

Anna Latawiec

Kilka uwag o wyjaśniającej roli symulacji w biologii

Studia Philosophiae Christianae 26/1, 171-178

1990

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Z ZAGADNIENÍ FILOZOFII PRZYRODY I PRZYRODOZNAWSTWA

ANNA LATAWIEC

KILKA UWAG O WYJAŚNIAJĄCEJ ROLI SYMULACJI W BIOLOGII

Modelowanie i symulacja na dobre wkroczyły do biologii jako nowe metody poznania. Spróbujemy zastanowić się nad celem ich podejmowania. Już intuicyjnie przyjmuje się, iż zasadniczym celem tych zabiegów jest wyjaśnianie. Przypomnijmy kilka propozycji klasyfikacji wyjaśniania w naukach, by w ich świetle przyjrzeć się jednemu z modeli symulacyjnych skonstruowanych na gruncie biologii.

Dla zrozumienia systemu Weinberg¹ wprowadził pojęcie „białej skrzynki”, za pomocą którego określił symulację. Przez znane pojęcie „czarnej skrzynki” rozumie się powszechnie system, który może być poznany jedynie przez obserwację jego zachowania. Odmienną sytuację mamy w przypadku „białej skrzynki”, gdzie w celu udowodnienia rozumienia działania systemu, konstruuje się go tak, by ilustrował nasze przypuszczenia o sposobie jego zachowania. Następuje więc całkowite odkrycie wnętrza systemu, a zatem pojawia się skrzynka „biała” zamiast „czarnej”. Podlegając szeregu ograniczeniom, nie jesteśmy jednak w stanie do końca odkryć żadnej skrzynki, nawet, gdy sami ją konstruujemy. Model potwierdzający nasze przypuszczenia większą siłą przekonania o słuszności naszych sądów. Wynik negatywny konstruowania „białej skrzynki” podważa naszą wiedzę o systemie. Jednocześnie nigdy nie mamy pewności, czy system symulujący ujmuje wszystkie istotne własności badanego systemu. W celu uzyskania takiej pewności należałoby wykonać nieskończoną liczbę transformacji.

Symulacje posiadają rozmaity charakter zależnie od podstawy przyjętej jako pierwszy krok metody. I tak między innymi dokonując analizy wymiarowej można przeprowadzić symulację w pewnej skali liczbowej; dostrzegając pewną analogię, czyli izomorfizm, dokonujemy obliczeń analogowych; a wreszcie wykorzystując znajomość możliwości komputera i umiejętności programowania tworzy się modele symulujące bardzo skomplikowane zjawiska dynamiczne. Programowanie jest, zdaniem Weinberga², czynnością polegającą na konstruowaniu takich „białych skrzynek”. Nasze rozważania skupimy wokół takiego właśnie konstruowania „białych skrzynek” na terenie biologii. Zasadniczym celem tej działalności jest wyjaśnianie.

Wyjaśnić to tyle, co wyjawić, wyłożyć czy też rozwinąć. Logiczny aspekt wyjaśniania polega na dowodzeniu. Do najbardziej znanych kla-

¹ G. W. Weinberg, *Myślenie systemowe*, Warszawa 1979, 175—176.

² *Tamże*, 178.

syfikacji wyjaśniania należy propozycja, jaką przedstawił E. Nagel.³ Jako pierwszy typ wyjaśniania podał on wyjaśnianie dedukcyjne, gdzie wniosek jest wyprowadzany logicznie z przesłanek wyjaśniających. Wyjaśnianie probabilistyczne pojawia się tam, gdzie przesłanki wyjaśniające stanowią prawa o charakterze probabilistycznym lub statystycznym, zaś wnioski nie są formalnym wynikiem przesłanek, lecz przyjmuje się możliwość ich realizacji z dużym, często dającym się określić stopniem prawdopodobieństwa. Wyjaśnianie funkcjonalne, teleologiczne opiera się na wskazaniu funkcji, jaką pełni organ lub część układu jako warunku istnienia i działalności złożonego systemu. Ostatni typ w klasyfikacji E. Nagla stanowi wyjaśnianie genetyczne, gdzie cechy i własności wyjaśnianego zjawiska traktuje się jako rezultat rozwoju i następstw poprzedniego stanu tegoż zjawiska.

