

Elżbieta Kałuszyńska

Modele zjawisk

Studia Philosophiae Christianae 33/1, 54-61

1997

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.

ELŻBIETA KAŁUSZYŃSKA

MODELE ZJAWISK

Podając zagadnienie roli modeli w naukach empirycznych, należy zachować szczególną ostrożność. Nie dość, że pojęcie modelu „zaleca się” nieprzyzwoitą wręcz wieloznacznością¹ oraz nieostrością, to jeszcze rozważane jest z rozmaitych perspektyw i na wielu różnych płaszczyznach filozoficznego dyskursu. Próba znalezienia w tym wszystkim jakiegoś *genus proximum* i określenia preferowanych *differentia specyfica* jest z góry skazana na niepowodzenie. Bardziej owocne wydaje się wykluczenie pewnych przynajmniej znaczeń i kontekstów, by zawęzić pole badania i uniknąć choćby grubych nieporozumień.

POZAJĘZYKOWE UJĘCIE MODELU

Najpierw wykluczyć chcę tzw. *modele fizyczne*. Nie będzie mnie interesowała sytuacja, gdy jeden obiekt fizyczny czy zjawisko jest modelem innego obiektu czy zjawiska. Również poza obrębem obecnych rozważań pozostaną *modele semantyczne*.

Pojęcie modelu semantycznego, precyzyjne narzędzie metamatematyki, jest — moim zdaniem — mało przydatne w badaniu nauk empirycznych. Wynika to, jak sądzę, z zasadniczej różnicy między przedmiotem badania matematyki — rzeczywistością matematyczną, a rzeczywistością badaną przez nauki empiryczne. Modele semantyczne są pewnymi obiektami teoriomnogościowymi: strukturami relacyjnymi, te zaś stanowią najgłębszą „ontyczną” warstwę matematycznej rzeczywistości i są badane przez wyróżnioną, najbardziej fundamentalną z teorii formalnych, teorię mnogości — „ontologię” rzeczywistości matematycznej. Modele semantyczne teorii empirycznych, traktowanych idealizacyjnie jako systemy formalne, nie są niczym innym, jak również obiektami teoriomnogościowymi.

Filozofowie, stosujący semantyczne narzędzia do badania nauk empirycznych, lokują modele po innej stronie niż teorie, po stronie rzeczywistości: albo po prostu jako jej „fragmenty” czy „aspekty”, albo jako „reprezentacje” tych ostatnich, i dalej się już tym nie zajmują. Opisując sposób odnoszenia się teorii do rzeczywistości jako konfrontację niezinterpretowanych zdań (twierdzeń) z tymi obiektami

¹ L. Apostel [1961] wyróżnia 21 odcieni znaczeniowych, w jakich używany jest termin „model”, zaś Hartmann [1995] twierdzi, że sytuacja jeszcze się pogorszyła w ostatnich trzydziestu latach.

tami teoriomnogościowymi, zakładają, że są one jakoś „dane”. Ale obiekty te istnieją przecież w inny sposób, niż te, do których odnoszą się teorie empiryczne, w inny sposób też są „dane”. Tym, co najbardziej problematyczne i najtrudniejsze do zrozumienia, jest właśnie możliwość uchwycenia rzeczywistości poprzez narzędzia jakimi dysponuje nauka. Założenie „semantyków” jest więc równoznaczne pozostawieniu poza nawiasem tego, co najważniejsze, co najpilniej domaga się wyjaśnienia. Nie będę dalej rozwijać tego tematu, tych kilka uwag przypomni, mam nadzieję, moje stanowisko w tej kwestii, które prezentowałam tu wielokrotnie.

„UŁOMNE” TEORIE

Traktowanie modeli jako tworów językowych natychmiast rodzi problem odróżnienia ich od teorii. Często przyjmuje się, że modele są rodzajem teorii (zwykle gorszym), przy czym motywy odróżniania teorii i modeli są rozmaite, na przykład

1. ilościowe: „Rozgraniczenie między teorią a modelem nie jest zbyt ostre. Ogólnie mówiąc, modele stosują się do pojedynczych zjawisk lub do grupy zjawisk podobnych, teorie zaś dostarczają zwykle modeli różnych, nieraz pozornie dość odległych”. (Kopczyński, Trautman [1981], s. 26).

