników czy współczesnych: oderwanie się od wizji, od konkretnego, danego stanu faktycznego. To właśnie umożliwia mu poznanie wspólnych, jednakowych elementów poza różnorodnymi objawami otoczenia, poznanie wiążącego nadrzędnego prawidła poza fasadą tego,

co widoczne.

Jak wiadomo, Newtona przedstawia się często z jabłkiem w ręku, czyniąc aluzję do anegdoty, zgodnie z którą widok jabłka spadającego z drzewa pozwolił mu ujrzeć, że ta sama siła, która wywołała upadek jabłka, powoduje obieg planet wokół Słońca, a mianowicie siła ciężkości. Bez względu na to, czy epizod ten taki miał przebieg, czy inny, anegdota trafia w sedno dzieła Newtona z podziwu godną precyzją. Genialność osiągnięcia polega właśnie na tym, że wielki angielski uczoney potrafił oderwać się od konkretnego świata widzialnego i ujrzeć prawidło ukryte za tak zewnętrznie różnymi objawami.

Z jednej strony jabłko, które spada w sadzie na trawę. Z drugiej strony ruchy gwiazd, które na nocnym niebie zakreślają swoje wielkie kręgi wokół Słońca. Jakaż jest siła tej abstrakcji, jakie wyzwolenie się od konkretnie zastanego obszaru rzeczy widzialnych! Na osiągniętym obecnie szczeblu jednostka doprowadziła swoją zdolność odgraniczania się od środowiska do takiego stopnia, że umożliwia to jej wyswobodzenie się z niewoli dostępnych zmysłom przejawów środowiska, która do tej pory wydawała się nieunikniona. Odtąd świat nie jest już akceptowany biernie, tak jak widzi go naiwne postrzeganie, odtąd stawia się pytania o podstawę, na której spoczywa.

W tym momencie rozwoju, w którym wyzwolenie się od środowiska osiągnęło w końcu stopień wyznaczony przez zdolność do abstrakcyjnego myślenia, rodzi się nowe zjawisko. Jest nim świadomość, zdolność do samozastanowienia, bezsprzecznie nowa możliwość wejrzenia w siebie i pojmowania siebie jako "ja".

Nie wiemy, czym jest świadomość, brakuje nam oczywiście kolejnego wyższego poziomu, z którego moglibyśmy spoglądać na to zjawisko, aby je pojąć. Jednakże to, czego o powiązaniach występujących pomiędzy rozmaitymi szczeblami rozwoju nauczyliśmy się na niżej położonych poziomach, może ośmielić nas do ostrożnego sformułowania myśli, że świadomość jest wynikiem połączenia pamięci, zdolności do uczenia się, zdolności do wymiany doświadczeń, wyobraźni i umiejętności abstrakcyjnego myślenia, które w poprzedzających je fazach rozwojowych powstały zrazu w oderwaniu od siebie.

Zupełnie na pewno świadomość jest czymś nowym. Podobnie jak woda jest wielką nowością, gdy się ją rozpatruje z poziomu odrębnych atomów. A pomimo to oba zjawiska są równie bezspornie rezultatem kombinacji "starego". W przypadku wody były to dwa pierwiastki gazowe. W przypadku świadomości są to poszczególne funkcje przez nas wyliczone, a także zapewne jeszcze bardzo liczne inne, które dotąd nie ujawniły nam się tak wyraźnie; wszystkie one na obecnie osiągniętym szczeblu rozwoju po raz pierwszy w poszczególnych organizmach podlegają łączeniu ze sobą przez mózgi.

W przeżywaniu jednostek wyposażonych w tę świadomość pochodzące od środowiska bodźce zmysłowe przemieniają się w cechy istniejących obiektywnie przedmiotów. Tam gdzie pień mózgu potrafi tylko sygnalizować wpływające ze środowiska bodźce, oznaczające przynętę bądź zagrożenie, i bezpośrednio wyzwalając odpowiadające tym znaczeniom reakcje, tam zdolne do abstrakcji półkule mózgowe rejestrują jakościowe właściwości realnych rzeczy w świecie obiektywnie istniejącym.

Owo umożliwione dopiero przez półkule mózgowe przeżywanie rzeczy w stanie niezmiennego trwania (zamiast bodźców środowiska, których znaczenie zmienia się w szerokim zasięgu, w zależności od biologicznej konstytucji podmiotu) stanowi podstawę nadawania przedmiotom ich nazw. To zaś jest początkiem mowy. Stałość przedmiotów pozwala nam wynajdywać określenia i stosować je do nich, choć z nimi samymi nazwy te nie są identyczne. W taki sposób powstają symbole językowe, stwarzające rewolucyjną możliwość manipulowania słowami, bez tego – albo zanim – aby realne, określane tymi nazwami przedmioty same musiały być uruchamiane.

I to jest również niewątpliwie coś nowego. Ale w tym miejscu powinniśmy pamiętać o tym, że ewolucja nadzwyczaj skutecznie stosuje tę samą zasadę już od wielu miliardów lat na poziomie położonym grubo poniżej świadomości: szyfr trójkowy DNA, w którego kolejności zmagazynowane są w jądrach naszych komórek wszystkie nasze cechy i predyspozycje, tworzy litery pisma, które nie jest identyczne z tym, co oznacza, a więc nie jest identyczne z nami samymi.

21. NA DRODZE DO ŚWIADOMOŚCI GALAKTYCZNEJ

Jaki będzie ciąg dalszy? Byłoby sprzeczne ze zdrowym rozsądkiem, gdybyśmy w tym punkcie rozwoju, w którym jesteśmy, nie postawili ponownie tego pytania. Gdybyśmy je stłumili tylko dlatego, że w naszej opowieści dotarliśmy do nas samych, to jest do teraźniejszości. Wskazywaliśmy wszak już uprzednio na całkowicie względny charakter tej teraźniejszości. Jest ona przecież – jeżeli spojrzymy na nią na tle łącznego rozwoju – jakimś fragmentem całości, dowolnie dobranym tylko przez przypadek naszej własnej egzystencji.

Naturalnie, że można by tę fazę rozwoju, do jakiej należymy, nazwać epoką zupełnie szczególną, skoro po okresie ewolucji przebiegającej od trzynastu miliardów lat poza świadomością człowiek jest pierwszą istotą żyjącą, która jako samodzielny podmiot wykazuje zdolność do obiektywnego postrzegania i rozpoznawania świata wyłonionego przez te przepiękne dzieje. A jest to osiągnięcie niewielu ostatnich tysiącleci.

Można by nawet przypisać szczególne znaczenie naszemu pokoleniu, ponieważ obecnie żyjący są pierwszymi ludźmi, którzy dostrzegli historię zrekonstruowaną w tej książce i którzy zaczynają rozumieć, że stanowi ona przeszłość, z jakiej się wywodzimy. Jest to rzeczywiście pewien punkt zwrotny, którego znaczenia nie wolna nie doceniać. Ale któż może stwierdzić, że nie dotyczyło to w równej mierze dawniejszych zwrotnych punktów w nurcie rozwoju? Na przykład wynalezienia ciepłokrwiistości czy też wyjścia z wody na ląd? Lub pierwszej kolonii komórek, której członkowie osiągnęli specjalizację i podział pracy, lub wreszcie pierwszej błony lipidowej, która objęła agregat DNA-białko, przez co stworzyła zaczątek wszelkich komórek?

Gdybyśmy przerwali opis rozwoju na chwili teraźniejszej, byłby to znowu nawrót do starego przesądu, sugerującego, że my współcześni jesteśmy metą i celem wszelkiego działania i że minione 13 miliardów lat nie służyło niczemu innemu, jak tylko stworzeniu nas i naszej teraźniejszości. Tymczasem rozwój poprzez nas będzie się ciągnął dalej. A w tym dalszym swoim przebiegu będzie urzeczywistniał takie możliwości, które wyprzedzą to, co reprezentujemy i co potrafimy rozpoznać, w tym stopniu jak my wyprzedziliśmy świat neandertalczyka.

Może nie rozegra się to wcale na Ziemi. Naturalnie nigdy nie dowiemy się, jak będzie się kształtować to, co w mowie potocznej określamy mianem historii, przy czym na myśli mamy oczywiście to, co ludzie zdziałają i spowodują w ciągu najbliższych setek, najwyżej tysięcy lat. Nie ma żadnych naukowych przesłanek, które pomogłyby nam przewidzieć, co ludzie zrobią w przyszłości, jak się rozwiną ludzkie społeczeństwa i jakie idee będą wpływać na decyzje przyszłych pokoleń. Nie możemy więc również wiedzieć, czy ludzkość będzie istniała dostatecznie długo, aby uczestniczyć w tej przyszłości, o jakiej tutaj mówimy.

Prognozy krótkoterminowe – "krótkoterminowe" w sensie filogenetycznych przebiegów – nie są więc możliwe. Ale przecież nawet już wobec tej skali czasu, w jakiej rozpatrywaliśmy miniony tok wydarzeń, wszystko, co zwykliśmy nazywać historią, kurczy się i tak do znikomych, nierozpoznawalnych rozmiarów. W książce naszej musieliśmy się zadowolić tylko bardzo ogólnym zarysem rekonstrukcji przeszłości, a więc zdarzeń, które od początku świata, od czasu owego prawybuchu, doprowadziły do naszej teraźniejszości. Najmniejsze przedziały czasowe, z jakimi mieliśmy do czynienia, były odmierzone w okresach tuzinów – jeśli nie setek – milionów lat.

Jeżeli się teraz także ograniczymy do operowania miarą o takiej skali – potrafimy dojść do pewnych wniosków w dziedzinie dalszego przebiegu ewolucji i powiedzieć coś sensownego o przyszłości, do jakiej zmierza. Nie potrzebuję chyba zaznaczać, że nasze rozważania od tej chwili staną się z konieczności bardziej spekulatywne od tych, które snuliśmy do tej pory. Jest zupełnie jasne, że o najdawniejszych nawet dziejach można mówić ze znacznie większą dozą pewności aniżeli o przyszłych. Istnieją jednak pewne punkty zaczepienia, na których możemy się oprzeć i które usprawiedliwiają nasze starania w tej mierze. Narzędziem naszym są tendencje i prawa poznane w związku z dotychczasowym przebiegiem ewolucji. Zastosowanie ich umożliwia nam przedłużenie drogi rozwoju ku przyszłości.

Najbliższym etapem, który w związku z naszą próbą możemy przewidzieć, jest przejście od dotychczasowej kultury planetarnej do kultury międzyplanetarnej, a na dalszą metę – galaktycznej, obejmującej coraz szersze obszary całej Drogi Mlecznej. Na ostatnich stronach tej książki chcę uzasadnić, dlaczego jestem przekonany, że hipoteza ta jest czymś więcej aniżeli nie wiążącą

spekulacją myślową. Jednoczenie się pojedynczych kultur planetarnych w coraz większe komunikujące się ze sobą związki jest zupełnie wyraźnie logiczną, wręcz konieczną kontynuacją tego wszystkiego, co się działo w minionych trzynastu miliardach lat.

Stwierdziliśmy, że występują dwie tendencje, znamionujące charakter całego dotychczasowego rozwoju. Jedną z nich było łączenie się pierwiastków (najmniejszych jednostek funkcjonalnych), przynależnych do poprzedzającego szczebla rozwoju, co pozwalało na powstawanie pierwiastków chronologicznie najbliższego szczebla wyższego. Drugą tendencją było dążenie owych pierwiastków, których struktura w miarę upływu historii stawała się coraz bardziej złożona, do rosnącego odgraniczania się, do coraz bardziej radykalnego dystansowania się od istniejącego i zastanego środowiska, od którego, zda się, uciec nie można.

Gdy zaczniemy poszukiwać w naszej teraźniejszości śladów owych dwóch tendencji, snujących się przez całość dziejów niby nieprzerwana nić, prędzej czy później niechybnie natrafimy na zjawisko lotów kosmicznych. Im więcej będziemy się zastanawiać, tym silniej narzuca się nam przypuszczenie, że tylko na tym tle można wyjaśnić ową tak rozumowo niewytłumaczalną gotowość posuwania się aż do ostatecznych granic gospodarczego i politycznego rozsądku, po to aby opuścić Ziemię i dotrzeć do innych obcych ciał niebieskich. Znane są potoczne argumenty, którymi zwolennicy lotów kosmicznych usiłują usprawiedliwić iście astronomiczne nakłady na ten cel. Powtarza się je i przeżuwa aż do obrzydzenia.

A przecież dawno już nikt nie wierzy w militarne znaczenie zdobycia Księżyca czy też innych planet. Dalsza rozbudowa rakiety strategicznych postępowałaby na pewno w tempie jeszcze o wiele groźniejszym, gdyby na ten pożałowania godny cel poświęcano także jeszcze środki pochłaniane przez loty kosmiczne. Nikt do tej pory – o ile mi wiadomo – nie potrafił uzasadnić, dlaczego o tyle bardziej skutecznie wzrasta prestiż polityczny jakiegoś narodu przez osiągnięcia w dziedzinie kosmonautyki aniżeli przez postępowe rozwiązania na przykład problemów szkolnictwa i zdrowia czy też inne przedsięwzięcia w tym rodzaju.

Im dłużej się nad tym zastanawiamy, tym bliższa staje się myśl, że w owym dziwnym naporze na Kosmos wyraża się tendencja, z którą w najróżniejszych formach spotykaliśmy się w dawniejszych fazach rozwojowych: tendencja do odgraniczania się od otoczenia, oderwania i dystansowania się od istniejącego środowiska. Jestem głęboko przekonany, że zarówno oczywista niemożność zahamowania wszelkiego rodzaju lotów kosmicznych, jak i dziwnie sprzeczna z tym trudność racjonalnego ich uzasadnienia pochodzą stąd, że przez nie ujawnia się, tym razem w nowym przebraniu technicznym, ten sam pęd, z którym zetknęliśmy się już na płaszczyźnie biologicznej, gdy mówiliśmy o wyjściu z wody na ląd.

Owa analogia, owo pokrewieństwo obu zjawisk potwierdza się również, gdy spojrzymy wstecz z perspektywy teraźniejszości, i w takim odwróceniu staje się tym bardziej przekonujące: oddzielone od siebie okresem 500 milionów lat i tyłoma szczeblami rozwoju służą zawsze przebicium się tej samej tendencji za pomocą środków będących do dyspozycji w danej sytuacji. W obu przypadkach występuje oderwanie się od jedynego do tej pory wyobraźnego środowiska. W obu przypadkach zostają zastosowane metody, które – gdy sobie przypomnimy – są zdumiewająco do siebie podobne. W obu przypadkach wreszcie niebywałe nakłady całego przedsięwzięcia są – na rozum biorąc – całkowicie nieproporcjonalne do celu, w każdym razie do celu uchwytne w chwili rozpoczęcia się całej przygody.

Pamiętamy, że to z początku tak pozornie bezsensowne oderwanie się życia od wód doprowadziło w sposób zupełnie nieoczekiwany do wynalezienia ciepłokrwistości, a w dalszym ciągu do otwarcia nowej rzeczywistości historycznych i kulturowych powiązań. Któż odważy się w tych warunkach uznać plany astronautyki za pozbawione sensu tylko dlatego, że istotnie nie dają się rozumowo uzasadnić w granicach znanych nam obecnie horyzontów? Któż może z góry przewidzieć, jakie nowe rzeczywistości odsłonią się temu, komu uda się oderwać od Ziemi? A pomimo to już dzisiaj wiemy, że loty kosmiczne prowadzą jedynie do ślepego zaułka, że nie wskazują drogi do dalszej ewolucji.

Jeżeli kogoś takie stwierdzenie zdziwi po tym wszystkim, co rozważaliśmy uprzednio, niechaj weźmie pod uwagę, że w książce tej mówiliśmy dotychczas wyłącznie o udanych próbach ewolucji. Śledziliśmy zawsze tylko losy tych, którzy przetrwali, ponieważ tylko oni tworzą nieprzerwany łańcuch wydarzeń składających się na historię. Tymczasem nie ma żadnej wątpliwości, że istniała o wiele większa liczba dzieł chybionych, takich prób ewolucji, które trafiały w ślepą uliczkę, bez żadnych szans na kontynuację. Nie może zresztą być inaczej, jeśli się uwzględni, że zanim pojawiła się krytycznie selekcyjna świadomość, postępowi służyć mogły wyłącznie z przypadku zrodzone nowości, a te z kolei zapewniać mogły szansę kontynuacji jedynie dzięki swej wielkiej liczbie. Tylko

wówczas bowiem powstawało prawdopodobieństwo, że co najmniej kilka spośród nich stanie się kluczem do przyszłości. W uwzględnionych przez nas najmniejszych przedziałach czasowych wielu milionów lat występowały więc nieustannie potężne wahnięcia, pozornie chaotyczne pomieszania najróżnorodniejszych, częściowo nawet sprzecznych ze sobą zaczątków. Dopiero później można było rozpoznać, które z nich torowały drogę ku przyszłości. Jednakże tamte, przez ewolucję zaniechane czy też porzucone zaczątki utrzymywały się nieraz bardzo długo. W wielu wypadkach fakt, że jakaś odnoga znajdzie się pewnego dnia w ślepych zaułku, byłby nie do stwierdzenia przez wiele milionów lat. Przykładów na to dostarcza ogromna mnogość gatunków zwierząt i roślin, które w dawnych epokach przez długie okresy kształtowały obraz Ziemi, a których potomstwa dzisiaj nie spotykamy.