Dla J. Kmity⁴ jest sens mówić o dwóch rodzajach wyjaśniania. Zaproponował on przyjęcie dedukcyjnego modelu wyjaśniania stosowanego najczęściej w fizyce i ekstrapolowanego na inne dziedziny oraz jako jego uzupełnienie w postaci modelu probabilistycznego. Model probabilistyczny, zdaniem Kmity, jest pozbawiony większego sensu (nawet tylko w formie uzupełniającej modelu dedukcyjny)⁵. Jako drugi typ wyjaśniania stosowany szczególnie w naukach humanistycznych zaproponował on model wyjaśniania historycznego. Wyjaśnianie dedukcyjne (jednoznacznie) to wyjaśnianie, w którym eksplanans zawiera wyłącznie określone prawidłowości, zaś historyczne — zawierające w eksplanansie przynajmniej jedną prawidłowość ramową (stanowiącą eksplanandum). W skrajnym przypadku powiązanie z faktem szczegółowym uzasadnia mówienie o wyjaśnianiu ściśle historycznym. Przy tak zaproponowanym rozróżnieniu pojawia się potrzeba przyjęcia dwojakiego rodzaju praw: w znaczeniu węższym opisujących prawidłowości określone, oraz formuł nomologicznych opisujących prawidłowości ramowe.

Kolejna klasyfikacja pochodzi od W. Sztoffa.⁶ Rozróżnił on: — wyjaśnianie przyczynowe, czyli odnajdywanie przyczyn warunkujących powstanie danego zjawiska, istnienia prawa, jakiegoś istotnego związku; — wyjaśnianie za pomocą prawa, czyli ustalenie według jakiego prawa lub praw powstało lub przebiega zjawisko (analogicznie jak w wyjaśnianiu probabilistycznym u Nagla); — wyjaśnianie funkcjonalne (podobnie jak u Nagla); — wyjaśnianie strukturalne jako charakterystyka struktury gwarantującej realizację funkcji lub zachowania układu jako całości; — wyjaśnianie genetyczne lub historyczne poprzez ujawnianie zbioru konkretnych warunków, przyczyn, praw, których działanie doprowadziło do przekształcenia istniejącego dawniej układu w układ późniejszy i śledzenia podstawowych etapów jego rozwoju.

Ostatnia z dużej ilości propozycji pochodzi od M. Bungego⁷. Przypomniał on warunkowi, jakie winno spełniać wszelkie wyjaśnianie naukowe.

³ S. Nagel, *The structure of science*, NY 1961, por. ss.: 401—428, 531—535, 555, 558—563, 564—575.

⁴ J. Kmity, *O dwóch rodzajach wyjaśniania*, *Studia Filozoficzne* 106 (1974) 9, 25—40.

⁵ J. Kmity, *Z metodologicznych problemów interpretacji humanistycznej*, Warszawa 1971, 18—19.

⁶ W. Sztoff, *Modelowanie i filozofia*, Moskwa 1966, 193.

⁷ M. Bunge, *O przyczynowości. Miejsce zasady przyczynowości we współczesnej nauce*, Warszawa 1968, 350—370.

Z jednej strony powinien być spełniony warunek formalny, czyli warunek koherencji tj. zgodności z pozostałymi twierdzeniami danego systemu teoretycznego.⁸ Z drugiej strony musi być spełniony warunek materialny, tj. empiryczny warunek dostatecznej, choć nigdy niedoskonałej adekwatności względem dobrze ustalonych faktów; faktów zwanych często faktami naukowymi w odróżnieniu od faktów surowych. Adekwatność hipotez sprawdza się na drodze eksperymentu i obserwacji.

