

Paweł Zeidler

Status poznawczy modeli teoretycznych

Filozofia Nauki 4/3, 73-86

1996

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.

Paweł Zeidler

Status poznawczy modeli teoretycznych

1. Wstęp

Modele teoretyczne obiektów i zjawisk empirycznych pełnią w nauce różne funkcje. Za jedną z podstawowych uchodzi funkcja reprezentowania. Jednakże możliwość pełnienia tej funkcji przez wytwory pracy badawczej uczonych jest ostatnio poddawana krytyce. Spory o reprezentację wiążą się ściśle z kontrowersją: realizm-antyrealizm. W odniesieniu do modeli teoretycznych tradycyjny spór przebiegał między zwolennikami realistycznej i konstruktywistycznej interpretacji ich statusu epistemologicznego. We współczesnej filozofii nauki wytwórczy charakter procesu modelowania teoretycznego w naukach empirycznych nie jest podawany w wątpliwość. Jednakże nie przesądza on jeszcze wyłącznie instrumentalnej funkcji modeli teoretycznych. Realistyczne względnie antyrealistyczne oblicze różnych wersji konstruktywizmu zależy w znacznym stopniu od sposobu eksplikacji samego zagadnienia reprezentacji.

Zajęcie stanowiska w sporze o status poznawczy modeli teoretycznych będzie wymagało dokonania odpowiednich rozróżnień terminologicznych. Permanentna wieloznaczność pojęć w nim używanych nie tylko utrudnia racjonalne prowadzenie samego sporu, ale również uniemożliwia w miarę adekwatny opis praktyki badawczej uczonych, a właśnie analiza tej ostatniej może dostarczyć istotnych argumentów przemawiających za przyjęciem określonego stanowiska.

Naszym celem jest podanie argumentacji, podważającej możliwość pełnienia przez modele teoretyczne tradycyjnie rozumianej funkcji reprezentacji, a także zarysowanie pewnej wersji antyrealistycznie rozumianego konstruktywizmu. Chodzi również o wykazanie, że powyższa interpretacja statusu poznawczego modeli teoretycznych nie utrudnia wyjaśnienia roli, jaką pełnią one w codziennej praktyce badawczej uczonych.

2. Pojęcie układu empirycznego jako przedmiotu modelowania teoretycznego

W kontekście prowadzonych tu rozważań przez „model teoretyczny” będziemy rozumieli model teoretyczny układu empirycznego. Zgodnie z przyjętymi w metodologii formalnej nauk empirycznych definicjami, układem empirycznym może być zarówno obiekt empiryczny, jak i zjawisko empiryczne. Modele teoretyczne mogą być budowane dla konkretnych, jednostkowych układów empirycznych, a także dla określonych typów układów empirycznych. Układami empirycznymi są np.: czasoprzestrzeń fizyczna, plazma, atom wodoru, cząsteczka DNA. Z perspektywy procesu modelowania teoretycznego nie ma różnicy między zjawiskiem a obiektem empirycznym. Model obiektu empirycznego jest bowiem zawsze modelem pewnej zależności, wyrażającej zjawisko empiryczne — i odwrotnie [26, s. 394].

Badane w nauce układy empiryczne nie są dane w sposób bezpośredni, chociaż jeśli mamy do czynienia z obiektami makroskopowymi, to możemy ulegać takiemu złudzeniu. Układy empiryczne występują w postaci skonceptualizowanej, co znaczy, że podaje się zbiory punktów pomiarowych oraz zestawy wielkości («zmiennych»), za pomocą których bada się konkretne układy. Uzyskiwane z pomiarów ciągi wymiarowych wartości tych wielkości mogą stanowić podstawę ustalania adekwatności empirycznej, względnie stopnia empirycznego potwierdzenia modeli teoretycznych. Konceptualizacje tworzące układy empiryczne (przedmioty badań) posiadają charakter teoretyczny, co jest szczególnie widoczne, kiedy mamy do czynienia z układami nieobserwowalnymi w sposób bezpośredni. Intencjonalnie ten sam przedmiot badań może być konceptualizowany na różne sposoby.¹ Poszczególne konceptualizacje mogą się różnić zarówno teoriami, na podstawie których są dokonywane, jak i wyborem zbiorów punktów pomiarowych oraz «zmiennymi» konstytuującymi daną konceptualizację. Z czysto formalnego punktu widzenia różne konceptualizacje, intencjonalnie tego samego przedmiotu badań, są odmiennymi układami empirycznymi. Skonceptualizowane układy empiryczne stanowią podstawę weryfikacji modeli teoretycznych, chociaż te ostatnie mogą być konstruowane — zanim układ empiryczny zostanie skonceptualizowany.

3. O różnych sensach terminu „reprezentacja”

Rozważania prowadzone w filozofii nauki nad zagadnieniem reprezentacji koncentrują się zazwyczaj na analizie układu: obiekt reprezentowany - funkcja reprezentowana - obiekt reprezentujący. Układ ten generuje trzy grupy problemów. Pierwsza wiąże się z określeniem statusu ontologicznego obiektu reprezentującego, druga dotyczy natury (charakteru) obiektu reprezentującego, a trzecia określenia relacji reprezentowania. Wieloznaczność terminów „reprezentacja” i „reprezentować” jest związana przede

¹Zagadnienie konceptualizacji układów empirycznych omówił szczegółowo R. Wójcicki w [23, s. 35-46].

wszystkim z kłopotami z określeniem relacji reprezentowania. Zauważmy, że zwrot „reprezentować” może być użyty w takim sensie, w jakim mówimy, że obraz malarza realisty przedstawia (reprezentuje) namalowany przez niego krajobraz, względnie w takim znaczeniu, w jakim adwokat reprezentuje swojego klienta.² Te dwa sposoby rozumienia terminu „reprezentacja” są ustawicznie ze sobą mieszane. Istnieje jednak między nimi istotna różnica. Reprezentacja w pierwszym sensie zakłada podobieństwo strukturalne między obiektami: reprezentowanym i reprezentującym. Natomiast w drugim ze wskazanych znaczeń tego terminu przyjmuje się, iż obiekt reprezentujący jest jedynie nośnikiem pewnych informacji o obiekcie reprezentowanym i dlatego nie może występować w roli jego obrazu.

