Marian Przełęcki

Ciągłość pojęciowa przy zmianach teorii

Filozofia Nauki 1/2/3, 123-134

1993

Filozofia Nauki
Rok I, 1993, Nr 2-3

Ciągłość pojęciowa przy zmianach teorii

I

Niniejszy artykuł, pomyślany jako przyczynek do «teorii racjonalnego rozwoju nauki»[1], dotyczy natury zmian pojęciowych, charakterystycznych dla pewnych typów zmian teorii. Pewien rodzaj ciągłości pojęciowej jest zwykle uważany za warunek konieczny racjonalnego rozwoju nauki. Pogląd ten jest jednak obecnie poważnie kwestionowany. Argumentacja jego przeciwników przebiega, ogólnie rzecz biorąc, w następujący sposób. Niech T_1 i T_2 będą dwiema teoriami, następującymi po sobie w procesie rozwoju nauki. Interpretacja (sens i odniesienie) ich terminów specyficznych zależy od tych właśnie teorii. Ponieważ teorie różnią się tym, co mówią o swoich terminach, interpretacja tych ostatnich jest, jak się wydaje, inna w obu teoriach. W wypadku teorii wzajemnie niezgodnych, ich języki uważa się za wzajemnie nieprzekładalne, a ich terminy specyficzne za «niewspółmierne». To jednak wydaje się wykluczać możliwość logicznego porównania i racjonalnego wyboru między tymi dwiema teoriami. Aby móc traktować teorie jako «konkurencyjne», musimy założyć, że mówią one przynajmniej częściowo o tym samym. A to wydaje się zakładać pewien rodzaj «współmierności» ich struktury pojęciowej. Głównym celem niniejszej analizy jest przedstawienie argumentów na poparcie pewnej wersji tezy o «współmierności». Zmiany w interpretacji terminów jakiejś teorii, pojawiające się w procesie rozwoju tej teorii, mogą pociągać zarówno zmianę ich sensu, jak i odniesienia. Tym, co wydaje się istotne przy porównywaniu dwóch następujących po sobie teorii, szczególnie gdy są one sformułowane w języku ekstensjonalnym, jest pewna identyczność odniesienia. I to

1) Teoria taka jest postulowana jako jeden z tematów w preambule programu badawczego *Foundations of science and ethics*.

właśnie chciałbym pokazać w niniejszym artykule.[2] Przedstawiona argumentacja będzie oparta na pewnej specyficznej koncepcji semantyki dla teorii empirycznych, która z formalnego punktu widzenia może być nazwana teoriomodelową, a z filozoficznego punktu widzenia — empiryczną. Jest ona z grubsza zgodna z Carnapowską semantyką dla języków i teorii empirycznych.[3] Krytyka tego podejścia zatem odnosi się również i do tej koncepcji. Jej uzasadnieniem i obroną nie będziemy się jednak zajmować w tym artykule.[4]

Wedle wspomnianej koncepcji, każdy zinterpretowany język empiryczny może być utożsamiony z systemem semantycznym:

$$L = \langle F, A, M \rangle,$$

składającym się z języka formalnego F i dwóch klas struktur dla F: $M \subseteq A$, gdzie A reprezentuje możliwe interpretacje L («możliwe światy»), zaś M jest faktyczną interpretacją L («światem rzeczywistym»). A może być w związku z tym rozumiane jako czynnik determinujący sens wyrażeń z L, M — jako czynnik determinujący ich odniesienie. Zgodnie z ogólnie przyjętą praktyką, sens terminu t, $s(t)$, będzie utożsamiany z funkcją, która każdej możliwej strukturze $\mathfrak{m}$ dla języka L przyporządkowuje denotację $t^{\mathfrak{m}}$ terminu t w tej strukturze:

$$s(t):\ \mathfrak{m} \in A \to t^{\mathfrak{m}}.$$

Odniesienie terminu t, $r(t)$, będzie z kolei zdefiniowane jako klasa denotacji terminu t we wszystkich faktycznych strukturach dla L:

$$r(t) = \{t^{\mathfrak{m}}\}_{\mathfrak{m} \in M}.$$

Będziemy się zajmować przede wszystkim tak rozumianymi odniesieniami terminów. Obiektem naszych analiz będą języki L_1 i L_2 dwóch teorii empirycznych T_1 i T_2, które będą reprezentować dwa następujące po sobie etapy rozwoju tego, co zwykle nazywa się daną teorią empiryczną. O interpretacji języka L_i (i = 1, 2) zakłada się, że jest ona zdeterminowana przez następujące założenia, będące głównymi zasadami przyjętego w tym artykule stanowiska empirycznego.

(i) Zakładamy, że pozalogiczne słowniki języków L_i zawierają wspólny podsłownik terminów nazywanych terminami nieteoretycznymi ze względu na obie teorie T_i — w skrócie o-terminami. Ich interpretacja, dana z góry, jest niezależna od żadnej z tych teorii. Zakłada się przy tym, że jest ona taka sama w obu teoriach. (Później osłabimy nieco to założenie.) Tak więc L_1 i L_2 można traktować jako rozszerzenia tego samego systemu semantycznego:

$$L_o = \langle F_o, A_o, M_o \rangle,.$$

Założenie to gwarantuje pewnego rodzaju ciągłość pojęciową między dwiema teoriami T_1 i T_2, taką mianowicie, która jest ograniczona do ich nieteoretycznych struktur.

2) Główna idea tej argumentacji jest przedstawiona w Przełęcki (1978).