Ale istnieją również gatunki, które pomimo że niewątpliwie dotyczy ich także zjawisko "ślepego zaułka", odnoszą znaczne sukcesy i zdają się osiągać praktycznie nieograniczoną długowieczność. Najwyrazistszym przykładem tego są owady. Swój – nawet liczony według mierników geologicznych niezwykle poważny – wiek 400 milionów lat zawdzięczają przede wszystkim nieprawdopodobnej obfitości gatunków oraz przejawiającej się w tym mnóstwie wariantów zdolności przystosowania do najdziwniejszych nawet warunków środowiska. Sukcesu ich przetrwania dowodzi imponująca wręcz relacja, a mianowicie: osiemdziesiąt procent wszystkich występujących na Ziemi gatunków organizmów stanowią owady. Z każdych pięciorga zwierząt tylko jedno nie jest owadem!

Pomimo to przedstawiciele gromady szczycącej się takimi osiągnięciami znajdują się w sytuacji bez wyjścia. Błąd w ich dziejach pojawił się bardzo wcześnie i nigdy już potem nie mógł być naprawiony. A polega on na tym, że przodkowie owadów, w czasie gdy potrzebowali podparcia dla swego ciała składającego się z coraz większej liczby komórek, "zdecydowali się" na szkielet zewnętrzny. Ujawniona dopiero w toku dalszej historii i brzemienna w skutki wada tej konstrukcyjnej zasady (samej w sobie tak przekonywującej, bo stwarzającej dodatkową ochronę) na tym polega, że już bardzo wcześnie kładzie tamę wzrostowi.

Dlatego wyścig wygrały gatunki, które rozwiązały ten sam problem przez rozwinięcie szkieletu wewnętrznego. Dopiero bowiem przy przekroczeniu pewnej minimalnej wielkości jednostka rozporządza dostateczną liczbą poszczególnych komórek pozwalających jej w pełni wyczerpać wszelkie szanse wielokomórkowości. Dotyczy to przede wszystkim dalszego rozwoju centralnego układu nerwowego. Owady, pomimo poważnego wieku, głównie dlatego pozostały "głupie", że w jamach tworzonych przez ich chitynowy pancerz po prostu za mało było miejsca dla takiej liczby komórek nerwowych, która jest niezbędna do wytworzenia dostatecznie skomplikowanej konstrukcji mózgu.

Dlaczego zajmujemy się w tym miejscu w ogóle filogenetycznymi problemami owadów? Przyczyn jest kilka. Jedyną bowiem w swoim rodzaju zdolność przystosowania tych istot żywych doprowadziła w opisanej sytuacji ślepego zaułka do bardzo ciekawego zjawiska: do tego, że pewne określone, niejednokrotnie przez nas omawiane tendencje rozwojowe pojawiają się u nich w bardzo osobliwej formie. Wydaje się, że ewolucja próbowała tym tendencjom, którym w danym przypadku zamyka prostą drogę nieodwołalne ograniczenie rozmiarów poszczególnych jednostek, mimo wszystko dopomóc w przebiciu się innymi drogami.

Na myśli mam zjawisko społeczeństw owadów. Te przeniknięte ścisłą organizacją związki stu tysięcy bądź (u niektórych gatunków termitów) miliona pojedynczych zwierząt przy bliższym poznaniu zdają się jak gdyby powtórzeniem przejścia od jednokomórkowca do wielokomórkowca. Społeczeństwo mrówek pod wielu względami bardziej przypomina zamknięty w sobie organizm aniżeli kolonię poszczególnych jednostek.

Podobnie jak komórka wielokomórkowego osobnika, pojedyncza mrówka nie jest już zdolna do życia poza związkiem swego "państwa". Między poszczególnymi członkami tworzącymi nadorganizm społeczeństwa mrówek (termitów, pszczół) nastąpiła daleko posunięta specjalizacja w podziale pracy: rozmnażanie, zapładnianie, żywienie, a w niektórych przypadkach także obrona zostają powierzone odpowiednio wyspecjalizowanym osobnikom, które w surowej hierarchii całości odgrywają raczej rolę ściśle wbudowanych elementów funkcjonalnych niż samodzielnych jednostek. Gdy uwzględnimy wszystkie te osobliwości, nasuwa nam się myśl, jakoby w stosunku do tej gromady zwierząt przyroda dążyła do wyrównania nie dającej się już naprawić wady ograniczenia wielkości poszczególnych jednostek przez powtórzenie tego kroku, który doprowadził od pojedynczej komórki do osobnika. Jak gdyby sama usiłowała zużyć poszczególne jednostki, którym drobne rozmiary nie pozwalały na dalszy rozwój wewnętrznej struktury, jako materiał do budowy organizmu nadrzędnego, nie podlegającego temu ograniczeniu blokującemu rozwój.

Z porównania żyjących obecnie gatunków wynika, że i ta próba została zahamowana na bardzo

wczesnym etapie ewolucji. Niemniej trudno uważać za przypadek, że owe utworzone przez społeczeństwa owadów "nadorganizmy" osiągają wyniki najwyższe spośród tych, jakie napotykamy w tej gromadzie: wysoko rozwiniętą opiekę nad potomstwem, wyrobione poczucie czasu, umiejętność komunikowania się, która każe nawet uczonym mówić na przykład o "języku pszczół", oraz – co charakterystyczne – zdolność do utrzymywania w swoich budowlach zadziwiająco dokładnie stałej temperatury za pomocą czynnej regulacji.¹

Nawet więc w tym przypadku przebiła się tendencja do "jednoczenia na wyższym poziomie" i nawet tutaj rezultatem było powstanie wyższych funkcji, do czynnej kontroli temperatury włącznie. Przykład ten dlatego taki jest dla nas ważny, że wspiera bardzo silnie nasz pogląd na charakter wymienionych tendencji rządzących rozwojem. Potwierdzenie to jest tym bardziej przekonujące, że tendencje te objawiają się tutaj nawet w odniesieniu do całkowicie bezwartościowego, a co najmniej nieodpowiedniego obiektu.

Ponadto przykład wykazuje nam, że zjawisko, które w świetle dotychczasowej historii wydaje się oczywiste i konsekwentne, wcale nie musi wyznaczać drogi, jaką rozwój będzie kroczyć w przyszłość. Ponieważ do tej pory zajmowaliśmy się w tej książce przypadkami, w których tak było, dygresja nasza o społeczeństwach owadów była w tym miejscu potrzebna. A że nie jest to zasada ogólnie obowiązująca, ilustruje właśnie nadorganizm społeczeństwa owadów, gdzie stwierdzamy wprawdzie istnienie zaczątków pewnych postępowych tendencji rozwojowych, lecz których dalszy rozwój pomimo to co najmniej od 100 milionów lat uległ stagnacji, uwiązał w ślepej uliczce.

Wobec tego więc – a tym samym podejmujemy obecnie znowu nasz właściwy wątek – wobec tego nie stanowi żadnej sprzeczności, jeżeli stwierdzamy, że loty kosmiczne, próba opuszczenia Ziemi w poszukiwaniu nowych światów, są wprawdzie logiczną i nieuchronną kontynuacją rozwoju, a jednak mogą zakończyć się tylko w ślepej uliczce. W świetle wszystkiego, co rozważaliśmy w tej książce, wszystkich podstawowych kierunków i tendencji, jakie wyłuskaliśmy – obecne dążenie człowieka do "dystansowania się" od Ziemi przez loty kosmiczne jest nieuniknionym, logicznym i prawidłowym trendem rozwojowym.

Jestem przekonany, że ów inaczej niezrozumiały upór, z jakim nasze technokratyczne społeczeństwo wgrzyło się w to przedsięwzięcie, którego sens i korzyść tak trudno racjonalnie uzasadnić, nie jest niczym innym jak tylko wyrazem tej tendencji rozwojowej i że wszyscy jeszcze ulegamy jej ponadindywidualnemu wpływowi. Jakżeż mogłoby być inaczej? Jakżeż mózg nasz mógłby być posłuszny regułom i prawom innym niż te, którym zawdzięczamy swoje własne istnienie?

Aczkolwiek tendencja, która nas pcha do tego, aby opuścić Ziemią, sama w sobie jest logiczna, to astronautyka nie jest właściwym środkiem do podjęcia tej próby. Wszystko, co nam obecnie wiadomo o rozwoju, który od początków istnienia Ziemi przywiódł nas do chwili obecnej, uprawnia do poglądu, że przyszły rozwój ludzkości – o ile jeszcze wówczas będzie istniała – doprowadzi do przebicia planetarnego horyzontu, w którym do tej pory była nieuchronnie uwięziona. I chociaż może to w pierwszej chwili brzmieć paradoksalnie, astronautyka z pewnością nigdy tej możliwości nie stworzy.

Wszechświat jest zbyt ogromny na to, aby mógł przez kogokolwiek, nawet w najdalszej przyszłości, zostać "zdobyty". Jego gwiazdy i układy planetarne są zbyt od siebie oddalone na to, aby kiedykolwiek mogło dojść do fizycznego kontaktu między powstałymi na ich powierzchni cywilizacjami (może oprócz pojedynczych wyjątkowych przypadków w najbliższym sąsiedztwie).

Można to bardzo prosto udowodnić. Ograniczę się do dwóch tylko argumentów. Pierwszy pochodzi od Edwarda Verhulsdonka i jest przez swoją obrazowość szczególnie przekonujący.² Verhulsdonk powiada nam, że przekłucie szpilką fotografii mgławicy Andromedy (sąsiadującej z nami galaktyki odległej o 2 miliony lat świetlnych) wywierciłoby otwór, którego nigdy żaden załogowy statek kosmiczny nie mógłby przebyć w poprzek.

Stwierdzenie to dopomaga nieco naszej wyobraźni, która nas tak szybko zawodzi wobec odległości kosmicznych; podłożmy teraz pod to kilka liczb, a otrzymamy obraz następujący: największa średnica pokazanej na fotografii mgławicy spiralnej wynosi mniej więcej 150 000 lat świetlnych. Odpowiada temu na fotografii odcinek długości 15 centymetrów. Skoro szpilka nasza w tym obrazie przebiła otwór wielkości 1 milimetra, to w rzeczywistości otwór ten miałby średnicę liczącą około 1000 lat świetlnych.

Jeżeli nawet całkowicie nierealnie założymy, że dysponujemy pojazdem kosmicznym, który od chwili startu porusza się z prędkością światła, to znaczy, który w ogóle nie musi najpierw przyspieszać, a potem hamować – i tak nigdy za życia nie osiągnęlibyśmy przeciwległej krawędzi otworu, choć na fotografii wydaje się tak mały. Poza tym, niezależnie od założonych przez nas zupełnie utopijnych możliwości technicznych, musielibyśmy dożyć co najmniej stu lat, aby takim

pojazdem kosmicznym pokonać na fotografii przestrzeń tylko jednej dziesiątej milimetra. Powiedzieliśmy, że rozważając widoki na przyszłość będziemy się posługiwać skalą czasu, której używaliśmy w rozumowaniu o przeszłości. Musimy więc przy operowaniu naszym argumentem brać również pod uwagę niewyobrażalne wręcz możliwości postępu techniki astronautycznej w ciągu kilku przyszłych tysięcy wieków albo w jeszcze dalszej przyszłości. Często przytaczane w związku z tym problemem "zamrażanie astronautów" i tym podobne metody nie posuną nas ani o krok naprzód, skoro i tak założyliśmy sobie już prędkość światła.

A jaka byłaby sytuacja, gdyby statki kosmiczne przewoziły nas z prędkością ponadświetlną? Albo też co by się stało, gdyby fizyka przyszłości stworzyła możliwość opuszczenia naszej trójwymiarowej przestrzeni i przerwienia przedmiotów lub ludzi jednym skokiem, w jednej chwili, przez "nadprzestrzeń" do najdalszych punktów tego Wszechświata? Czy możemy całkowicie wykluczyć takie lub podobne możliwości opisywane przez autorów powieści utopijnych, gdy myślą o milion lat wybiegamy w przyszłość?

Tymczasem wcale nie musimy sobie łącać głowy nad tym, czy w tego rodzaju medytacjach chodzi o bezpodstawne fantazje, czy też o prawdopodobne przyszłe możliwości. Uwolnił nas od tego amerykański autor Artur C. Clarke, publikując przed paru laty dysertację, w której raz na zawsze definitywnie doprowadził do absurdu ideę podboju Wszechświata przez załogowy lot kosmiczny.³ Spójrzmy więc raz jeszcze na obraz mgławicy Andromedy. Jest ona nie tylko naszym kosmicznym sąsiadem, a więc obcym układem drogi mlecznej położonym najbliżej naszej Drogi Mlecznej, do której należy Słońce. Jest również bardzo podobna do naszej Galaktyki. Składa się bowiem także mniej więcej z 200 miliardów gwiazd stałych ("słońc"), z których według współczesnych ocen co najmniej sześć procent, podobnie jak nasze Słońce, jest okrążane przez planety, na których mogło powstać życie.

Sześć procent 200 miliardów – byłoby to więc 12 miliardów układów planetarnych również w obrębie naszej Drogi Mlecznej. Argumentacja Clarke'a odrzuca na moment wszelkie ograniczenia natury technicznej i zakłada, że do podróży w obrębie naszej Drogi Mlecznej nie potrzebujemy w ogóle już żadnego czasu, że potrafimy więc przenieść się w ciągu jednej sekundy do każdego dowolnego punktu tego Układu. Ponadto przyjmujemy dodatkowo jeszcze oszałamiające założenie, że w tej samej jednej jedynej sekundzie potrafimy stwierdzić nie tylko to, czy gwiazda, na której się znajdujemy, ma swój układ planetarny, lecz także – w przypadku odpowiedzi twierdzącej – czy istnieją tam istoty inteligentne. Wreszcie zakładamy również, że w tej samej ciągle sekundzie możemy cało i zdrowo powrócić z ową informacją do naszego ziemskiego punktu wyjścia.

Potrzebowaliśmy więc zawsze tylko jednej sekundy na przebadanie jednej gwiazdy stałej oraz ewentualnie jej całego układu planetarnego. Jakie wówczas byłyby widoki? Odpowiedź jest druzgocąca: nawet przy opisanych, absolutnie fantastycznych założeniach moglibyśmy w ciągu sześćdziesięciu lat pracowitego żywota, w którym codziennie przez osiem godzin przeprowadzilibyśmy w każdej sekundzie taki lot zwiadowczy, przebadać tylko 0,3 procent gwiazd naszej Galaktyki. Do spenetrowania owych 200 miliardów gwiazd dysponowaliśmy bowiem 600 milionami sekund.

Jeśli do tego prostego rachunku dodamy jeszcze fakt, że w otaczającym nas Kosmosie występuje co najmniej kilkaset miliardów układów gwiazdowych podobnych do naszego czy do mgławicy Andromedy, wówczas nawet największy entuzjasta przyszłości zrozumie wreszcie, że nasza metoda kosmicznych lotów załogowych nigdy nie udostępni nam przestrzeni Wszechświata. Nawet jeżeli myśl ta pozbawia nas wszelkich złudzeń, musimy sobie uświadomić, że tkwimy w "kosmicznej kwarantannie".

Rozpoznanie to w pierwszej chwili boleśnie nas rozczarowuje. Wydaje się nie tylko prowokujące, ale wręcz bezsensowne. Czyż jest do pomyślenia, aby rozwój toczący się nieustannie i w sposób logiczny od trzynastu miliardów lat teraz, w tej fazie, miał się rozbić o granicę nie do pokonania? W obecnym momencie naszych dziejów, gdy po zajęciu kuli ziemskiej obejmujemy ją mniej lub bardziej jednolitą kulturą, nie możemy już dłużej wątpić, że podjęcie kontaktów z innymi kulturami planetarnymi stanowiłoby kolejny właściwy szczebel rozwoju.

Ale przecież nie po raz pierwszy dochodzimy do punktu, w którym sytuacja wydaje się beznadziejna. Jedynym słusznym wnioskiem, jaki możemy wyciągnąć z przeprowadzonych tutaj rozważań, jest to, że astronautyka, załogowe loty kosmiczne w najbliższym czasie muszą natrafić na swoją granicę i że granica ta jest już widoczna. Prawdopodobnie nawet wnukowie nasi dożyją tego, że plany lotów kosmicznych zostaną zamrożone na osiągniętym wówczas etapie. Dokąd bowiem mieliby właściwie latać astronauty, gdy wewnętrzne i zewnętrzne planety naszego Słońca, aż do Plutona

włącznie, będą już zbadane?