2. psychologiczne: „...trudno rozgraniczyć znaczenie „modelu” i „teorii”... „model odzwierciedla fakt, że konstrukcja prezentowana przez fizyka nie jest, w jego mniemaniu, „ostatecznym” rozwiązaniem badanego problemu: standardy, jakie spełniać musi teoria, nie koniecznie stosują się do modeli. W pewnym sensie jest bezpieczniej – jeśli ktoś jest sceptyczny względem produktów własnego umysłu – nazywać uzyskany wynik modelem.” (Hartman [1995], s. 52).

3. epistemiczne: „...teoria jest zbiorem literalnie rozumianych zdań, mających na celu opisanie poprawnie, tj. prawdziwie, zachowania się pewnego systemu fizycznego X... [g]dy teoretyczny model M jest używany w celu dostarczenia zbioru założeń o fizycznym systemie X, nikt nie spodziewa się, że M jest literalnym opisem X... różnica wynika z odmiennych epistemicznych oczekiwań w stosunku do nich”. (Psillos [1995], s. 114, 115).

Powyższe fragmenty wskazują na nieco odmienne znaczenia terminu „model”, choć wszystkie ujmują modele językowo; wszystkie też, niestety, charakteryzują to pojęcie tak nieostro, że nie bardzo wiadomo, jak można je stosować w sensownych analizach struktury nauki. Trudno też zrozumieć czemu podkreśla się tak znaczącą rolę modeli w nauce. Ostatnio *fanem* modeli jest też N. Cartwright [1995]. Z dawnych poglądów [1983] pozostała jej głównie zapiekła niechęć

do „teorii fundamentalnych”, do „abstrakcyjnych praw matematycznej fizyki”, porzuciła jakby fenomenologiczne prawa i teraz: [t]here are only things and the real ways they behave.

And these are represented by models, models constructed with aid all the knowledge and technique and tricks and devices we have. [1955], s. 140). Nie bardzo tylko wiadomo, co rozumie ona przez model. Chyba już nie *specially prepared, usually fictional* [1983] s. 152) opis badanego systemu. Wszystko zdaje się wskazywać na to, że jednak jakąś językową reprezentację, i nie zgadza się jedynie na takie ujęcie relacji między teorią i modelem, zgodnie z którym: [t]heories have a belly-full of tiny already-formed models buried within them. It takes only the midwife of deduction to bring them forth ([1995], s. 139). Zarazem jednak zauważa, że *semantic view* odbywa się nawet bez położnej, bowiem teorie są *collections of models*, tak jakby nie widziała różnicy między modelem semantycznym a modelem-opisem. Nie jest też jasne, jakie relacje wiążą teorie z modelami. Może dlatego, że Cartwright interesuje głównie, jeśli nie jedynie, proces tworzenia modeli, ale czasem odnosi się wrażenie, że traktuje ona budowanie „teorii fundamentalnych” jako działalność pozbawioną jakiegokolwiek znaczenia, może nawet szkodliwą, bo przysłaniającą dokonania empiryków. Chciałoby się przypomnieć jej uwagę Feynmana, że nie ma nic praktyczniejszego nad dobrą teorię.

W moim rozumieniu pojęcia *teorii i modelu* nie są stałymi kwalifikacjami określonych struktur teoretycznych (zbiorów zdań merytorycznie i formalnie ze sobą związanych). Pewne teorie, wchodząc w skład obszerniejszych struktur, zaczynają pełnić rolę modeli. Inaczej jednak niż Cartwright nie interesują mnie (na razie) procesy formowania modeli. Próbuje zrekonstruować statyczną strukturę nauki, pozostać przy kontekście uzasadniania tak długo, jak to tylko jest możliwe. Nie znaczy to, że kontekst odkrycia uważam za mniej ważny. Chcę tylko sprawdzić, czy rzeczywiście teoria nauki (nauki-wytworu, wiedzy naukowej, a nie nauki-procesu) nie jest możliwa bez uwzględniania kontekstu odkrycia; tak jak nie jest możliwe opisanie rozwoju nauki bez uwzględnienia procesów zdobywania wiedzy.