3) Por. np. Carnap (1966). Wersja teoriomodelowa tej koncepcji, z której robi się użytek w tym artykule, była rozwijana m.in. w Przełęcki (1969) i Williams (1973).

4) Co do pewnych argumentów na ten temat patrz np. Przełęcki (1969).

Założenie to wydaje się przekonujące pod warunkiem rozumienia takich teorii w dostatecznie szeroki sposób, tak aby do danej teorii weszły wszystkie zakładane przez nią podteorie (w szczególności wszystkie związane z nią teorie pomiaru). Schodząc dostatecznie głęboko w tej hierarchii, możemy mieć nadzieję, że dotrzemy do poziomu, który jest neutralny ze względu na obie teorie, i który dlatego może być uważany za identyczny dla nich obu. Zakwestionowanie tego założenia zwykle wynika z przyjęcia restryktywniejszej koncepcji teorii naukowej, utożsamiającej tę teorię z najwyższą warstwą całej wchodzącej w grę hierarchii teoretycznej.

(ii) Zakłada się, że oprócz o-terminów, do pozalogicznego słownika każdego języka L_i należą pewne terminy nazywane terminami teoretycznymi ze względu na teorię T_i — w skrócie: t-terminy. Przyjmiemy tutaj, że są one oznaczane przez różne symbole w różnych teoriach (powiedzmy przez t_1 w teorii T_1 i t_2 w teorii T_2). Interpretacja t-terminów w teorii T_i zależy od tej teorii. Przy tym ujęciu, oznacza to utożsamienie postulatów znaczeniowych dla t-terminów języka L_i z tzw. składnikiem konwencjonalnym teorii T_i. We współczesnej literaturze zaproponowano kilka definicji tego pojęcia. Oryginalna propozycja Carnapa, stosowalna do teorii skończenie aksjomatyzowalnych, utożsamia konwencjonalny składnik teorii T_i ze zdaniem ${}^RT_i \rightarrow T_i$, gdzie ${}^RT_i$ reprezentuje tzw. zdanie Ramseyowskie dla T_i (tzn. egzystencjalne domknięcie formuły otrzymanej z T_i przez jednoczesne podstawienie odpowiednich zmiennych pod wszystkie t-terminy). Przy pomocy zwykłej notacji teoriomodelowej (oznaczając, w szczególności, struktury dla L_o i L_i — przez $\mathfrak{m}_o$ i $\mathfrak{m}_i$, fragment $\mathfrak{m}_i$ odpowiadający L_o — przez $\mathfrak{m}_i|_o$, a klasę modeli zdania lub zbioru zdań X przez $\mathrm{Mod}(X)$), zdefiniujemy język L_i teorii T_i jako system semantyczny:

$L_i = \langle F_i, A_i, M_i \rangle$, gdzie

$A_i = \{\mathfrak{m}_i : \mathfrak{m}_i|_o \in A_o \text{ i } \mathfrak{m}_i \in \mathrm{Mod}({}^RT_i \rightarrow T_i)\}$,

$M_i = \{\mathfrak{m}_i : \mathfrak{m}_i|_o \in M_o \text{ i } \mathfrak{m}_i \in \mathrm{Mod}({}^RT_i \rightarrow T_i)\}$,

Tak zdefiniowane A_i zawiera wszystkie przedłużenia struktur w A_o do modeli składnika konwencjonalnego teorii T_i; M_i — wszystkie przedłużenia struktur w M_o do modeli tego składnika. Propozycja ta wydaje się przekonująca pod warunkiem, iż nie ma powodów, aby interpretacja t-terminów w teorii T_i zależała nie od całej teorii T_i, lecz od pewnej określonej jej części, wyróżnionej «z zewnątrz», przez pewne czynniki pragmatyczne. W dalszych rozważaniach będziemy zakładać, że takie powody nie istnieją.

II

Można pokazać, że klasa M_i, reperezentująca faktyczną interpretację języka L_i, posiada pewne istotne — ze względu na dalsze rozważania — własności. Mam tu na myśli niejednoznaczność wszelkiej interpretacji empirycznej. M_i nie jest tu co prawda utożsamiana z tym, co czasami nazywa się dziedziną zamierzonych zastosowań teorii T_i.[5] Zgodnie z tradycyjnym, empirystycznym podejściem przyjętym w tym artykule, M_i

5) Patrz Sneed (1971).

odpowiada nie klasie różnych, poszczególnych dziedzin zastosowań, lecz raczej jednej maksymalnej dziedzinie zastosowań, zdefiniowanej np. jako suma wszystkich zastosowań zamierzonych. Mimo to, M_i nie może być utożsamiana z pojedynczą strukturą dla języka L_i — lecz z pewną klasą takich struktur. Wynika to z charakterystycznej własności języka empirycznego: z faktu jego «rozmycia». Zaliczyć do niego można takie zjawiska jak nieostrość w odniesieniu do pojęć jakościowych i aproksymacyjność w odniesieniu do pojęć ilościowych. Każdy jakościowy termin empiryczny, w szczególności każdy predykat empiryczny, jest mniej lub bardziej nieostry. Wynika to ze sposobu, w jaki predykatowi empirycznemu przyporządkowuje się jego interpretację. Każda taka procedura pozostawia pewien obszar niezdeterminowania. Dla pewnych obiektów nie istnieją kryteria podpadania pod dany predykat: nie jest rozstrzygnięte, czy należą one, czy też nie, do jego denotacji. Tak więc, oprócz przypadków pozytywnych i negatywnych zawsze istnieją przypadki graniczne danego predykatu. Jednym ze sposobów zdania sprawy z tego faktu jest utożsamienie interpretacji predykatu nie z jednym zbiorem (albo relacją), ale z pewną klasą zbiorów (albo relacji). Każdy z tych zbiorów (albo relacji) odpowiada możliwej klasyfikacji wszystkich przypadków granicznych danego predykatu, jako jego pozytywnych lub negatywnych przykładów. To z kolei powoduje utożsamienie faktycznej interpretacji języka empirycznego nie z pojedynczą strukturą, lecz z pewną klasą struktur. Każda z tych struktur zawiera, jako denotację danego terminu, jeden element z klasy tworzącej jego interpretację.[6]