W dyskusjach nad zagadnieniem reprezentacji zakładano przede wszystkim pierwszy sposób rozumienia tego terminu. Wielu filozofów uważa bowiem, że tylko tak pojęta reprezentacja może pełnić funkcje poznawcze. W filozofii analitycznej zagadnienie reprezentacji było i jest ujmowane w kontekście stosunku języka do rzeczywistości pozajęzykowej. L. Wittgenstein, rozważając w *Traktacie logiczno-filozoficznym* stosunek myśli do świata, zinterpretował go jako stosunek języka do rzeczywistości w nim przedstawionej. Jak wiadomo, ontologia *Traktatu* jest ontologią faktów, a myśl wyrażona w języku obrazuje fakt. Język odwzorowuje logiczną formę rzeczywistości; zdania sensowne odwzorowują stany rzeczy — są ich obrazami. Zarówno powyższy model lingwistyczny, wyjaśniający możliwość poznania, jak i jego wcześniejszy kartezjański odpowiednik, są poddawane krytyce przez współczesny antyfundamentalizm filozoficzny.³ Naszym celem jest ustalenie, w jakim stopniu powyższa krytyka odnosi się do relacji reprezentowania, zachodzącej między układem empirycznym a modelem teoretycznym, jeśli założy się, że ten drugi jest, w jakimś sensie, obrazem tego pierwszego.

4. Modele teoretyczne jako reprezentacje układów empirycznych

Dotychczasowe rozważania określiły już podstawowy kontekst, w którym posługujemy się w tej pracy pojęciem „modelu teoretycznego”. Mówiąc o modelach teoretycznych układów empirycznych zawężamy w sposób istotny obszerny zbiór znaczeń, które terminowi „model teoretyczny” są przypisywane w rozważaniach z zakresu metodologii i filozofii nauk empirycznych. W szczególności nie interesuje nas pojęcie „modelu”, rozumianego jako interpretacja semantyczna teorii empirycznej.

Mówiąc o modelach teoretycznych będziemy mieli na myśli systemy abstrakcyjne. Zaliczymy do nich przede wszystkim modele matematyczne układów empirycznych. Będą to więc np. układy równań wraz z podanymi warunkami ich rozwiązywalności.

²Na powyższą dwuznaczność zwrócili uwagę między innymi R. Giere [8, s. 116] i R.I.H. Hughes [14, s. 138].

³Współczesny antyfundamentalizm filozoficzny reprezentowany jest przez dwa nurty: neopragmatyzm amerykański i postmodernizm, a głównych argumentów wymierzonych w «klasycznie» pojętą reprezentację dostarczyli W.v.O. Quine, H. Putnam i R. Rorty. Zob. na ten temat [16, s. 12-21] i [28].

Modele takie budowane są na gruncie teorii empirycznych, które umożliwiają empiryczną interpretację budowanych modeli. W ten sposób wyraźnie odróżniamy — utożsamiane w niektórych kontekstach — pojęcia „modelu teoretycznego” i „teorii”. Rozróżnienie to jest istotne chociażby dlatego, że w naukach empirycznych buduje się często modele na gruncie kilku — niekiedy niezgodnych ze sobą — teorii. Zdarza się jednak, że utworzenie modelu zbiega się w czasie ze sformulowaniem teorii. Np. model atomu wodoru Bohra został zbudowany na podstawie klasycznej mechaniki i elektrodynamiki wraz z niezgodnymi z nimi dwoma założeniami, mówiącymi o skwantowaniu energii i momentu pędu. Model ten ukonstytuował tzw. starą teorię kwantów. Jednakże przy założeniu, że model jest tworzony a nie odkrywany, ustalenie zaplecza teoretycznego, na podstawie którego został on skonstruowany, nabiera istotnego znaczenia.

Ponieważ w naukach empirycznych wykorzystuje się często metody semiempiryczne (np. w molekularnej mechanice kwantowej), modele, których pewne elementy wyznaczone są za pomocą metod eksperymentalnych, również zaliczymy do modeli teoretycznych. Jest to uzasadnione tym, że eksperymentalne wyznaczenie wartości odpowiednich wielkości zakłada na ogół przyjęcie określonych założeń teoretycznych. Do modeli teoretycznych zaliczymy również graficzne przedstawienia pewnych aspektów układów empirycznych, posiadające sens empiryczny na gruncie odpowiednich teorii — np. wzory strukturalne cząsteczek związków chemicznych.⁴ Powyższy opis interesującego nas zakresu terminu „model teoretyczny” oddaje przynajmniej część intuicji, jakie wiążą z tym terminem sami uczeni. Między tak rozumianymi modelami teoretycznymi a układami empirycznymi postuje się zachodzenie relacji reprezentowania w najogólniejszym sensie tego terminu: zgodnie z tym sensem, reprezentowanie to przyporządkowanie dane pewną regułą [27, s. 29], a „podać model x -a” to tyle, co „podać sposób jego reprezentowania” [12, s. 105].

Modele teoretyczne mają — zgodnie z zamierzeniami ich twórców — opisywać układy empiryczne, przedstawiając ich wewnętrzne elementy oraz strukturę, względnie wskazywać na charakterystyczne własności modelowanych układów. Traktuje się je zazwyczaj jako wygodne przybliżenia, służące określonym celom poznawczym. Podamy dalej dwie definicje modeli teoretycznych, które odróżniają przypisywaną im funkcję obrazowania (reprezentowania w pierwszym sensie) od funkcji informacyjnej (reprezentowania w drugim sensie).