POZNAWANIE RZECZYWISTOŚCI

Przypomnę, że moim zdaniem, zdobywanie wiedzy o rzeczywistości sprowadza się do poznawania zjawisk. Wiąże się to z pojmowaniem rzeczywistości jako potencjalności, dyspozycyjności do pewnych zachowań, które mogą się ujawnić tylko w określonych warunkach. Ponieważ zaś przez zjawisko rozumiem tendencję pew-

nych obiektów do zachowania się w sposób wykazujący regularność, zjawiska traktuję jako przejaw możliwości tkwiących w rzeczywistości. Nawet jeśli można w pewnych przypadkach zasadnie mówić o kreowaniu, a nie tylko odkrywaniu zjawisk, to tworząc zjawiska odkrywamy rzeczywistość; pozwalamy jej ujawnić nowe (czy tylko dla nas?) właściwości.

Za takim ujmowaniem rzeczywistości zdaje się przemawiać współczesna fizyka, zwłaszcza mechanika kwantowa. Funkcja stanu – „punkt” w wektorowej przestrzeni Hilberta, zawiera, jak można przypuszczać (zasadność tego przypuszczenia ugruntowują doświadczenia Aspecta²), pełną informację o danym obiekcie (układzie) kwantowym, na przykład o parze fotonów, o których mówi paradoks Einsteina, Podolsky'ego, Rosena. Informacja ta jednak nie jest nam dostępna³. To, czym jest i jakie posiada własności obiekt kwantowy poza sytuacją pomiarową, pozostaje wielką niewiadomą, również dlatego, że nie przeczuwamy nawet pojęć, jakimi możnaby go opisywać. Jedynie sytuacja pomiarowa stwarza możliwość ujawnienia się pewnych rysów rzeczywistości. Regularność wyników pomiarów i ich zgodność z przewidywaniami teorii (uzyskiwanymi poprzez „działanie” odpowiednimi operatorami na funkcję stanu związaną z danym obiektem kwantowym) pozwala mówić o określonych zjawiskach kwantowych.

Poznanie rzeczywistości (poprzez badanie zjawisk) odbywa się, co jest oczywiste, i na płaszczyźnie empirycznej i teoretycznej. Choć w badaniu tym wykorzystywane są „wszystkie triki, przyrządy, techniki” i cała dostępna wiedza, w tym wiedza niezwerbalizowana czy wręcz niewerbalizowalna (*tacit knowledge*), to zasadniczy trzon wiedzy naukowej zawierają teorie⁴. Konfrontacja teorii z rzeczywistością jest możliwa poprzez budowanie na gruncie teorii modeli zjawisk.

Próbę sprecyzowania pojęcia *modelu zjawiska* zaczniemy od pojęcia opisu. *Opis zjawiska P* jest zbiorem (Dp) rozstrzygalnych zdań (języka L^D) wskazujących typ obiektów, w których zachowaniu przejawia się prawidłowość, oraz wyrażających samą tę prawidłowość. Opis zjawiska, inaczej niż *raport* z jego przebiegu w konkretnym miejscu, czasie i na konkretnym przedmiocie, ma walor ściślejszy

² Por. np. Heller [1994].

³ Jeszcze raz znajduje potwierdzenie (i na nowo zdumiewa swą trafnością) przeświadczenie Hertza, że „równania są mądrzejsze niż ci, którzy je napisali”.