Języki teorii empirycznych, będące przedmiotem naszych rozważań, należą do języków ilościowych. Oprócz predykatów jakościowych, zawierają one zawsze pewne terminy ilościowe: symbole wielkości empirycznych. Są one wprowadzane, zgodnie ze współczesnymi teoriami pomiaru bezpośredniego, za pomocą pewnych jakościowych pojęć empirycznych. W konsekwencji, nieostrość tych ostatnich wpływa na charakter tych pierwszych, sprawiając, że są one z istoty aproksymacyjne. Ponieważ zjawisko aproksymacji jest bardzo ważne dla naszych rozważań, przeanalizujmy je dokładniej.[7] Teorie pomiaru właściwego definiują wielkości (cechy ilościowe) jako liczbowe odpowiedniki pewnych struktur empirycznych. W wypadku wielkości ekstensywnych, które stanowią główny typ wielkości w teoriach empirycznych, wspomniane struktury empiryczne należą do tzw. systemów ekstensywnych. Ich istotnym składnikiem jest empiryczna relacja porządkująca, scharakteryzowana przez standardowe aksjomaty dla systemów ekstensywnych jako słaby porządek określony na uniwersum danej struktury. (Często przez system ekstensywny rozumie się system zawierający, oprócz relacji porządkującej, empiryczną operację konkatenacji, ale nie wydaje się, żeby to był warunek konieczny, ponieważ jej rolę może odgrywać operacja sumowania teoriomno-

6) Pełniejsze przedstawienie takiego podejścia do nieostrości (niejednoznaczności) i jej semantyki można znaleźć np. w Przełęcki (1969, 1976).

7) Bardziej szczegółowa analiza problemów pomiaru przybliżonego jest zawarta w Przełęcki (1979). Na temat rozważań dotyczących teorii systemów ekstensywnych patrz np. Suppes (1969).

gościowego.) Relacja porządkująca systemu ekstensywnego jest typowym przykładem pojęcia nieostrego, i właśnie ta jej nieostrość tłumaczy , moim zdaniem, aproksymacyjny charakter danej wielkości. Ten punkt wymaga jednak pewnych komentarzy ponieważ czasami jest źródłem nieporozumień.

Relacja porządkująca zakłada pewną procedurę porównywania dwóch obiektów ze względu na daną wielkość, przy pomocy pewnego przyrządu pomiarowego. Wszelkie takie przyrządy, a w konsekwencji wszelkie takie procedury, są zawsze pod pewnym względem niedokładne. Niedokładność ta, jak zwykle podkreśla się w tym kontekście, polegać ma na ograniczonej czułości przyrządów. Żaden rzeczywisty przyrząd pomiarowy nie jest doskonale czuły. Każdy przyrząd jest niewrażliwy na różnice pod danym względem mniejsze niż pewna skończona wielkość nazywana jego rozdzielczością. W rezultacie, dana relacja porządkująca R_o, zdefiniowana bezpośrednio przy pomocy takiej procedury pomiarowej, nie ma pewnych formalnych własności wymaganych od relacji porządkującej w systemie ekstensywnym: w każdym dostatecznie obszernym zbiorze U istnieją obiekty x, y i z, takie że chociaż R_o nie zachodzi między x i y, i między y i z, to zachodzi między x i z, W efekcie R_o jest tzw. relacją semiporządkującą w zbiorze U. Formuła xR_oy może być rozumiana jako twierdzenie, że obiekt x jest wyraźnie większy pod danym względem niż obiekt y.[8] Ten rodzaj niedokładności procedury pomiarowej może być jednak usunięty przez przejście od czysto obserwacyjnej relacji R_o do bardziej teoretycznej relacji R, zdefiniowanej przy pomocy tej pierwszej w następujący sposób:

xRy zawsze i tylko, gdy dla każdego z: jeśli zR_ox, to zR_oy, i jeśli yR_oz, to xR_oz.

Formuła xRy może być interpretowana jako twierdzenie, że obiekt x jest przynajmniej tak duży pod danym względem jak obiekt y. Można wykazać, że tak zdefiniowana relacja R jest słabym porządkiem w U, i że w związku z tym spełnia (łącznie z operacją konkatenacji) standardowe aksjomaty systemu ekstensywnego. W ten sposób jesteśmy w stanie obejść nieczułość danej procedury pomiarowej i niedokładność odpowiadającego jej pomiaru. Jeśli zbiór U zawiera obiekty dowolnie mało się różniące pod względem danej wielkości, to dokładność z jaką możemy zmierzyć tę wielkość, jest teoretycznie nieograniczona.