Analiza logiczna wyjaśniania może jedynie pomóc rozstrzygnąć, czy wyjaśnianie to jest formalnie poprawne, lecz nie daje odpowiedzi na pytanie, czy jest ono jednocześnie poprawne materialnie. Jest to analiza zawsze niepełna, gdyż dotyczy relacji między zdaniami wyjaśniającymi i wyjaśnianymi, nie zaś samych zdań wyjaśniających. Przedmiotem wyjaśniania naukowego mogą być klasy faktów (przyrodniczych, psychicznych, społecznych), bądź same prawa nauki. W każdym przypadku, wyjaśnienie naukowe, w przeciwieństwie do potocznego odwołuje się do praw.

Bunge podzielił wyjaśnianie naukowe na dwie zasadnicze grupy: z jednej strony umieścił wyjaśnienia, które mają, bądź mogą mieć charakter przyczynowy, z drugiej — te, które są zasadniczo nieprzyczynowe.

Do pierwszej grupy wyjaśnień zaliczyć należy:

- wyjaśnienie odwołujące się do ciągu zdarzeń lub stanów;
- wyjaśnienie poprzez wskazanie genezy lub rozwoju;
- wyjaśnienie poprzez wskazanie związku z faktami innego rzędu;
- wyjaśnienie poprzez rozłożenie faktów złożonych na prostsze fakty tej samej natury.

Przypomnijmy raz jeszcze, iż wyjaśnienie kwalifikuje się, według Bungego, jako naukowe i przyczynowe, gdy jest koherentne i adekwatne w sensie formalnym i materialnym i odwołuje się do jakiegoś prawa przyczynowego.

Do drugiej grupy wyjaśnień, czyli do wyjaśnień nieprzyczynowych, zaliczyć należy:

- wyjaśnianie poprzez rozpoznanie, identyfikację, zaklasyfikowanie;
- wyjaśnianie poprzez opis — tzw. prawa fenomenologiczne *ex definitione* nie zawierają kategorii warunkowania przyczynowego mogą jednak służyć do wyjaśniania (nauka ma poza wszystkim charakter zarówno opisowy, jak i wyjaśniający; opis daje się od wyjaśnienia odróżnić, lecz nie daje się oddzielić);
- wyjaśnienie poprzez odwołanie się do praw statycznej struktury;
- wyjaśnienie poprzez odwołanie się do zjawisk niższego poziomu;
- wyjaśnienie poprzez odwołanie się do zjawisk wyższego poziomu;
- wyjaśnianie statystyczne;
- wyjaśnianie teleologiczne;
- wyjaśnianie dialektyczne (polega na wykrywaniu wewnętrznych i zewnętrznych konfliktów, które nadają bieg określonym, choć nie wszystkim procesom, lub doprowadzają do powstania układów wyposażonych w nowe własności).

Przytoczone różne typy klasyfikacji wyjaśniania, jak i ich analiza wykazują, iż istnieje wiele sposobów udzielania odpowiedzi na pytanie dlaczego? Wskazanie przyczyn jest jednym ze sposobów wyjaśniania naukowego, choć nie uniwersalnym. Wyjaśnianie można nazwać przy-

⁸ *Tamże*, 349.

czynowym, o ile jest oparte na kategorii uwarunkowania przyczynowego, a to jest nie tyle kwestią logiczną, co ontologiczną, czyli kwestią, którą można rozstrzygnąć dopiero po zbadaniu ontologicznych korelatów twierdzeń wyjaśniających. Przyczynowość nie jest wystarczającym warunkiem zrozumienia rzeczywistości, mimo iż często stanowi składnik naukowego wyjaśniania. Wyjaśnienie przyczynowe, o ile ma charakter naukowy, musi być oparte na prawach naukowych. A zatem wyjaśnienie naukowe to wyjaśnienie przez prawa, choć niekoniecznie wyjaśnienie poprzez rzeczy. Złudzenie, iż w naukach przeważa wyjaśnianie przyczynowe wynika z faktu, iż większość wyjaśnień formułuje się w języku przyczynowym.⁹