Następny skok, który musiałby prowadzić od naszego Układu Słonecznego do najbliższego sąsiadującego z nami słońca, jest tak ogromny, że śmiało można przewidywać przerwę kilku wieków do chwili, w której można będzie się nań odważyć. Ponieważ rozbieżność między nakładami na takie międzygwiazdowe przedsięwzięcie (nawet przy użyciu napędu jonowego i fotonowego musiałoby ono trwać kilka dziesiątków lat) a szansą uzyskania jakichkolwiek efektów wzrastałaby wprost proporcjonalnie do odległości, jaką należałoby pokonać (przy tym wszystko mogłoby okazać się daremne, gdyby badane słońce nie miało własnych planet) – sądzą, że jest bardzo nieprawdopodobne, aby taka próba w ogóle kiedykolwiek doszła do skutku.

Pomimo to loty kosmiczne z pewnością nie są wcale takie bezsensowne, jak twierdzą ich krótkowzroczni przeciwnicy. Są one uzasadnione nie tylko dlatego, że wyrażają prawa rządzące wszelkim rozwojem. Mają również nadzwyczajne znaczenie praktyczne. Bardzo jeszcze niedawno, może dziesięć czy dwadzieścia lat temu, ludzie wykształceni po prostu wyśmiewali każdego, kto odnosił się poważnie do poglądu, że nie tylko tu na Ziemi, ale na planetach innych słońc może istnieć życie, świadomość i inteligencja. Autorytet uczonego kończył się z chwilą, gdy odważył się choćby tylko na dyskusję o takich możliwościach.

To się wyraźnie zmieniło. Znacznie wzrosła liczba tych, którzy zaczynają rozumieć, że twierdzenie, jakoby spośród wszystkich niezliczonych planet we Wszechświecie – orientacyjnie 12 miliardów układów planetarnych w samej naszej Drodze Mlecznej – tylko jedna Ziemia była zamieszkała, nie jest niczym innym jak powtórzeniem starego przesądu, że Ziemia stanowi punkt centralny Kosmosu. Do uwolnienia się z tego przesądu na pewno przyczyniło się w dużym stopniu zainteresowanie lotami kosmicznymi, skierowały one bowiem uwagę ogółu na przestrzenie kosmiczne nad naszymi głowami. Jest to zasługa, którą trzeba docenić. Przekonanie o istnieniu pozaziemskiego życia i planetarnych kultur na obcych ciałach niebieskich może zresztą opierać się nie tylko na tym jednym argumentie, że wiara, jakobyśmy w całym bezgranicznie wielkim Wszechświecie byli jedynymi myślącymi istotami, jest wprost śmieszna i zakrawa na arogancję. Znaczna część tej książki służyła przecież udowodnieniu, że rozwój od atomów przez tworzone z nich cząsteczki aż do pierwszych komórek i dalej jeszcze przebiegał w sposób ciągły i wypływał z wewnętrznej prawidłowości, bez nadprzyrodzonej ingerencji z zewnątrz. Że prowadził bezbłędnie i nieuchronnie od nieorganicznego do organicznego, a stąd do biologicznego poziomu.

Za rzecz najcudowniejszą uznaliśmy przy tym fakt, że na początku istniał jeden pierwiastek – wodór – oraz że w swojej budowie atomowej i strukturze – których pochodzenie pozostanie dla nas na zawsze tajemnicą – zawierał on wszystkie założenia potrzebne do zrodzenia z biegiem czasu tego, co dzisiaj istnieje, nas samych i całego Wszechświata. Mówiliśmy więc, że historię, którą w tej książce opowiadaliśmy, określić można jako dzieje nieustających przemian wodoru. Wciąż od nowa widzieliśmy, z jaką siłą przebijały się i rozwijały możliwości ukryte w tym cudownym atomie, przede wszystkim w takich chwilach dziejowych, gdy szczególne okoliczności lub krytyczne sytuacje przejściowo sprawiały wrażenie, że rozwój dobiega kresu.

Jakież mogą być w tych warunkach przyczyny, które kazałyby nam wątpić w to, że ten zadziwiający i cudowny atom wodoru nie rozwinął w podobny sposób tkwiących w nim możliwości także i na planetach innych słońc? Skoro w jego historii tu na naszej Ziemi ze skomplikowanych cząsteczek wytworzyło się życie z taką samą nieuchronnością, z jaką dawno przedtem z połączenia tegoż wodoru z tlenem powstała woda – jakież rozsądne przesłanki pozwoliłyby nam wątpić, że to samo w zasadzie rozegrało się również w niezliczonych innych miejscach Wszechświata, wszędzie tam, gdzie tylko warunki temu sprzyjały? Niewątpliwie – tylko "w zasadzie to samo". Przecież w ciągu naszej opowieści natknęliśmy się niejednokrotnie także na zjawisko przypadku, który przedstawiał dalszy przebieg na drogę niekonieczną, a zatem nieoczekiwaną. Poznaliśmy samowolą konkretnych okoliczności, takich jak szczególne, jedyne w swoim rodzaju widmo promieniowania naszego Słońca, czy też równie swoisty skład pierwotnej atmosfery; okoliczności te rodziły pewne warunki, a jednocześnie na zawsze wykluczały inne.

Ponieważ tak się działo niemal od pierwszej chwili, a odtąd przez cały upływający czas prawie w każdej chwili wciąż od nowa – liczba nigdy nie urzeczywistnionych możliwości na samej Ziemi przekracza w stopniu niewyobrażalnym bardzo małą w porównaniu z tym liczbę szans zrealizowanych. Gdyby wszystko miało się raz jeszcze rozpocząć, gdyby pra-Ziemia raz jeszcze powstała i gdyby znowu, w dokładnie takich samych warunkach wyjściowych, miała przed sobą cztery miliardy lat, wynikłoby stąd na pewno coś całkowicie odmiennego. Gdyby taką próbę można było powtarzać dowolnie wiele razy, wygląd Ziemi w końcowym rezultacie bezsprzecznie nie byłby taki, jak ten, do jakiego jesteśmy przyzwyczajeni, prawdopodobnie nawet nie zachodziłoby najmniejsze

podobieństwo.

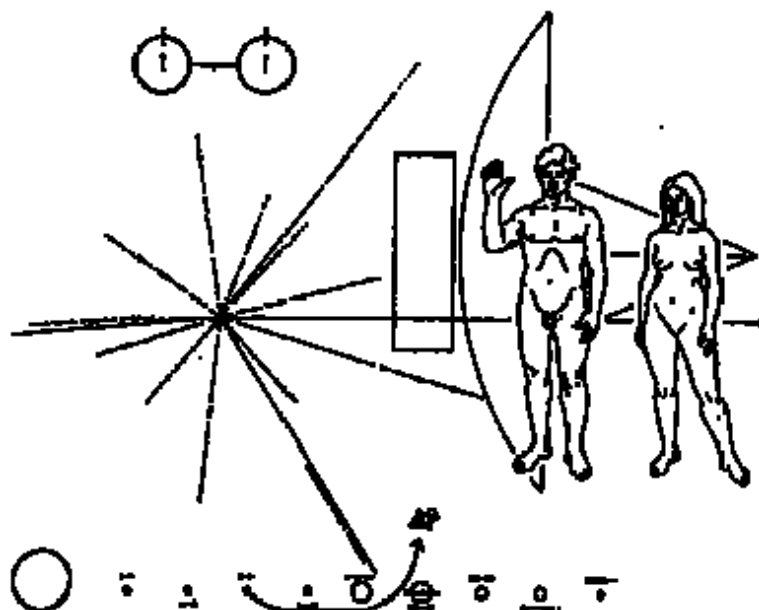
Nawet więc wtedy, gdy jesteśmy przynajmniej nieco zorientowani w warunkach startu, wyobraźnia nasza zawodzi. A cóż dopiero wobec konkretnych form, jakie przybrał wodór w warunkach pozaziemskich, w stosunku do możliwości, jakie się objawiły, gdy ów materiał wyjściowy i zrodzone z niego pierwiastki rozwijały się w innym polu grawitacyjnym, w atmosferze innej niż ziemską, pod promieniowaniem innego, obcego słońca.

Kto, wolny od wszelkich uprzedzeń, przemyśli sobie wszystkie te przesłanki do końca, może dojść tylko do jednego wniosku: tam na górze, nad naszymi głowami, roi się od życia, świadomości i osiągnięć ducha. Nawet jeśli przyjęliśmy założenie, że tylko 6 procent gwiazd naszej Drogi Mlecznej ma swoje planety, na których mogło powstać życie – a jest to ocena niezwykle ostrożna według poglądu większości współczesnych astronomów – oznacza to, że w naszym tylko Układzie Gwiazdowym istnieje 12 miliardów ciał niebieskich potencjalnie brzemiennej życiem. Jeżeli byśmy równie ostrożnie przyjęli wielkość ryzyka, które tamuje faktyczny rozwój tkwiących w wodrze możliwości, i założyli, że rozwój świadomego siebie życia do form. wyższych mógł przebiegać tylko na jednej jedynej spośród 100 000 planet, w samej naszej Drodze Mlecznej – przy takiej szansie, zaledwie 1 : 100 000! – istniałoby oprócz naszej ziemskiej jeszcze 120 000 innych kultur planetarnych.

To, że liczba ta wydaje nam się niewiarygodnie wielka, bierze się stąd, że wszystkie panujące w Kosmosie warunki są niewiarygodne dla naszej wyobraźni szkolonej na stosunkach ziemskich. A gdy jeszcze w związku z tą podaną liczbą uświadomimy sobie, że w samym tylko zasięgu współczesnych teleskopów występuje z całą pewnością kilkaset miliardów układów dróg mlecznych, których dotyczyć musi podobne założenie – doprawdy w głowie się kręci!

Ograniczmy się więc tylko do warunków naszej własnej Drogi Mlecznej. 120 000 planetarnych kultur – oto najskromniejsza rachuba, stanowiąca dla nas punkt wyjścia. A zatem ponad 100 000 rozmaitych zaczątków, a wolno nam sądzić, że każdy odbył w swoisty szczególny sposób długą drogę aż do uświadomienia sobie swojej egzystencji, aż do tego momentu, w którym zaczątek ten, podobnie jak my sami w naszej epoce, uświadomił sobie przeszłość własną i wspólnego nam wszystkim Wszechświata. 100 000 rozmaitych odpowiedzi na to samo pytanie, każda z innego punktu widzenia, wychodząca z innych założeń i odmiennych źródeł motywacji. Każda z tych odpowiedzi uzasadniona, a więc poprawna, a jednocześnie odzwierciedla Ona tylko jeden jedyny aspekt, ledwie maleńki wycinek całej rzeczywistości.

Jaką znajdujemy odpowiedź, jeśli w świetle takiej wizji teraz po raz ostatni postawimy pytanie, dokąd zaprowadzi nas przyszłość? Jeżeli dotychczasowy rozwój będzie się posuwał nadal tą samą drogą, następny krok może sprowadzić się tylko do zjednoczenia owych niezliczonych kultur planetarnych, do połączenia się tych wszystkich rozrzuconych na całej naszej Drodze Mlecznej, a obecnie jeszcze odizolowanych odpowiedzi cząstkowych. Wówczas na tym szczeblu, w odniesieniu do indywidualnie wyspecjalizowanych kultur, powtórzy się to, co tak dawno temu stało się z poszczególnymi komórkami, gdy zaczęły się łączyć w wielokomórkowe organizmy, aby w pełni móc wykorzystać siły zawarte w bogactwie ich specjalizacji.



Na początku marca 1972 roku wysłano z Przylądka Kennedy'ego pierwszą sondę kosmiczną, która opuści nasz Układ Słoneczny. "Pionier X" ma zbadać Jowisza. Podczas gdy sonda będzie przelatywała w pobliżu Jowisza, jego potężna masa tak silnie przyśpieszy ją i wytrąci z toru, że "Pionier X" definitywnie umknie przed siłą przyciągania naszego Słońca i na praktycznie nieograniczony czas zacznie dryfować swobodnie przez obszary Drogi Mlecznej.

Czy od tej pory nie można uważać sondy za rodzaj wysłanej z Ziemi "kosmicznej poczty butelkowej"? Jakkolwiek znikoma byłaby szansa wobec niewyobrażalnie wielkiej pustki między poszczególnymi układami słonecznymi naszej Drogi Mlecznej, istnieje minimalna możliwość, że "Pionier X" po locie trwającym miliony lat zostanie przechwycony przez siłę przyciągania Jakiegoś obcego słońca.

Gdyby zaś jedną z planet tego słońca zamieszkiwały Inteligentne istoty żyjące, które stworzyły rozwiniętą kulturę techniczną i które odnajdą naszą sondę (jak udowodniliśmy w tekście, więcej jest danych na to, aniżeli większość ludzi dzisiaj jeszcze mniema), czy nie byłoby wręcz niewybaczalne, gdybyśmy nie postarali się o to, aby ów potencjalny odbiorca otrzymał także jakąś Informację o nadawcy "kosmicznej poczty butelkowej"? Takie rozumowanie zachęciło konstruktorów "Pioniera X" do wyposażenia sondy w małą metalową płytę, na której powierzchni wyryto obrazki i znaki pokazane na naszym rysunku. Rysunek pary człowieczej informuje o wyglądzie nadawcy i jego dwupłciowości (przy czym oczywiście nie wiadomo, czy pozaziemski odbiorca w ogóle będzie wiedział, co z tym począć), umieszczenie rysunków obu ludzkich figur na tle szkicowego obrysu sondy ma przekazać prawdziwą skalę postaci.

Na dolnym brzegu płyty widzimy wyraźnie rysunek Układu Słonecznego nadawcy, jego ojczystej planety jako miejsca startu sondy oraz toru jej lotu.

Binarne symbole (jasne dla każdego matematyka) obok planet I do 9 przekazują dane astronomiczne. Absolutną wartość użytych do tego liczb określa symbol promieniującego atomu wodoru na górnej krawędzi obrazu: częstotliwość jego drgań wynosi w całym Kosmosie 70 nanosekund przy długości fal 21 centymetrów. Za pomocą tak ustalonych wartości obiektywnych promienista figura pośrodku wskazuje w sposób precyzyjny miejsce i datę nadania. Poszczególne promienie bowiem podają kierunek, w jakim z pozycji nadawcy widoczne są pulsary, których częstotliwość własna podana jest obok promieni, znowu przy użyciu symboli binarnych. Ponieważ jednak częstotliwość pulsara w miarę czasu regularnie się zmniejsza, odbiorca na podstawie porównania tych danych z wartościami zmierzonymi przez siebie w chwili przechwycenia sondy może zrekonstruować sobie nie tylko miejsce startu, lecz także czas przelotu aparatu.

Gdyby pokazana na naszej ilustracji płyta przez szczęśliwy przypadek istotnie miała kiedyś wpaść w ręce (?) jakiegoś pozaziemskiego odbiorcy, prawdopodobnie od Jej startu minie sto albo i więcej milionów lat. Informacje zaś, które "Pionier X" ma na wszelki wypadek przechowywać przez tak długi okres, są naturalnie stosunkowo skąpe. Pomimo to płyta ma znaczenie historyczne: po raz pierwszy w dziejach człowiek wyciągnął tutaj praktyczne wnioski ze swego rozpoznania, że z pewnością nie tylko

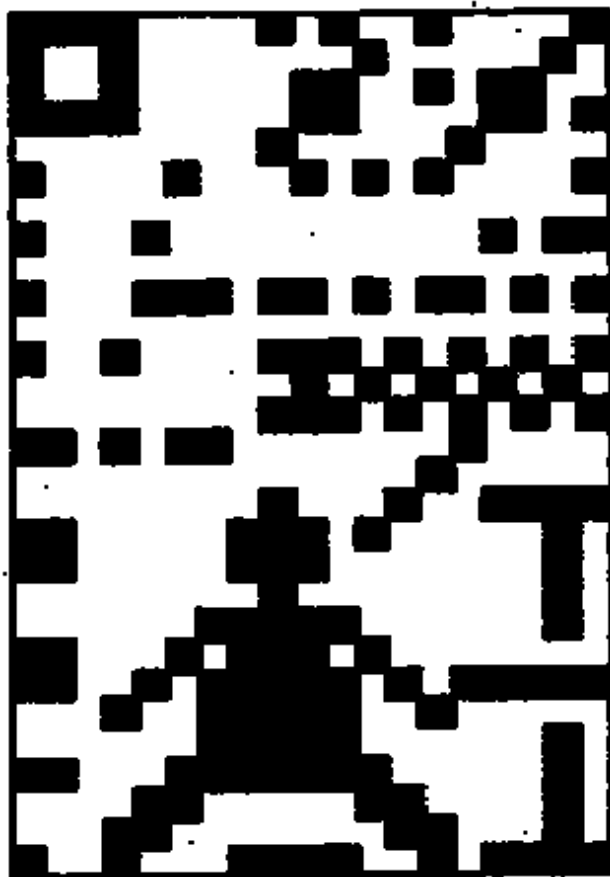
on jeden istnieje w Kosmosie.