Przeczy to jednak, jak się wydaje, faktycznej praktyce naukowej, która przemawia za aproksymacyjną naturą każdej wielkości empirycznej. Aby to wyjaśnić, musimy zdać sobie sprawę, że to, co nazywa się niedokłądnością danego przyrządu pomiarowego i procedury pomiarowej obejmuje dwa różne zjawiska: nieczułość i niejednozna-

8) Jako przykład takiej semiporządkującej relacji R_o można podać relację bycia cięższym, której definicja opiera się na procedurze porównywania ciężaru dwóch obiektów za pomocą wagi szalkowej: obiekt x jest cięższy niż obiekt y zawsze i tylko, gdy jeżeli oba obiekty są umieszczone na różnych szalkach wagi, to szalka z obiektem x znajduje się niżej niż szalka z y. Analiza tego przykładu jest przedstawiona w Przełęcki (1979).

czność. Przyrząd pomiarowy może nie reagować w ogóle, albo reagować niejednoznacznie. Nie rozróżnia on pewnych obiektów lub dokonuje takiego rozróżnienia niejednoznacznie. Na czym taka niejednoznaczność miałaby polegać? Przede wszystkim, poza przypadkami jednoznacznego zachowania przyrządu istnieją zawsze przypadki niezdeterminowane: takie w których nie możemy powiedzieć, czy przyrząd zareagował czy nie.[9] Jeśli procedura porównywania dwóch obiektów nie jest ograniczona do pojedynczego testu, lecz składa się z serii takich testów (jak to się zwykle faktycznie dzieje), to pojawiają się nowe źródła niejednoznaczności: może się zdarzyć, że zastosowany do pewnego obiektu przyrząd nie zachowuje się tak samo podczas wszystkich testów w danej serii — w pewnych sytuacjach reaguje, a w innych nie.[10] Wszystkie wypadki «niezdecydowanego» lub «niekonsekwentnego» zachowania przyrządu, wypadki, w których otrzymujemy niezdeterminowane lub «rozstrzelone» wyniki, tworzą graniczne przypadki naszej wyjściowej relacji R_o. Jaki rodzaj obiektów należy do tych granicznych przypadków? O ile nieczułość danej procedury przejawia się w jej skończonej rozdzielczości, o tyle niejednoznaczność tej procedury jest powodem niedokładności, z jaką ta rozdzielczość jest określona. Chodzi o to, że jest ona równa nie pewnemu q, lecz $q \pm \varepsilon$. Inaczej mówiąc: nasza procedura rozróżnia obiekty, które różnią się pod danym względem więcej niż $q + \varepsilon$, nie rozróżnia tych, które różnią się mniej niż $q - \varepsilon$, różnicuje niejednoznacznie te, których różnica mieści się w przedziale od $q - \varepsilon$ do $q + \varepsilon$. Wszystkie pary obiektów trzeciego rodzaju tworzą graniczne przypadki relacji R_o. W przeciwieństwie do nieczułości danej procedury, jej niejednoznaczność nie może być usunięta przez przejście od relacji R_o do relacji R, zdefiniowanej we wskazany wyżej sposób. Niejednoznaczność R_o przenosi się na R. Nie zostaje ona w ten sposób usunięta, lecz jedynie częściowo zmniejszona. Łatwo zauważyć, że tylko wtedy gdy różnica co do danej wielkości między x i y jest większa niż 2ε, para $\langle x, y \rangle$ jest zdeterminowana, tzn. jest negatywnym albo pozytywnym przypadkiem relacji R. Jeśli ta różnica nie osiąga 2ε, mamy do czynienia z granicznym przypadkiem R.

Przy przedstawionym wyżej ujęciu nieostrości, relacja niejednoznaczna zostaje utożsamiona z pewną klasą «ostrych» relacji, z których każda odpowiada pewnemu możliwemu zaklasyfikowaniu wszystkich przypadków granicznych do przypadków pozytywanych albo negatywnych. Odpowiedniki naszych niejednoznacznych relacji R_o i R są więc pewnymi klasami «ostrych» relacji: R_o^* i R^*. Zakłada się, że klasa R_o^* jest ograniczona tylko do tych relacji, które są semiporządkami w zbiorze U. Klasa R^*, która ma zawierać wszystkie relacje zdefiniowane przez poprzednie relacje w zaproponowany powyżej sposób, będzie w konsekwencji składać się z pewnych słabych porządków w U. Jeżeli teraz potraktujemy wszystkie te relacje jako nasze podstawowe relacje porządkujące, to w konsekwencji otrzymamy całą klasę systemów ekstensyw-

9) Np. czy szalka wagi szalkowej wychyliła się czy nie, w sytuacjach, w których poruszyła się ona tylko nieznacznie.

10) Np. w niektórych testach danej serii szalki wagi będą w równowadze, a w innych nie.

nych S^*, z których każdy zawiera jedną relację z klasy R^*. Na ogół klasa S^* jest nawet obszerniejsza niż klasa R^*, ponieważ pozostałe składniki systemu ekstensywnego — w szczególności empiryczną operację konkatenacji (jeśli oczywiście taka występuje) — również trudno jednoznacznie zdefiniować. Każdemu ekstensywnemu systemowi S w S^* odpowiada jedna «ścisła» wielkość empiryczna, tzn. jedna funkcja F o wartościach rzeczywistych, zdefiniowana jako pewien homomorfizm danego systemu ekstensywnego w strukturę liczbową odpowiedniego typu. Biorąc pod uwagę standardowe systemy ekstensywne z operacją konkatenacji o, możemy przedstawić powyższe rozważania bardziej precyzyjnie w następujący sposób:

Jeśli $S = \langle U, R, o\rangle$ jest systemem ekstensywnym i $u \in U$, to istnieje dokładnie jedna funkcja F o dodatnich wartościach rzeczywistych na U, taka że dla każdego $x,y \in U$:

(i) xRy zawsze i tylko, gdy $F(x) \geq F(y)$;

(ii) $F(xoy) = F(x) + F(y)$;

(iii) $F(u) = 1$.