Modele teoretyczne, mające reprezentować w pierwszym sensie, będziemy nazywali „modelami strukturalnymi”, a modele reprezentujące w drugim sensie — „modelami informacyjnymi”. Modele strukturalne charakteryzuje podobieństwo do modelowanych układów empirycznych. Relacja podobieństwa może być homomorfizmem względnie izomorfizmem. Zachodzenie jednej z tych relacji ma umożliwiać poznanie struktury

⁴Również modele materialne, które przy założeniu odpowiednich teorii mają przedstawiać układy empiryczne, można zaliczyć do modeli teoretycznych (por. np.: wykonane z prętów i kul modele struktur związków chemicznych).

układu empirycznego poprzez badanie struktury modelu. Natomiast „modelem informacyjnym układu empirycznego” nazywamy taki model, który dostarcza informacji (przede wszystkim liczbowych) o układzie, lecz nie pozostaje w stosunku podobieństwa do jego struktury.⁵

Strukturalne oraz informacyjne modele teoretyczne podpadają pod pojęcie „modelu deskrypcyjnego”, podane przez R. Wójcickiego [24, s. 76-85].⁶ Istotnym elementem definicji modelu deskrypcyjnego jest funkcja kodu interpretacyjnego, która ma umożliwić przekład dowolnego zdania dotyczącego modelu — na zdanie o modelowanym układzie empirycznym. Jeśli model deskrypcyjny miałby być modelem strukturalnym układu empirycznego, to funkcja kodu interpretacyjnego musiałaby zapewnić zachodzenie między nimi relacji homomorfizmu bądź izomorfizmu. Jeśli model deskrypcyjny miałby pełnić funkcję informacyjną, to funkcja kodu interpretacyjnego musiałaby ustalić korelację pomiędzy odpowiednimi elementami modelu i układu empirycznego, a dokładniej — jego skonceptualizowanej postaci.

Wprowadzone powyżej rozróżnienia pozwolą na scharakteryzowanie podstawowych stanowisk zajmowanych w sporze o status poznawczy modeli teoretycznych.

5. Konstruktywizm realistyczny i antyrealistyczny

Zagadnienie statusu epistemologicznego modeli teoretycznych stanowi ważną część składową dyskusji między realistami a instrumentalistami. Dyskusja ta może być prowadzona przy takich założeniach, które pozwalają abstrahować od stanowiska zajętego w sprawie pełnienia funkcji reprezentowania przez wytwory pracy badawczej uczonych. Natomiast określenie statusu epistemologicznego modeli teoretycznych wymaga zajęcia stanowiska w sporze o status poznawczy teorii naukowych. Zazwyczaj w sporze tym wyróżnia się cztery podstawowe typy stanowisk: realizm naiwny, pozytywizm, instrumentalizm i realizm krytyczny [3, s. 48-53].⁷

W odniesieniu do statusu poznawczego modeli teoretycznych realizm naiwny zakładał, iż stanowią one wierne kopie — «obrazy rzeczywistości» — które w trakcie procesu badawczego są odkrywane, a nie konstruowane, przez podmiot poznający. Natomiast zwolennicy klasycznego pozytywizmu odmawiali modelom teoretycznym pełnienia jakiegokolwiek istotnej roli w nauce.⁸ Oba stanowiska można już uznać za

⁵ Powyższe określenia stanowią modyfikacje odpowiednich definicji podanych przez S. Pabisa [20, s. 76 i s. 82].

⁶ Szczegółowa analiza i krytyka realistycznych założeń definicji modelu deskrypcyjnego R. Wójcickiego zawarta jest w pracach [27] i [30].

⁷ Wyróżnione typy stanowisk w sporze o status poznawczy teorii oddają, w miarę adekwatnie, stan tego sporu do połowy lat sześćdziesiątych XX wieku.

⁸ Mówimy tutaj o «klasycznym» pozytywizmie, gdyż współcześni przedstawiciele tej orientacji, do której zalicza się np. B.C. van Fraassena, przypisują modelom teoretycznym pełnienie ważnych, choć nie związanych z poznawaniem funkcji w rozwoju nauki.

«przezwyćzione» i nie ma powodu przytaczać — dobrze znanej — argumentacji, która przyczyniła się do ich odrzucenia.

Współcześnie nie podważa się przekonania, że modele teoretyczne są konstrukcjami tworzonymi przez uczonych w różnych celach. Jednakże zajęcie konstruktywistycznego stanowiska w odniesieniu do modeli teoretycznych nie musi — jak kiedyś sądzono — implikować postawy instrumentalistycznej. Współczesny konstruktywizm występuje w wielu wersjach. Niewątpliwie, znaczny wpływ na ich wyodrębnienie się miało sformułowanie przez B.C. van Fraassena antyrealistycznego stanowiska konstruktywnego empiryzmu [21]. Natomiast najbardziej znana realistyczna interpretacja konstruktywizmu została podana przez R. Gierego [7].

W celu scharakteryzowania podstawowych wersji stanowiska konstruktywistycznego posłużymy się — wprowadzonymi w paragrafach 3. i 4. — różniczeniami pojęciowymi, dotyczącymi zarówno modeli teoretycznych, jak i funkcji reprezentowania.

R. Giere uważa, iż w sporze o status poznawczy modeli teoretycznych nie sposób zajmować stanowiska neutralnego, gdyż nie można zrozumieć nauki bez rozstrzygnięcia, czy może ona dostarczać adekwatnych reprezentacji świata. Neutralność jest więc równoznaczna — jego zdaniem — z przyjęciem postawy nierealistycznej [4, s. 169]. Skrajny realizm konstruktywny zakłada natomiast, że modele teoretyczne reprezentują układy empiryczne w pierwszym sensie. Są więc modelami strukturalnymi, a relacja podobieństwa między nimi zachodzi ze względu na wszystkie znane ich własności i relacje. R. Giere odrzuca takie stanowisko. Stawia natomiast następującą hipotezę teoretyczną: rzeczywisty system jest podobny do proponowanego modelu pod określonymi względami i w określonym stopniu [7 s. 80]. Jako zwolennik umiarkowanego realizmu konstruktywnego twierdzi, że relacja podobieństwa musi zachodzić tylko pod określonymi, wybranymi względami. Budowane modele są więc modelami strukturalnymi, które zachowują tylko niektóre własności i relacje układu empirycznego. Modele teoretyczne są więc uznawane przez niego za «niedomiarowe» reprezentacje w pierwszym sensie. Zdarza się również, że są one «nadmiarowe», gdyż w modelach mogą występować elementy, które nie posiadają swoich odpowiedników w układach empirycznych — np. czynnik fazowy w funkcjach falowych, występujący w modelach budowanych na gruncie mechaniki kwantowej lub część urojona liczb zespolonych, występująca w modelach konstruowanych na gruncie teorii elektromagnetyzmu.

