

MICHAŁ TEMPCZYK

## WARTO BYĆ BIOLOGIEM

B. -O. Küppers: *Geneza informacji biologicznej. Filozoficzne problemy powstania życia.*  
Warszawa, PWN, 1991, 209 s.

Jeszcze czterdzieści lat temu ludzie zafascynowani najnowszymi teoriami fizycznymi i technicznymi zastosowaniami tych teorii, przede wszystkim energią jądrową, zwykli mówić, że żyjemy w czasach zdominowanych przez fizykę. Od tego czasu wiele się w nauce zmieniło. Wprawdzie fizyka w dalszym ciągu szybko się rozwija, a nowe technologie obejmują coraz większe obszary techniki i życia codziennego, wystarczy wspomnieć o rozlicznych zastosowaniach laserów, lecz wyrosła jej potężna konkurentka w postaci biologii. Ogromne postępy biochemii, rozwój biologii molekularnej, odczytanie kodu życia, coraz dokładniejsze poznanie mechanizmów dziedziczenia i procesów zachodzących w komórkach — oto sukcesy biologii, które uczyniły z niej jakościowo nową naukę. Dzięki nim biologia osiągnęła poziom ogólności i ścisłości porównywalny z poziomem fizyki i chemii. Dawniej próbowano polepszyć ją poprzez redukcję do fizyki i chemii, a gdy w końcu udało się w biologii molekularnej program ten w znacznym stopniu zrealizować, to okazało się, że nie ma mowy o redukcji w postaci podporządkowania i utraty autonomii i że właśnie dzięki zrozumieniu podstawowych procesów zachodzących w organizmach żywych biologia uzyskała prawdziwą autonomię i znaczenie w gronie nauk przyrodniczych.

Można się o tym przekonać czytając wydaną niedawno w polskim tłumaczeniu książkę Kiippersa. Mowa w niej o badaniach dotyczących genezy organizmów żywych. Ponieważ najważniejszą cechą życia jest zdolność do reprodukcji układów żywych, dlatego zagadnienie biogenezy jest sformułowane jako problem powstania układów materialnych wytwarzających i odtwarzających informacje biologiczną. Właśnie w tej dziedzinie biologia poczyniła ostatnio największe postępy, a jednocześnie problem biogenezy ma zasadnicze znaczenie światopo-

glądowe i filozoficzne. Syntetyczna teoria ewolucji, stanowiąca przedmiot rozważań książki, jest wzbogaceniem teorii ewolucji Darwina o nowoczesną wiedzę na temat procesów zachodzących w komórkach w trakcie rozmnażania się samych komórek lub całych organizmów. Darwin sformułował swoją teorię na podstawie obserwacji organizmów i gatunków i potrzeba było ponad stu lat intensywnych badań, aby zrozumieć, co stanowi bazę dziedziczenia cech i na czym polegają mutacje, bez których nie byłoby ewolucji.

Początek książki stanowią dwa rozdziały poświęcone teorii Darwina i molekularnemu mechanizmowi dziedziczenia. Ponieważ są to sprawy dobrze znane, podane są jedynie najważniejsze informacje, bez których książka byłaby niepełna, a jej autor musiałby odwoływać się do innych źródeł. Dalej następuje analiza tych zjawisk z punktu widzenia pojęcia informacji, różnych jej aspektów i teorii. Informacyjny punkt widzenia jest konsekwentnie realizowany do końca. Najpierw autor prezentuje trzy wymiary pojęcia informacji: syntaktyczny, semantyczny i pragmatyczny. Już ten podział, dobrze znany logikom i metodologom, okazuje się bardzo skuteczny przy porządkowaniu materiału biologicznego. Podejście syntaktyczne polega na analizie danego zespołu znaków jako formalnych napisów, których strukturę bada się bez żadnego odwołania do ich znaczenia. Znaczenie znaków, czyli ich stosunek do tego, co opisują, jest przedmiotem analizy semantycznej. Na końcu idzie pragmatyka, która bierze pod uwagę odbiorcę i nadawcę tych znaków. Zgodnie z tym podziałem definicja ilości informacji Shannona oparta jest tylko na prawdopodobieństwie wystąpienia znaków podstawowych, ma więc charakter syntaktyczny. W procesach dziedziczenia podstawowymi znakami kodu życia są zasady azotowe, pełniące rolę "liter", a utworzone z nich kwasy nukleinowe pełnią rolę "słów". Same w sobie kwasy nukleinowe nic nie znaczą, a nabierają one sensu dzięki białkom. Białka stanowią sematyczny poziom informacji biologicznej. Wpływ białek na działanie całości można z kolei badać z pragmatycznego punktu widzenia.