Wszystkie funkcje zdefiniowane w powyższy sposób tworzą klasę F*, o której można powiedzieć, że reprezentuje przybliżoną wielkość mierzoną przez daną procedurę. Zgodnie z tym ujęciem, przybliżona wielkość nie jest niczym innym, jak tylko klasą pewnych wielkości ścisłych. Skład klasy F^* jest wyznaczony przez skład klasy R^*. Pamiętając, co zakładaliśmy o tej ostatniej, łatwo ustalimy, jaki rodzaj funkcji będzie tworzył klasę F^*. Wartości dwóch takich funkcji dla danego obiektu będą leżały zawsze wewnątrz pewnego ustalonego «przedziału niedokładności»: dla każdej funkcji $F \in F^*$ i obiektu $x \in U$, $F(x) \in [k - \varepsilon, k + \varepsilon]$, dla pewnego k. Taka charakterystyka klasy F^* wydaje się usprawiedliwiać utożsamianie jej z tym, co zwykle nazywa się wielkością przybliżoną.

Interpretując jakościowe i ilościowe terminy empiryczne przez pewne klasy ich standardowych denotacji — symbole relacji przez klasy odpowiednich relacji, a symbole funkcji przez klasy funkcji odpowiedniego typu — utożsamiamy w rezultacie faktyczną interpretację języka L z pewną klasą jego struktur, M. Jest to w szczególności twierdzenie prawdziwe również o naszym empirycznym języku L_i i jego podjęzyku L_o. Zarówno M_i jak i M_o są rozumiane jako klasy struktur, zawierające więcej niż jeden element. Takie podejście do koncepcji interpretacji rodzi pewne problemy związane z pojęciem prawdy dla tak zinterpretowanych języków. Zaproponowano pewne rozwiązania tego problemu, do których możemy jedynie odwołać się w tym miejscu.[11] Ich główna idea jest stosunkowo prosta. Zdanie prawdziwe w L_i jest zdefiniowane jako zdanie prawdziwe w każdej strukturze z M_i. O zdaniu fałszywym w każdej takiej strukturze powiemy, że jest fałszywe w L_i. Zdania, które są prawdziwe w pewnych strukturach a fałszywe w innych, określamy jako zdania ani prawdziwe ani fałszywe w L_i. W stosunku do nich znajduje zastosowanie pojęcie prawdy aproksymacyjnej. Zdanie jest aproksymacynie prawdziwe w języku L_i jeżeli jest prawdziwe przynajmniej w

---

11) Patrz np. Przełęcki (1969, 1976).

jednej strukturze z M_i. Zbiór zdań T_i, jest aproksymacyjnie prawdziwy w L_i jeśli wszystkie zdania należące do T_i są prawdziwe przynajmniej w jednej strukturze z M_i. Zobaczmy, jak stosuje się ta definicja do zdania zawierającego symbol funkcyjny f, interpretowany jako symbol odnoszący się do wielkości przybliżonej w sensie tu wprowadzonym, tzn. do klasy funkcji F^*. Zdanie takie jest prawdziwe, jeśli jest prawdziwe niezależnie od tego, którą funkcję wybierzemy z F^* jako interpretację f; jest fałszywe, jeśli jest fałszywe przy każdej takiej interpretacji; w pozostałych wypadkach jest aproksymacyjnie prawdziwe. Tak więc, przy założeniu, że dla każdego $F \in F^*$, $F(a) \in [k-\varepsilon, k+\varepsilon]$, zdanie $f(a) \leq k+\varepsilon$ będzie zakwalifikowane jako prawdziwe, jego negacja $f(a) > k+\varepsilon$ jako fałszywa, a zdanie $f(a) = k$ jako aproksymacyjnie prawdziwe. Trzeba zauważyć, że każde ilościowe zdanie tego ostatniego typu może być, ogólnie rzecz biorąc, tylko aproksymacyjnie prawdziwe w L_i (chyba, że okaże się ono konsekwencją postulatów znaczeniowych języka L_i, jak to jest w wypadku zdania $f(u) = 1$).

III

Porównajmy teraz, przy powyższych założeniach, interpretację dwóch terminów teoretycznych t_1 i t_2, odpowiednio w dwóch teoriach T_1 i T_2. Skoncentrujemy się na wypadku, w którym problem ich «współmierności» staje się szczególnie wyraźny. Dzieje się tak w wypadku wzajemnej niezgodności teorii. Co się tutaj przez to rozumie, można wyjaśnić w następujący sposób.

Teorie T_1 i T_2 są niezgodne, jeśli istnieją zdania V_o i W_o języka L_o, takie że $W_o \in Cn(T_1 \cup \{V_o\})$, $\neg W_o \in Cn(T_2 \cup \{V_o\})$ i V_o jest prawdziwe (tzn. prawdziwe we wszystkich strukturach w M_o).

O T_1 i T_2 powiemy więc, że są niezgodne, jeśli przy pewnym dodatkowym założeniu, które jest prawdziwe w L_o (przy jego faktycznej interpretacji), pociągają za sobą sprzeczne o-zdania.