Jednakże – jak widzieliśmy – loty kosmiczne nie będą mogły dokonać tego zjednoczenia. Powiedzmy na marginesie, że jest to może nawet szczęśliwa okoliczność. Według wszelkich reguł prawdopodobieństwa bowiem w obecnym stanie jesteśmy dla około połowy innych galaktycznych kultur planetą jeszcze niedorozwiniętą, przeżywającą wczesny świt swoich dziejów. A kto wie, czy owi tak niewyobrażalnie nad nami górujący konkurenci nie są równie mało pokojowo nastrojeni jak my? W takim razie ta "kosmiczna kwarantanna", nad którą tak ubolewamy, mogłaby być w ogóle jednym z warunków naszej egzystencji. Tymczasem istnieje możliwość poszukiwań i nawiązania kontaktów przez fale radiowe. Co prawda użyte do tego sygnały radiowe nawet w obrębie naszej Drogi Mlecznej wędrowałyby setki i tysiące lat. Ale przenoszone przez nie wiadomości i informacje nie starzeją się. Stąd naukowcy dyskutują już poważnie nad sposobami dostępnymi naszej jeszcze bardzo ograniczonej technice łączności; zajmują się tą sprawą tak wybitni astronomowie jak wykładający w Cambridge Fred Hoyle czy też Sebastian von Hoerner, Amerykanin niemieckiego pochodzenia, który pracuje w Green Bank w Stanach Zjednoczonych, przy jednym z największych radioteleskopów na Ziemi. W wielu publikacjach tych i innych autorów znajdujemy pomysły bardzo przekonujących rozwiązań problemu porozumienia się, konkretne propozycje dotyczące formy wiadomości, które przekazywane na falach radiowych, mogłyby być rozumiane przez istoty na innych planetach, co do których zakładamy, że mają tylko umiejętność logicznego myślenia, a poza tym żadnej innej wspólnej z nami właściwości.⁴ Na podstawie omawianej uprzednio hipotezy o nadrzędności znacznej przynajmniej liczby naszych przyszłych partnerów naukowcy słusznie rozumują, że w niektórych miejscach naszej Drogi Mlecznej powinny istnieć mniejsze zjednoczenia, w jakie obecnie już połączyły się bardziej rozwinięte kultury.

Czy wobec tego nie nasuwa się myśl, że przynajmniej niektóre z tych nadkultur dzisiaj już może wysyłają sygnały poszukiwawcze, których jedynym celem jest znalezienie nowych partnerów i umożliwienie im kontaktu? Sygnały te byłyby niewątpliwie szczególnie jaskrawe i tak zaprojektowane, aby nawet znacznie mniej rozwinięta kultura musiała rozpoznać, że stanowią jakąś inteligentną informację. Czy więc opierając się na takich rozważaniach nie byłoby rzeczą sensowną i opłacalną, aby już teraz wszcząć planowe poszukiwania?

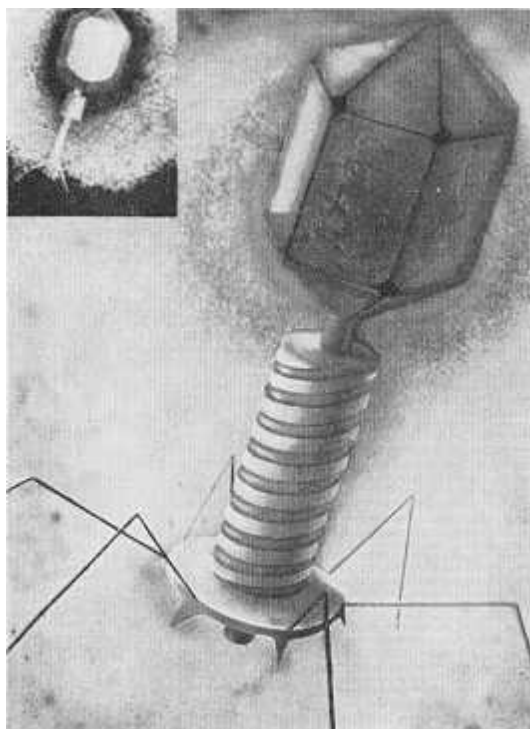
Naukowcy z Green Bank już przed kilku laty działali w tej sprawie przez parę miesięcy, jednakże daremnie. Potem zaniechano dalszych prób, ponieważ obliczenia statystyczne i astronomiczne wykazały, że anteny, jakimi dysponowano, nie były dostatecznie wielkie, aby wyłowić występujące ewentualnie sygnały kontaktowe spośród zakłócających szmerów spowodowanych silnym promieniowaniem we Wszechświecie. Tymczasem w roku 1971 w Effelsberg koło Bonn dokonano poświęcenia największego na kuli ziemskiej sterowanego radioteleskopu z anteną o średnicy 100 metrów. Po raz pierwszy byłby to aparat dostatecznie wielki do prowadzenia skutecznych poszukiwań.

1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 1
1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 1 1 0 0
1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1
1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 2 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1
1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 1 1 1
1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0
1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0
1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 1 0
0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 1 1 1



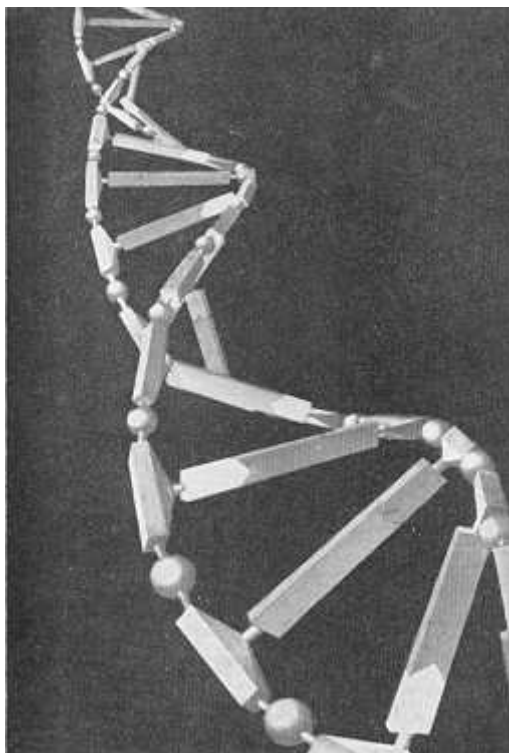
Nikt nie może przewidzieć, kiedy dojdzie do pierwszego kontaktu. Może za kilka, a może dopiero po upływie tysięcy lat. Rozwój nie liczy się z naszą niecierpliwością. Ale kiedyś, pewnego dnia, odbierzemy tutaj na Ziemi sygnał, a nadawcą będzie inteligencja, która rozwinęła się na którymś z innych ciał niebieskich. Dla Ziemi wydarzenie to będzie oznaczało początek przemian, wobec których cała dotychczasowa historia zda się tylko czekaniem na tę jedną chwilę. Odtąd ludzkość zostanie wciągnięta w pewien proces, w którym coraz liczniejsze poszczególne kultury planetarne będą się łączyły w coraz większe związki przez wymianę wiadomości. Aż wreszcie kiedyś, w jakiejś przyszłości, od której dzielą nas jeszcze miliony lat, wszystkie kultury całej Drogi Mlecznej przez sygnały radiowe, jak gdyby przez impulsy nerwowe, będą połączone w jeden potężny galaktyczny nad-organizm, wyposażony w świadomość, a treść tej świadomości bliższa będzie prawdzie aniżeli wszystko, co do tej pory istniało we Wszechświecie.

ILUSTRACJE NA WKŁADKACH

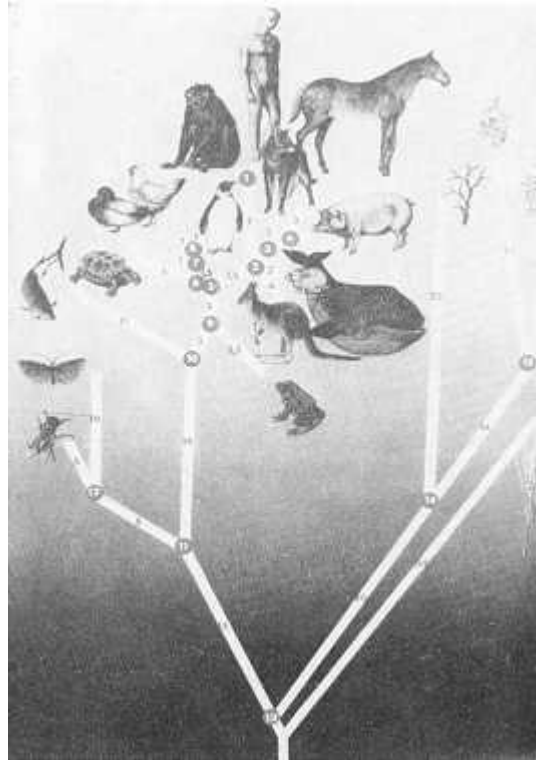


1. Bakteriofag T2 – na górze po lewej – jako mikrofotografia elektronowa w oryginale, na całej ilustracji – jako trójwymiarowa rekonstrukcja rysunkowa na podstawie licznych mikrofotografii.

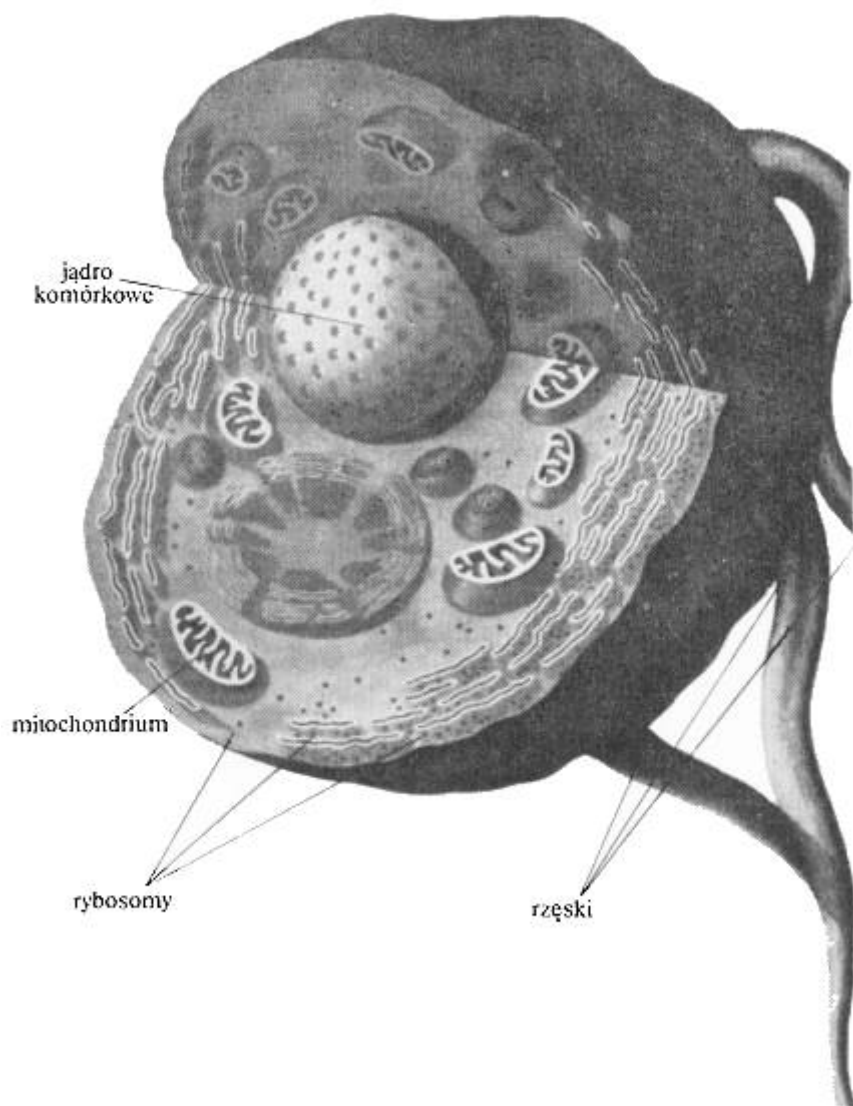
Dziwna postać tego drobnego tworu o kształcie jak gdyby technicznym (rysunek ukazuje wirus w blisko milionowym powiększeniu!) odpowiada niesamowitej jednorodności funkcji tej małej "maszyny bojowej", której agresywny sposób rozmnażania się pokazany jest schematycznie na il. 5.



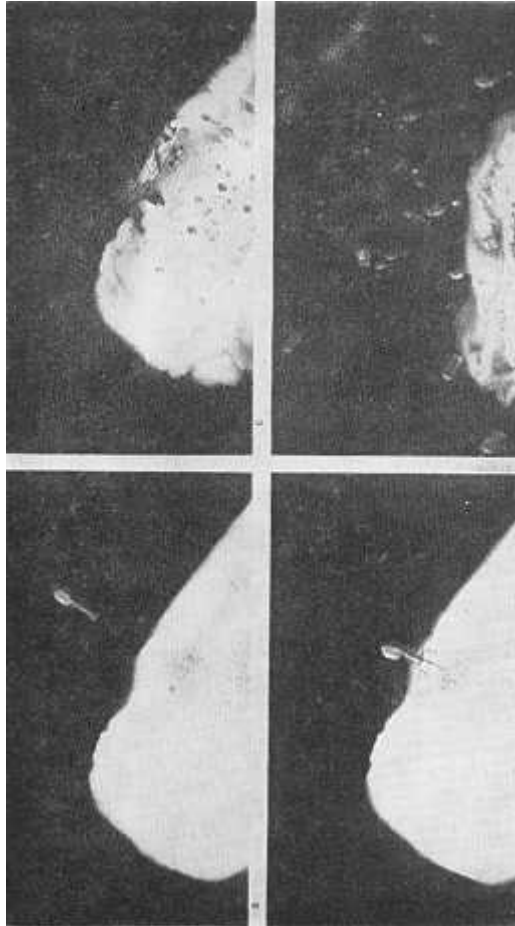
2. Schemat kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA). Gdyby zastosować przyjętą na ilustracji skalę, łańcuch DNA miałby długość kilkuset kilometrów. Na tej długości następują po sobie kolejno cztery te same litery, jednakże według stale zmieniającego się wzorca. Konkretnie uszeregowanie tego wzorca stanowi pismo, czyli szyfr, w jakim przyroda zakodowuje plan budowy całej żywej istoty.



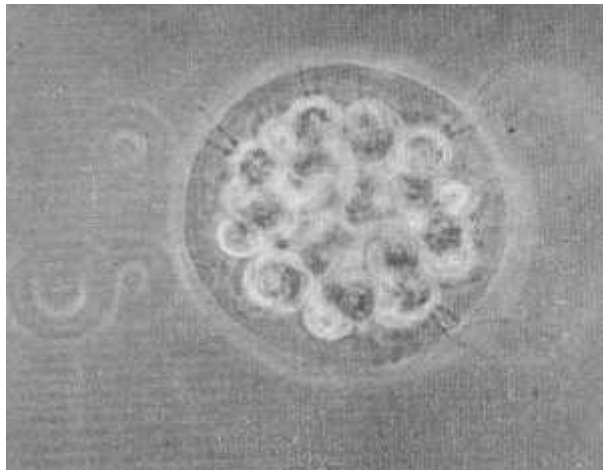
3. Pokazane na ilustracji drzewo genealogiczne nie jest rezultatem konwencjonalnych badań paleontologicznych, na przykład wynikiem porównań skamieniałych znalezisk. Jest ono wynikiem dokonanej przez komputer analizy składu jednego białka (cytochromu c).



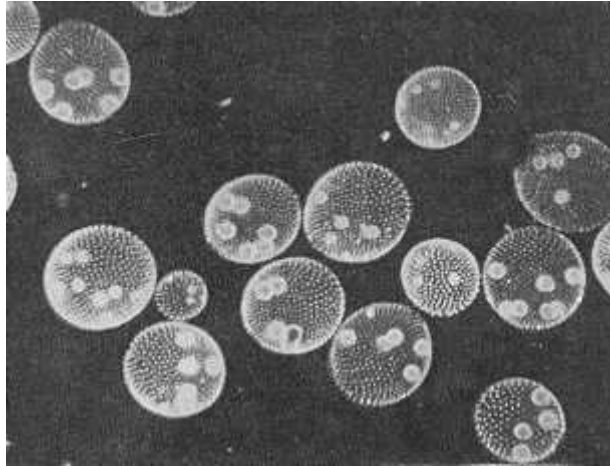
4. Budowa nowoczesnej wyższej komórki nie jest prosta. W naszym schemacie narysowane są tylko niektóre spośród najważniejszych organelli, które w tej najmniejszej żywej jednostce przejęły pewne swoiste funkcje, podobnie jak organy w organizmie wyższym, wielokomórkowym.