Przytoczonych kilka zaledwie propozycji klasyfikacji wyjaśniania naukowego ukazuje stopień złożoności zagadnienia. I tak, klasyfikacja E. Nagla, na dobre zakorzeniona w ogólnej metodologii nauk, zdaje się charakteryzować niepełną konsekwencją kryterium; z jednej strony wysuwa się aspekt dedukcyjny, z drugiej natomiast — preferuje wyjaśnienia związane przede wszystkim z klasyfikacją zjawisk biologicznych. J. Kmita zdaje się szukać rozróżnienia zgodnego z podziałem na nauki humanistyczne i przyrodnicze. W. Sztoff niezbyt precyzyjnie ujmuje wyjaśnianie za pomocą praw. Nie zagłębiając się w dalsze analizy i rozważania za obowiązującą przyjmujemy klasyfikację pochodzącą od M. Bungego. Wydaje się, iż podział na wyjaśnienia o charakterze przyczynowym i nieprzyczynowym ma swe uzasadnienie w specyfice nauk przyrodniczych, w tym w sposób szczególny w biologii.

Rozważania o wyjaśniającej roli symulacji zjawisk biologicznych i życia w ogóle skupione zostaną wokół symulacyjnego modelu rodziny pszczelej, który został opracowany przez R. Tadeusiewicza¹⁰ i jego współpracowników. Program symulujący został napisany w Fortranie. Sam model składa się z dziesięciu modułów: reprodukcji, zdobywania pożywienia, gospodarki pożywieniem, konsumpcji, budowania plastrów, środowiska wraz z warunkami meteorologicznymi, topografii pożytków, gospodarki wolną przestrzenią.

Model uwzględnia kolonię pszczół (B) wraz z jej otoczeniem (E): $M = (B, E)$ i realizuje transformację $F: (US_{11}, US_{12}, US_{2n}) \rightarrow (U_{11}, U_{12}, U_{2n})$, gdzie lewa strona odzwierciedla ilość produktów zjedzonych przez pszczoły i zużytych przez człowieka opiekującego się nimi; zaś prawa dotyczy gospodarki zapasami. W modelu uwzględniono tak specyficzne cechy rodziny pszczelej, jak np. zmienność roli pełnionej przez poszczególne osobniki w zależności od ich wieku, przeobrażani do postaci dorosłego osobnika.¹¹

⁹ Tamże, 371—372.

¹⁰ R. Tadeusiewicz, *Cybernetic Modelling of the Bee Colony*, Postępy cybernetyki 7(1984)2, 31—41; także: R. Tadeusiewicz, *Metodologia modelowania cybernetycznego systemów biologicznych*, w: *Modelowanie cybernetyczne systemów biologicznych*, Kraków 1979, 26—32; R. Tadeusiewicz, *Wybrane zagadnienia złożonych systemów biologicznych*, ZN AGH 58 (1978), 167—175; A. Migacz, R. Tadeusiewicz, *Model rodziny pszczelej*, w: *Modelowanie cybernetyczne systemów biologicznych*, Kraków 1979, 133—143; J. L. Gould, *Honey bee recruitment: the dance-language controversy*, Science 189(1975)204, 685—693.

¹¹ J. A. Chmurzyński, *Tajemnice tańców pszczół* (cz. 1), Kosmos 142 (1976), 395—409; tenże, *Tajemnice tańców pszczół* (cz. 2), Kosmos 143 (1976), 145—158.