Teoretyczną hipotezę postawioną przez R. Gierego może również zaakceptować zwolennik konstruktywnego empiryzmu. Autor *The Scientific Image* nie odrzuca bowiem możliwości zachodzenia podobieństwa modelu teoretycznego do układu empirycznego. Twierdzi jedynie, że nie jest uprawnione jego stwierdzenie w odniesieniu do tej części modelu, która dotyczy nieobserwowalnych — w jego rozumieniu tego terminu — obiektów i własności. Natomiast podobieństwo może zachodzić między empiryczną podstrukturą modelu i obserwowalnymi aspektami modelowanego układu. Całe modele teoretyczne mogą być jedynie adekwatne empirycznie. Za przyjęciem powyższego

stanowiska przemawia, zdaniem B.C. van Fraassena, fakt występowania teorii równoważnych empirycznie, lecz różniących się pod względem postulowanej ontologii oraz — wyznawana przez niego — zasada minimalizowania założeń, zastosowana do rozstrzygnięcia problemów ontologicznych i epistemologicznych.⁹

R. Giere rozbudowuje swoją typologię realistycznych i empirycystycznych stanowisk konstruktywistycznych ze względu na fizykalne modalności. Zakres ich uwzględnienia i sposób ich epistemologicznej interpretacji różnicują, jego zdaniem w sposób zasadniczy, realistyczne i empirycystyczne podejście do modeli teoretycznych. R. Giere uznaje konstruktywny empiryzm za wersję aktualnego empiryzmu, gdyż B.C. van Fraassen traktuje modalności (możliwości i konieczności) jedynie jako użyteczne składniki modeli, które jednak nie reprezentują żadnych składników rzeczywistych układów empirycznych, ani nawet nie są kandydatami do pełnienia takiej funkcji. Sam natomiast opowiada się za modalną wersją realizmu, zgodnie z którą model przedstawia adekwatnie możliwe historie wszystkich (lub większości) składników układu empirycznego [7, s. 82-85]. Jednakże zwolennicy zarówno aktualnej, jak i modalnej wersji realizmu konstruktywnego uznają modele teoretyczne za modele strukturalne i dlatego ich stanowisko może być określone mianem „realizmu strukturalnego”.

Zwolennikami innego typu konstruktywizmu są ci filozofowie nauki, którzy wątpią w możliwość pełnienia przez modele teoretyczne funkcji reprezentowania w pierwszym sensie. Uważają bowiem, że modele teoretyczne mogą być jedynie modelami informacyjnymi, a nie — modelami strukturalnymi. Posługują się więc oni pojęciem „reprezentowania” w drugim znaczeniu. Jednakże wielu realistycznie nastawionych filozofów nauki — w tym R. Giere — twierdzi, że o reprezentowaniu można mówić wyłącznie w pierwszym z wyróżnionych sensów tego terminu. Ich zdaniem, zwolennicy reprezentowania w drugim znaczeniu oferują teorię reprezentacji bez reprezentacji [8, s. 116].

Do przeciwników reprezentowania w pierwszym sensie należy zaliczyć przede wszystkim zwolenników konstruktywizmu w socjologii nauki. Jest to nurt wewnętrznie zróżnicowany. Jego przedstawiciele łączy wspólne założenie, że wiedza naukowa jest wytworem działalności społecznej, a nie odzwierciedleniem — jakoby odkrywanej przez naukowców — struktury i natury rzeczywistości empirycznej. W literaturze przedmiotu wyróżnia się trzy podstawowe odmiany konstruktywizmu w socjologii nauki: mocny program socjologii wiedzy, mikrosocjologiczny konstruktywizm oraz makrokonstruktywizm [1, s. 139].

Nie wdając się w szczegółową dyskusję nad bardzo rozbudowanym nurtem konstruktywistycznie zorientowanej socjologii wiedzy, wskażemy tylko na podstawowe różnice, które zachodzą między zwolennikami mocnego programu i makrokonstruk-

⁹ Argumenty sformułowane przez B.C. van Fraassena zostały poddane szczegółowej analizie krytycznej. Zob. np. prace: [10, s. 85-122], [19] i [27].

tywistami w podejściu do problemu modeli teoretycznych. Zgodnie z założeniami mocnego programu socjologii wiedzy, modele teoretyczne są wytworami uczonych, którzy za ich pomocą mogą przewidywać, projektować i kontrolować przyszłe zdarzenia, a także manipulować nimi. Wszystkie te działania są możliwe, gdyż odnoszą się do realnego świata, choć same modele nie mogą go reprezentować w pierwszym sensie. Jeśli jednak mają spełniać powyższe funkcje, muszą być modelami informacyjnymi. Zwolennicy mocnego programu, odmawiając modelom teoretycznym funkcji bezpośrednio poznawczych, są jednocześnie zwolennikami pewnej wersji realizmu metafizycznego. Wprawdzie wiedza naukowa nie przedstawia realnego świata, ale powstaje przez konfrontację z nim i tym samym się do niego odnosi.