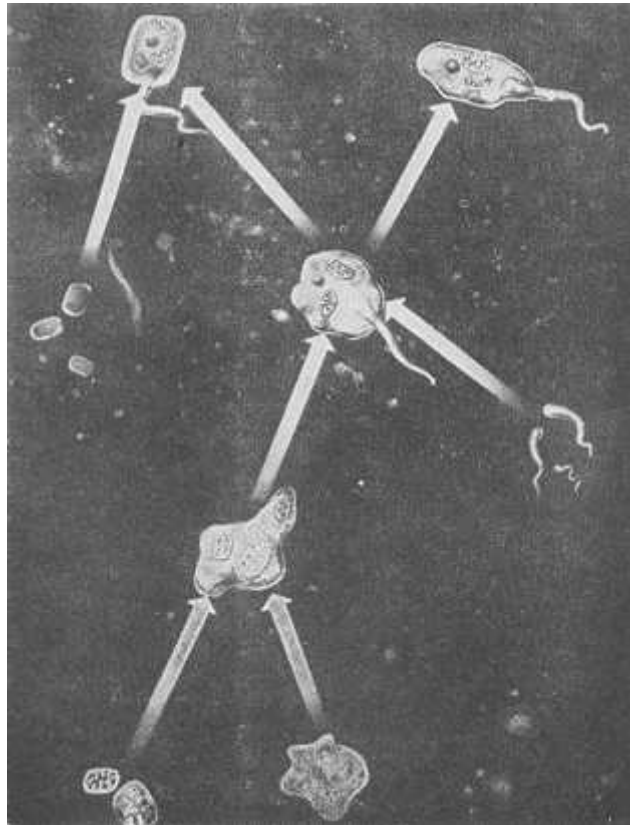
5. Wirus (w tym przypadku bakteriofag T2) atakuje komórkę bakterii, aby się rozmnożyć.



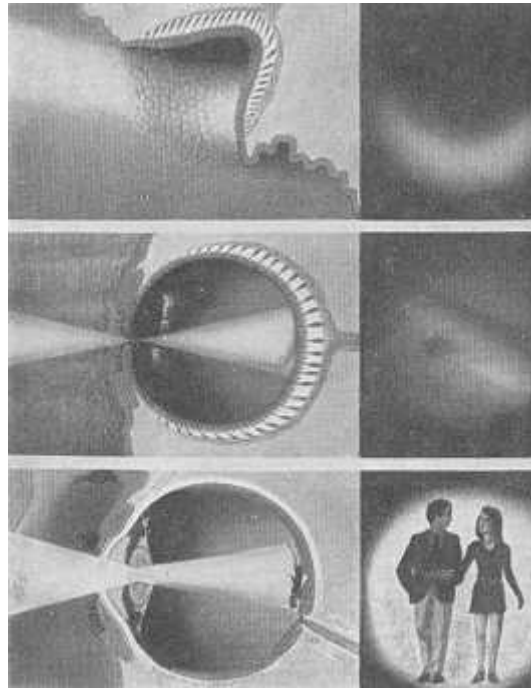
6. Mikrofotografia elektronowa pokazuje eudorinę, kolonie, złożoną z 32 komórek glonu. Na zdjęciu widać, jak włoskowate cienkie wici poruszające kolonią wystają z tej otoczki białkowej.



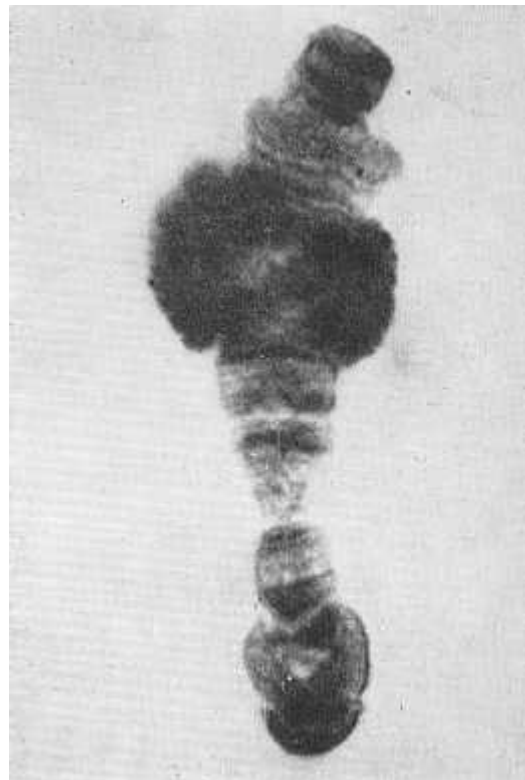
7. Wolwoks, czyli toczek, najbardziej pierwotny, żyjący jeszcze dzisiaj organizm wielokomórkowy. Każda z tych kulek, składająca się z kilku tysięcy komórek, reprezentuje prawdziwego osobnika. Żadna z komórek, z jakich składa się toczek, sama w sobie nie ma już zdolności wyżycia.



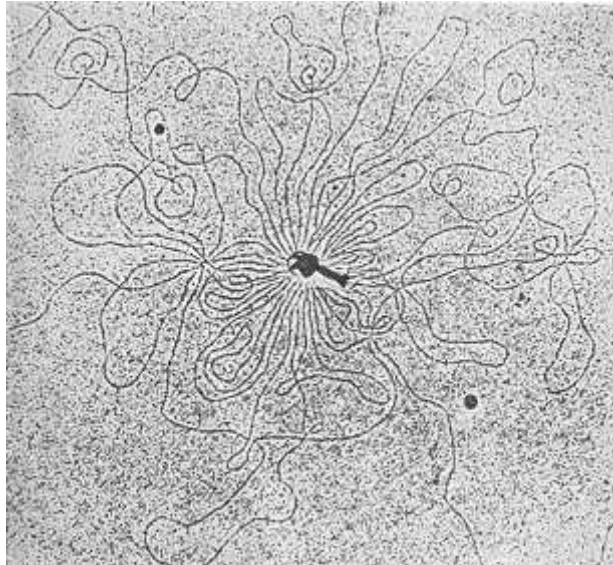
8 Powstanie komórek wyższych przez łączenie się wyspecjalizowanych komórek. U dołu, po prawej – bezjądrowa prakomórka bez organelli. Obok, po lewej, bakterie tlenowe. Pochłonięte bakterie przemieniły się w mitochondria. Komórka uzupełniała śle. dalej przez pochłanianie krętkopodobnych bakterii. Jednocześnie skupiała swój materiał genetyczny w jądrze. Dalsza droga do organizmów wielokomórkowych tu się rozwidła. Te komórki, które pochłonęły małe zielone glony jako chloroplasty (po lewej, na górze), stały się przodkami roślin wyższych. Wszystkie inne komórki (po prawej, u góry) i ich wielokomórkowe potomstwo pozostały zdane na odżywanie się sposobem rozbójniczym i stąd zaliczają się do zwierząt.



9. Najważniejsze etapy rozwojowe, które doprowadziły w toku filogenezy do powstania naszych oczu.



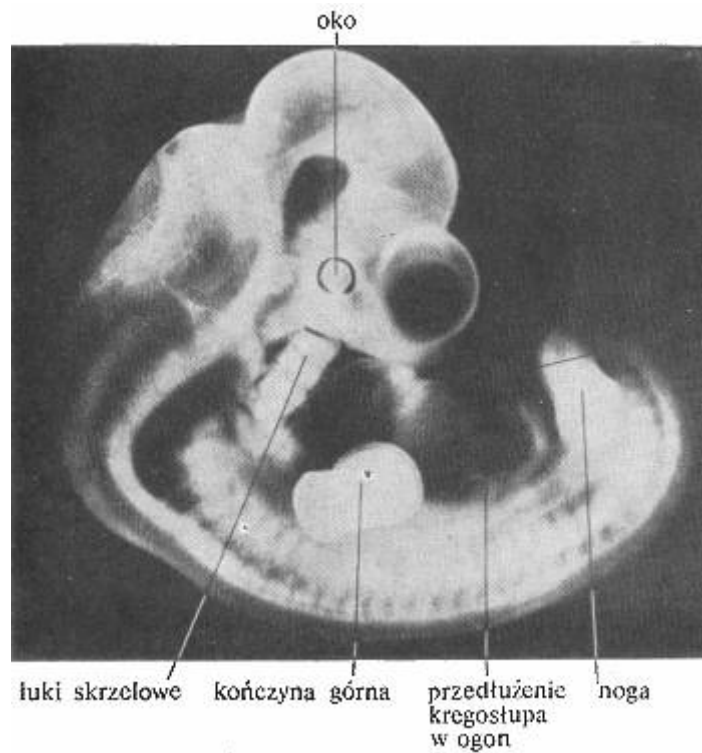
10. Mocno powiększony chromosom jądra komórki ślinianki, pochodzącej od ochotki. Najciekawsze na tym zdjęciu są zgrubienia, występujące w formie pierścienia tylko na niektórych ściśle określonych odcinkach. Biolodzy nazywają je "puffami". Są one wyraźną oznaką tego, że znajdujące się w owych miejscach geny są właśnie aktywne.



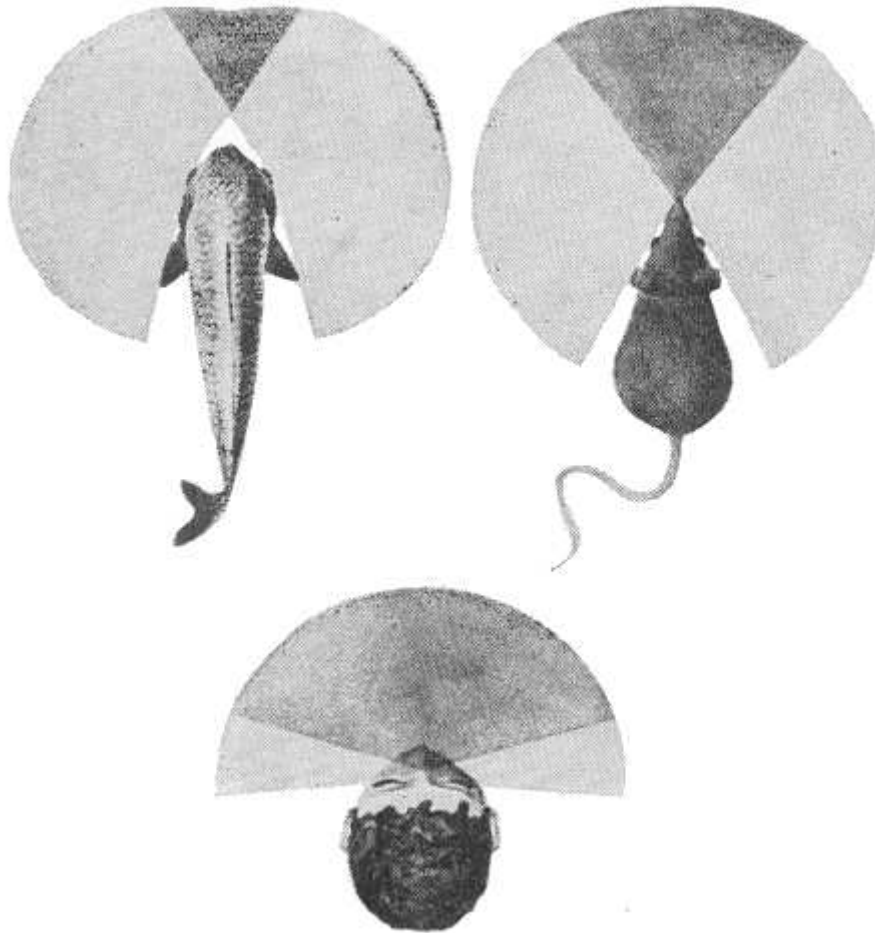
11. Specjalną metodą udaje się doprowadzić do uwydatnienia DNA zawartego w "główce" bakteriofaga T2 (zob. il. 1) i jego rozprzestrzenienia się w płaszczyźnie tak, że może być fotografowany przez mikroskop elektronowy. Na zdjęciu widać wyraźnie oba końce długiej nitkowatej cząsteczki, w której zmagazynowany jest plan budowy i wszystkie wydolności wirusa.



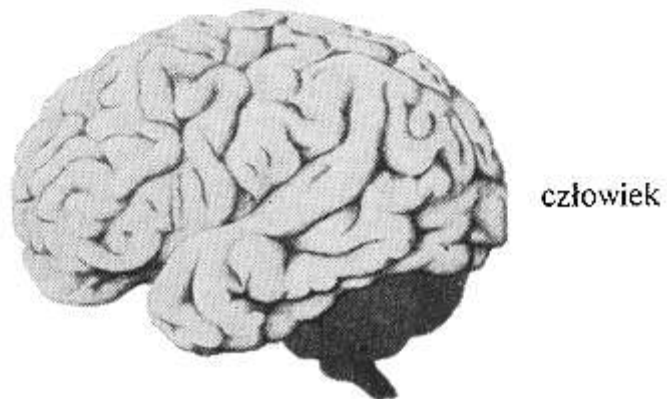
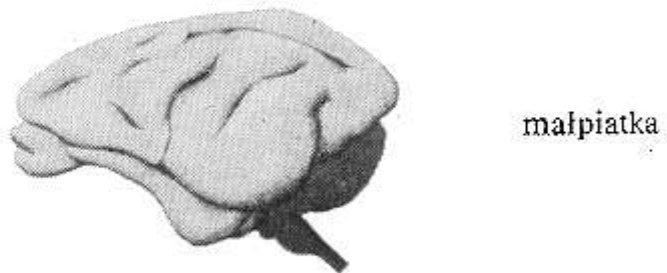
12. Mikrofotografia elektronowa mitochondrium, owej organelli, w której wytwarzana jest energia napadowa żyjącej komórki, przede wszystkim w procesie oddychania wewnętrznego, a więc przez rozkład cząsteczek pokarmowych za pomocą tlenu. Liczne grzebienie są bardzo charakterystyczne dla "wysokoenergetycznego" mitochondrium: na nich umiejscowione są enzymy, które stopniowo dokonują rozkładu.



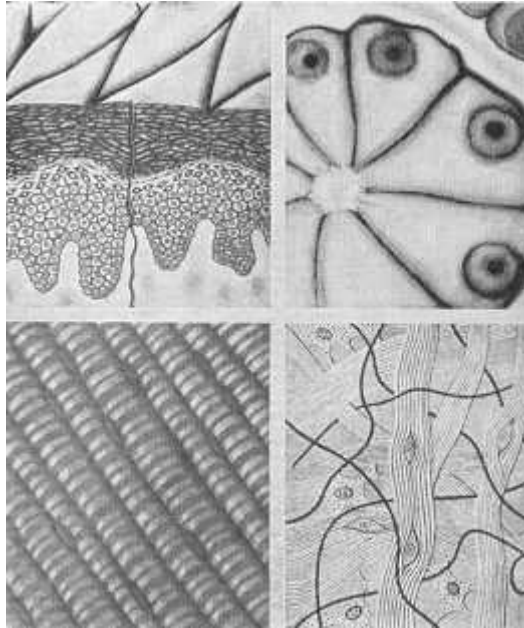
13. Pięciotygodniowy ludzki zarodek, wielkości 8,8 mm. Rozpoznać można już wyraźnie głowę z prawym okiem, kończyny i zawiązek rdzenia kręgowego. Ponadto w tym wczesnym stadium istnieją już zaczątki kilku łuków skrzelowych, które potem ulegają rozwojowi wstecznemu bądź też przemianie w inne części ciała: na przykład w kosteczki słuchowe, w żuchwę i w części krtani. Zawiązek kręgosłupa przedłuża się tu jeszcze w ogon. Znaczenie tych archaicznych zawiązków w zarodkowym rozwoju każdego człowieka objaśniamy szczegółowo w tekście.



14. Te trzy schematy demonstrują związek między wzajemnym ustawieniem obu oczu a poziomem rozwoju danej istoty żyjącej. Przy bocznym ustawieniu oczu (przykład: ryba) wprawdzie możliwe jest stałe "widzenie wokoło", ale pola widzenia obu oczu prawie nie zachodzą na siebie, widzenie przestrzenne nie jest więc możliwe. Oczy są tutaj jeszcze raczej optycznym systemem ostrzegawczym. U myszy widzimy formę przejściową. U człowieka urzeczywistniona jest druga skrajność: przy rezygnacji z uchwycenia ponad połowy horyzontu następuje prawie całkowite zachodzenie na siebie pól widzenia obu oczu, a tym samym stereoskopowe, przestrzenne i rzeczowe widzenie w jednolitym polu widzenia.



15. Schemat najważniejszych etapów rozwoju mózgu. Rysunki w swym układzie od góry do dołu odpowiadają wzrastającemu poziomowi rozwoju. Pierwszą istotą, u której półkule mózgowe prześcignęły w rozwoju wszystkie starsze części mózgu, jest małpiałka.



16. Przykłady specjalizacji komórek. U góry, po lewej: Komórki skóry. Obok: Komórki gruczołu, które ułożyły się w taki sposób, że pośrodku powstaje rodzaj szybu, przewodu wyjściowego wyprowadzającego ich wydzieliny. U dołu, po lewej: Komórki mięśniowe, których równoległy układ zapewnia sumowanie się sił przy wspólnym skurczu. Obok: komórki tkanki łącznej, których układ siatkowy oraz mocna elastyczna konsystencja reprezentuje zadanie połączenia możliwie dużej zawartości z optymalną ruchliwością.