Opisanie systemu przedmiotowego, jakim jest kolonia pszczół, za pomocą odpowiednich równań pozwala na podjęcie symulacji warunków naturalnych życia. Konstruujemy więc „białą skrzynkę” dotyczącą rodziny pszczelej, potwierdzamy w ten sposób naszą znajomość działania tego skomplikowanego systemu. Pokazując, w jaki sposób funkcjonuje rodzina pszczół, szukamy odpowiedzi na pytanie, co sprzyja wydajności ich pracy, a co ją zmniejsza; jakie pożywienie jest sprzyjające, jakie zaś ma wpływ negatywny; obracamy się więc wokół wyjaśniania o charakterze przyczynowym. Odtworzenie pewnych stanów naturalnych, zależności klimatycznych, ekologicznych, wieku kolonii, ciągów przemian zachodzących w kolonii pozwala na wykrycie genezy tychże stanów i ustalenie ich przyczyny. Korzystając z nomenklatury M. Bungego mamy do czynienia przede wszystkim z wyjaśnieniem o charakterze przyczynowym.

Bez trudu udaje się wykazać, iż symulacyjny model kolonii pszczelej służy wszystkim czterem typom wyjaśniania przyczynowego. Zmiana bowiem poszczególnych parametrów w modelu, powoduje odpowiednie zmiany w obiekcie symulowanym. Możemy więc stwierdzić, że pojawienie się nowego stanu, zdarzenia jest zależne od pojawienia się stanu, zdarzenia innego. Można wielokrotnie dokonywać analogicznych symulacji, w analogicznych bądź zmienianych częściowo warunkach. Wyjaśniamy więc, iż zachodzi X ponieważ zaszło Y, a ilekroć zachodzi Y, wiemy lub zakładamy, że następnie zajdzie X. Dostrzegamy więc następstwo. Proces symulacji ułatwia nam proces dostrzegania (pierwszy typ wyjaśniania przyczynowego).

Zachodzi także wyjaśnianie przyczynowe drugiego rodzaju. Z doświadczenia, ze znajomości ewolucji, emergencji wyjaśnić możemy na podstawie symulacji zachowania kolonii pszczół dlaczego cała kolonia, wyspecjalizowana w jej obrębie grupa, czy też jeden osobnik zachowuje się w taki a taki sposób, z racji swej funkcji w kolonii. W modelu uwzględniono wiek pszczół, a co za tym idzie, i funkcję pełnioną w kolonii w danym momencie rozwoju osobnika; uwzględniono także upływ czasu, czyli zaobserwowany w naturze fakt zmiany „kwalifikacji” osobników w zależności od ich wieku. Mamy więc tu do czynienia z wyjaśnianiem przyczynowym poprzez wskazanie genezy lub rozwoju.

Korzystamy także z wyjaśniania poprzez wskazanie związku z faktami innego rzędu. Obserwacja pszczół, ich zachowania przy symulowaniu zmiennych warunków życia, zmiany ilości i jakości pyłku daje nam odpowiedź na pytanie dlaczego np. zbieraczki rezygnują ze zbieractwa, bądź zwiększają swą wydajność.

Gdy chcemy zrozumieć i w konsekwencji wyjaśnić funkcjonowanie całej kolonii pszczelej, odwołujemy się do wyjaśnienia funkcjonowania jej poszczególnych elementów. Budowanie „białej skrzynki” wykonano w oparciu o poznane przejawy funkcjonowania poszczególnych elementów składowych. Model, jak wspomniano, składa się z dziesięciu mniejszych modułów odzwierciedlających najbardziej istotne przejawy życia kolonii. Wyjaśnienie poprzez symulację poszczególnych modułów i ich wzajemnych zależności prowadzi do poznania funkcjonowania całej kolonii. Wyjaśnienie zjawisk i procesów zachodzących np. podczas zdobywania pożywienia czy reprodukcji ma swój wyraz w innych procesach odwzorowanych odpowiednimi modułami.