Znacznie bardziej radykalne stanowisko zajmują zwolennicy makrokonstruktywizmu, np. B. Latourel, S. Woolgar i P. Tibbets. Podjęli oni próbę opisaną praktyki badawczej w zakresie stosowania różnego typu modeli przy założeniu, że reprezentują one wyłącznie w drugim sensie tego terminu.¹⁰ Jednakże zwolennicy makrokonstruktywizmu znoszą rozróżnienie między światem zewnętrznym a modelem. O wyborze tej, a nie innej reprezentacji nie decyduje jej wartość informacyjna względnie jej pragmatyczne właściwości, które zależałyby od układu reprezentowanego, lecz rywalizacja między grupami uczonych, którzy starają się narzucić innym swoje sposoby reprezentacji.

Dla potrzeb tego tekstu wykorzystamy — zawarte w pracach makrokonstruktywistów — elementy etnometodologicznej krytyki koncepcji reprezentowania w pierwszym sensie. Uzupełni ona krytykę, którą można sformułować wobec realistycznej interpretacji modeli teoretycznych na gruncie filozofii antyfundamentalistycznej. Nasze rozważania będziemy egzemplifikować przykładami z molekularnej mechaniki kwantowej i chemii strukturalnej.

6. Czy modele teoretyczne mogą reprezentować w «klasycznym» sensie tego terminu?

Krytyka teorii reprezentacji, sformułowana w ramach filozofii antyfundamentalistycznej, odnosiła się przede wszystkim do reprezentującej funkcji zdań, względnie teorii naukowych. Jednakże niektóre jej elementy można odnieść również do modeli teoretycznych. Antyfundamentaliści dokonując tej krytyki, na ogół nie odróżniali w sposób wyraźny dwóch wyróżnionych przez nas sensów „reprezentowania”. Wprowadzenie tego rozróżnienia pozwoli na sformułowanie owej krytyki w takiej postaci, że będzie się ona odnosiła jedynie do pierwszego sposobu rozumienia tego terminu, związanego z pojęciem „modelu strukturalnego”.

Podstawowy argument antyfundamentalistów polega na tym, że — ich zdaniem — nie można przyjąć transcendentnego punktu widzenia, z którego można by badać

¹⁰W 1990 roku został opublikowany zbiór artykułów, w którym omówiono zagadnienie reprezentowania na przykładach zaczerpniętych z praktyki badawczej nauk empirycznych wyłącznie przy założeniu drugiego sensu tego terminu [18].

relacje między obiektem reprezentującym a rzeczywistością reprezentowaną. Ta ostatnia musi być zawsze wyrażona w jakimś języku. Można więc postawić pytanie: Do czego odnoszą się modele teoretyczne budowane przez uczonych? Analiza praktyki badawczej nauk empirycznych wykazuje, że choć uczeni intencjonalnie konstruują modele dla rzeczywistych układów empirycznych, to faktycznie odnoszą je zawsze do ich skonceptualizowanych postaci.

Zgodnie z koncepcją modelu teoretycznego (deskrypcyjnego), sformułowaną przez R. Wójcickiego, można stwierdzić, iż nie ma, jak zakłada ten model, funkcji kodu interpretacyjnego, przekładającej bezpośrednio zdania o modelu na zdania o rzeczywistym układzie empirycznym. Jeśli model teoretyczny nie może być bezpośrednio odniesiony do konkretnych przypadków danego typu układu empirycznego, to nie można ustalić jego adekwatności zakresowej. Odniesienie modelu do układu empirycznego odbywa się — jak już stwierdziliśmy — zawsze dzięki teoretycznej konceptualizacji tego ostatniego. Powyższa konkluzja wyraża jeden z «horrorów metodologicznych» reprezentacji, konstатовany przez makrokonstruktywistów. Jest nim zwrotność relacji łączącej reprezentację z obiektem reprezentowanym [22, s. 33]. Z jednej strony obiekt reprezentowany determinuje właściwości reprezentacji, a z drugiej, reprezentacja określa właściwości obiektu reprezentowanego.¹¹ Człony składowe pary: reprezentacja - obiekt reprezentowany, nie mogą być więc analizowane oddzielnie, gdyż są wzajemnie od siebie zależne. Model, a właściwie teoria, na podstawie której jest on konstruowany, umożliwi konceptualizację układu empirycznego. Wartości wielkości uzyskiwane z pomiaru mają sens empiryczny i mogą stanowić podstawę weryfikacji wartości uzyskiwanych z modelu, jeśli zostaną zinterpretowane na gruncie odpowiedniej teorii empirycznej. Konceptualizacje wielkości empirycznych są bowiem wyznaczone przez metody pomiaru ich wartości, a te mają zawsze charakter teoretyczny. Teoretycznie interpretowane wyniki pomiarów mogą z kolei wpływać na modyfikację istniejących lub konstruowanie nowych modeli. Zauważmy, że model nie musi być budowany na gruncie tej samej teorii, która jest podstawą konceptualizacji układu empirycznego. Przykład mogą stanowić modele budowane na gruncie współczesnej mechaniki kwantowej, które odnoszą się do układów fizycznych konceptualizowanych na gruncie fizyki klasycznej.

Podstawowym zagadnieniem, które domaga się rozstrzygnięcia w kontekście sporu o status poznawczy modeli teoretycznych, jest określenie roli, jaką pełni funkcja kodu interpretującego. Ustaliliśmy już, iż funkcja ta nie umożliwia bezpośredniego przekładu zdań o modelu na zdania o rzeczywistym układzie empirycznym. Uważamy, iż funkcja kodu interpretacyjnego koreluje ze sobą wartości wielkości występujących w modelu — z wartościami odpowiednich wielkości uzyskanymi z pomiarów; dlatego właśnie

¹¹ Powyższy «horror metodologiczny» reprezentacji dotyczy przede wszystkim reprezentacji w pierwszym sensie, choć odnosi się również do reprezentacji w drugim znaczeniu.