PRZYPISY

Przedmowa

- 1 H. von Dittfurth, Dzieci Wszechświata, Warszawa 1976.
- 2 Hipoteza D. Schramma i K. Halnebacha z uniwersytetu chicagowskiego, oparta na ocenie ilościowego stosunku w Kosmosie izotopów renu – promieniotwórczego Re^{187} i trwałego Re^{185} .
- 3 H. Heichentach, Powstanie Filozofii naukowej, tłum. H. Krahelska, Warszawa 1960, s. 214.
- 4 J. Monod, Le hasard et la necessite, Paris 1970.
- 5 J. Szklowski, Po wozmożnoy unikalnosti rozumnoy żyzni wo Wsielennomj, "Woprosy filosofii" 1976, nr 6.
- 6 H. Shapley, Crusted Stars and Selfheating Planets, "Matematlca y Fisica Teorica" 1962, t. 14, nr 1–2.
- 7 J. Szklowski, Wszechświat, życie, myśl, Warszawa 1965.
- 8 Wielkość tego rzędu jest prawdopodobna (choć Istnieją Inne oceny) – pamiętajmy, że Słońce leży u krańców Galaktyki, w odległości około 35 tysięcy lat świetlnych od jej środka.

WSTĘP

1 Osobom interesującym się tym tematem polecamy znakomitą książkę W. Wicklera "Mimikry" (Kindler Verlag, Monachium 1971), z której zresztą pochodzi cytowany przykład.

CZĘŚĆ PIERWSZA: OD PRAWYBUCHU DO POWSTANIA ZIEMI

1 Wyjątek stanowi tutaj wolno praktykujący uczony Jean Philippe Loys de Cheseaux z Lozanny, który jakieś siedemdziesiąt lat przed Olbersem wpadł na tę samą myśl, ale ukrył ją w suplemencie do swojej książki i więcej się tym tematem nie zajmował.

2 W ostatnich latach uczeni dyskutowali co prawda o możliwości Istnienia tak zwanych tachionów, hipotetycznych cząstek elementarnych, które byłyby prędsze od światła. Abstrahując od tego, że nigdy nie było żadnych wskazówek na to, iż cząstki te rzeczywiście istnieją, inicjator tej hipotezy, amerykański fizyk Richards P. Feynman, niedawno sam odciął się od tego pomysłu.

3 Teoretycznie można skonstruować także inne (między innymi "otwarte") modele, świata. Wolno nam jednak tutaj i w dalszych naszych rozważaniach ograniczyć się do opisanego przykładu, gdyż w świetle wszystkich nowszych obserwacji jest on bezwzględnie najbardziej prawdopodobny.

4 Zjawisko Dopplera: każdy zauważył już kiedyś, że klakson przejeżdżającego samochodu brzmi wyżej, gdy pojazd się do nas zbliża, a przechodzi ku niższemu dźwiękowi, gdy samochód się od nas oddala. Przyczyną jest to, że – zakładając obiektywnie jednakową wysokość dźwięku klaksonu – w trakcie zbliżania się więcej drgań powietrza na sekundę dociera do naszego ucha, aniżeli odpowiadałoby to wysokości dźwięku, podczas gdy w fazie następnej, gdy trąbiący samochód się oddala, tych drgań na sekundę jest mniej (ponieważ wskutek ruchu oddalającego się samochodu każda poszczególna fala dźwiękowa musi odbyć nieco dłuższą drogę do naszego ucha niż fale w fazie pierwszej). Zasadę tę można wykorzystać również w sensie przeciwnym i z zamkniętymi oczami stwierdzać, czy trąbiący samochód zbliża się czy też oddala, pod warunkiem, że znana jest dokładna wysokość dźwięku klaksonu (obiektywnie zmierzona w czasie spoczynku). Za pomocą dokładnych pomiarów wysokości dźwięku można by nawet dokładnie obliczyć prędkość samochodu.

Otóż zasadę tę można także zastosować do fal świetlnych, jeżeli prędkość zbliżania się lub oddalania ("ucieczki") źródła światła będzie dostatecznie duża. Wywołane ruchem wrażenie skracania (przy zbliżeniu) lub wydłużania się (przy "ruchu ucieczki") długości fal świetlnych wyraża się w takim przypadku przesunięciem wypromieniowanego światła w obrębie części widma o falach, krótszych (niebieskich) bądź też dłuższych (czerwonych). Tymczasem w widmie każdego źródła światła, a więc także dalekiej mgławicy spiralnej, zawsze występują linie wywołane promieniowaniem atomu ściśle określonych pierwiastków. Każda z nich odpowiada określonej długości fal, znajduje się więc w ściśle określonym miejscu widma, znanym astrofizykom. Na podstawie stopnia, w jakim Jedna bądź (gdy Jest to rozpoznawalne) więcej Unii widma mgławicy spiralnej przesuniętych jest w kierunku niebieskiego bądź czerwonego końca widma – astronom może obliczyć z dużą dokładnością prędkość, z jaką dana mgławica do nas się przybliża lub się od nas oddala ("ucieka"). Christian Doppler był austriackim fizykiem, który w połowie ubiegłego wieku pierwszy opisał tę zasadę na przykładzie fal dźwiękowych.

5 Jeżeli to prawda, w takim razie zbliżamy się obecnie naszymi radioteleskopowymi obserwacjami już do "krańca

świata", nic bowiem nie może poruszać się prędzej od światła. Nawet Jeśli się zakłada, że najszybsze mgławice spiralne leciały od początku świata z prędkością światła, nie mogły one polecieć dalej aniżeli odległość, jaką mogło przebyć światło w czasie, który od tej chwili upłynął: to znaczy trzynastu miliardów lat. Dlatego też odległość ta jest największą dzisiaj możliwą odległością kosmiczną. "Dzisiaj" dodaliśmy dlatego, że wartość ta w procesie trwającej ekspansji Wszechświata nadal stale wzrasta.

6. Trzecią teoretycznie postulowaną właściwością poszukiwanego promieniowania było, aby jego widmo odpowiadało widmu promieniowania "ciała doskonale czarnego", doskonałego źródła promieniowania (tzn. w danej temperaturze wypromieniowującego największą możliwą ilość energii). Spełnienie tego trzeciego warunku przez obserwowane promieniowanie jest co prawda do tej pory wątpliwe.

7 Oczywiście temperatur wnętrza Słońca nie potrafimy zmierzyć bezpośrednio żadnymi astronomicznymi przyrządami. Jak pomimo to można ustalić, jakie warunki istnieją we wnętrzu Słońca i jak powstało Słońce oraz układy dróg mlecznych składające się z miliardów słońc, opisałem szczegółowo w książce Dzieci Wszechświata (wyd. poi. Warszawa 1976, 1978).

8 Pył ten stanowił pozostałość po gwiazdach poprzedniego "pokolenia gwiazdowego", które w potężnych eksplozjach supernowych w ciągu długich okresów Jedna po drugiej ginęły. W tym procesie atomy pierwiastków cięższych we wnętrzu tych gwiazd, utworzone przez zespalanie atomów pierwiastków lżejszych, zostały oddane wolnej przestrzeni, gdzie powstały z nich nowe ciała niebieskie – gwiazdy i planety. W taki sposób – tak się dzisiaj sądzi – stopniowo zostały zbudowane wszystkie dziewięćdziesiąt dwa pierwiastki występujące obecnie w przyrodzie – z najlżejszego I najprostszego spośród atomów, z wodoru, jedyne, który istniał od początku świata. Wszelka materia, która nas otacza, a także ta, z której sami się składamy, tak została wytworzona przed ogromnie odległymi czasami w centrum pewnego słońca należącego do generacji gwiazd, która dawno już uległa zagładzie. Jak się to odbyło, obszernie wyjaśniłem również w książce wymienionej w poprzednim przypisie. Na pytanie, skąd pochodzi ów wodór, będący początkiem, nie ma Już przyrodniczej odpowiedzi, podobnie jak na rozpatrywane Już w tej książce pytanie, co było przed początkiem świata, przed "Big-Bangiem", i co go spowodowało.

9 W zasadzie Istnieją Jeszcze inne źródła ciepła. Najważniejszym jest rozgrzanie wskutek rozpadu pierwiastków radioaktywnych. Jak jeszcze zobaczymy później, proces ten nawet odgrywa decydującą rolę w rozgrzaniu wnętrza Ziemi. Ale we wnętrzu planety powstają także pokaźne ilości ciepła wskutek ciśnienia będącego rezultatem sił grawitacyjnych. Nowe badania Jowisza wykazały, że ten rodzaj wytwarzania ciepła w przypadku takiego olbrzyma (o masie 318 razy większej niż Ziemia) rzutuje w sposób wymierny na bilans cieplny: Jowisz wyraźnie wypromieniowuje więcej ciepła, aniżeli byłoby to możliwe wyłącznie przez oddanie przechwyconej energii słonecznej.

Mimo to słuszne jest, że tutaj, gdy chodzi o granice temperatury na powierzchni planety jako wyłącznej przestrzeni życiowej nadającej się do zamieszkania, traktujemy Słońce Jako jedyne wchodzące w rachubę źródło ciepła.

10 Jeszcze jednym przykładem ścisłego związku zachodzącego między składem atmosfery ziemskiej a pewnymi typowo ludzkimi osobliwościami budowy naszego ciała może być dźwięk ludzkiego głosu. Wykazały to dobitnie szeroko zakrojone doświadczenia, dokonywane niedawno w sztucznie zestawionej atmosferze, mającej umożliwić nurkom i astronautom bezpieczną pracę. Jak wiadomo, głos człowieka przemawiającego w atmosferze tlenowo-helowej, to znaczy takiej, jakiej używa się przy próbach głębinowego nurkowania, nabiera zawsze skrzeczącego brzmienia, podobnego do głosu myszki Miki. W takiej atmosferze, w której hel zastępuje obecny normalnie w atmosferze azot, zmienia się przede wszystkim prędkość dźwięku. Tym samym jednak zmieniają się także właściwości rezonansowe powietrza, które przy mówieniu wprowadzone jest w drganie przez więzadła głosowe w krtani. Tymczasem budowa i rozmiary naszej krtani dostosowane są do właściwości atmosfery normalnej.

CZĘŚĆ DRUGA: POWSTANIE ŻYCIA

1 W Jednym z dalszych rozdziałów tej książki, w którym zajmiemy się perspektywami rozwoju ludzkości na przyszłość, uzasadnimy szczegółowo, dlaczego raczej nie Jest możliwe, aby się dwie rozmaite cywilizacje w Kosmosie kiedykolwiek spotkały fizycznie. Poza tym, Jak wiadomo, "krzyżówka" w obrębie ziemskich form życia nastąpić może tylko między bardzo blisko spokrewnionymi gatunkami, a więc chociażby dlatego jest wykluczona między naszymi ludzkimi przodkami a istotami pozaziemskimi (porównaj w tej sprawie także obszernie opisane dalej swoiste cechy kodu genetycznego).

2 Jest to naturalnie duże uproszczenie. W grę wchodzi tutaj procesy elektryczne na poziomie atomowym i molekularnym. Według naszej obecnej wiedzy najważniejszy typ związku chemicznego powstaje przez uwspólnienie elektronów dwóch rozmaitych atomów znajdujących się w powłokach elektronowych. Jednakże dla naszego rozumowania całkowicie wystarcza metafora użyta w tekście.

3 Charakterystyczne jest, że za pomocą wspomnianej już metody radioteleskopowej niedawno odkryto także w wolnym Wszechświecie porfiryne (czterobenzoporfiryne).

4 Oczywiście, przy użyciu nowoczesnych metod syntezy chemicznej można je dzisiaj nieomal wszystkie wytworzyć także sztucznie. Jak wiadomo, w ostatnich latach udało się to nawet w odniesieniu do całych genów, a w jednym przynajmniej wypadku również do enzymu, a więc do biologicznie czynnych cząsteczek, których budowa jest nieporównywalnie bardziej złożona niż struktura podstawowych elementów budulcowych omawianych w tym miejscu tekstu. Fakt ten w powiązaniu z naszym wywodem nie jest bez znaczenia, wykazuje bowiem bezspornie, że już w przypadku tych cząsteczek, bez względu na ich szczególne funkcje biologiczne, w grę wchodzi związek rządzący się takimi samymi chemicznymi i fizycznymi prawami jak wszystkie inne substancje. Jednakże przy tego rodzaju syntezach stosuje się zarówno materiały wyjściowe, jak i sposoby postępowania, które w naturalnych warunkach nie istnieją.

5 Formułując ściśle i naukowo musielibyśmy powiedzieć, że w takich warunkach wszystkie istniejące w Kosmosie związki chemiczne w najkrótszym czasie dążyłyby do utworzenia mieszaniny stanowiącej roztwór i znajdującej się w równowadze termodynamicznej. Od tej chwili pod względem chemicznym już nic by się nie działo. Po stosunkowo krótkiej fazie "chemicznego piekła" nastąpiłaby ostateczność "grobowej ciszy termodynamicznej".

6 Wydaje się nam wskazane, aby teraz powtórzyć raz jeszcze, że użytych w tym i innych miejscach sformułowań nie należy rozumieć tak, jakoby (w odniesieniu do omawianego miejsca w tekście) przyroda rozwinęła środki przyspieszenia reakcji chemicznych (albo nawet szukała ich, a potem znalazła) po to, aby móc stworzyć życie. Zanim życie istniało, przyroda nic o nim nie "wiedziała". Gdy więc życie było jeszcze sprawą przyszłości, przyroda nie mogła mieć żadnych "informacji", które pozwoliłyby jej w jakikolwiek sposób "uwzględnić" warunki, które stanowiłyby założenie tego życia. Na s. 110 wyjaśnialiśmy, dlaczego tego rodzaju teleologiczny (skierowany na cel) pogląd jest niedopuszczalny. Powtarzam to dlatego, że w tekście używam stale pewnych sformułowań, które mogą być mylnie rozumiane jako teleologiczne. Pragnę więc tutaj wyraźnie stwierdzić, że w żadnym razie nie to mam na myśli. Owe sformułowania, które – przyznaję to – mogą być źle rozumiane, są użyte tylko dlatego, że język nasz jest zbudowany absolutnie "antropocentrycznie". Stąd owe pozornie teleologiczne sformułowania stanowią najlepszą metodę możliwie krótkiego i najprostszego wyjaśniania skomplikowanych stanów faktycznych. Mówiąc inaczej: gdyby próbować, pod względem językowym, w każdym opisie jeszcze brać pod uwagę także kwestię właściwych powiązań czy procesów przyczynowo-pochodnych – sposób prezentacji tematu stałby się niezwykle zawiły, a tym samym niepotrzebnie utrudniał zrozumienie.

7 Dodatek dla czytelnika, który uzna to wyjaśnienie za nie dość szczegółowe: ściśle biorąc, cząsteczki lipidów zachowują się tak, jak opisano w tekście, tylko w warstwie granicznej między różniącymi się ośrodkami. Natomiast przy powierzchni granicznej między dwoma ośrodkami wodnymi, jak w przypadku omawianym w tekście, warstwa lipidów jest zbudowana bimolekularnie (z dwóch cząsteczek). W tej podwójnej warstwie cząsteczki zwracają się zawsze ku sobie końcami hydrofobowymi, przeciwne zaś ich końce, zwane hydrofilowymi, wystają z obu stron na zewnątrz, ku otaczającemu ośrodkowi wodnemu.

8 Skamieniałe pancerze wapienne małżów i skorupiaków żyjących w tych pradawnych morzach zawierają, niezależnie od zwykłego tlenu o ciężarze atomowym 16, małe ilości izotopu tlenu o ciężarze atomowym 18. Stwierdzono, że tlen 18 tym łatwiej ulega związaniu, im chłodniejsze jest otoczenie. Utrwalony w kopalnych skorupach wapiennych stosunek tlenu 16 do tlenu 18 pozwala więc na obliczenie (z dokładnością do kilku stopni Celsjusza) temperatury wody w czasie powstawania badanego pancerza wapiennego.

9 O tym, że spekulacje tego rodzaju (oczywiście dzisiaj jeszcze nic ponadto) są traktowane przez niektórych naukowców poważnie, jako szansa na przyszłość, świadczy pewien przykład ze Stanów Zjednoczonych. Niedawno czytaliśmy w prasie, że amerykański biolog T. C. Hsu z Uniwersytetu Teksas rozpoczął systematyczne zamrażanie komórek skóry zwierząt należących do zagrożonych wymarciem gatunków. Myśl przewodnią założenia takiego "głęboko zamrożonego zoo" jest jasna: w jądrach zamrożonych komórek, podobnie jak w każdej komórce, tkwi pełny plan budowy organizmu, z którego pochodzi próbka skóry. Jest więc w tym zamiar, by zakonserwować metodą głębokiego zamrażania tę informację dziedziczną dla przyszłego pokolenia biochemików, które może na tej podstawie potrafi powołać do życia dawno już wtedy wymarłe gatunki.

10 H. W. Thorpe, *Der Mensch in der Evolution* (Człowiek w ewolucji), Monachium 1969; zob. szczególnie s. 61–76.

11 J. Monod, *Zufall und Notwendigkeit* (Przypadek i konieczność), Monachium 1971. Moje krytyczne uwagi w tym miejscu tekstu nie odnoszą się oczywiście do całej książki Monoda. Jednakże dla obrony swojej własnej tezy Jestem zmuszony rozprawić się z argumentami tych autorów, którzy reprezentują pogląd, że życie Jest możliwe i wyobrażalne tylko w znanej nam i na Ziemi urzeczywistnionej formie, w żadnej innej – nie. Także w przypadku Monoda krytyka moja dotyczy wyłącznie tego aspektu Jego książki.