Łatwo zauważyć, że w takich wypadkach nie można utożsamiać sensów terminów t_1 i t_2. Jeśli T_1 i T_2 nie są logicznie równoważne, to ich konwencjonalne składowe ${}^RT_1 \rightarrow T_1$ i ${}^RT_2 \rightarrow T_2$ również nie są równoważne (z wyjątkiem banalnego wypadku, w którym t-terminy występują w tych teoriach w nieistotny sposób[12]), i, w konsekwencji, $s(t_1) \neq s(t_2)$. Oznacza to niezgodność sensów terminów, jednakże nie pociąga niezgodności ich odniesień. Spróbujemy pokazać, że terminy teoretyczne dwóch niezgodnych teorii mogą w istocie mieć identyczne (lub częściowo identyczne) odniesienia. Ten punkt wymaga jednak pewnego wyjaśnienia ponieważ identyczność ta może mieć dość banalne powody. Jeśli ${}^RT_i$ jest fałszywe w pewnej strukturze w M_o, to wszystkie przedłużenia tej struktury będą należeć do M_i, i klasa odniesień terminu t_i, $r(t_i)$, będzie zawierać wszystkie możliwe interpretacje tego terminu (wewnątrz uniwersum M_o). Będzie to w efekcie gwarantować pewien rodzaj odniesieniowej identyczności między t_1 i t_2: $r(t_1) = r(t_2)$, albo przynajmniej $r(t_1) \cap r(t_2) \neq \emptyset$. Jeśli jednak dana struktura w M_o

12) Patrz Przełęcki (1978).

nie jest modelem ${}^{R}T_i$, a zatem nie jest przedłużalna do modelu T_i, to wszystkie jej przedłużenia do struktury dla L_i, jak również wszystkie interpretacje t_i, są — ściśle mówiąc — niezamierzone, gdyż nie spełniają waruków wyrażonych przez T_i. Tak więc, kiedy porównujemy $r(t_1)$ i $r(t_2)$, powinniśmy raczej tamte interpretacje pominąć i ograniczyć się do tych interpretacji t_i, które spełniają warunki nałożone przez T_i. Takie interpretacje będziemy nazywać interpretacjami zamierzonymi w ścisłym sensie i definiować w następujący sposób:

$$M_i^* = M_i \cap \mathrm{Mod}(T_i)\,,$$

$$r^*(t_i) = \{t_i^{\mathfrak{m}_i}\}_{\mathfrak{m}_i \in M_i^*}$$

W naszym wypadku więc porównywane winny być klasy odniesień zamierzonych $r^*(t_1)$ i $r^*(t_2)$.

Teorie T_1 i T_2, jako niezgodne, nie mogą być jednocześnie prawdziwe (w rozważanym sensie). Jeśli natomiast jedna z nich, powiedzmy T_1, jest fałszywa, to nie istnieją zamierzone interpretacje jej terminu teoretycznego t_1: $r^*(t_1) = \emptyset$, i problem porównania odniesień staje się banalny. Jest tak tym bardziej, jeśli obie okażą się fałszywe. To, że klasy M_o i M_i są wieloelementowe, otwiera jednak jeszcze inną możliwość: obie teorie mogą być aproksymacyjnie prawdziwe. Ponieważ T_1 jest niezgodna z T_2, nie istnieje struktura w M_o, w której zarówno ${}^{R}T_1$, jak i ${}^{R}T_2$ będą prawdziwe. Z powodzeniem jednak mogą istnieć dwie różne struktury w M_o, $\mathfrak{m}_o$ i $\mathfrak{n}_o$, takie że ${}^{R}T_1$ jest prawdziwe w $\mathfrak{m}_o$, a ${}^{R}T_2$ w $\mathfrak{n}_o$. Klasy zamierzonych odniesień t_1 i t_2 są wtedy niepuste, i problem ich porównania pozostaje otwarty. Łatwo w tej sytuacji wskazać wypadki, w których $r^*(t_1)$ i $r^*(t_2)$ mają pewne elementy wspólne. Weźmy następujący schemat:

$$T_1 = \bigwedge x\, ((o_1(x) \rightarrow t_1(x)) \wedge (o_2(x) \rightarrow \neg t_1(x))),$$

$$T_2 = \bigwedge x\, ((o_1(x) \rightarrow t_2(x)) \wedge (\neg o_2(x) \rightarrow \neg t_2(x))).$$

${}^{R}T_1$ i ${}^{R}T_2$ redukują się w tym wypadku do zdań rachunku pierwszego rzędu:

$${}^{R}T_1 = \bigwedge x\, ((o_1(x) \rightarrow \neg o_2(x)),$$

$${}^{R}T_2 = \bigwedge x\, ((o_1(x) \rightarrow o_2(x)).$$

Niech M_o zawiera struktury $\mathfrak{m}_o$ i $\mathfrak{n}_o$, zdefiniowane w następujący sposób:

uniwersum $\mathfrak{m}_o$ = uniwersum $\mathfrak{n}_o = \{a, b, c\}$;

$o_1^{\mathfrak{m}_o} = o_1^{\mathfrak{n}_o} = \{b\}, \quad o_2^{\mathfrak{m}_o} = \{c\}, \quad o_2^{\mathfrak{n}_o} = \{b, c\}.$

Oczywiście $\mathfrak{m}_o \in \mathrm{Mod}({}^{R}T_1)$, $\mathfrak{n}_o \in \mathrm{Mod}({}^{R}T_2)$, i wśród ich przedłużeń odpowiednio do modeli T_1 i T_2 istnieją struktury $\mathfrak{m}_1 \in M_1^*$ i $\mathfrak{m}_2 \in M_2^*$, takie że $t_1^{\mathfrak{m}_1} = t_2^{\mathfrak{m}_2} = \{b\}$. Pokazaliśmy więc, że terminy teoretyczne t_1 i t_2 zdefiniowane przez dwie niezgodne teorie T_1 i T_2 mają pewne wspólne odniesienia zamierzone: $r^*(t_1) \cap r^*(t_2) \neq \emptyset$.