model teoretyczny może dostarczać informacji o układzie empirycznym. Model teoretyczny może być uznany za model informacyjny, który wskazuje — często w sposób metaforyczny — na pewne, doświadczalnie stwierdzone, właściwości układu empirycznego. W tym miejscu należy odpowiedzieć na pytanie dla naszych rozważań kluczowe: Dlaczego model teoretyczny nie może być uważany za model strukturalny, czyli reprezentację w pierwszym sensie? Dlaczego uznajemy za nieprawomocne wnioskowanie o strukturze rzeczywistego układu empirycznego ze struktury modelu jego skonceptualizowanej postaci? Dochodzimy w ten sposób do drugiego «horroru metodologicznego» reprezentacji w pierwszym sensie. Reprezentacja może wskazywać na układ empiryczny; nie może go obrazować. Funkcja kodu interpretacyjnego nie może więc ustalać izomorfizmu lub homomorfizmu modelu i układu, chociażby ze względu na wybrany zespół cech i relacji. W nauce często buduje się modele intencjonalnie tego samego układu empirycznego, na gruncie odmiennych, niekiedy niewspółmiernych ontologicznie teorii. Modele te — będąc równoważne empirycznie — wskazują w różny sposób na ten sam układ empiryczny. Ponieważ nie można podać relacji ustanawiającej ich podobieństwo, nie sposób dokonać między nimi wyboru. Nawet jeśli przyjąć, że istniałyby trudności z podaniem przekonującego przykładu takich modeli, to nie sposób wykazać, że nie może powstać alternatywa i «strukturalnie niewspółmierna» reprezentacja, wskazująca na ten sam układ empiryczny. Problem interpretacyjny stwarza także wspomniana już «nadmiarowość» wielu modeli teoretycznych. Zawierają one elementy (własności, relacje), którym nie sposób przypisać żadnych odpowiedników w skonceptualizowanych układach empirycznych. Skoro tak, to nie można stwierdzić konkluzywnie podobieństwa między modelem a układem empirycznym. Właśnie niekonkluzywność wszelkich prób reprezentowania w pierwszym sensie jest kolejnym «horrorem metodologicznym» opisywanym przez makrokonstruktywistów [22, s. 32]. Każda reprezentacja odnosi się do innej reprezentacji i jest przez nią objaśniana. Model teoretyczny odnosi się bezpośrednio do skonceptualizowanego układu empirycznego, a więc do pewnej reprezentacji danych doświadczenia, a nie rzeczywistego układu empirycznego.

Zauważmy, że odmawianie modelom teoretycznym możliwości pełnienia funkcji reprezentacji w pierwszym znaczeniu nie implikuje stanowiska antyrealistycznego w odniesieniu do kwestii istnienia przedmiotów teoretycznych. Zwolennik konstruktywnego antyrealizmu może być bowiem realistą w sensie proponowanym przez I. Hackinga [11].

Trafność sformułowanych wyżej wniosków, dotyczących możliwości pełnienia przez modele teoretyczne funkcji reprezentowania w obu wyróżnionych znaczeniach, wykazemy na przykładzie wzorów strukturalnych cząsteczek związków chemicznych i kwantowomechanicznych modeli wiązań chemicznych. Chemicy są zazwyczaj skłonni uznawać wzory strukturalne za reprezentacje struktur cząsteczek związków chemicznych, nadając im tym samym status realistycznie rozumianych modeli teoretycznych. Lecz np. podwójna kreska między atomami węgla w cząsteczce etylenu ($H_2C=CH_2$),

odczytywana jako wiązanie podwójne, ma sens empiryczny dopiero wtedy, gdy zostanie zinterpretowana w określonej teorii wiązań chemicznych. Jeśli więc coś reprezentuje, to np. dwie pary elektronów tworzące tzw. wiązania kowalencyjne w elektronowej koncepcji wiązań Lewisa. To samo wiązanie jest jednak opisane w zupełnie odmienny sposób na gruncie współczesnej molekularnej mechaniki kwantowej. Nie sposób więc odnieść wiązania podwójnego we wzorze cząsteczki etylenu do jakiegoś elementu rzeczywistego układu empirycznego, ani bezpośrednio do danych pochodzących z pomiarów. Dane eksperymentalne mogą ten model weryfikować tylko wtedy, gdy zostaną zinterpretowane na gruncie odpowiedniej teorii. R. Hoffmann i P. Laszlo [12] wykazali, że wzory strukturalne pełnią zarazem funkcje: symboliczną i reprezentacyjną, które to funkcje są do pewnego stopnia przeciwstawne. Jednakże, jak sami przyznali, funkcja reprezentacyjna wzorów strukturalnych polega na tym, że w metaforyczny sposób wskazują one na pewne doświadczalnie stwierdzone i teoretycznie zinterpretowane właściwości cząsteczki. Mówiąc o reprezentowaniu mieli więc na myśli reprezentowanie w drugim sensie. Funkcja łącząca wzór strukturalny z tzw. «strukturą rzeczywistej cząsteczki» — jest funkcją, która koreluje elementy modelu (wzoru strukturalnego) z teoretycznie zinterpretowanymi danymi doświadczenia, a więc ze skonceptualizowanym układem empirycznym. Nie można więc w żaden sposób ustalić relacji, która ustanawiałaby izomorfizm lub homomorfizm między wzorem strukturalnym a strukturą rzeczywistej cząsteczki danego związku. Twierdzimy więc, że wzory strukturalne reprezentują wyłącznie w drugim z wyróżnionych znaczeń tego terminu.