12 P. Jordan, *Sind wir allein im Kosmos?* (Czy jesteśmy sami w Kosmosie?), Monachium 1970, s. 151–165.

CZĘŚĆ TRZECIA: OD POWSTANIA PIERWSZEJ KOMÓRKI DO PODBOJU ŁĄDU

1 Taki podział całego świata przyrody ożywionej na dwie dziedziny właściwie nie Jest zadowalający. Problemem

szczególnym były w tej sytuacji zawsze grzyby: dopóki sła rozróżniało tylko zwierzęta i rośliny, trzeba było je – lepiej czy gorzej – zaliczać do roślin. Z drugiej strony jednak grzyby nie zawierają chlorofilu, są więc, podobnie jak zwierzęta, zdane na odżywanie się substancjami organicznymi. Nie mogą ich jednak, tak jak zwierzęta, wykorzystywać same przez rozkładanie własnymi enzymami. Grzyby prowadzą więc żywot pasożytniczy – bądź na martwej substancji organicznej (pleśnie), bądź na żywych zwierzętach czy roślinach, zabierając im pokarm już przetrawiony. Wobec tych trudności zakwalifikowania, a także po części wobec opisanych w tym miejscu tekstu nowych zdobyczy wiedzy, od kilku lat naukowcy – zgodnie z propozycją amerykańskiego biologa R. H. Whittakera – dzielą przyrodę ożywioną już nie na dwa, ale na pięć samodzielnych "królestw": 1. Królestwo Monera. Monerami biolodzy nazywają wszystkich dzisiaj Jeszcze istniejących przedstawicieli najbardziej pierwotnego i najprymitywniejszego typu komórek, "komórki bezjądrowe" (czyli Prokaryota). Zalicza się więc tu wszystkie bakterie oraz sinice. 2. Królestwo Protista, do których należy wielka liczba najróżniejszych Jednokomórkowców typu "postępowego", wyposażonych w samodzielne Jądro i wyspecjalizowane organelle. Pozostałe trzy światy tworzą wszystkie zbudowane z wielu komórek istoty żyjące, składające się ze zróżnicowanych, wyspecjalizowanych i wyżej rozwiniętych potomnych form pochodzących od Protista. Mianem "roślin" określa się teraz wyłącznie te wielokomórkowce, których komórki zawierają chloroplasty, które więc (przeważnie) odżywiają się dzięki fotosyntezie. "Zwierzętami" nazywa się wielokomórkowce, które do wyżywienia muszą pobierać gotowe już organiczne substancje, które więc muszą pożerać rośliny bądź bezpośrednio, bądź pożerając żywiące się nimi zwierzęta. Wreszcie grzyby, które przy tym podziale otrzymały własne, piąte "królestwo".

Podział ten na pewno stanowi pewien postęp. To, że nie jest jeszcze zupełnie zadowolający, wynika chociażby z faktu, że wirusy nadal nie mają swego jednoznacznego miejsca.

2 Do dzisiejszego dnia i na pewno także w najdalszej przyszłości stosunek pomiędzy życiem a Jego środowiskiem Jest stosunkiem wzajemnej równowagi. Równowaga ta w ciągu milionów lat ustaliła się na Ziemi tak optymalnie, że wywołuje na nas uspokajające wrażenie środowiska stabilnego i godnego zaufania. Właśnie takie odczucie sugeruje nam zawsze błędne pojęcie o roli środowiska jako biernej sceny życia. Dopiero przed paru laty większość z nas uzmysłowiła sobie prawdziwe powiązania przez dyskusje nad problemami środowiskowymi. Nawet Jeżeli równowaga między ziemskim życiem a warunkami na powierzchni naszej planety w minionych epokach rozwoju ustaliła się pomyślnie, stabilność naszego środowiska – wbrew wszelkim pozorom – nie jest, także obecnie, żadną wartością absolutną, niezależną od naszej aktywności. Nowe właściwości życia, jak objawiająca się dopiero od kilku pokoleń zdolność człowieka do technicznego manipulowania swoim środowiskiem, stanowią dzisiaj nieuniknione zagrożenie tej równowagi, zupełnie tak samo jak w owych epokach historii Ziemi, o których mowa w tym miejscu.

3 Naturalnie, wszystkie te rozważania dotyczą również niemal dowolnie wielkiej liczby innych etapów ewolucji. Abstrahując od tego, że omawiany tutaj przykład po prostu chronologicznie należy do przebiegu relacjonowanej historii, jest on szczególnie pouczający, ponieważ rzadko kiedy kategorię i swoistość wymagań, które trzeba spełnić, daje się uchwycić tak obrazowo jak w tym przypadku, kiedy są one stworzone przez pojawienie się jednego jedyne nowego składnika atmosfery.

4 Przejście od pierwszej, prymitywnej do drugiej, bardziej postępowej, czyli "wyższej" formy świadomości musiało nastąpić w historii naszego rodu przed dawnymi czasy – według naszej obecnej wiedzy przed co najmniej 300 tysiącami lat – jako wynik względnie powoli przebiegającego ewolucyjnego procesu dojrzewania. Uważam za możliwe, że biblijna opowieść o wygnaniu z raju, a więc ze świata, w którym człowiek żył ufnie pomiędzy zwierzętami, do świata, w którym został wystawiony na skutki poznania dobra i zła z wszelkimi wynikającymi stąd konfliktami – stanowi ubrane w mitologiczną szatę wspomnienie tego rewolucyjnego przełomu samorozumienia człowieka, przełomu, który nastąpił w prehistorycznych czasach.

5 To niezaprzeczalne twierdzenie jest jednym z najcięższych zarzutów, które musi się postawić teom Teilharda de Chardina, tak skądinąd wspaniałym i godnym podziwu. W swojej książce Człowiek w Kosmosie (Monachium 1965) Chardin pisze: "Raz jeden i tylko raz w ciągu swego planetarnego bytu Ziemia mogła okryć się życiem. Podobnie życie raz jeden i tylko raz jeden było zdolne przekroczyć próg świadomej jaźni. Jeden jedyny czas kwitnienia myśli, a także jeden jedyny czas kwitnienia życia. Od tej pory człowiek stanowi najwyższy wierzchołek drzewa. Nie wolno nam o tym zapomnieć. Tylko w nim, z wyłączeniem wszystkiego innego, skupiają się odtąd nadzieje przyszłości noosfery, a znaczy to – nadzieje biogenezy, a wreszcie i kosmogenezy. Nie może on więc nigdy przedwcześnie się skończyć ani stanąć w miejscu, ani przepaść, chyba że jednocześnie również Wszechświat miałby się rozbić o swoje przeznaczenie!"

Przy całym szacunku dla tego wielkiego człowieka trzeba jednak powiedzieć, że wniosek końcowy, zawarty w ostatnim zdaniu, stanowi wzorcowy przykład mylnej antropocentrycznej interpretacji – przez milczące i bezzasadne założenie, że w całym niewymiernie olbrzymim Wszechświecie życie i świadomość mogły rozwinąć się tylko na Ziemi, i wyprowadzony stąd zdumiewający wniosek, jakoby los całego Wszechświata zależał od przebiegu historii ludzkości.

6 Kto interesuje się szczegółowym uzasadnieniem darwinistycznego wyjaśnienia ewolucji, tego kierujemy do którejś z licznych odpowiednich publikacji, zrozumiałych także dla laika. Chciałbym tutaj szczególnie polecić znakomite małe dzieło Darwin hat recht gesehen (Darwin ocenił to trafnie) Konrada Lorenza (wydane w formie kieszonkowej). Pragnę także raz jeszcze wskazać na moją książkę Dzieci Wszechświata, w której o wiele szczegółowiej przedstawiłem zależność ewolucji od mutacji i selekcji, aniżeli to możliwe w powiązaniu z tematem omawianym w tej książce. Poruszyłem tam również zagadnienie wymierania całych gatunków oraz opisałem wpływy kosmiczne, które, jak wynika z nowszych badań astronomicznych i geologicznych, oddziałują na rodzaj i tempo ewolucji, wkraczając w ten sposób z Wszechświata w przebieg życia ziemskiego.

7 Bardzo jest charakterystyczne i ciekawe z punktu widzenia poglądu reprezentowanego w tej książce, że zasada ewolucji (Jako rezultat przypadkowej podaży i doboru przez środowisko) nie ogranicza się wcale tylko do dziedziny biologicznej ani nie pojawia się po raz pierwszy w dziejach dopiero z nią. Przypomnijmy sobie, że odegrała ona już decydującą rolę przy abiotycznym powstaniu biopolimerów, a więc setki milionów lat przed ukazaniem się pierwszej żywej komórki: pośród niezliczonych chemicznie możliwych związków powstałych na powierzchni pra-Ziemi od początku gromadziły się te, które wykazywały największą trwałość w istniejących warunkach środowiska. Jak więc mówiliśmy szczegółowo w pierwszej części tej książki, konsekwencje efektu Ureya selektywnie uprzywilejowały kwasy nukleinowe i aminokwasy. W tym wypadku zatem rozwój został posunięty naprzód w pewnym określonym kierunku przez to, że indywidualne cechy praatmosfery wyprały pośród dowolnie i przypadkowo powstałych związków chemicznych (abstrahując tutaj od pewnych skutków określonych powinowactw chemicznych) kilka nielicznych, jako "pasujące", i pozwoliły przez to z "chemicznego chaosu" sytuacji pierwotnej powstać pewnemu charakterystycznemu porządkowi.

Wreszcie chcielibyśmy w tym miejscu wspomnieć przynajmniej, że ziemskie środowisko, przez tak zwane radioaktywne promieniowanie tła naszego naturalnego otoczenia, uczestniczy – zgodnie z tym, co dzisiaj wiemy – również w dużej mierze w wyznaczaniu czasu trwania naszego życia. Przyczyną tego, że żyjemy siedemdziesiąt-osiemdziesiąt lat, a nie tylko dwadzieścia albo aż pięćset, jest również liczba procentowa wyzwolanych w naszym organizmie mutacji, określona intensywnością tego promieniowania. Przy bieżącym odnawianiu się tkanek naszego ciała, przez podział komórek tworzących te tkanki, w miarę upływu lat sumują się powstałe w ten sposób błędy podwajania, aż wreszcie w coraz większej liczbie komórek osiągają one rozmiar, który powoduje coraz większe uszkodzenie zdolności funkcjonowania komórek i tkanek. Istnieją przekonujące wskazówki na to, że to powiązanie jest jedną z przyczyn, dla których się starzejemy. Na pewno nie jest to powód jedyny. Przeciętne trwanie życia jest także wielkością utrwaloną dziedzicznie (i jako taka indywidualnie zróżnicowaną, co jest udowodnione). Z drugiej strony jednak nawet to dziedziczne ustalenie średniego trwania życia ludzkiego zostało w toku ewolucji określone prawdopodobnie częściowo także przez napromienienie powierzchni Ziemi. Istnieje bowiem związek biologiczny pomiędzy trwaniem pokolenia (to znaczy indywidualnym trwaniem życia istot spokrewnionych ze sobą) jakiegoś gatunku a właściwym temuż gatunkowi odsetkiem mutacji. Nie możemy się tutaj wdawać w szczegóły, ale powiązanie takie jest w zasadzie swego rodzaju łatwo zrozumiałe: na pewno istnieje coś w rodzaju optymalnego odsetka mutacji jakiegoś gatunku. Zbyt wiele mutacji zagraża jego trwałości, zbyt mało – jego zdolności przystosowania. Przy danej z góry przyczynie, wyzwalającej mutacje (jest nią stałe promieniowanie tła), ów odsetek mutacji jest między innymi także zależny od okresu, w którym komórki rozrodcze danego gatunku wystawione są na działanie tej przyczyny, innymi słowy, od trwania fazy płodności danego gatunku. To trwanie płodności zaś z kolei znajduje się w pewnym wyważonym stosunku do całego trwania indywidualnego życia.

8 Były co najmniej jeszcze dwie próby podjęte przez przyrodę ożywioną – przewyciężenia szczebla jednokomórkowości. Jedną jest obserwowana u wielu glonów i grzybów tendencja do dzielenia się jąder komórkowych bez następującego potem podziału komórki. Wynika z tego jedno łączne ciało protoplazmatyczne z licznymi jądrami. Drugą próbę tworzą tak zwane "śluznice" (plazmodia) prymitywnych roślin – śluzowców. Łączą się one przejściowo w ciągu swego cyklu życiowego w wielokomórkowe, wspólnie poruszające się skupienia, w których można rozpoznać już pewien podział funkcji pomiędzy różnymi komórkami. Jednakże żadna z tych prób nie wyszła poza prymitywne zaczątki.

9 Wszystkie opisane tu komórki mają chloroplasty. Są wobec tego zielonkawo ubarwione, należy je zatem zaliczać do przodków roślin, pomimo że w oczach laika ich aktywna ruchliwość zdaje się przeczyć takiej klasyfikacji. Natomiast zgodna z nią jest objawiająca się w ich zachowaniu pozytywna reakcja foto-taktyczna (fototaksja dodatnia). Termin ten określa po prostu ich tendencję do wypływania z ciemności ku jasności. Ta całkowicie automatyczna reakcja gwarantuje, że komórki te, żyjące w zasadzie z fotosyntezy, kierują się w miarę możliwości zawsze tam, gdzie światło słoneczne jest najintensywniejsze.

Niezbędne do takiej reakcji "odbiorniki światła" utworzone są przez małe plamki pigmentowe o czerwonym wyglądzie; każda komórka ma jedną taką plamkę. Pochłaniają one światło emitowane przez Słońce. Jednakże inaczej niż w przypadku chloroplastów przechwycone promieniowanie nie jest wykorzystywane jako źródło energii, lecz do wyzwolania rozkazów sterujących. Najwyraźniej siła uderzenia wici rozmaitych komórek tworzących taką kolonię dopóty się zmienia, dopóki położone na przedzie (w kierunku pływania) plamki pigmentu nie zarejestrują

maksymalnej siły naświetlenia. W ten sposób kolonia podąża zawsze ku największej jasności.

10 Przed kilku laty przypadkowo natrafiłem na pierwopis pewnej książki (o ile mi wiadomo – nigdy się ona nie ukazała), w której spekulacja na temat prymatu ONA, jako właściwego celu wszelkiej ewolucji, była posunięta aż do ostatecznych konsekwencji zamkniętego poglądu na świat. W niektórych szczegółach było to niezwykle pomysłowo i dowcipnie przeprowadzone. Tak więc na przykład autor reprezentował pogląd, że przyroda wyłącznie i jedynie dlatego zainicjowała całą ewolucję na Ziemi, aby wytworzyć w końcu człowieka, a wraz z nim cywilizację techniczną. Jednakże nie z tej przyczyny, jakoby człowiek i jego osiągnięcia cywilizacyjne miały stanowić cel sam w sobie. Wręcz przeciwnie. Całość naprawdę nie była jakoby niczym innym jak (nieuniknioną) gigantyczną drogą okrężną, na którą przyroda musiała wkroczyć, aby DNA stworzyć możliwość opuszczenia Ziemi i zakorzenienia się na innych ciałach niebieskich. Szczytem cywilizacji bowiem jest technika astronautyczna. Prędzej czy później człowiek nieuchronnie będzie musiał wpaść na pomysł (nie wiedząc wcale o tym, że tym samym podporządkowuje się nadrzędnym "celom" DNA) wysłania we wszystkie strony Wszechświata bezałogowych sond załadowanych cząsteczkami DNA. Gdy to nastąpi, ludzkość może wyginąć, ponieważ zostanie spełniony sens jej egzystencji, który miałby polegać tylko na przechowaniu DNA w komórkach rozrodczych człowieka i zapewnieniu im międzyplanetarnego rozsiewu. W tym aspekcie tendencja do popierania i rozwijania techniki lotów kosmicznych, tendencja, która tak często wydaje się nieracjonalna, ujawnia się – taki był chyba wniosek końcowy autora – jako wyraz popędowego naporu, któremu człowiek musi ulegać z takich samych przyczyn, z jakich spełnia także swoje zadanie indywidualnego rozmnażania się (A. Menzel, *Das Anblitz der Zukunft* [Oblicze przyszłości], tekst nie publikowany).

To, że pomimo bogactwa pomysłów i wewnętrznej logiki całość robi niezwykle śmieszne wrażenie, bierze się naturalnie z niebywalej jednostronności sposobu rozumowania, który tutaj znowu uwzględnia wyłącznie punkt widzenia jednego tylko szczebla rozwoju. Nicolai Hartmann byłby to niewątpliwie nazwał wykroczeniem przeciwko "strukturze warstwowej", to Jest niedopuszczalną próbą wyjaśniania całości jakiegoś zjawiska przez doprowadzenie do absolutu – reguł i kategorii jednej z jego części.

11 Kogo Interesuje nie tyle ten konkretny szczegół, lecz przykłady zdumiewających i często rzeczywiście niewiarygodnych wręcz osiągnięć mechanizmu ewolucji – temu raz Jeszcze polecamy wymienioną Już na s. 30 książkę W. Wicklera "Mimikry". Z najrozmaitszych przyczyn właśnie ta szczególna forma przystosowania, którą określa się terminem mimikra, dostarcza szczególnie wyrazistych i obrazowych przykładów.