⁴ Teza ta wydaje się oczywista. Nie wiem jednak jak należałoby jej bronić, gdyby ktoś – a znalazłoby się zapewne wielu takich – poddawał ją w wątpliwość. Jest tu pewne wartościowanie („zasadniczy”), które może być uzasadniane chyba tylko poprzez wskazanie roli teorii, czy też roli dążenia do budowania teorii, w rozwoju nauki.

ogólności. Nie znaczy to, że tworzące go zdania są zbudowane przy użyciu kwantyfikatorów. Ogólność ta wynika raczej ze specyfiki obiektów opisywanych przez naukę. Zgodnie z intuicjami, jakim dawałam wyraz w książce *Modele teorii empirycznych* twierdzenia nauki dotyczą obiektów abstrakcyjnych, typów idealnych. Konkretnie przedmioty „przystają” do nich lepiej lub gorzej, również w zależności od tego, w jakich znajdują się warunkach. Takie traktowanie obiektów opisywanych przez naukę jest spójne z traktowaniem zjawisk jako tendencji.

Pojęcie rozstrzygalności, pojawiające się w charakterystyce opisu zjawiska, ma tu istotne znaczenie. Wrócimy jeszcze do tej kwestii. *Modelem* zjawiska P w teorii T jest najmniejszy zbiór zdań M^T_P taki, że

1. M^T_P zawiera pewne twierdzenia teorii T oraz sformułowane w języku teorii L^T warunki umożliwiające stosowanie tych twierdzeń do badanego zjawiska;

2. korzystając ze środków dowodowych danej teorii można wyprowadzić *teoretyczny opis zjawiska* D^T_P

Model zjawiska M^T_P jest *adekwatny*, jeśli teoretyczny opis zjawiska (D^T_P) jest *merytorycznie równoważny* opisowi zjawiska (D_P), co znaczy, że (i) jest opisem zjawiska P, a nadto (ii) opisuje przebieg zjawiska tak samo (z dokładnością do różnic w sposobie wyrażenia i/lub do niepewności pomiarowej), jak D_P .

Zjawisko wyrównywania temperatur w przypadku zetknięcia ciał o różnej temperaturze jest opisywane w języku, w którym temperatura definiowana jest operacyjnie poprzez odpowiednie procedury pomiarowe. Teoretyczny opis tego zjawiska w termodynamice posługuje się pojęciem temperatury rozumianym jako średnia energia kinetyczna molekuł tworzących stykające się ciała. To drugie, teoretyczne pojęcie temperatury nie może być operacyjnie zdefiniowane. Mimo to oba opisy są merytorycznie równoważne, jeśli prowadzą do takich samych konkluzji, choć w jednym przypadku będzie się mówić o identycznych wskazaniach termometru, a w drugim, o takiej samej średniej energii kinetycznej.

Jeśli spełnione są powyższe warunki (i) (ii), to opis zjawiska D_P wolno uznać za przekład opisu teoretycznego na język opisu L^D . Naturalnie przekład ten nie musi (choć może) być literalny. Wtedy definicja modelu adekwatnego wyraża podobne intuicje jak Tarskiego konwencja T, ponieważ D_P jest interpretacją (przekładem) D^T_P w języku L^D , a nadto zdania opisu D_P są rozstrzygalne.

PROBLEM ROZSTRZYGALNOŚCI

O języku opisu L^D możemy myśleć jako o języku empirii, którego terminy zdefiniowane są operacyjnie (oczywiście, nie w sensie ortodoksyjnego, Bridgmanowskiego operacjonizmu). W tym przypadku rozstrzygalność jest *rozstrzygalnością empiryczną*, tj. o wartości logicznej zdań opisu decydują wyniki obserwacji czy eksperymentu. Rozstrzygalność empiryczna jest nadto *praktyczną rozstrzygalnością* w tym sensie, że jedynie specjaliści z danej dziedziny wiedzy potrafią określić, czy dane obserwacje lub eksperymenty stanowią wystarczającą podstawę do ustalenia wartości logicznej *ściśle ogólnych* zdań składających się na opis zjawiska D_p . Ten sposób rozstrzygania nie ma wiele wspólnego ze schematami indukcji, zwłaszcza indukcji enumeracyjnej. Zgodny jest raczej z obserwacją Cartwright ([1989], s. 6): *Przyrządy pomiarowe posiadają ten szczególny rodzaj zdolności do odczytywania natury. Jeśli przyrząd pomiarowy działa rzeczywiście zgodnie z tymi zasadami, na których, jak sądzimy, działanie jego jest oparte, i jeśli działa właściwie, i jeśli poprawnie odczytujemy jego wskazania, wówczas, używając go, wiemy czego się dowiadujemy.*