Koncepcje struktury chemicznej zyskały mocne podstawy teoretyczne dopiero na gruncie współczesnej mechaniki kwantowej. Jednakże elektronowe równanie falowe Schrödingera posiada dokładne rozwiązanie tylko dla jednoelektronowych układów atomowych. Dlatego też, w celu kwantowomechanicznego opisu cząsteczek trzeba stosować metody przybliżone.¹² W chemii kwantowej znane są dwie teorie, w których w odmienny sposób buduje się i rozwiązuje elektronowe równanie falowe Schrödingera dla cząsteczek: teoria wiązań walencyjnych i teoria orbitali molekularnych. Teorie te, mówiąc najogólniej, różnią się sposobem konstrukcji molekularnych funkcji falowych, które stanowią kwantowomechaniczne odpowiedniki wiązań chemicznych. W teorii orbitali molekularnych cząsteczka jest rozpatrywana jako całość, dla której formułuje się równanie Schrödingera. Chemik-teoretyk, posługujący się tą metodą, konstruuje orbitale molekularne rozciągające się na całą cząsteczkę. Natomiast teoria wiązań walencyjnych opiera się na założeniu, że zakres stosowania funkcji falowych, opisujących rozdzielone atomy, może zostać rozszerzony na obszar molekularny. W metodzie tej funkcję falową zapisuje się dla każdej z możliwych struktur elektronowych cząsteczki; sumaryczną funkcję otrzymuje się przez dodanie funkcji przypisanych poszczególnym

¹²Omówienie podstawowych założeń molekularnej mechaniki kwantowej można znaleźć w pracach [2] lub [15].

strukturom kanonicznym wraz z tzw. współczynnikami wagowymi. Tak utworzona funkcja posiada określony sens fizyczny. Reprezentuje ona pewne graniczne rozmieszczenie elektronów w cząsteczce i może być interpretowana w świetle tradycyjnych wzorów strukturalnych, gdyż metoda wiązań walencyjnych może być uważana za odpowiednio rozszerzone sformułowanie teorii Lewisa na gruncie mechaniki kwantowej. Łatwość, z jaką na gruncie tej metody można interpretować klasyczne wzory strukturalne, jest jej niewątpliwą zaletą. Jednakże nawet pewne podstawowe pojęcia teorii Lewisa, jak np. wiązanie kowalencyjne, można w teorii wiązań walencyjnych definiować na dwa różne sposoby. Oba prowadzą do definicji odmiennych od definicji wiązania kowalencyjnego, sformułowanej na gruncie teorii orbitali molekularnych. Nie można więc nadać jednoznacznego sensu empirycznego nie tylko odpowiednim funkcjom falowym, konstruowanym w ramach różnych teorii chemii kwantowej, lecz nawet funkcje falowe budowane w jednej teorii nie zawsze mają ściśle określony sens empiryczny na gruncie klasycznej teorii struktury chemicznej.

W celu weryfikacji modelu struktury cząsteczki danego związku chemicznego należy odwołać się do danych doświadczalnych, uzyskanych dzięki zastosowaniu takich metod pomiaru, jak np.: spektroskopia w podczerwieni, w zakresie widzialnym i nadfiolecie, spektroskopia masowa, spektroskopia elektronowego rezonansu paramagnetycznego, czy rentgenografia strukturalna. Dopiero jednak kiedy uzyskane w rezultacie zastosowania tych metod dane zostaną zinterpretowane na gruncie określonej teorii wiązań chemicznych jako np. długości wiązań lub kąty między wiązaniami, mogą one stanowić podstawę weryfikacji danego modelu. Nie istnieją natomiast takie reguły interpretacji, które pozwalałyby na dokonanie przekładu zdań o modelu na zdania o strukturze rzeczywistej cząsteczki. Modele teoretyczne jedynie wskazują na pewne cechy struktury cząsteczek związków chemicznych, które chemicy stosują w swojej eksperymentalnej praktyce badawczej.

Rozważane teorie molekularnej mechaniki kwantowej prowadzą do wielu przewidywań niezgodnych z doświadczeniem. Teorie te (a zarazem modele konstruowane na ich podstawie) nie tylko więc nie są adekwatne zakresowo, ale również empirycznie. Można mówić jedynie o pewnych stopniach ich empirycznego potwierdzenia, których precyzyjne określenie, a następnie porównanie, nie wydaje się — z przyczyn praktycznych — możliwe. Obie teorie, jak i modele konstruowane na ich podstawie, należy uznać za mniej lub bardziej — w zależności od problemu badawczego — użyteczne narzędzia, stosowane w celu wyjaśnienia lub przewidywania niektórych własności cząsteczek i mechanizmów reakcji oraz projektowania nowych syntez. To właśnie względy praktyczne (np. symetria orbitali molekularnych umożliwiająca, dzięki zastosowaniu teorii grup, znaczne uproszczenie obliczeń) decydują, iż teoria

orbitali molekularnych jest częściej stosowana — zwłaszcza do złożonych cząsteczek — niż teoria wiązań walencyjnych.¹³

7. Antyrealistyczny konstruktywizm — zarys koncepcji

Proponowana przez nas wersja antyrealistycznego konstruktywizmu różni się pod kilkoma istotnymi względami od konstruktywnego empiryzmu B.C. van Fraassena. Nie zakładamy, że podstawą akceptacji modeli teoretycznych musi być przekonanie o ich adekwatności empirycznej. Nie twierdzimy również, że mogą one reprezentować w pierwszym sensie, a więc być modelami strukturalnymi. Odrzucamy także, przyjęty przez autora *The Scientific Image*, podział na obiekty obserwowalne i nieobserwowalne. Uznajemy go za niemożliwy do konsekwentnego przeprowadzenia. Na to miejsce proponujemy wprowadzenie pojęcia „naukowej rejestrowalności”, zaproponowanego przez R. Gieręgo [7, s. 82]. Każde urządzenie pomiarowe rejestruje — w różnej formie — wyniki, które muszą być zaobserwowane i zinterpretowane przez człowieka. To, że mogą być one odczytywane przez komputer, nie wprowadza istotnych zmian w naszym stanowisku. Wyniki te stanowią następnie podstawę do określenia stopnia empirycznego potwierdzenia danego modelu teoretycznego.