Teorie tłumaczące powstanie życia można pogrupować w trzy ogólne klasy, które autor charakteryzuje jako *hipotezę przypadku*, *podejście teologiczne* i *podejście molekularno-darwinowskie*. Nazwy te informują, w czym autorzy, tych teorii widzą źródła życia. Tezę, że życie jest dziełem przypadkowego połączenia makromolekuł przedbiologicznych w zdolne do rozmnażania organizmy pierwotne głosi J. Monod. Podejście teologiczne ma długą historię. Zgodnie z nim procesy życiowe przeciwstawiano zjawiskom fizycznym i chemicznym jako celowe, zgodnie z prawami, które obowiązują dopiero na tym wysokim stopniu organizacji materii. Organizmy żywe powstały, bo do ich powstania zmierzał rozwój materii. Ostatnie podejście, molekularno-darwinowskie, to punkt widzenia syntetycznej teorii ewolucji.

Łatwo się domyślić, że Küppers będzie chciał wykazać, iż podejście darwinowskie jest najlepsze lub nawet jedynie sensowne z naukowego punktu widzenia. Aby zrealizować ten cel posługuje się on algorytmiczną teorią informacji, którą najpierw referuje, a następnie stosuje do metodologicznej oceny tych trzech stanowisk w kwestii powstania życia. Wyniki tej oceny są jednoznaczne,

okazuje się mianowicie, że hipotezy przypadku nie można udowodnić, podejścia teologicznego nie można obalić, a pozostaje jedynie teoria ewolucji. Jej też poświęcona jest ostatnia, najdłuższa i najważniejsza część książki. Wynika z niej, że nie można sformułować jednoznacznej teorii powstania życia, lecz mimo to o procesie tym można powiedzieć zadziwiająco wiele.

Po tym zwięzłym omówieniu treści książki powróćmy do uwag ogólnych. Chciałbym przede wszystkim wyjaśnić, dlaczego sądzę, że pokazuje ona autonomię biologii, skoro celem biologii molekularnej jest redukcja zjawisk związanych z życiem do procesów chemicznych i fizycznych. Jest to, dodajmy, redukcja bardzo skuteczna i udana. Sądzę, że klasyczni mechanicyści i fizycylibyby zachwyceni wynikami uzyskanymi przez biologów w tej dziedzinie. Od czasów Kartezjusza, którego zwolennicy tworzyli mechaniczne modele układu nerwowego jako systemu sznureczków kierujących ruchem mięśni, biolodzy poczynili olbrzymie postępy na drodze redukcji zjawiska życia do procesów fizycznych. Są ono świadomi ogólnego kierunku swoich badań, dlatego często propagują redukcjonizm. Küppers dyskutuje problem redukcjonizmu w ostatnim rozdziale swej książki. Omawiając różne sformułowania tezy holizmu, witalizmu i ogólnej teorii systemów pokazuje on, że pojęcie nieredukowalnej i nie dającej się zanalizować całości jest jałowo poznawcze. Taka całość nie może być przedmiotem żadnej efektywnej wiedzy, można o niej jedynie mówić w sposób intuicyjny i negatywny. Ponadto brak przykładów takich całości, ponieważ ostatecznie każdy typ układów biologicznych dał się podzielić, opisać i chociaż częściowo zrozumieć. Nauka nie napotkała dotychczas nieprzekraczalnych granic metody redukcjonistycznej, dzielącej na części i analizującej strukturę całości.