Prześledzimy także poszczególne typy wyjaśniania nieprzyczynowego zaproponowanego przez M. Bungego. Pierwszy typ wyjaśniania ma formę: jeśli coś jest F, jest to zarazem G, lub inaczej: F jest takie a ta-

kie, jest ono bowiem G; o G zaś wiadomo (lub się zakłada), że ma takie a takie własności.¹² W wyjaśnieniach tych nie odwołujemy się do żadnych przyczyn, choć w dalszych rozważaniach może być takie odwołanie pożądane. Z naszego modelu możemy wysnuć wniosek, iż np. pszczoły wytwarzają miód, gdyż są pszczołami; taką bowiem mają właściwość owady zwane pszczołami. Nie można tego powiedzieć o równie wysoko zorganizowanej kolonii mrówek. Nie należy bowiem do ich zdolności umiejętność produkcji miodu.

Wyjaśnianie poprzez opis stanowi bardziej powierzchowny sposób uchwycenia istoty zjawiska, procesu. Prawdziwe wyjaśnianie pozwala na podanie pełnego i dokładnego opisu. Często pojawienie się opisu poprzedza teorię. Dokonując symulacji społeczeństwa pszczelego użyjemy jego opisu.

Nie wydaje się, by omawiany model spełniał warunki wyjaśniania poprzez odwoływanie się do praw statycznej struktury, co jest wynikiem jego bardzo dynamicznego charakteru. W tego typu wyjaśnianiu dany obiekt zostaje rozłożony na prostsze obiekty mające określone miejsce w statycznej strukturze, przy czym miejsce to wyjaśnia istotne cechy i funkcje całości. Pomijane są tu przy tym wszelkie zmiany, a więc i uwarunkowania przyczynowe¹³.

Odwołanie się do niższego i wyższego poziomu zjawisk w wyjaśnianiu funkcjonowania rodziny pszczelej na drodze symulacji nie powinno budzić większych wątpliwości. Możliwość komunikacji pszczół za pomocą tańca, jego tempa i częstotliwości wykonywanych ruchów dają się wytłumaczyć zasadami fizjologii tych owadów. Podobnie zachowanie się jednego osobnika kolonii w znacznej mierze ma wyjaśnienie w zachowaniu całej kolonii. Jeśli uda się nam wprowadzić pszczołę zwiadowczynię w stan dezinformujący, mimo iż faktycznie może wskazać miejsce dużych ilości pyłku, spowoduje ona powstrzymanie pracy zbieraczek. Jednocześnie jednak pojedyncze sygnały odwołujące akcję zbierania pochodzące od jednego osobnika „giną” niejako wśród pozostałych sygnałów innych zwiadowczyń.

Wyjaśnianie statystyczne zdaje się pełnić znaczną rolę w procesie symulacji. Wynika to z korzystania z opisu matematycznego, szacowania wyników. Uznawanie go jednak za ostateczne byłoby niesłuszne.

Najmniej problemów budzi wyjaśnianie teleologiczne. Gdy uwzględnimy specyfikę procesów życiowych, ich dynamikę, okaże się iż wyjaśnianie to ma duże znaczenie. Każdy żywy organizm w swym środowisku bierze czynny udział w wyborze najbardziej sprzyjających warunków dla osiągnięcia swych podstawowych celów jak rozmnażanie, przetrwanie, rozwój. Wyjaśnianie to wiąże się ze zrozumieniem pojęcia informacji biologicznej, jej przyjmowaniem, przetwarzaniem, gromadzeniem, wysyłaniem, z uznaniem jej fundamentalnej roli w istnieniu życia biologicznego. Właśnie w procesie symulacji obserwujemy zależność zachowań od stanu „wiedzy”, czyli od stanu posiadanych informacji.

Wyjaśnianie dialektyczne budzić może wątpliwości z racji trudnego do przyjęcia sprzecznego charakteru zjawisk życiowych. Na gruncie filozofii marksistowskiej takie sprzeczności są konsekwencją przyjętego systemu, zaś w tomizmie udaje się ich uniknąć korzystając z teorii hylemorfizmu.