Modele teoretyczne uznajemy za modele informacyjne w tym sensie, że podają one pewne informacje o układach empirycznych, na których dokonuje się pomiarów lub którymi manipuluje się w trakcie przeprowadzania eksperymentów. Odniesienie modelu do układu ma zawsze charakter pośredni i jest możliwe dzięki temu, że układ empiryczny jest nam dany w teoretycznie skonceptualizowanej postaci. Modele teoretyczne stanowią także ogniwo pośrednie między teorią a dostępnymi danymi empirycznymi, lecz naświetlenie tego zagadnienia wykracza poza ramy tej pracy.¹⁴

Wszystkie podane tutaj argumenty dowodzą, naszym zdaniem, że należy charakteryzować modele teoretyczne nie za pomocą pojęcia „korespondowania”, lecz za pomocą pojęcia „racjonalnej (uzasadnionej) akceptowalności”. Nawet modele teoretyczne, które nie są empirycznie adekwatne, mogą być przydatne w wyjaśnianiu, przewidywaniu lub projektowaniu. Stopień empirycznego potwierdzenia jest tylko jedną — i nie zawsze najważniejszą — przesłanką, decydującą o tym, że dla osiągnięcia wyznaczonych celów badawczych wybiera się określony model.

Modele teoretyczne nie reprezentują więc rzeczywistych układów empirycznych w pierwszym — «klasycznym» sensie tego terminu.¹⁵ Mogą się tylko do nich odnosić pod

¹³ Szczegółowsza analiza porównawcza teorii molekularnej mechaniki kwantowej jest zawarta w pracy [30].

¹⁴ Zagadnienie to zostało zarysowane z perspektywy dwóch odmiennych pozycji epistemologicznych w pracach [5] i [9].

¹⁵ Ze względu na podstawowe rozumienie terminu „reprezentacja” — nasze stanowisko określamy mianem „antyrealistycznego konstruktywizmu”. Nie jest ono oczywiście antyrealistyczne w pewnym metafizycznym sensie tego terminu (por. ze stanowiskami zajmowanymi przez autorów prac [6] i [11]).

określonymi względami i w określonym stopniu. Dzięki temu odgrywają w rozwoju nauki i techniki niezwykle istotną rolę.

Bibliografia

- [1] Amsterdamska, O., „Odmiany konstruktywizmu w socjologii nauki”, [w:] J. Niżnik (red.), *Pogranicza epistemologii*, Warszawa 1992, s. 136-154.
- [2] Atkins, P.W., *Molekularna mechanika kwantowa*, Warszawa 1974.
- [3] Barbour, I.G., *Mity, modele, paradygmaty*, Kraków 1984.
- [4] Callebaut, W. (red.), *Taking the Naturalistic Turn or How Real Philosophy of Science Is Done*, Chicago - London 1993.
- [5] Cartwright, N., *How the Laws of Physics Lie*, Oxford 1993.
- [6] Chalmers, A., *Czym jest to, co zwiemy nauką?*, Wrocław 1993.
- [7] Giere, R.N., „Constructive Realism”, [w:] P.M. Churchland, C. Hooker (eds.), *Images of Science*, Chicago - London 1985, s. 75-98.
- [8] Giere, R.N., „No Representation without Representation”, *Biology and Philosophy*, 1994, no 9, s. 113-120.
- [9] Grabińska, T., *Teoria, model, rzeczywistość*, Wrocław 1993.
- [10] Grobler, A., *Prawda i racjonalność naukowa*, Kraków 1993.
- [11] Hacking, I., *Representing and Intervening*, Cambridge 1983.
- [12] Hajduk, Z., „Pojęcie i funkcja modelu”, *Roczniki Filozoficzne*, t. XX (1972), z. 3, s. 77-124.
- [13] Hoffmann, R., Laszlo, P., „Representation in Chemistry”, *Angewandte Chemie (International Edition in English)*, vol. 30 (1991), no 1, s. 1-16.
- [14] Hughes, R.I.G., „Theoretical Explanation”, *Philosophy of Science (Midwest Studies in Philosophy)*, vol. XVIII (1993), s. 132-153.
- [15] Kalużyńska, E., *Modele teorii empirycznych*, Warszawa 1994.
- [16] Kmita, J., *Jak słowa łączą się ze światem*, Poznań 1995.
- [17] Kołos, W., *Chemia kwantowa*, Warszawa 1975.
- [18] Lynch, M., Woolgar, S., *Representation in Scientific Practice*, Cambridge 1990.
- [19] Musgrave, A., „Realism Versus Constructive Empiricism”, [w:] P.M. Churchland, C. Hooker (eds.), *Images of Science*, Chicago - London 1985, s. 197-221.
- [20] Pabis, S., *Metodologia i metody nauk empirycznych*, Warszawa 1985.
- [21] Van Fraassen, B.C., *The Scientific Image*, Oxford 1980.
- [22] Woolgar, S., *Science the Very Idea*, London 1988.
- [23] Wójcicki, R., *Wykłady z metodologii nauk*, Warszawa 1982.
- [24] Wójcicki, R., *Teorie w nauce*, Warszawa 1991.
- [25] Wójcicki, R., „Wprowadzenie do dyskusji nad książką I. Hackinga *Representing and Intervening*”, *Bruliony Filozoficzne*, t. 1 (1995), z. 1, s. 25-31.
- [26] Wójcicki, R., „Model”, [w:] *Filozofia a nauka. Zarys encyklopedyczny*, Wrocław 1987, s. 391-395.
- [27] Zeidler, P., *Spór o status poznawczy teorii*, Poznań 1993.
- [28] Zeidler, P., „Postmodernistyczna krytyka teorii reprezentacji”, *Poznańskie Studia z Filozofii Nauki*, t. 13 (1993), s. 85-98.
- [29] Zeidler, P., Sobczyńska, D., „Koncepcja realizmu w nowym eksperymentalizmie a problem istnienia przedmiotów teoretycznych chemii”, [w:] D. Sobczyńska, P. Zeidler (red.), *Nowy eksperymentalizm — teoretycyzm — reprezentacja*, Poznań 1994, s. 175-195.
- [30] Zeidler, P., „O pewnych trudnościach realistycznej interpretacji modeli teoretycznych”, [w:] T. Grabińska, M. Zabierowski (red.), *Model i interpretacja*, Wrocław 1995.