Fakt ten ma wielkie znaczenie dla biologii i jej filozofii. Wynika z niego, że nie można podać pełnej definicji życia. Definicja taka musiałaby posługiwać się pojęciami specyficznymi i nieredukowalnymi biologicznymi, a takich pojęć nie ma. Pomiędzy układami fizycznymi i chemicznymi, a układami żywymi istnieje ciągłe przejście. Biolodzy uświadamiają to sobie coraz wyraźniej dlatego przestają sprzeczać się o to, czy wirus jest już organizmem, czy też skomplikowanym kryształem. Ciągłość przejścia pomiędzy naukami o przyrodzie nieożywionej a biologią nie świadczy jednak o tym, że biologia traci w ten sposób swoją autonomię. Jest właśnie na odwrót. Dzięki zastosowaniu do obu rodzajów obiektów materialnych jednolitego sposobu opisu można precyzyjnie powiedzieć, jakie są podobieństwa, a jakie różnice pomiędzy nimi. Mówiąc najogólniej, badane przez fizyka proste układy nie posiadają pewnych cech, które dopiero wyraźnie dostarcza biologia. Układy żywe posiadają swoją historię. Dla fizyka w określonej klasie nie ma układów ważniejszych lub mniej ważnych. Wszystkie one posiadają podobną strukturę, a różnią się tym, co nazywa się warunkami brzegowymi. Różnica warunków brzegowych, odpowiadająca warunkom stworzonym przez środowisko, jest z punktu widzenia teorii fizycznych nieistotna. Inaczej jest w przypadku organizmów żywych. W okresie, gdy pojawiały się pierwociny życia, następowały istotne zmiany całego środowiska. Na przykład w wyniku selekcji na poziomie molekularnym pewne makromolekuły wygrywały, a inne były

eliminowane. Dzięki temu selektywnemu procesowi w jednorodnym pierwotnie oceanie powstawały rejony sprzyjające życiu, w których proces selekcji był coraz szybszy, aż pojawiły się pierwsze organizmy, które ze statystycznego punktu widzenia były niesłychanie mało prawdopodobne.

Ta aktywna rola układów żywych w procesie kształtowania środowiska odróżnia je od prostych układów fizycznych. Cechy materii związane z jej złożonością i dynamiką dopiero na poziomie materii ożywionej zaczynają odgrywać zauważalną rolę i mogą być przedmiotem badań naukowych. Badania takie są prowadzone w ramach biologii, której nie przeszkadza to, że korzysta z praw odkrytych przez fizyków. Są to po prostu prawa uniwersalne dla wszystkich złożonych systemów materialnych. Fizyka ma swoją własną dziedzinę i punkt widzenia, a biologia — swoją.

Biologia ma również własną matematykę, podobnie jak fizyka. Do niedawna podstawowym językiem fizyki była analiza matematyczna, co prowadziło często do pochopnego wniosku, że prawdziwy naukowy opis zjawisk musi korzystać z równań różniczkowych i że musi on być deterministyczny. Biologia bada układy o skończonej liczbie elementów i o dużej roli czynników statystycznych, dlatego potrzeba jej była odpowiednia baza formalna. Znalazła ją w teorii informacji i w teorii algorytmów. W książce wyraźnie widać, jak odpowiedni język matematyczny porządkuje syntetyczną teorię ewolucji, nadaje jej precyzję i pozwala na ilościowe przewidywania. To, czego dokonał w fizyce Newton i jego koledzy, dokonuje się teraz w biologii molekularnej. Filozofowie mówią w takich sytuacjach o paradygmacie danej nauki. Dzięki takiemu uporządkowaniu wysiłek uczonych staje się bardziej efektywny, nie tracą oni czasu na błędzenie i jałowe spory. Teoria ewolucji stała się dojrzałą dziedziną nauk przyrodniczych.