12 Owe otwory i łuki skrzelowe, które wszyscy przed naszym urodzeniem posiadamy, nie są zresztą tak całkowicie poniechane i nie znikły bez siadu. Przyroda musi budować z tego materiału, jakim każdorazowo dysponuje, i nie może czynić skoków, które by uszkadzały zdolność życia Jakiegoś organizmu, nawet na najkrótszy okres fazy przebudowy. Użyła wlec u człowieka otworów skrzelowych między Innymi wówczas, gdy szło o dodatkowe wbudowanie uszu do czaszki. Nasz przewód słuchowy, który łączy błonę bębenkową z wolnym powietrzem. Jest przebudowanym otworem skrzelowym. Wyjaśnia to także, dlaczego jama naszego gardła połączona Jest z uchem środkowym: pierwotnie wszystko to tworzyło powiązany ze sobą (i znacznie szerszy) kanał, przez który woda wpływająca do ust przechodziła obok (wymienionej w tekście) siatki naczyń krwionośnych skrzeli, która z kolei tę wodę pozbawiała tlenu, zanim wypływała ona znowu na zewnątrz po obu stronach czaszki.

13 Warto sobie wyraźnie uzmysłowić, że i dlaczego boczne ustawienie oczu, z oddzielnym dla każdego oka polem widzenia, Jest charakterystyczne dla względnie niskiego poziomu rozwoju, tak że przy porównywaniu dwóch różnych gatunków zwierząt można z tej cechy wyciągnąć wnioski o różnicy usytuowania na* drzewie genealogicznym. W tym miejscu, na przykładzie odmiennego objawu, pojawia się znowu temat szeregu rozwojowego, prowadzącego od zwykłego odbiornika bodźców świetlnych do rozwiniętego w pełni narządu postrzegania optycznego. Nawet tutaj, przy końcu tego szeregu, bezpośrednio przed wykończeniem narządu, występują Jeszcze różnice szczebla: oczy, które widzą bocznie i tym samym pozwalają na optyczną "orientację wokoło", znajdują się na prymitywniejszym stopniu rozwoju optycznego systemu ostrzegawczego niż para oczu, których pola widzenia prawie na siebie zachodzą. Dopiero gdy to nastąpi, powstaje możliwość widzenia stereoskopowego, czyli plastycznego. Dopiero wtedy więc optyczne postrzeganie może przekazywać przeżywanie przestrzennego i przedmiotowego świata.

CZĘŚĆ CZWARTA: JAK POWSTAŁA CIEPŁOKRWISTOŚĆ I "ŚWIADOMOŚĆ"

1 To urządzenie do nurkowania, gdy później, na suchym lądzie, już nie było potrzebne, wcale nie zostało po prostu poniechane i nie znikło. Jak wspominaliśmy (zob. przypis na s. 355), przyroda jest zawsze zdana na wykorzystanie materiału, który ma. W zdumiewająco pomysłowej przemianie funkcji dawny pęcherz pławny płazów i gadów, które przeniosły się na ląd, został wykorzystany na płuca. Potrzebna do tego przebudowa nawet nie była tak bardzo znaczna. Ściśle biorąc, opleciony cienkimi tętniczkami worek powietrzny zawsze służył przyjmowaniu gazów z krwi i oddawaniu ich do krwi. Gdy w wodzie cel tego urządzenia polegał na ustawieniu pęcherza pławnego pod mniejszym lub większym ciśnieniem, obecnie to samo urządzenie, skoro powstało połączenie z jamą ustną, było wykorzystywane do przyjmowania atmosferycznego tlenu do krwi i oddawania dwutlenku węgla z krwi. Płuca ludzkie

są także przebudowanymi pęcherzami pławnymi naszych morskich przodków.

2 Nietrudno to wytłumaczyć, gdy się pomyśli, czym w ewolucji Jest wynalazek: stworzeniem narządu bądź funkcji przez mutację i selekcję. Selekcja może dokonywać doboru zawsze tylko spośród ofert mutacyjnych akurat występujących w danym momencie. Mutacje zaś nie są skierowane na cel, lecz – o czym należy stale pamiętać – przypadkowe i dowolne. Jest zatem więcej niż nieprawdopodobne, aby w toku ewolucji określonego gatunku taka sama sytuacja w odniesieniu do obu tych czynników mogła się dokładnie powtórzyć.

3 Nasuwa się tutaj pytanie, jak naukowcy na podstawie skąpych i wyłącznie kostnych pozostałości mogą decydować o tym, czy w poszczególnym przypadku w grę wchodzi zmiennocieplny organizm zimnokrwisty, czy też osobnik ciepłokrwisty. Istnieje na to kilka sposobów. Konkretną wskazówką ciepłokrwistości są wszelkie oznaki sierści jako okrycia ciała. Futro bowiem "grzeje" tylko na zasadzie termosu, to znaczy, że może zachować tylko ciepło, które już istnieje. Stąd na nic nie zdałoby się jaszczurce, gdyby ją na noc ubrać w futro. Dalszą wskazówką Jest wykształcenie kostnego sklepienia podniebienia, którego istoty zimnokrwiste Jeszcze nie mają. Ta cecha Jest szczególnie interesująca, stanowi bowiem widomy przykład tego, że każda zmiana konstrukcji także w żywym organizmie pociąga za sobą wiele zmian w całym planie budowy. Kostne sklepienie podniebienia udoskonala dokładne rozdzielenie obszaru oddechowego od jamy ustnej. Umożliwia to dalsze swobodne oddychanie również w czasie żucia pokarmów. Stanowi nieocenioną korzyść dla organizmu ciepłokrwistego z jego intensywniejszą przemianą materii i odpowiednio do tego zwiększonym zapotrzebowaniem na tlen (każdy może się o tym łatwo przekonać na podstawie samoobserwacji).

4 W tym miejscu może mi ktoś zarzucić, że jest to tylko opis formalny o charakterze tak bardzo ogólnym, że taka interpretacja mogłaby dotyczyć każdego dowolnie dobranego rozwoju, a zatem nie ma żadnej wartości heurystycznej. Ale za takim zarzutem kryje się znowu antropocentryczne niezrozumienie historycznych (filogenetycznych) powiązań. Odparłbym taki argument pytaniem, jak wobec tego należy sobie tłumaczyć, zgodnie z tym rzekomo apriorystycznie tylko możliwym opisem formalnym, że pierwiastki mogły się łączyć na rozmaitych szczeblach. Zarzut zakłada bowiem, że jest to rzecz sama przez się zrozumiała, iż atomy potrafią łączyć się w cząsteczki, i że to samo dotyczy zdolności poszczególnych komórek do wiązania się w wielokomórkowe organizmy, i tak dalej. Tymczasem jest wręcz przeciwnie, choć nie możemy już tutaj podać żadnego wyjaśnienia: ową ciągłą tendencją do łączenia się musimy zaakceptować jako pewien aksjomat rozwoju, podobnie jak istnienie i szczególny charakter praw natury.

5 Jednakże oko ciemieniowe nie taką drogą obrało do rozwiniętego w pełni optycznego narządu postrzegania; wobec całkowicie nieprzydatnego położenia oka ciemieniowego na sklepieniu czaszki byłoby to też bez sensu. Pomimo to narząd ten może służyć za poglądowy model stadium przejściowego od prostego odbiornika światła do rozwiniętego w pełni oka ze zdolnością widzenia. Pokrewieństwo wynika chociażby z tego, że oba rodzaje oczu filogenetycznie wyrosły z tej samej części mózgu: oba uwypukliły się z międzymózgowia jako pęcherzykowate paki. Chyba jest jasne, że ewolucja spośród tych zaczątków wykształcała dalej do stopnia narządów wzroku tylko takie, w których ze względu na ich położenie w czaszce tkwiły odpowiednie możliwości.

6 Przy obecnie stosowanych środkach ogólnego znieczulenia pacjent już nie przeżywa tego tak nieprzyjemnego przejścia od pierwszego do drugiego stadium narkozy. Dzięki tym środkom potrzebną do operacji głębokość narkozy uzyskuje się tak szybko, że niespokojne stadium podniecenia nie występuje w ogóle, nawet obiektywnie. Jednakże tych nowoczesnych środków również dotyczy zasada, że przydatność ich jest tym większa, im większy Jest odstęp pomiędzy stężeniem wymaganym do dostatecznie głębokiej narkozy a stężeniem, przy którym także niższa część pnia mózgu z położonymi tam ważnymi dla życia ośrodkami regulacji zostaje objęta narkozą. Odstęp pomiędzy tymi dwoma stężeniami anestezjolog określa jako zakres działania środka ogólnie znieczulającego.

7 Bardzo wszechstronnie potwierdziły to operacje mózgu, które ze względu na całkowitą nieczułość tego narządu mogą być wykonywane przy miejscowym znieczuleniu. Słabe bodźce elektryczne w zakresie ośrodka wzroku na korze półkuli mózgowej w okolicy potylicznej wyzwalają zmienne przeżycia optyczne, począwszy od barwnych błysków świetlnych aż do przesuwających się scen obrazowych. Gdzie indziej, szczególnie w określonych miejscach pnia mózgu, wyzwalają można nastroje, które mogą być tak bardzo silne, że pacjent w czasie operacji, leżąc na stole z otwartym mózgiem, wybuchł gromkim śmiechem. Żaden z pacjentów nie ma przy tym uczucia, że jest to sytuacja sztuczna czy też tylko nienaturalna. Żaden z nich nie przeżywa bodźca elektrycznego jako tego, czym w istocie jest, to znaczy jako bodźca elektrycznego. Zależnie od miejsca mózgu, które jest drażnione, wszyscy pacjenci przeżywają zabieg jako realne optyczne postrzeganie, jako "prawdziwy", nagle ogarniający ich nastrój czy też w jakiś inny podobny sposób.

8 Z przyczyn całkowicie zrozumiałych staliśmy się obecnie bardzo nieufni wobec wszelkich tradycyjnych wartości nie mogących się wylegitymować. Wiąże się z tym skłonność do ośmieszania różnych form ascezy i wstrzemięźliwości, rozpowszechnionych w dawnych wiekach, spośród których jedna jeszcze nadal istnieje w postaci celibatu księży w Kościele katolickim; traktujemy to zjawisko wyłącznie jako wyraz zabobonu, a nawet krytykujemy jako metodę autorytarnego ucisku. Ale nie wolno nie zauważać, że pod pewnym względem takie tendencje mają

swoje uzasadnione : zdolność tłumienia instynktowych wrodzonych sposobów zachowania z motywów racjonalnych jest możliwością zastrzeżoną wyłącznie człowiekowi spośród wszystkich istot ziemskich. Dopiero jego półkule mózgowe są dostatecznie wysoko rozwinięte, aby rozporządzać impulsami pochodzącymi z pnia mózgu. Z tego punktu widzenia zdolność działania "wbrew naturze" jest najbardziej ludzką z wszelkich ludzkich możliwości. Takie rozważania mogą nam wyjaśnić, dlaczego asceza, w każdej formie, w wielu kulturach i we wszystkich czasach cieszyła się wielkim uznaniem i nadawała pewien autorytet ascetom. Uwagi te naturalnie z drugiej strony nie dostarczają argumentów modnej obecnie dyskusji nad tym, czy w dzisiejszym społeczeństwie słuszne jest, aby kolektywnie narzucać pewne formy wstrzemięźliwości.

9 Z przyczyn, którymi nie musimy się tutaj zajmować, od początku było raczej nieprawdopodobne, aby to zadanie magazynowania indywidualnych treści pamięci mogło być realizowane przez DNA.

10 B. Hassenstein, Aspekte der "Freiheit" Im Verhalten von Tieren (Aspekty "wolności" w zachowaniu zwierząt), "Universitas", grudzień 1969.

CZĘŚĆ PIĄTA: HISTORIA PRZYSZŁOŚCI

1 Nestor nauki o pszczołach Karl von Frisch opisuje, że w ulu, w miejscach wylęgu, pszczoły utrzymują stałą temperaturę z dokładnością nie ustępującą działaniu ludzkiego organizmu, a jest to osiągnięcie nie spotykane poza tym w świecie zimnokrwistych – zgodnie zresztą z tą nazwą. Zwierzęta uzyskują ocieplenie przez przysuwanie się blisko do siebie i zwiększony ruch, ochłodzenie zaś – przez rozprowadzenie wody i jej przyspieszone parowanie wywołane wachlowaniem skrzydłami. (K. von Frisch, Biologie, wyd. III, Monachium 1987, t. 196.)

2 Zob. E. Verhilsdonk, Das kosmische Abenteuer (Przygoda kosmiczna), Knecht Verlag 1964.

3 Zob. A. C. Clarke, Im huchsten Grade phantastisch (Fantastyczne w najwyższym stopniu), Dusseldorf 1964.

4 W sprawie innych kultur planetarnych i przyszłych możliwości jednoczenia się przez łączność radiową zob.: F. Hoyle, Of men and galaxies (O ludziach i galaktykach), Washington Press 1964. Rozważania nad niezbędnymi cechami międzygwiazdowych przekazów radiowych i założeniami poszukiwań kontaktów międzyplanetarnych zob.: Meyers Handbuch tber das Weltall, wyd. IV, Mannheim 1967. Poniżej przykład przekazu, jaki któregoś dnia moglibyśmy odebrać z planety obcego układu słonecznego, przy założeniu, że prawa logicznego myślenia abstrakcyjnego są jednakowe w całym Kosmosie:

```
111100001010010000110010000000100000101001000001100101100111100000110000110100000000100001000
010000100010101000010000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
101000000001010010000110010000111010101010000000001010101010000000001110101010111010110000000
010000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
000001000000011111000000101100010111010000000000000000000000000000000000000000000000000000000000000
100000010110001111110000010000011000010000110000000110001010010001111001001111100100000000001111
10000001011000111111000001000001100001000011000000011000101001000111100101111
```

Komputerowa analiza wykaże natychmiast, że następowanie po sobie łącznie 551 impulsów i braku impulsów nie jest przypadkowe i że musi tu w grę wchodzić jakiś przekaz zawierający informację. Ale jak należy wiadomość odszyfrować? Pierwszy krok polega na ustaleniu, że 551 jest wynikiem mnożenia liczb pierwszych: 19 i 29. Wtedy – i tylko wtedy – można znaki uszeregować w prostokącie bez reszty, gdy się je napisze Jedne pod drugimi (w formacie, którego podstawą jest bok krótszy) w 29 wierszach, z których każdy zawiera 19 liczb (zob. s. 440). Jeżeli teraz zastąpimy każdą "1" czarnym kamykiem mozaikowym, a dla każdego "0" pozostawimy przerwę, otrzymamy obraz pokazany na s. 441, który zawiera zadziwiająco wiele informacji:

Postać na dole obrazu przedstawia najwyraźniej nadawcę, przy czym dowiadujemy się, że on również jest prymatem. Na lewej krawędzi obrazu od góry – Słońce, ku dołowi – 9 planet, układ słoneczny nadawcy, po stronie prawej, obok pierwszych pięciu planet – liczby 1 do 5 w zapisie binarnym. Obok czwartej planety widnieje ponadto (wypełniając kartę aż do krawędzi prawej) przedstawiona w zapisie binarnym liczba 7 miliardów powiązana z obrazem nadawcy ukośnie przebiegającą linią; taka jest liczba ludności na tej jego planecie ojczystej. Wiadomość, że cywilizacja jego zna loty kosmiczne, wynika z tego, że obok drugiej i trzeciej planety obcego układu pojawiają się liczby 11 i 3000, które należy interpretować jako informację o istnieniu małych kolonii czy też stacji obserwacyjnych na tych ciałach niebieskich. Po prawej stronie u góry symbole atomów węgla i tlenu: są to więc również w ojczyźnie autora wiadomości najważniejsze pierwiastki (od których zależy przemiana materii?). Wreszcie po prawej stronie "obrazu człowieczka" jeszcze dwa znaki w kształcie litery T, sięgające dokładnie od głowy do nóg nadawcy po obu stronach liczby 31 (znowu w zapisie binarnym). Nadawca jest więc – tak należy odczytać tę informację – 31 razy większy od "czegoś". O jaką tu może chodzić jednostkę? Jediną wielkością identyczną dla nadawcy i odbiorcy jest długość fal, na jakiej wiadomość została wypromieniowana i odebrana. Obca istota jest więc najprawdopodobniej 31 razy większa od użytej długości fal. Takiego "przekazu" do tej pory nikt jeszcze nie wysłał ani nie odebrał. Chodzi tylko o pewien "model" zaprojektowany przez amerykańskiego naukowca Franka D. Drake'a w celu wykazania i przebadania możliwości porozumienia się na drodze radiowej z partnerem, od którego nie można oczekiwać żadnej wspólnej właściwości poza zdolnością do logicznego myślenia. Istnieje zresztą sprawdzian dla tego modelu: zespół

naukowców, którym przedłożono do rozwiązania ową informację po prostu jako ciąg liczb, bez żadnych dodatkowych wyjaśnień – rozgryź ten orzech w ciągu dziesięciu godzin.