Sytuacja ta, najogólniej rzecz biorąc, może być przedstawiona w następujący sposób. Teorie T_1 i T_2 charakteryzują swoje t-terminy t_1 i t_2 na dwa różne sposoby. Ta różnica jest jednakże kompensowana w strukturach, takich jak $\mathfrak{m}_1$ i $\mathfrak{m}_2$, omawiane wyżej, przez odpowiednie różnice w interpretacji pewnych o-terminów ($\mathfrak{m}_1|_o$ i $\mathfrak{m}_2|_o$ nie mogą więc być identyczne). Jest to możliwe, jeśli żądana różnica nie przekracza stopnia niezdeterminowania, charakteryzującego interpretacje o-terminów (zarówno

$\mathfrak{m}_1 |_o$ jak i $\mathfrak{m}_2 |_o$ muszą należeć do M_o). Jest to schemat w przybliżeniu podobny do schematu tzw. relacji «korespondencji»[13]. Główna różnica, jak się wydaje, dotyczy wspólnej dziedziny, w której dwie rywalizujące ze sobą teorie okazują się aproksymacyjnie prawdziwe. Dziedzina ta była przez nas utożsamiana z całym uniwersum obu teorii, tzn. z uniwersum struktur w M_o i M_i. Zwykle jednak jest to dziedzina węższa. W przeciwieństwie do nowej teorii T_2, dotychczasowa teoria T_1 okazuje się fałszywa w swoim pierwotnym uniwersum. Dziedzina, w której obie teorie okazują się aproksymacyjnie prawdziwe, tworzy tylko pewien podzbiór całego uniwersum; nazwijmy go U. W konsekwencji porównujemy zamierzone interpretacje t_1 i t_2 tylko w tym podzbiorze. Aby to zrobić, musimy zdefiniować pojęcie, które będziemy oznaczać przez $M_o(U)$ ($M_i(U)$). $M_o(U)$ jest klasą tych podstruktur struktur w M_o, które mają uniwersum U. Interpretacje t_1 i t_2, które teraz porównujemy, są więc interpretacjami, które należą do struktur z $M_1(U)^*$ i $M_2(U)^*$. Ponieważ teorie związane relacją «korespondencji» są zwykle teoriami ilościowymi, załóżmy, że o-terminy i t-terminy teorii T_1 i T_2 odnoszą się do pewnych empirycznych wielkości. Aby dać prosty, schematyczny przykład załóżymy, że w zamierzonych strukturach w M_1^* i M_2^*, terminy t_1 i t_2 są zdefiniowane przez następujące równania, które tworzą część odpowiednich teorii:

T_1: $t_1(x) = f_1(o_1(x), ..., o_n(x))$,

T_2: $t_2(x) = f_2(o_1(x), ..., o_n(x))$.

O f_1 i f_2 zakłada się, że są różnymi funkcjami matematycznymi, tzn. że przynajmniej dla niektórych argumentów $k_1, ..., k_n$: $f_1(k_1,..., k_n) \neq f_2(k_1,..., k_n)$. Co więcej, o powyższej nierówności zakłada się, że zachodzi ona dla wszystkich tych argumentów, które reprezentują wartości o-funkcji w faktycznej strukturze dla L_o. Tak więc, dla każdego $\mathfrak{m}_o \in M_o$ i każdego x z uniwersum $\mathfrak{m}_o$: $f_1(o_1^{\mathfrak{m}_o}(x), ..., o_n^{\mathfrak{m}_o}(x)) \neq f_2(o_1^{\mathfrak{m}_o}(x), ..., o_n^{\mathfrak{m}_o}(x))$. Otóż sądzimy, że istnieją $\mathfrak{m}_o$ i $\mathfrak{n}_o \in M_o$, takie że dla każdego $x \in U$ (gdzie U jest dziedziną, w której T_1 i T_2 są aproksymacyjnie prawdziwe): $f_1(o_1^{\mathfrak{m}_o}(x), ..., o_n^{\mathfrak{m}_o}(x)) = f_2(o_1^{\mathfrak{n}_o}(x), ..., o_n^{\mathfrak{n}_o}(x))$. Jest to oczywiście możliwe tylko wtedy, gdy przynajmniej dla niektórych o_i ($i = 1,...n$): $o_i^{\mathfrak{m}_o}(x) \neq o_i^{\mathfrak{n}_o}(x)$. Ta różnica w interpretacji o_i kompensuje różnicę między f_1 i f_2. Sądzimy, w konsekwencji, że istnieją $\mathfrak{m}_1 \in M_1(U)^*$ i $\mathfrak{m}_2 \in M_2(U)^*$ (gdzie $\mathfrak{m}_1 |_o = \mathfrak{m}_o$, $\mathfrak{m}_2 |_o = \mathfrak{n}_o$), takie że $t_1^{\mathfrak{m}_1} = t_2^{\mathfrak{m}_2}$. Pewne zamierzone interpretacje t_1 i t_2 okazują się być identyczne w tej poddziedzinie, w której obie teorie są aproksymacyjnie prawdziwe. Fakt ten, jak się wydaje, jest więc całkowicie zgodny z charakterystyką tych dwóch teorii przedstawioną wyżej.[14]

---

13) Por. np. charakterystykę «reguły korespondencji» w Krajewski (1977).