¹² M. Bunge, *dz. cyt.*, 362—363.

¹³ M. Bunge, *dz. cyt.*, 364.

Rozważania nasze skupiliśmy wokół modelu rodziny pszczołej. Wybór taki został podyktowany przede wszystkim jego adekwatnością do rzeczywistości, wiernym odzwierciedleniem ogromnej dynamiki, złożoności pierwowzoru. Można także skorzystać i z innych prób symulacji zjawisk życiowych. Ostatnio coraz częściej porusza się możliwość symulacji bardziej jeszcze złożonych procesów i układów, jak np. mózgu ludzkiego. Wprawdzie procesy myślowe wykraczają, naszym zdaniem, poza poziom informacji biologicznej¹⁴, lecz, aby uzmysłowić sobie stopień skomplikowania procesu tworzenia „białej skrzynki” pracy mózgu odwołajmy się do porównania przytoczonego przez Wł. Kunickiego-Goldfingera¹⁵. Autor ten dokonał zestawienia cech pamięci człowieka z pamięcią maszyny cyfrowej. Mózg gromadzi informacje w sposób analogowy, zależny od czasu, komputer zaś — binarnie, niezależnie od czasu. Mózg przechowuje informacje stopniowo przy małej wydajności pamiętania, komputer — zachowuje zasadę „wszystko, albo nic”, przy bardzo dużej wydajności pamiętania. Pojemność pamięci w mózgu jest zależna od doświadczenia, w komputerze — niezależna od doświadczenia. Odtwarzanie informacji w mózgu jest bardzo silnie uzależnione od kontekstu, w powiązaniu z poprzednim odtwarzaniem, w komputerze nie ma takiego powiązania. Celem pamięci mózgu jest utrzymanie otwartej sieci funkcji, w komputerze — dotyczy zamkniętej sieci funkcji. Czy istnieje więc realna możliwość stworzenia „białej skrzynki” dotyczącej mózgu, co w konsekwencji przyczyniłoby się do wyjaśnienia wielu jeszcze nieznanym nam procesów i stanów?

Ta pobieżna analiza rodzajów wyjaśniania za pomocą stymulacji ukazuje istotne znaczenie wyjaśniania przyczynowego (we wszelkich jego odmianach), a także nieprzyczynowego. Wszelkie te typy wyjaśniania pozwalają nam dotrzeć do odpowiedzi na pytanie: dlaczego?, jak? Dzięki symulacji docieramy do najgłębszych zależności w sferze zjawisk biologicznych.

Modele symulacyjne mają nam pomóc zrozumieć funkcjonowanie całych organizmów, ich fragmentów, całych systemów ekologicznych, zależności zachowania, rozwoju itp. Jest więc też celem symulacji i diagnostyka, prognostyka rozwoju określonej sytuacji w określonych warunkach, w populacjach, a nawet w całym środowisku. Tworzy się zatem modele w celu diagnozowania reakcji systemów biologicznych na warunki planowane przez eksperymentatora.¹⁶

¹⁴A. Latawiec, *Koncepcja informacji biologicznej*, w: *Z zagadnień filozofii przyrodoznawstwa i filozofii przyrody*, t. 5, Warszawa 1983 — na str. 170—185 przedstawiono rodzaje informacji biologicznej, oraz uzasadniono przyczyny, dla których pominięto informację intelektualną (186—187).

¹⁵Wł. Kunicki-Goldfinger, *Szukanie możliwości. Ewolucja jako gra przypadków i ograniczeń*, Warszawa 1989, 234—235.