Wnioskowanie prowadzące do ustalenia wartości logicznej zdania $\forall x\alpha(x)$ przebiega wedle schematu, będącego odmianą indukcji eliminacyjnej:

Przesłanki:

- I. x jest szczególnym przypadkiem zjawiska P ;
- II. Założenie o jednorodności: $\forall x\alpha(x)$ lub $\forall x\neg\alpha(x)$;
- III. Wynik pomiaru lub obserwacji: $\alpha(\alpha)$ (lub $\neg\alpha(\alpha)$);
- IV. Założenie o poprawności procedur empirycznych;

Wniosek:

$\forall x\alpha(x)$ (lub $\forall x\neg\alpha(x)$).

Dziedzinę empirii wolno więc uznać za obszar, w którym możliwa jest *final truth of the matter*. Nie w sensie absolutnym, oczywiście. Ale tylko traktując rzecz abstrakcyjnie, ahistorycznie, można ulec żelaznej logice tezy Duhema-Quine'a, tak się nie dzieje w nauce. Hacking ([1983], s. 251) przytaczając dzieje wyznaczania ciężaru atomowego chloru (który zgodnie z hipotezą Prouta winien wynosić 36, podczas gdy stale uzyskiwano wynik 35,5) zdecydowanie stwierdza: *There was no way to save the hypothesis by hoping for better chemical purification, and that was that.* W danym momencie historycznym rzeczywistość empiryczna jest dana, realna tak, jak rzeczywistość potocznego doświadczenia.

Wskazana możliwość nie jest jednak jedyną. Równie często mamy do czynienia z sytuacją, gdy w teorii ogólniejszej budujemy modele zjawisk opisywanych przez teorię bardziej szczegółową. Wiąże się to

z różnym stopaniem ogólności opisywanych przez te teorie zjawisk. Zarówno swobodny spadek ciał niepodpartych, jak i ruch planet wokół gwiazdy, są szczególnymi przypadkami ruchu ciał sztywnych pod działaniem sił centralnych. Toteż na gruncie Newtonowskiej mechaniki można budować modele obu tych mniej ogólnych zjawisk. Natomiast Newtonowska mechanika jest modelowana w ramach teorii względności i traktowana jako opis zjawiska ruchu ciał poruszających się z prędkościami dużo mniejszymi niż prędkość światła.

W przypadku gdy istniejąca teoria (T^M) traktowana jest jako opis pewnego zjawiska (czy klasy zjawisk) ($T^M = D_P$) i modelowana jest przez teorię ogólniejszą (T^G), rozstrzygalność zdań tego opisu jest *rozstrzygalnością teoretyczną*, tj. za prawdziwe uznaje się twierdzenie teorii T^M . Model zjawiska P budowany na gruncie teorii T^G jest więc adekwatny, gdy $D_{T^G}^P$ jest merytorycznie równoważny $T^M = D_P$ ⁵.