Dociekliwy czytelnik chciałby się zapewne dowiedzieć się, dlaczego, jak głosi tytuł recenzji, warto być biologiem. Otóż do takiego wniosku doszedłem, gdy porównałem tę ciekawą książkę z popularyzacją i filozofią fizyki, głównymi dziedzinami mojej pracy. Pisanie filozoficznych książek o fizyce jest znacznie trudniejsze, a to z kilku przyczyn. Po pierwsze fizyka jest nauką wysoce abstrakcyjną i odległą od codziennego życia. To, co się w niej odkrywa jest takie daleki i nierealne! Trudno kwarki i kwazary porównywać z genami i białkami. Biologia mówi o sprawach najważniejszych filozoficznie i praktycznie. Chcemy przede wszystkim zrozumieć swoją naturę i miejsce w świecie przyrody, a właśnie o tym mówi teoria ewolucji. Wypełnia ona luki w naszym obrazie świata.

Po drugie w biologii tak wiele ostatnio się dzieje. Tak niedawno dowiedzieliśmy się jak wygląda struktura DNA, a już wiemy, w jakich miejscach są zakodowane odpowiednie cechy organizmów, potrafimy manipulować materiałem genetycznym i tworzymy nowe gatunki zwierząt i roślin. Metody genetyki molekularnej stosuje się w rolnictwie i farmacji. Uczeń myśli o naprawianiu błędów genetycznych prowadzących do niebezpiecznych chorób. W wizji lepszego świata przyszłości genetyka odgrywa wielką rolę. Nadzieję na rozwiązanie poważnych problemów ludzkości wiąże się z możliwościami manipulacji genami i tworzeniem nowych gatunków.

Olbrzymią zaletą biologii jest również to, że jej język jest zrozumiały w ogólnych zarysach dla ludzi bez specjalnego wykształcenia. Na przykład prezentowana i wykorzystana przez Kiiipersa algorytmiczna teoria informacji korzysta z matematyki szkolnej. Można dzięki temu przeprowadzać pełne dowody i omawiać wyniki nie odwołując się do popularyzatorskich sztuczek, koniecznych na przykład w pracach o mechanice kwantowej lub teorii względności. Oczywiście fachowiec wie wiele więcej, lecz nie ma bariery specjalistycznego żargonu, który poznaje się po wielu latach pracy i studiów. Biologia jest nauką zrozumiałą dla inteligentnego laika.

Na koniec spodobał mi się ścisły związek aktualnej wiedzy naukowej i metodologii nauki. Dla oceny i analizy teorii ewolucji korzysta autor ze schematu wyjaśniania Oppenheima-Hempla. Przeciwno temu schematowi filozofowie wysunęli wiele wyrafinowanych argumentów krytycznych, a tymczasem biologia jest przykładem udanego zastosowania tego podejścia do teorii naukowych. Nasuwa się spostrzeżenie, że filozofowie są widocznie zbyt wymagający względem siebie lub wobec nauki. Biologia jest blisko powiązana z życiem i potocznym obrazem świata, dlatego nie ma ona problemów charakterystycznych dla abstrakcyjnych teorii fizycznych, w których często nie wiadomo, czy istnieją postulowane przez nie obiekty lub właściwości. Filozof biolog działa w korzystnym okresie rozwoju swojej wyjściowej nauki, gdy rozwija się ona, porządkuje i przynosi mnóstwo ważnych wyników. Na naszych oczach biologia staje się królową nauk przyrodniczych. Jest ona równorzędną partnerką fizyki, a w przyszłości być może przerośnie ją.

Aby recenzja nie była tak monotonicznie pochwalna, zwrócę uwagę na koniec na dwa błędy, które niedostrzeżone przez czytelnika mogą wpłynąć na sens pewnych sformułowań. Na s. 81, gdy mowa o pojęciu komplementarności, napisane jest: „każdy z nich umożliwiał pełny opis drugiego”. Powinno być „uniemożliwiał”, co jest zgodne z pojęciem komplementarności i z dalszym ciągiem tekstu. Na s. 84, gdy podana jest kompleksowość fizycznego wszechświata, przez pomyłkę wydrukowano liczbę  $10^{20}$ , zamiast  $10^{120}$ . Dwie linijki dalej jest już prawidłowa liczba.