14) Naczęściej analizowany wypadek klasycznej i relatywistycznej mechaniki wydaje się podpadać pod ten schemat. W dużym uproszczeniu, zasady ruchu charakteryzowane przez te dwie teorie można przedstawić następująco:

$$(1) \quad f_1 = ma; \qquad (2) \quad f_2 = \frac{ma}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Przypadek rozważany przez nas może być uogólniony tak, aby obejmował również inne typy relacji «korespondencji». Jedno z tych uogólnień dotyczy faktycznej interpretacji podjęzyka L_o. Zakłada się, że jest ona identyczna w obu rozważanych teoriach. Wydaje się to jednak zbytnim ograniczeniem. Istnieją takie typy rozwoju teorii, w których interpretacja *o*-terminów również ulega pewnej zmianie: w nowej teorii T_2 są one interpretowane w bardziej precyzyjny sposób niż w dotychczasowej teorii T_1. Możemy zdać sprawę z tego faktu przez podział podjęzyka L_o na dwa języki L_{o1} i L_{o2} z różnymi klasami faktycznych struktur, takich mianowicie, że

$$M_{o2} \subset M_{o1},$$

i przez definicję klasy faktycznych struktur dla L_1 i L_2, M_1 i M_2, na podstawie odpowiednio M_{o1} i M_{o1}. Porównując zamierzone interpretacje t_1 i t_2, będziemy odwoływać się jedynie do tych zamierzonych struktur dla L_1, które są rozszerzeniami struktur z M_o. Jeśli ograniczy się je w ten sposób, to można pokazać, że pozostają one w tych samych relacjach, co poprzednio.

Inne rozszerzenie rozważanego dotąd przypadku polega na uwzględnianiu takich zmian teorii, w których nowa teoria T_2 ma «wyższy wymiar» niż dotychczasowa teoria T_1, gdyż zawiera terminy z większą ilością argumentów niż odpowiadające im terminy teorii T_1. Sytuację taką można rozwiązać w ten sposób, że porówna się, powiedzmy, *k*-argumentowy predykat t_1 teorii T_1 nie z odpowiadającym mu *k*+1-argumentowym predykatem t_2 teorii T_2, lecz z predykatem t_2' zdefiniowanym w następujący sposób:

$$t_2'(x_1, ..., x_k) \text{ zawsze i tylko, gdy } \bigvee x_{k+1}\, t_2(x_1, ..., x_k, x_{k+1}).$$

Porównanie ich może wtedy przebiegać w sposób zaproponowany wyżej.

Są to tylko przykłady modyfikacji, które mogą przybliżyć naszą analizę do sytuacji typowej dla rzeczywistych zmian teorii. Celem, który przyświecał nam przy analizie pewnych uproszczonych schematów takich sytuacji, było pokazanie możliwości istnienia pewnych wspólnych odniesień terminów teoretycznych, zdefiniowanych przez dwie rywalizujące teorie. Przemawia to, jak się wydaje, na korzyść pewnego rodzaju ciągłości pojęciowej w rozwoju nauki.

Tłumaczyła Anna Lissowska

Prawo klasyczne może być oczywiście zast... ...one przez prawo, które zawiera v w sposób nieistotny, i, tak zmodyfikowane, może być porównane z prawem relatywistycznym, zgodnie z przedstawionym wyżej schematem ogólnym. Sądzimy, że chociaż te dwa prawa się różnią, można dowieść, iż pewne zamierzone interpretacje f_1 i f_2 są identyczne w pewnej poddziedzinie U (składającej się z obiektów poruszających się ze względnie małymi prędkościami), ponieważ dla każdego obiektu z U, wartość v może być wyrównana przez różnicę w wartościach m i a, określonych przez pewne zamierzone interpretacje tych terminów.

BIBLIOGRAFIA

Carnap, R.: 1966, *Philosophical Foundations of Physics*, Basic Books, New York.

Krajewski, W.: 1977, *Correspondence Principle and Growth of Science*, Reidel, Dordrecht and Boston.

Przełęcki, M.: 1969, *The Logic of Empirical Theories*, Routledge and Kegan Paul, London.

Przełęcki, M.: 1976, „Fuzziness as multiplicity", *Erkenntnis*, 10, 371-380.

Przełęcki, M.: 1978, „Commensurable referents of incommensurable terms", *Acta Philosophica Fennica*, 30 (Issues 2-4: *The Logic and Epistemology of Scientific Change*), North-Holland, Amsterdam, s. 347-365.

Przełęcki, M.: 1978, „Some approaches to inexact measurement", *Poznań Studies in the Philosophy of the Sciences and the Humanities*, 4, 27-36.

Sneed, J.D.: 1971, *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Reidel, Dordrecht.

Suppes, P.: 1969, *Studies in the Methodology and Foundations of Science*, Reidel, Dordrecht.

Williams, P.M.: 1973, „On the logical relations between expressions of different theories", *The British Journal for the Philosophy of Science*, 24, 357-367.