Proces ten zresztą może być wielostopniowy. Można go uznać za zakończony, gdy „zstępując po” teoriach o coraz mniejszej ogólności dotrzemy do poziomu rozstrzygalności empirycznej – jest to, jak panujemy, dziedzina *final truth of the matter* – albo do poziomu teorii zamkniętej. W tym drugim przypadku mamy do czynienia z sytuacją, gdy określenie na gruncie teorii ogólniejszej (T^G) zjawiska opisywanego przez modelowaną teorię (T^M), jako szczególnego przypadku zjawiska ogólniejszego, ustala zarazem zakres stosowności teorii modelowanej. Staje się ona *teorią zamkniętą* w sensie Heisenberga i prawdziwość jej twierdzeń nabiera konwencjonalnego charakteru; jest prawdziwością definicji. I tu więc możemy mówić o pewnym rodzaju *final truth of the matter*.

L. Apostel, Formal study od models, w: H. Freudenthal (ed.), *The Concept and the Rôle of the model in Mathematics and Natural and Social Sciences*, D. Reidel, Do drecht 1961, s. 163-177.

N. Cartwright, *How the Laws of Physics Lie*, Clarendon Press 1983.

N. Cartwright, T. Shomar, M. Suárez, *The Tool Box of Science, w: Theories and Model in Scientific Processes*, W. E. Herfel et al. (ed.), Rodopi, Amsterdam-Atlanta 1995, s. 137-149.

N. Cartwright, *Nature's Capacities and Their Measurement*, Clarendon Press 1989.

I. Hacking, *Representing and Intervening*, Cambridge Univ. Press, 1983.

⁵ Jeśli oprócz wspomnianej merytorycznej równoważności opisów, istnieje formalna równoważność, tj. $D_{T^G}^P = T^M$, o samej teorii T^M mówi się często, że jest modelem zjawiska P.

S. Hartman, Models as a Tool for Theory Construction; w: *Theories and Models in Scientific Processes*, W.E. Herfel et al. (ed.), Rodopi, Amsterdam-Atlanta 1995.

M. Heller, *Wszechświat u schyłku stulecia*, Znak, Kraków 1994.

W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja* PWN, Warszawa 1981.

S. Psillos, The Cognitive Interplay Between Theories and Models: the Case of 19th Century Optics; w: *Theories and Models in Scientific Processes*, W.E. Herfel et al. (ed.) Rodopi, Amsterdam-Atlanta 1995 105-131.

PAWEŁ ZEIDLER

O MODELACH TEORETYCZNYCH UKŁADÓW EMPIRYCZNYCH W KONTEKŚCIE SPORÓW O TEORIĘ REPREZENTACJI

WSTĘP

Modele teoretyczne obiektów i zjawisk empirycznych pełnią w nauce różne funkcje. Za jedną z podstawowych uchodzi reprezentowanie. Choć w filozofii nauki „teorię reprezentacji” dyskutuje się najczęściej w odniesieniu do twierdzeń i teorii naukowych, to niewątpliwie należy uznać za rozpowszechnioną opinię, iż „Model pełniąc funkcję pewnego obrazu układu fizycznego bądź zjawiska poprzez odwołanie się ku dobrze nam znanym elementom teorii wytwarza pewną całościową jednostkę pojęciową, za pomocą której możemy wybrany fragment rzeczywistości opisywać. Właśnie modele bardziej niż formalna struktura teorii i wyniki eksperymentów [...], są traktowane w nauce jako to, co określa bezpośrednie przedstawienie” [M. Grabowski, *Elementy...*; 43].

We współczesnej antyfundamentalistycznej filozofii nauki sformułowano szereg argumentów poddających w wątpliwość możliwość pełnienia przez wytwory poznania naukowego (w tym modele teoretyczne) funkcji reprezentacji. Stanowisko to pozostaje w konflikcie z przekonaniem wyrażanym przez samych naukowców, którzy na ogół ściśle wiążą przewidystyczne i eksplanacyjne funkcje modeli z ich funkcją przedstawiania rzeczywistych układów empirycznych. Dla filozofa nauki, który sympatyzuje z opcją antyfundamentalistyczną, powstaje więc problem: jak wyłumaczyć pełnienie przez modele teoretyczne funkcji przewidystycznej i eksplanacyjnej odwołując im jednocześnie funkcji reprezentowania, przynajmniej w klasycznym sensie tego terminu?