¹⁶Jak żywy jest problem poznawania, badania zjawisk życiowych można się przekonać z łatwością przeglądając najnowsze publikacje z zakresu biologii. I tak między innymi, zachowaniu motyli został poświęcony artykuł F. J. Odendaala, *Mature Egg Number Influences the Behavior of Female *Battus philenor* Butterflies*, *Journal of Insect Behavior*, 2(1989)1, 15—25 — przeprowadzone i zanalizowane badania, łącznie z szacowaniem błędów dałyby znacznie pełniejszy obraz omawianych zjawisk. Jak wykazano, skonstruowanie „białej skrzynki” byłoby tu celowe. Podobne korzyści mieliby autorzy następujących prac: M. Cobb,

Przegląd proponowanych rodzajów wyjaśniania w świetle procesu symulacji zachowania rodziny pszczelej zdaje się ilustrować wagę tej metody w poznawaniu zjawisk życiowych. Za pomocą „białych skrzynek” możemy otrzymać różnego typu wyjaśnienia na temat zjawisk życiowych badanych pod różnymi aspektami. Problemem szerszym, wykraczającym poza ramy niniejszego omówienia pozostaje pytanie, czy wszystkie procesy życiowe można poddać symulacji?

WŁODZIMIERZ SKOCZNY

ROLA WYJAŚNIANIA STRUKTURALNEGO W NAUCE

1. WPROWADZENIE

W dyskusjach dotyczących struktury logicznej wyjaśniania naukowego główną uwagę skupiano na dedukcyjno-nomologicznym modelu wyjaśniania. Ujęcie takie wydawało się naturalne w okresie dominacji pozytywizmu logicznego, kiedy to metanaukowe opracowania inspirowało przekonanie, iż głównym teoriom naukowym przysługuje pewność. Bezpodstawny charakter tej tezy został przekonująco uzasadniony w fallibilizmie Poppera.

W Popperowskiej teorii nauki, w poznaniu naukowym główną rolę odgrywają niedoskonałe teorie i hipotetyczne wyjaśnienia, które wraz z rozwojem wiedzy poddawane są w sposób metodyczny stopniowym modyfikacjom. W perspektywie wskazanej przez autora *Logiki odkrycia naukowego* istnieją specjalne powody, by zająć się strukturą logiczną wyjaśniania probabilistycznego, w tym również tzw. wyjaśniania strukturalno-hipotetycznego. Niezależnie bowiem od stosunku do konkretnych propozycji metodologicznych Poppera, trzeba przyznać, iż w obecnym etapie refleksji metanaukowej niemożliwa do utrzymania jest przed-Popperowska wizja nauki jako wiedzy pewnej dostarczającej ostatecznych i definitywnych wyjaśnień.

Do wzrostu popularności fallibilistycznej teorii nauki przyczynił się w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych nurt zwany relatywizmem metanaukowym. Wyznaczają go prace Kuhna¹, Toulmina², późnego Feyerabenda³, Laudana⁴. Zakwestionowanie przez Kuhna autonomicznego i obiektywnego rozwoju teorii naukowej, na rzecz niewspółmiernych paradygmatycznych przejść oraz socjologizacji wiedzy, musiało

B. Burnet, R. Blizard, J.-M. Jallon, *Courtship in Drosophila sechellia: Its Structure, Functional Aspects, and Relationship to these of Other Members of the Drosophila melangaster Species Subgroup*, Journal Of Insect Behavior, 2(1989)1, 63—89; K. D. Daddington, *Implications of Variation in Worker Body Size for the Honey Bee Recruitment System*, Journal Of Insect Behavior, 2(1989)1, 91—103; czy też bardziej ogólne rozważania por.: F. Vester, *The Biocybernetic Approach as a Basis for Planning Our Environment*, Systems Practice, 1(1988)4, 399—413.

¹ T. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, Warszawa 1968.

² S. E. Toulmin, *The Philosophy of Science*, New York 1960.

³ P. K. Feyerabend, *Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge*, „Minnesota Studies in Philosophy of Science”, 1970, t. IV.

⁴ L. Laudan, *Progres and Its Problems*, University of California Press 1977.